

# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ И ЗАВОДОВ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР  
в качестве учебника для студентов вузов,  
обучающихся по специальностям «Машины и технология литейного  
производства» и «Литейное производство черных и цветных металлов»

Под редакцией Б. В. КНОРРЕ

ВТОРОЕ  
ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1979

ББК 34.61

О-75

УДК 621.74 : 658.2.001.2 (075.8)

Авторы: Л. И. Фанталов, Б. В. Кнорре, С. И. Четверухин,  
В. Н. Елина, И. Б. Сокол, М. Н. Сосненко, А. К. Юд-  
кин, А. К. Шевлягин, И. З. Рейдер

Рецензенты: КАФЕДРА «МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРО-  
ИЗВОДСТВА» МВТУ им. Н. Э. БАУМАНА И ИНЖЕНЕРЫ  
Ю. А. МЕДВЕДЕВ и В. Г. КВАСОВ

О-75 Основы проектирования литейных цехов и заводов: Учебник для вузов по  
специальностям «Машины и технология литейного производства» и «Литейное  
производство черных и цветных металлов»/Л. И. Фанталов, Б. В. Кнорре,  
С. И. Четверухин и др. Под ред. Б. В. Кнорре —2-е изд., перераб. —М.; Ма-  
шиностроение, 1979. —376 с., ил.

В пер.: 1 р. 70 к.

О  $\frac{31204-075}{038(01)-79}$  75-79. 2704020000

ББК 34.61  
6П4.1

© Издательство «Машиностроение», 1979 г., с изменениями.

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. ЗНАЧЕНИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ЕГО СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Значение литейного производства для народного хозяйства СССР и в первую очередь для машиностроения чрезвычайно велико. Литейное производство — основная заготовительная база, определяющая возможности дальнейшего развития отраслей машиностроения. Метод получения фасонных заготовок заливкой металла в формы до настоящего времени наиболее простой и доступный. Средняя удельная масса литых деталей ориентировочно составляет: в грузовых автомобилях 25%, в легковых автомобилях 20%, в тракторах 58%, в электровозах 26%, в металлорежущих станках 80%, в паровых турбинах 55%, в прокатных станах 68%, в текстильных машинах 72% и т. д. Отливки имеют существенные преимущества по сравнению с другими видами заготовок. Выбор вида заготовок для машиностроительных деталей в основном обусловливается различными техническими требованиями к их качеству. Средние коэффициенты использования металла при обработке резанием: стальных отливок из углеродистой стали 0,805; чугунных отливок 0,830; заготовок, полученных горячей объемной штамповкой, 0,618; поковок из листа 0,408.

По зарубежным данным, энергоемкость деталей, изготавливаемых литьем, ниже, чем деталей, изготавливаемых сваркой. Энергозатраты на изготовление, например, 1 т детали блока цилиндра дизельного двигателя (массой около 3 т) с учетом получения сырья, электроэнергии и т. п. составляют: из чугуной литой заготовки  $23 \cdot 10^7$  Дж, из стальных сварно-литых заготовок  $29 \cdot 10^7$  Дж, из сварных заготовок из проката  $48,5 \cdot 10^7$  Дж.

При партии заказа  $>30$  штук применение сварных заготовок обычно неэффективно, так как большая трудоемкость их изготовления перекрывает затраты на изготовление модельной оснастки. Соотношение усредненных данных по Союзу (за 1970 г.) по себестоимости ( $C$ ), народнохозяйственным капитальным затратам ( $K$ ), с учетом капитальных вложений на сырьевую и топливную базы, на производство по обработке резанием и по приведенным затратам ( $P$ ) на 1 т готовых обработанных деталей из отливок и различного вида других заготовок (рис. 1) имеет вид

$$C + 0,12K = P,$$

где 0,12 — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

За единицу на рис. 1 принята усредненная себестоимость 1 т готовых обработанных деталей — поковок из слитков. Приведенные капитальные вложения умножены на коэффициент эффективности 0,12. При проектировании литейных цехов и заводов необходимо особое внимание уделять вопросам повышения качества отливок. В результате автоматизации обработки резанием повысились требования к геометрической точности литых заготовок. Оценкой конструкции машин по удельной массе на единицу мощности определена тенденция получения тонкостенных отливок и уменьшения удельной массы литых деталей от общей массы оборудования. С улучшением

внешнего вида, а следовательно, с повышением конкурентоспособности изделий повысились требования к качеству поверхности и внешнему виду отливок. С развитием прецизионного станкостроения повысились требования к стабильности размеров, износостойкости и твердости направляющих базовых чугунных деталей. С развитием производства оборудования большой единичной мощности (паровых турбин и генераторов, атомных энергетических реакторов и др.) повысились требования к эксплуатационной надежности отливок — недопустимости внутренних дефектов, обеспечению сплошности, качественной структуры и высоких физико-механических свойств металла и т. п.

Техническими решениями, принимаемыми в проекте, должен обеспечиваться выпуск отливок в соответствии с ГОСТами и по заданным техническим условиям с соответствующей организацией контроля качества продукции.

Опережающие темпы развития литейного производства в Советском Союзе по пятилетиям по сравнению с капиталистическими странами приведены на рис. 2. Из общего выпуска отливок в 1975 г. в СССР на долю чугунных приходится 72,3%, стальных 23,2%.

Выпуск отливок из ковкого чугуна составляет 3,2% общего выпуска отливок, из высокопрочного чугуна (ВЧ) 1,1%. В развитых капиталистических странах доля отливок из высокопрочного чугуна и цветных сплавов составляет соответственно 10—15 и 8—10% общего выпуска.

В сырых песчаных формах изготавливается ~50% всех отливок, в сухих формах 20%, в формах из самотвердеющих и быстротвердеющих смесей 12%, в кокилях 10%, центробежным способом 7% и т. д. Выход годного литья усредненно составляет для чугунных отливок 71,6%, для стальных 60,6%. По Союзу средний годовой выпуск отливок на одного работающего составляет 42,9 т, в том числе чугунных 55,9 т и стальных 33,5 т.

В послевоенный период особенно большие объемы проектных работ были выполнены институтами: Гипротракторсельхозмаш — для Купянского литейного завода, Павлодарского литейного завода и др.; Гипроавтопром — для Саранского централита, для Миасского автомобильного завода и т. д.; Гипростанок — для завода тяжелого станкостроения в Коломне, станкозавода в Рязани и др., для Одесского, Рязанского, Каширского и Липецкого заводов-централитов; Укргипромаш — для Сумского и Руставского литейных заводов; Гипротяжмаш — для Абаканского вагоностроительного и других заводов и т. д. В ближайшем будущем в литейном производстве сохранится преобладание изготовления отливок в разовых объемных песчаных формах. Производство отливок с использованием формовочных автоматических линий в сырых формах в большинстве случаев является наиболее экономичным и высокопроизводительным технологическим процессом. Интенсификация литейного производства связана с увеличением газо-, пыле- и тепловыделений, необходимостью повышения кратности воздухо-

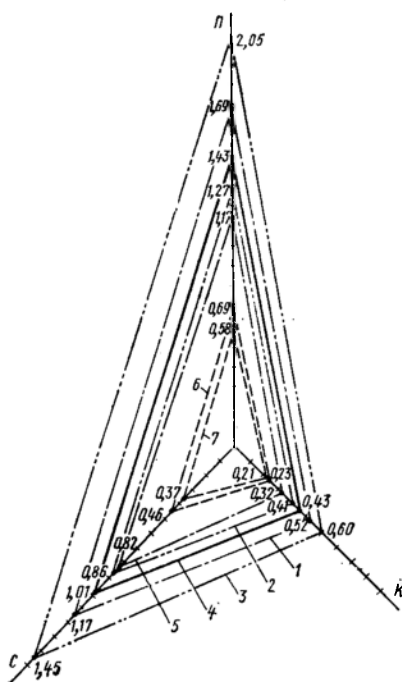


Рис. 1. Треугольники основных технико-экономических показателей на 1 т готовых деталей, изготовленных из различного вида заготовок:

- 1 — сортовой прокат общего назначения;
- 2 — фасонный прокат отраслевого назначения;
- 3 — поковки из сортового проката;
- 4 — поковки из слитков;
- 5 — горячие объемные штампованные заготовки;
- 6 — стальные отливки;
- 7 — чугунные отливки

обмена в помещениях литейных цехов. Этим обуславливается общая тенденция максимально возможной замены человека в литейных цехах машинами, применением манипуляторов автоматического действия и использованием автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Для совершенствования литейного производства необходимо развитие литейного машиностроения, специализированное изготовление комплексного автоматизированного оборудования, испытание и отладка его под нагрузкой в производственных условиях. Сложность данного оборудования и его доводки предопределяет увеличение капитальных затрат на современное оборудование. Решающее значение имеет координация проведения конструктор-

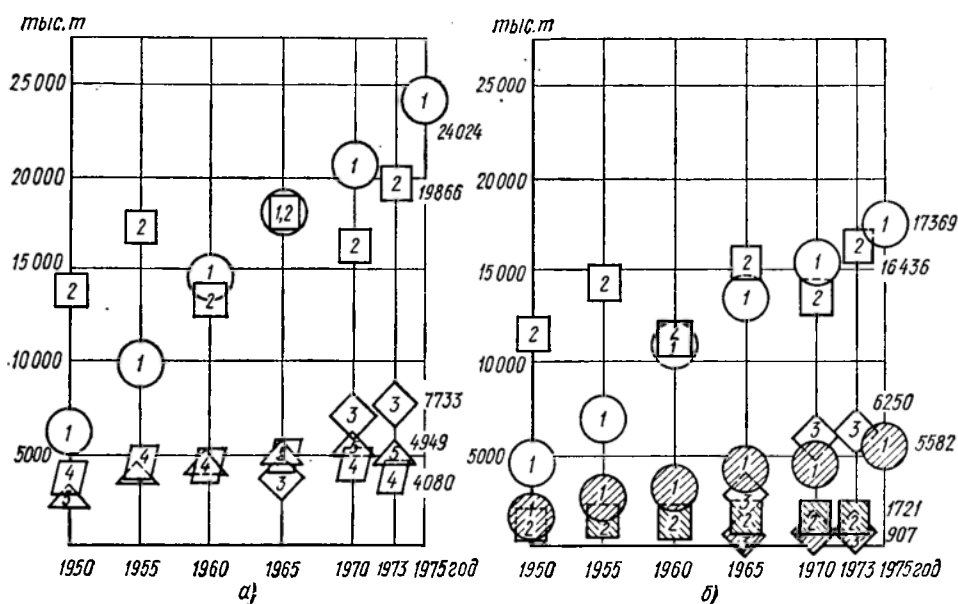


Рис. 2. Развитие литейного производства (по последним годам пятилетий и за 1973 г.):  
 а — общий выпуск отливок, тыс. т/год; б — выпуск чугуновых и стальных (со штриховкой) отливок;  
 1 — СССР; 2 — США; 3 — Япония; 4 — Англия; 5 — ФРГ

ских разработок, научных исследований и организация внедрения их результатов, особенно при проектировании, реконструкции или строительстве литейных цехов. Определилась тенденция по совершенствованию системы планирования и отчетности по литейному производству, направленная на увеличение изготовления отливок в штуках, а не в тоннах. Для уменьшения металлоемкости продукции наметилось расширение производства из ВЧ изложниц, труб, тюбингов и отливок в автомобилестроении. Будет увеличено изготовление отливок из алюминиевых сплавов.

Появилась ориентация на использование в плавильных отделениях разнообразных шихтовых материалов. Распространяется применение предварительного подогрева шихты. Уменьшение содержания газов может быть обеспечено при выплавке стали в новых плавильных агрегатах, таких, как индукционно-вакуумные печи емкостью до 30 т, печи с нейтральной атмосферой, а также на установках электрошлакового переплава и других, предназначенных для получения высококачественных литых заготовок для особо ответственных изделий. Вместе с тем сохраняется применение традиционных плавильных агрегатов, которые совершенствуют путем использования АСУ ТП и увеличения мощности (см. гл. III).

Важнейшей современной проблемой литейного производства является автоматизация заливки форм. Данная задача уже решается как для чугуна-

ных, так и для стальных отливок, это позволит увеличить возможности использования формовочных автоматических линий.

Наметилась тенденция расширения применения на автоматических линиях безопочной сырой формовки, стопочной с вертикальным разъемом и в обычных формах с горизонтальным разъемом. Для автоматизации сырой формовки необходимо увеличение добычи и поставок бентонита.

Новые способы формообразования — импульсная формовка, вакуумная формовка с использованием пластмассовых пленок, магнитная формовка металлического песка и другие отражают тенденцию использования физических методов для совершенствования изготовления форм. Перспективы изготовления стержней (см. гл. V) и упрочняемых форм предопределяются современным развитием химии.

Широко распространено изготовление упрочняемых форм из пластических самотвердеющих смесей (ПСС) по опыту московского завода «Станколит». Увеличилось изготовление отливок с использованием жидких самотвердеющих смесей (ЖСС, разработанных ЦНИИТмашем). На Рязанском литейном заводе работает линия изготовления форм из ЖСС с вдавливанием модели.

Наметилась общая тенденция изготовления стержней и частично упрочняемых форм из холоднотвердеющих смесей на синтетических смолах (ХТС), имеющих технологические преимущества и обеспечивающих более высокое качество и точность отливок. В массовом и крупносерийном производстве широко применяют изготовление стержней из смесей на синтетических смолах, твердеющих в горячих ящиках (ГТС). Данное направление развития литейного производства обуславливает увеличение объемов производства исходных материалов, таких, как фуриловый спирт, синтетические смолы и др., а также обогащенных (мытых, сухих) кварцевых песков. Применение ГТС и ХТС вызывает необходимость усиления вентиляции помещений и повышает требования к охране труда. Смесеприготовительные отделения, как правило, создают с АСУ ТП.

При использовании ХТС для стержней и форм смесеприготовительные отделения заменяют установками для сухой регенерации смесей. Установки для выбивки форм располагают в шумопоглощающих камерах или накатных укрытиях. Применение безопочных форм из ХТС позволяет совмещать выбивку форм и стержней, очистку отливок и регенерацию песка в одном дробетном агрегате (четыре в одном). При других технологических процессах изготовления отливок в упрочняемых формах сохраняется их очистка в гидрокамерах или электрогидравлических (ЭГ) установках. В массовом и крупносерийном производстве внедряются автоматические зачистные линии. Применяют новые способы термообработки отливок (термоударом, разработанный ЭНИМСом, и др.), а также иными способами (вибрационным и др.) для обеспечения стабильности размеров отливок. В составе литейных заводов предусматривают механические цехи для предварительной обработки резанием преимущественно чугунных отливок, для которых термообработка (старение) целесообразна после проведения данной операции. Большие затраты на оснастку при изготовлении отливок специальными способами экономически обоснованы только при достаточной серийности отливок и обычно приемлемы для массового, крупносерийного или серийного производства.

В перспективе применение специальных способов изготовления отливок будет увеличиваться, приближаясь к 30% общего выпуска литья по стране. Расширяется применение мокрой уборки в смесеприготовительных и обрубно-очистных отделениях, а также использование пылеуборочных вакуумных систем. Все отходы должны сепарироваться. Предусматривается грануляция шлаков для последующей сепарации. Повысились требования к условиям труда, по улучшению защиты окружающей атмосферы и прилегающих водных бассейнов.

## 2. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ И ЗАВОДОВ В СВЕТЕ РЕШЕНИЙ XXV СЪЕЗДА КПСС

В основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. партией и правительством поставлена задача улучшить проектно-сметное дело, повысить ответственность проектных, конструкторских и научных организаций за высокий технический и экономический уровень проектных решений. Задачей проектных институтов является создание производств и предприятий, которые к моменту ввода в эксплуатацию будут на уровне мировых технических достижений.

Для выполнения этой задачи проектировщик должен быть в курсе не только передового отечественного и зарубежного опыта, но и располагать данными об ожидаемых достижениях науки, о перспективах развития техники, т. е. комплексом сведений научно-технического прогноза. Предстоящие научно-технические достижения следует учитывать в любом проекте. Вместе с тем проектировщик должен быть уверен, что данные научно-технического прогноза отражают реальное положение вещей, что новое лучше старого и к определенному времени будет претворено в жизнь.

Особенно важно использовать современное оборудование. На строительный и пусковой периоды нового предприятия может закладываться оборудование, выпускаемое отечественными заводами или на которое уже разработаны рабочие чертежи и запланировано изготовление и отладка в установленный срок.

Не менее важно при проектировании выполнение экологических требований (экология — наука о взаимоотношении организмов с окружающей средой).

1. Необходимо обеспечить климатические факторы в помещениях литейных цехов (температура, освещенность, влажность воздуха, отсутствие сквозняков, см. гл. XI).

2. Содержание пыли, газов и других вредных веществ в воздухе рабочей зоны должно быть ниже предельно допустимых концентраций (ПДК). Пыль вызывает у работающих заболевание силикозом (ПДК песчаной пыли  $2 \text{ мг/м}^3$ ). В связи с этим обдувка сжатым воздухом на рабочих местах отливок, форм и другие подобные операции по правилам техники безопасности запрещаются.

3. Применение в проектах новых технологических процессов с новыми видами связующих, красок и других химических веществ допускается при наличии оформленных в установленном порядке инструкций, согласованных с органами Госгортехнадзора и содержащих данные о составе, количестве выделяющихся вредных по передельам производства, рекомендации по вентиляции, очистке стоков и указания о хранении отходов.

4. Уровень шума должен быть ниже нормативного (в рабочей зоне  $\sim 75 \text{ дБ}$ ).

5. Необходима защита окружающей атмосферы, прежде всего путем дожигания и очистки газов от плавильных печей (вагранок, дуговых печей и др.).

С целью сокращения потребления кислорода для цехов, расположенных в крупных городах, рекомендуется для плавки применение индукционных печей.

6. Защита прилегающих водных бассейнов должна обеспечиваться путем очистки промышленных стоков и др.

Большое значение для улучшения условий труда имеет механизация уборочных работ, создание приятного производственного интерьера (окраска помещений, оборудования и т. п.), обеспечение хорошего бытового обслуживания работающих и исключение затесненности (дополнительно см. п. «Мероприятия по охране труда» в других главах).

В предпроектной стадии следует выбирать оптимальные масштабы производства (предприятия), чтобы не удлинять сроки строительства, освоения вводимых мощностей и не допускать тем самым «омертвления» государственных средств. Длительные сроки строительства могут способствовать

моральному устареванию проектов. В этом случае проектировщикам приходится нарушать свою главную заповедь: спроектировал — не меняй и по согласованию с утверждающими инстанциями вносить изменения в реализуемые, но уже устаревшие проекты. Проектно-сметную документацию согласовывают с генеральной подрядной строительной организацией для учета ее реальных возможностей и сокращения сроков строительства.

В ряде случаев целесообразно проектирование и строительство предприятий по отдельным очередям.

Проектные организации путем координации своих действий со всеми сопряженными звеньями могут выполнять свои основные функции — осуществлять связь между наукой и производством, влиять на темпы технического прогресса, на эффективность общественного производства и капитального строительства.

Основные положения, применяемые при проектировании строительства (реконструкции) литейных цехов и заводов, приведены ниже.

1. Предусматривать концентрацию и организацию специализированных производств, имеющих оптимальные мощности для интенсивного использования оборудования. Для обеспечения высокой производительности труда и эффективности производства на основе комплексной механизации и автоматизации применять прогрессивные технологические процессы для получения отливок высокого качества; организовывать поточное производство; использовать отлаженное высокопроизводительное оборудование, приспособленное к серийности изготавливаемых отливок. При повышенных требованиях к точности и качеству отливок, а также при изготовлении отливок из цветных сплавов рекомендуется применять специальные способы литья с учетом серийности производства. Для создания четкого порядка и ответственности за качество выпускаемой продукции целесообразно литейные цехи строить с полным законченным циклом производства.

2. Объекты на застраиваемой территории размещать рационально с экономичными объемно-планировочными решениями зданий для уменьшения площадей для строительства. Предусматривать рациональные потоки людей и грузов. На начальных стадиях проектирования при разработке технологических планировок намечать основные проезды и проходы; выделять площади для размещения вентиляционного оборудования, подстанций, пультов, АСУ ТП и др.

3. На заводах с несколькими литейными цехами хранение и подготовку шихтовых и формовочных материалов предусматривать в центральном базисном цехе (включая копровую установку).

При больших объемах производства (>80—100 тыс. т/год отливок) хранение шихтовых материалов рационально сосредоточивать в прицеховых складах шихтовых материалов. Для хранения сухого песка рекомендуется применение силосных башен. Предусматривать отдельно стоящие склады для слива и хранения жидких связующих. Все вспомогательные службы литейного завода рекомендуется блокировать в одном корпусе.

4. Для обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий труда предусматривать локализацию вредностей там, где они образуются, путем герметизации оборудования, местными отсосами и устройством общеобменной вентиляции. Уменьшать шум. Предусматривать систему уборки пыли. Обеспечивать выполнение требований по защите от загрязнений окружающей атмосферы и прилегающих водных бассейнов.

5. Принятыми в проекте техническими решениями по литейному производству в целом должны обеспечиваться высокие технико-экономические показатели и возможности освоения вводимых мощностей в нормативные сроки.

Литейные заводы необходимо строить параллельно со строительством жилья, профессионально-технических училищ и общежитий к ним, чтобы к моменту ввода в эксплуатацию производственных объектов имелась возможность обучить и подготовить кадры.

## ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

### 1. ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ

Проектирование является первым и основным этапом капитального строительства, обеспечивающим создание новых, а также расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий<sup>1</sup>.

Общее руководство строительным проектированием и капитальным строительством во всех отраслях народного хозяйства осуществляет Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР). В министерствах (ведомствах) СССР этими вопросами занимаются управления проектирования и капитального строительства.

**Проектные организации.** Государственные проектные и изыскательские организации подразделяют на институты, осуществляющие генеральное проектирование (ГИПРО), и институты, ведущие проектирование специализированных частей проектов (ГПИ). Имеются комплексные проектные и научно-исследовательские организации (ГИПРОНИИ и др.). Генеральный проектировщик обеспечивает разработку комплексного проекта во всех частях, увязанных между собой.

Генеральный проектировщик обычно разрабатывает технологическую часть основного производства или проект основных объектов строительства. Институты ГПИ по заданиям ГИПРО выполняют инженерно-геологические, гидрологические и геодезические изыскания и отдельные части комплексного проекта, а также проектируют внешние сети и сооружения водопровода, канализации, газификации и т. п. Имеются ГПИ, разрабатывающие отдельные виды специальных сооружений и оборудования (печи, установки для кондиционирования и т. п.). В каждой отрасли выделяются головные проектные институты для проведения единой технической политики проектирования, реконструкции и нового строительства предприятий.

На закрепленных территориях республик, краев и областей функционируют территориальные проектные организации согласно положению, утвержденному Госстроем СССР. Территориальные проектные организации разрабатывают схемы генеральных планов промышленных узлов, схемы застройки существующих промышленных районов в городах, ведут согласование заданий на проектирование промышленных предприятий независимо от их ведомственной подчиненности, в части кооперирования объектов вспомогательных производств, энергоснабжения, водоснабжения, канализации и транспорта.

**Стадии проектирования.** Решения о проектировании строительства или реконструкции предприятий принимают, исходя из схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и промышленности, схем развития и размещения производственных сил по экономическим районам и союзным республикам. Для подтверждения целесообразности строительства новых или

---

<sup>1</sup> Расширение, реконструкция и техническое перевооружение в дальнейшем излагаются сокращенно — «реконструкция».

реконструкции действующих предприятий отрасли разрабатывают технико-экономические обоснования (ТЭО).

Предприятия, здания и сооружения проектируют, как правило, в одну стадию путем разработки технорабочего проекта (ТРП), сложные предприятия — в две стадии с разработкой технического проекта (ТП) и рабочих чертежей (РЧ). Решение о стадийности проектирования принимает инстанция, утверждающая ТЭО с учетом капитальных вложений, необходимых для реализации проекта. Сроки разработки ТРП или ТП устанавливаются с учетом обеспечения строек рабочими чертежами на запланированный годовой объем капитальных вложений до 1 сентября года, предшествующего началу строительства.

**Технико-экономическое обоснование проектирования и строительства или реконструкции предприятия (ТЭО).** Подготовка задания на разработку ТЭО ведется всесоюзным производственным объединением с привлечением соответствующего научно-исследовательского института, института генпроектировщика и др. Задание утверждает руководство министерства (ведомства). ТЭО является предпроектным документом.

Наиболее существенный вопрос, рассматриваемый в ТЭО, — это обоснование потребности продукции нового или реконструируемого предприятия. Для этого в ТЭО приводят выписку из перспективного плана развития отрасли по производству и потреблению отливок по форме 1. Для выявления дефицита приводят баланс потребности и производства отливок на текущий период и на год ввода в эксплуатацию обосновываемого нового или расширяемого предприятия по форме 2.

ФОРМА 1. Потребность и производство чугунных отливок (тыс. т/год) по отрасли на период 1981—1986 гг.

Заводы отрасли	Отчет на 1/1 1981 г.				Отчет на 1/1 1986 г.			
	Всего	В том числе по массе, кг			Всего	В том числе по массе, кг		
		< 100	100—1000	> 1000		< 100	100—1000	> 1000
<b>I. Потребность в чугунных отливках</b>								
В том числе:								
А. Действующие заводы:								
1. . . . .								
Б. Новостройки:								
1. . . . .								
<b>II. Производство чугунных отливок</b>								
В том числе:								
А. Действующие заводы:								
1. . . . .								
Б. Новостройки:								
1. . . . .								

В десятой пятилетке одним из основных положений является направление на лучшее использование имеющихся мощностей и на реконструкцию действующих предприятий. Поэтому в ТЭО включают технико-экономические расчеты, обосновывающие эффективность реконструкции предприятия в сравнении с мероприятиями, направленными на лучшее использование имеющихся мощностей или эффективность нового строительства в сравнении с реконструкцией действующих заводов (см. гл. XIV).

ФОРМА 2. Баланс потребности и производства чугунных отливок (тыс. т/год)  
по отрасли на период 1981—1986 гг.

Баланс по отрасли	Отчет на I/I 1981 г.				Отчет на I/I 1986 г.			
	Всего	В том числе по массе, кг			Всего	В том числе по массе, кг		
		< 100	100—1000	> 1000		< 100	100—1000	> 1000
Потребность Производство Получение: от других министерств от межотраслевых производств Поставки другим министерствам Дефицит								

При разработке ТЭО учитывают последние достижения и перспективы развития науки и техники. ТЭО разрабатывают на проектную мощность предприятия и на первую очередь строительства по отраслевым укрупненным технико-экономическим показателям. Ниже приведены основные вопросы, рассматриваемые в составе ТЭО.

1. Основание для разработки ТЭО; обоснование потребности продукции предприятия; программа выпуска и специализация производства (по видам сплавов, серийности, группам по массе отливок, в т и тыс. руб., и перечень заводов — потребителей отливок).

2. Характеристика и основные направления проекта нового строительства или реконструкции действующего предприятия (по результатам обследования); намечаемый состав завода, площади застройки и развернутые площади зданий (включая компоновочные схемы основных цехов); кооперирование вспомогательных и обслуживающих хозяйств с указанием затрат на долевое участие в их строительстве; основные технологические решения с учетом повышения качества отливок; выбросы и перечень мероприятий, намечаемых для охраны природы — защиты воздушного и водных бассейнов; число работающих и рабочих (обеспечение кадрами).

3. Потребность в исходных материалах, отходы производства; энергетическое хозяйство (обеспечение энергоресурсами).

4. Схема генерального плана предприятия с приложением ситуационного плана района, с размещением и размерами (га) возможных площадок промышленного и жилищного строительства, а также с указанием площадки, отводимой для отходов производства; внешний грузооборот по видам транспорта и размер долевого участия в строительстве внеплощадочных дорог и транспортных сооружений по требованиям ведомств и местных организаций; число жителей, размер территории и энергоресурсы на жилой поселок с учетом культурно-бытового строительства.

5. Основные строительные решения, очередность, пусковые комплексы и сроки строительства; объемы капитальных вложений (млн. руб.) на промышленное, жилищное и культурно-бытовое строительство (в том числе на строительные-монтажные работы); на полную мощность и по очередям строительства; организация строительства с данными о мощности строительной организации и необходимости создания строительной базы (количество рабочих, основных строительных материалов).

6. Технико-экономическое сравнение различных пунктов или площадок строительства и обоснование выбора оптимального варианта (на основании акта комиссии по выбору площадки); основные данные и технико-экономические показатели предприятия в сопоставлении с перспективными показателями

телями по отрасли и по мировому уровню развития аналогичных производств; выводы и предложения с оценкой экономической целесообразности и хозяйственной необходимости строительства или реконструкции предприятия.

**Задание на проектирование.** Разработку ТРП или ТП промышленных предприятий, зданий и сооружений проводят на основании задания на проектирование. Утвержденное ТЭО — это составная часть задания. Разработка и утверждение задания на проектирование является обязанностью заказчика проекта. Проектная организация по поручению министерства или ведомства непосредственно участвует в разработке задания на проектирование. При размещении предприятия в черте города заказчик вместе с заданием на проектирование выдает проектной организации архитектурно-планировочное задание (АПЗ) местного Совета народных депутатов, а также строительный паспорт участка и технические условия на присоединение к городским сетям и сооружениям. В задании на проектирование учитывают замечания при согласовании и утверждении ТЭО.

**Технорабочий проект (ТРП).** Одностадийное проектирование сокращает сроки проведения проектных работ. ТРП, являющийся ТП, совмещенным с РЧ, разрабатывают и оформляют согласно заданию на проектирование и основным техническим решениям, принятым в ТЭО. В состав ТРП кроме РЧ включают пояснительную записку с технико-экономическими показателями; генеральный план предприятия; совмещенный план коммуникаций; перечень технорабочих, типовых и повторно применяемых проектов по объектам предприятия; материалы изменений и дополнений этих проектов в связи с привязкой их к местным условиям; проект организации строительства; проект восстановления нарушенных земель; сметную документацию (см. гл. XIV). Состав технологической и транспортной части ТРП аналогичен составу ТП.

В результате разработки ТРП (ТП) основные технико-экономические показатели, определенные и утвержденные в ТЭО, не должны быть ухудшены. Сметная стоимость строительства (реконструкции) предприятия должна быть не выше их стоимости, определенной в ТЭО.

**Технический проект (ТП).** Проектирование в две стадии с разработкой ТП допускается для крупных и сложных промышленных комплексов — в случае применения новой неосвоенной технологии производства, головных образцов сложного оборудования, сложных архитектурно-строительных решений и при особо сложных условиях строительства. Во всех частях ТП (или ТРП) промышленного предприятия (цеха) дорабатывают, уточняют и взаимоувязывают технические решения, принятые в ТЭО. Разрабатывают оптимальный вариант генерального плана, оптимальные объемно-планировочные, архитектурные и конструктивные решения зданий, механизацию и автоматизацию производства, рациональные формы организации производства с учетом автоматизированных систем управления, современные условия труда, организацию строительства и очередность ввода производственных мощностей (пусковые комплексы), уточнение сметной стоимости и технико-экономических показателей строительства и др.

ТП (или ТРП) разрабатывают комплексными; в их состав входят следующие части: технологическая и транспортная; архитектурно-строительная и организация строительства; генеральный план и общезаводской транспорт; санитарно-техническая; теплоэнергетическая; электротехническая; организация труда и система управления производством; технико-экономическая; жилищно-гражданское строительство; общая пояснительная записка (составляет главный инженер проекта).

В графической части (чертежах) проекта разрабатывают и решают объемную взаимоувязку зданий, помещений с оборудованием, инженерными коммуникациями и т. п.

В составе пояснительной записки к технологической и транспортной части ТП (или ТРП) литейного производства (корпуса, цеха) машинострои-

тельного завода согласно эталону имеются приведенные ниже подразделы.

Сводные данные по литейному производству (корпусу, блоку цехов, цеху).

- 1 (1). Назначение.
- 2 (3). Характер производства и объем реконструкции.
3. Состав и организация производства.
- 4 (4). Режим работы и фонды времени.
- 5 (13). Здания, компоновка и площади.
6. Грузооборот и транспорт.
- 7 (9). Складское хозяйство.
8. Сводные данные технико-экономических показателей.  
Литейный цех.
- 1 (2). Производственная программа.
- 2 (5). Основные положения по организации производства.
- 3 (6). Технологический процесс и обеспечение качества продукции; новая техника, механизация и автоматизация.
- 4 (7). Оборудование (основное) по отделениям.
- 5 (8). Транспорт.
- 6 (10). Состав работающих.
- 7 (11). Трудоемкость.
- 8 (12). Техника безопасности и охрана труда.
9. Площади.
- 10 (14). Потребность в основных материалах.
- 11 (15). Сводные данные по энергетике.
- 12 (16). Основные данные и технико-экономические показатели.

В скобках указаны порядковые номера подразделов, которых следует придерживаться, если при проектировании литейного цеха в одном здании не составляются «сводные данные».

#### Приложения

1. Развернутая производственная программа.
2. Технические требования на разработку нестандартизированного оборудования.

#### Чертежи

1. Компоновочная схема литейного производства (корпуса, цеха) на генеральном плане (выкопировка).
2. План расположения технологического и транспортного оборудования литейного цеха (корпуса).
3. План и разрезы основных отделений литейного цеха (корпуса) с расположением технологического и транспортного оборудования.
4. Спецификация к плану расположения технологического и транспортного оборудования (по которой в дальнейшем оформляют заказные спецификации).

Технико-экономические показатели являются основанием для выводов об экономической эффективности ТП (или ТРП) и целесообразности его реализации.

Качество ТП (или ТРП) и его экономичность определяются прежде всего уровнем производительности труда, себестоимостью продукции, удельными капитальными вложениями и сроками их окупаемости, а также рентабельностью работы завода или цеха в процессе его эксплуатации (см. гл. XIV).

На утвержденный ТП (или ТРП) составляют по эталону паспорт. После утверждения ТП открывается финансирование строительства, заказов основного оборудования и разработки РЧ.

**Рабочие чертежи (РЧ).** Строительные и монтажные работы, установка оборудования и транспортных средств, устройство коммуникаций и изготовление нестандартизированного оборудования выполняют по РЧ, которые разрабатывают в процессе разработки ТРП или на основе утвержденного ТП.

При разработке РЧ детализируют и уточняют принятые в ТП решения в той мере, в какой это необходимо для производства строительного-монтажных работ. В соответствии с заданием на проектирование (или протоколом утверждения ТП) уточняют планировки корпусов, спецификации оборудования и сметы.

На основе этих планировок разрабатывают общестроительные РЧ зданий (каркас здания, фундаменты каркаса, подвалы и т. п.), РЧ общеобменной вентиляции, трансформаторных подстанций и распределительных устройств, очистных сооружений, вводов магистральных сетей водо-, энерго- и электро-снабжения. На разработанных РЧ общестроительной части здания составляют монтажные планы корпусов и цехов, на основе которых разрабатывают РЧ отделений цехов и корпусов с размещением систем непрерывного и периодического транспорта и др. (в плане и разрезах, последние обычно в масштабе 1 : 50). Монтажные планы выполняют в масштабе 1 : 200 с привязкой всего оборудования к осям колонн.

**Применение ЭВМ при проектировании литейных цехов.** Для проектных расчетов по укрупненным показателям при разработке ТЭО целесообразно использование ЭВМ. При разработке соответствующего алгоритма задачи оптимизации основных технико-экономических вариантов проектных решений применение ЭВМ позволит повысить качество и эффективность положений, принимаемых в ТЭО и реализуемых на дальнейших стадиях проектирования. В соответствии с эталоном ТП литейного цеха (технологическая и транспортная части) разработана система проектных расчетов на ЭВМ для ее дальнейшего опробования и совершенствования.

Следует отметить, что на стадии ТП расчеты, выполняемые до разработки графической части проекта, являются предварительными. Окончательные расчеты в ТП оформляют в соответствии с решениями, принятыми после разработки проекта согласно выполненным объемно-планировочным чертежам. Следовательно, в ближайший период времени применение ЭВМ для разработки ТЭО строительства или реконструкции литейных производств перспективно и реально. На стадии ТРП (ТП) ЭВМ может способствовать облегчению предварительных расчетов.

**Организация проектных работ.** Для организации и руководства предпроектными и проектными работами генеральной проектной организацией назначается главный инженер проекта (ГИП), отвечающий за весь комплекс проекта в целом. ГИП оформляет финансирование, организует и координирует предпроектные и проектные работы для выдачи заказчику качественной и взаимосвязанной проектно-сметной документации в установленные сроки. ГИП организует согласование смет на строительство с подрядными строительными организациями, защиту ТЭО и проекта в вышестоящих инстанциях и органах экспертизы, авторский надзор и оперативное устранение неувязок в технической документации выявляемых в процессе строительства или освоения проектных мощностей. ГИП участвует в работе государственных комиссий по приемке и вводу объектов строительства (реконструкции) в эксплуатацию.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Литейные цехи различают по роду сплава, массе, серийности и отраслевому назначению отливок, технологическому процессу и объему производства. Имеются чугунолитейные, сталелитейные и цветнолитейные цехи. Индексация цехов по видам сплава: серый чугун — СЧ; ковкий чугун — КЧ; высокопрочный чугун — ВЧ; углеродистая сталь — УС; легированная сталь — ЛС; марганцовистая сталь — ГЛ, алюминиевые сплавы — АЛ и т. д.

Новые литейные цехи следует специализировать на производство отливок только из одного вида сплава для исключения возможности перемешивания различных возвратов шихты. Вместе с тем в связи с большим разно-

образом марок УС и ЛС отливки из этих сталей часто изготавливают в одном общем сталелитейном цехе. По требованиям промсанитарии производство отливок из ГЛ предусматривается в отдельном цехе. В табл. 1 приведена классификация литейных цехов в зависимости от массы производимых отливок, которая является одним из определяющих факторов для выбора технологического процесса и оборудования литейного цеха.

По серийности различают следующие типы производства: массовый, крупносерийный, серийный, мелкосерийный и единичный (табл. 2). Обычно имеется смешанная серийность изготавливаемых отливок, и литейные цехи проектируют для крупносерийного и массового, серийного и мелкосерийного, мелкосерийного и единичного производства. Серийностью производства отливок определяется уровень механизации и автоматизации литейного цеха. Наивысшая степень механизации и автоматизации свойственна для массового и крупносерийного производства с узкой и ограниченной номенклатурой отливок. Литейные цехи для массового и крупносерийного производства отливок, а также мелких отливок при серийном и мелкосерийном производстве в основном проектируют с использованием средств непрерывного транспорта без опорных мостовых кранов (бескрановыми). Краны в подобных цехах устанавливают только на складах шихты и иногда в плавильных отделениях.

Отраслевая принадлежность литейных цехов почти совпадает с классификацией по серийности производства. Добавляются определенные особые требования к отливкам в зависимости от их конструкции, массивности и назначения, что может влиять на выбор технологического процесса производства. Изготовление какой-либо одной или ограниченного числа схожих литых деталей, например отопительных радиаторов, купальных ванн, канализационных или напорных труб, изложниц для слитков и т. п., накладывает

Таблица 1. Классификация литейных цехов по максимальной массе производимых отливок (кг)

Отливки	Отливки из черных сплавов при производстве		Отливки из легких цветных сплавов в металлических формах	
	серийном, мелкосерийном и единичном	массовом и крупносерийном	под давлением	в кокили
Мелкие	≤ 100	≤ 10	≤ 0,2	≤ 1
Средние	1 000	50	1	6
Крупные	5 000	500	6	25
Тяжелые	20 000	> 500	> 6	> 25
Особо тяжелые	> 20 000	—	—	—

Таблица 2. Серийность производства отливок из черных сплавов в зависимости от количества (заказа) по годовой программе и от их массы

Группы по массе, кг	Годовое число отливок одного наименования, шт., при производстве				
	единичном, менее	мелкосерийном	серийном	крупносерийном	массовом, более
< 8	500	501—6000	6 001—30 000	30 001—200 000	200 001
8—20	300	301—3000	3 001—15 000	15 001—100 000	100 001
20—50	200	201—2500	2 501—10 000	10 001—60 000	60 001
50—100	150	151—2000	2 001—8 700	8 701—53 000	53 001
100—250	95	96—1400	1 401—7 000	7 001—37 500	37 501
250—500	75	76—1000	1 001—4 500	4 501—25 000	25 001
500—1 000	50	51—600	601—3 000	3 001—20 000	20 001
1 000—2 000	40	41—400	401—2 000	2 001—13 500	13 501
2 000—5 000	20	21—150	151—550	551—4 500	4 501
5 000—10 000	10	11—50	51—100	100—1 000	1 001
10 000—20 000	7	8—25	26—50	> 51	—
> 20 000	5	6—12	13—27	—	—

специфический отпечаток детальной, предметной специализации на организацию литейного цеха.

По технологическому процессу производства отливок литейные цехи делят на две основные группы: цехи литья в наиболее распространенные разовые объемные песчаные формы (см. гл. IV) и цехи литья в формы различных видов (специальных способов литья) (см. гл. XIII).

До настоящего времени около 80% общего выпуска отливок из черных сплавов получают в разовых объемных песчаных формах. Это объясняется использованием дешевых формовочных материалов и применением высокопроизводительного оборудования. Специальные способы литья применяются при необходимости уменьшения объемов обработки резанием литых деталей повышения их точности и уменьшения шероховатости поверхности, а также при невозможности получать некоторые из них качественными в сырых объемных формах. При проектировании новых цехов производство отливок специальными способами следует выделять в самостоятельные цехи.

**Основные направления специализации и оптимальные мощности литейных цехов.** Организация мелких литейных цехов на машиностроительных заводах невыгодна. При небольшом выпуске их себестоимость значительно выше по сравнению с себестоимостью аналогичных отливок, получаемых на современном оборудовании в крупных специализированных литейных цехах. Затраты на механизацию в мелких литейных цехах не окупаются, и строительство новых подобных цехов, как правило, не допускается. При достаточно больших объемах потребления отливок литейные цехи строят при машиностроительных заводах. Это характерно для таких отраслей, как автомобилестроение, сельскохозяйственное машиностроение и других, имеющих крупносерийное и массовое производство, а также для заводов тяжелого, энергетического машиностроения и других отраслей имеющих мелкосерийное и единичное производство, где в больших объемах требуются тяжелые и особо тяжелые отливки. Правомерна организация базовых литейных цехов при машиностроительных заводах для обслуживания не только своего производства, но и для снабжения по кооперации других заводов объединения или отрасли.

С целью дальнейшей концентрации и специализации производства в последнее время развивается строительство отраслевых и межотраслевых литейных заводов (центролитов).

Под оптимальной мощностью литейного цеха понимают минимальную мощность, при которой загружено и интенсивно используется установленное высокопроизводительное оборудование, оправдывается высокий уровень механизации и автоматизации труда, создание надлежащих санитарно-технических условий и обеспечение эффективности капитальных вложений с окупаемостью в нормативные сроки. Оптимальная мощность литейного цеха складывается из оптимальных мощностей потоков изготовления отливок. Конкретная оптимальная мощность отдельных потоков и цехов с развитием техники и технологии меняется.

В результате научного обобщения опыта проектирования и эксплуатации цехов д-ром техн. наук проф. В. М. Шестопалом были разработаны оптимальные мощности литейных цехов, которые заложены в основу «Норм технологического проектирования машиностроительных заводов». С учетом некоторых изменений и дополнений, внесенных в эти нормы при их пересмотре в 1974 г., данные по классификации и об оптимальных мощностях литейных цехов приведены в табл. 3. Диапазон массы, приведенный в табл. 3, уточняют в зависимости от проектной номенклатуры отливок и общего технологического процесса ее изготовления в потоках или на участках цеха. Комплекс специализированных цехов литейного завода по роду сплава составляют до заданной массы отливок, начиная с цехов мелких и средних отливок.

Мощности литейных заводов, на которых может быть производство отливок из разных сплавов, уточняют при разработке ТЭО их строительства

Таблица 3. Классификация и оптимальные мощности специализированных литейных цехов

Сплав	Отливка или технологический процесс	Масса, кг (максимальная или в интервале)	Мощность, тыс. т/год
<b>Производство отливок в объемных песчаных формах</b>			
<i>1. Детальная специализация цехов</i>			
Чугун	Радиаторы отопительные	10	35
		10	70
	Ванны купальные	120	15
		120	25
	Котлы отопительные	150	20
		150	30
	Изложницы	—	130
		—	250
	Кольца поршневые, маслоты	—	5—10
<i>II. Технологическая специализация цехов</i>			
<b>Массовое и крупносерийное производство</b>			
Чугун	Детали автотракторные	100	50—60
		200	80—100
		300	100—125
		500	150—300
Ковкий чугун	Детали автотракторные	25	30—40
		60	60—80
Сталь	Детали тракторные, вагонные и т. п.	100	50—60
		200	80—100
		500	100—125
<b>Серийное и мелкосерийное производство</b>			
Чугун	Детали станков, строймашин и др.	100	40—60
		100—1 000	40—60
Сталь	Детали прессов, компрессоров и др.	1 000—5 000	30—40
		100	40—50
		1000	40—50
		1 000—5 000	30—40
<b>Мелкосерийное и единичное производство</b>			
Чугун	Детали станков, строймашин и др.	1 000—20 000	25—35
		5 000—50 000	25—35
Чугун	Базовые цехи на машиностроительном заводе	1000	40—60
		5000	30—40
Сталь	Детали экскаваторов, прессов и др.	1 000—20 000	30—40
		5 000—50 000	50—60
Сталь	Базовые цехи на машиностроительном заводе	5 000	30—40
<b>Комплексы цехов литейных заводов</b>			
Чугун	Детали станков, гидротурбин и др.	5 000	110—160
		20 000	110—150
		50 000	130—180
Сталь	Детали прессов, прокатных станов и др.	5 000	70—90
		20 000	70—90
		50 000	120—150
<b>Производство отливок специальными способами</b>			
<i>1. Детальная специализация цехов</i>			
Чугун	Фасонные части к канализационным трубам (в кокилях)	10	35
		10	50
		∅ 50—150 мм	45
		∅ 50—150 мм	70
		∅ 200—300 мм	100
		∅ 350—1000 мм	160
	Центробежное литье канализационных труб		
	Центробежное литье напорных труб		

Сплав ( $\sigma$ ):	Отливка или технологический процесс	Масса, кг (максимальная или в интервале)	Мощность, тыс. т/год
<b>II. Технологическая специализация цехов</b>			
Чугун, сталь	Оболочковые формы	20 20 50	5—7 10—15 20—30
Сталь	Выплавляемые модели	0,5 0,5 2,5 2,5	0,5—1 1—2 2—3 4—5
Чугун	Металлические формы	50 100	20—25 40—80
Сталь	»           »	30	60—80
Алюминий	»           »	5	5—6
Бронза	»           »	20	10—12
Цинк, бронза	Литье под давлением	2	10—15
Цинк	»   »   »	1	2—3
Алюминий	»   »   »	5	5—6
		5	5—6
		20	10—12

**Состав производственных, вспомогательных и складских помещений.** Перечень производственных и вспомогательных отделений (участков) и складских помещений литейного цеха производства отливок в разовых объемных песчаных формах приведен в табл. 4. При применении специальных способов изготовления отливок состав отделений цеха несколько меняется (см. гл. XIII). Склады связующих располагают в отдельных помещениях (вне цеха) для хранения огнеопасных материалов. Копровые установки можно размещать в базисных цехах подготовки и хранения шихтовых и формовочных материалов. Склады связующих и копровые установки в состав площадей литейного цеха не входят.

Цеховые службы механика и энергетика обеспечивают только межремонтное обслуживание и осмотр (профилактику) оборудования. Капитальный и малые ремонты выполняются общезаводскими ремонтно-механическими и

Таблица 4. Состав литейного цеха

Производственное отделение (участки)	Вспомогательное отделение (участки)	Склад
Плавильное с навеской шихты Формовочно-выбивное (с сушильными установками) Стержневое со складом и сушилами Смесеприготовительное Термообрубное (включая остывание отливок, удаление стержней, исправление дефектов и гидроиспытание) Грунтовочный участок	Подготовка шихты Подготовка формовочных материалов Подготовка производства Ремонт ковшей, сводов Приготовление огнеупорной массы Приготовление литейной краски Регенерация смесей Удаление отходов Ремонтные службы цехового механика и энергетика Трансформаторные Насосная станция Вентиляционные и пылеочистные установки Пульты управления Инструментальная Цеховые лаборатории	Шихты и флюсов Топлива Формовочных материалов (с силосными башнями) Огнеупоров Моделей и ящиков Опок Цехового механика и энергетика Готовых отливок Кладовые вспомогательных материалов

электроремонтными цехами, которые располагаются в корпусе вспомогательных цехов (КВЦ) завода. В нем же обычно размещают модельный цех с участком литых заготовок для металлических моделей, склад моделей, ремонтно-строительный цех, центральные склады инструмента и абразивов, отделение изготовления литейной оснастки и средств малой механизации, отделение зарядки и ремонта электрокар, цех предварительной обработки резанием базовых чугунных отливок с последующим старением, очисткой и грунтовкой, склад готовых отливок и др.

**Расширение, реконструкция, техническое перевооружение цеха (завода).** Для установки в действующем цехе более современного автоматического (формовочного) оборудования обычно требуется переоборудование всех переделов производства. Если подобное переоборудование связано с созданием новых производственных площадей, то его называют расширением цеха (или завода).

Для проведения расширения цеха необходимо изыскивать дополнительные производственные площади: перекрывать имеющиеся открытые эстакады, пристраивать новые пролеты (если такая возможность имеется) и т. п. Расширение цеха начинают на свободной площади и проводят поэтапно, чтобы не нарушать действующего производства. Площади для дальнейшего расширения нового литейного цеха (производства) путем пристройки новых пролетов предусматривают, если это оговорено в задании на проектирование. Если в процессе переоборудования цеха (или завода) создаются только складские или вспомогательные новые площади, то оно именуется реконструкцией, а переоборудование на имеющихся площадях — техническим перевооружением. Во всех изложенных вариантах переоборудования действующего производства предварительно следует разрабатывать проектно-сметную техническую документацию.

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТОВ

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВА

Разработку проекта начинают после получения от заказчика утвержденного задания на проектирование, оформленного договора и необходимых исходных данных, к основным из которых относятся: производственная программа, составленная согласно заданию на проектирование; чертежи, спецификации и технические условия (ТУ) на литые детали изделий; материалы утвержденного ТЭО, входящего в состав задания на проектирование (в том числе акт выбора площадки для нового строительства или материалы обследования реконструируемого предприятия).

При реконструкции действующего производства в состав исходных данных входят заводские технологические инструкции по всем переделам, технологические карты изготовления массовых и крупносерийных отливок, технологические ведомости или чертежи с нанесенной рабочей технологией отливок — представителей (в условиях серийного, мелкосерийного или единичного производства); нормы расхода основных и вспомогательных материалов; данные о трудоемкости по переделам производства и т. п.

Производственная программа может быть точной, приведенной или условной. Точную (подетальную) программу производства массовых и крупносерийных отливок составляют по форме 3.

Окончательное оформление производственной программы выполняют по сводной форме 4. Приводят итоговые данные о числе наименований отливок, о максимальном и минимальном годовом выпуске в штуках (т. е. данные о серийности производства).

Для серийного и мелкосерийного производства обычно оформляют приведенную программу, в которой сведения об отливках для изделий, обеспеченных исходными данными, распространяются на остальную часть программы. Возможно использование имеющихся исходных данных по отливкам для схожих изделий с поправочными коэффициентами в зависимости от массы и сложности последних.

Программу для серийного и мелкосерийного производства оформляют по формам 5, 6.

В условиях мелкосерийного и единичного производства часть номенклатуры изделий обычно неизвестна, а другая часть конструктивно не разработана. В этом случае принимают условную производственную программу с учетом назначения отливок и распределения их по массе по группам, видам и маркам сплавов по аналогии с данными подобных действующих предприятий (форма 6).

В производственных программах должны быть указаны максимальная масса и наибольшие габаритные размеры отливок; объемы предварительной обработки резанием и старения базовых чугунных отливок, объем производства для собственных нужд и т. п. В денежном выражении производственную программу приводят в технико-экономической части проекта.

ФОРМА 3. Подетальная программа выпуска отливок

№ п/п	№ детали	Изделие, деталь	Металл и марка	Масса, кг		Габаритные размеры отливки, мм			Термообработка	На изделие		Годовая программа выпуска отливок																
				детали	отливки	длина	ширина	высота		шт.	отливок, кг	на изделие		на зап-части		всего												
												шт.	т	%	шт.	т	шт.	т										
Итого																												

ФОРМА 4. Программа массового и крупносерийного производства отливок

№ п/п	Изделие	Годовой выпуск комплектов, шт.	Масса отливок на одно изделие, кг	Запасные части, % по массе	Годовой выпуск отливок, т		
					на основную программу	на запасные части	всего

Примечание. Форму заполняют отдельно по видам и маркам сплавов и с выделением литья специальными способами.

ФОРМА 5. Программа серийного и мелкосерийного производства отливок

Изделия и группы отливок по массе	Число изделий на годовую программу	Масса обработанных деталей, т		Выпуск отливок, т	
		на изделие	на годовую программу	на изделие	на годовую программу
Перечень изделий Запасные части Поставки по кооперации Отливки для собственных нужд					
Итого					

ФОРМА 6. Программа производства отливок по массе

Группы отливок по массе, кг	Число на годовую программу					
	всего по цеху		в том числе по маркам сплавов			
	т/шт	%	т/шт	%	т/шт	%
< 10						
10—20						
20—100						
100—250						
250—500						
500—1 000						
1 000—2 000						
2 000—5 000						
5 000—20 000						
> 20 000						
Итого						

## 2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

Способы и технологические процессы изготовления отливок при формировании проектной программы определяют на основании научно-технических прогнозов развития литейного производства (по рекомендациям головного НИИ) на основании передового производственного опыта и имеющихся

исходных данных (решений, предусмотренных в ТЭО строительства или реконструкции предприятия).

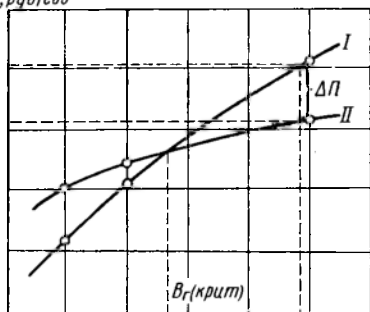
Конкретные рекомендации в этой части приведены в гл. III—V и XIII. При оценке новых технологических процессов или при выборе производства различных литых заготовок следует исходить из показателя народнохозяйственной эффективности по сумме приведенных затрат  $\Pi$  на изготовление готовых деталей (см. рис. 1).

Для практических расчетов по выбору оптимального технологического процесса используют упрощенную формулу (при условии, что не требуется развитие сырьевой базы)

$$\Pi = (C_{\text{л}} + C_{\text{м}}) B_{\text{г}} + E_{\text{н}} (K_{\text{л}} + K_{\text{м}}),$$

где  $C_{\text{л}}$  — себестоимость изготовления отливок в литейном цехе, руб/т, руб/шт.;  $C_{\text{м}}$  — себестоимость механической обработки, руб/т, руб/шт.;  $B_{\text{г}}$  — выпуск отливок, т/год, шт/год;  $E_{\text{н}}$  — коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_{\text{н}} \geq 0,12$ ;  $K_{\text{л}}$  — капитальные вложения по варианту технологии производства отливок в литейном цехе, руб.;  $K_{\text{м}}$  — то же, в механическом цехе, руб. (обычно учитывают при применении специальных способов литья).

$\Pi$ , руб/год



0 1000 2000 3000 4000  $B_{\text{г}}$ , т/год, шт/год

Рис. 3. Зависимость суммы приведенных затрат  $\Pi$ , руб. от годовой программы выпуска отливок  $B_{\text{г}}$  для двух сопоставляемых вариантов технологического процесса

отливок уменьшаются; снижаются удельные затраты на оснастку и т. д. В общем виде сумма приведенных затрат

$$\Pi = f(B_{\text{г}}).$$

Пример зависимости суммы приведенных затрат от годовой программы выпуска по двум сравниваемым вариантам приведен на рис. 3. Точка пересечения определяет критическую программу выпуска, при которой технологические варианты равноценны. Слева от критической точки находится область эффективного применения варианта I, справа — II. Экономический эффект (или ущерб) по приведенным затратам определяется разностью значений координат  $\Delta \Pi$ .

Приведенные затраты можно рассчитывать по элементам или укрупненно по нормативам затрат. Определение размеров себестоимости изготовления отливок и капитальных вложений рассмотрено в гл. XIV.

### 3. РЕЖИМ РАБОТЫ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

В литейных цехах применяют три вида режимов работы: параллельный всех отделений цеха, с выделением операций с вредными выделениями в отдельные помещения или локализацией их, при помощи различного вида герметизированных укрытий, с местными отсосами; ступенчатый, с разделением операций по времени, в неизолированных общих помещениях; комбинированный, назначаемый с учетом массы отливок и характера их производства в различных отделениях цеха.

При поточном производстве в литейных цехах, как правило, предусматривают параллельный двухсменный режим работы; для больших печей и участков, где не допускается перерыв в технологическом процессе, а также в отдельных случаях для уникального оборудования трехсменный режим работы.

Для более интенсивного использования производственных площадей для кессонных участков при ступенчатом режиме предусматривают организацию формовки, изготовления стержней и сборки форм в I и II смены; заливку форм и очистку кессонов в III смену.

Для формовочно-заливочных отделений с производством крупных отливок, заливаемых в опоках на плацу и имеющих длительный цикл остывания, можно использовать комбинированный режим работы, при этом формовка с локализованным выбивным участком работают в параллельном режиме в отдельном пролете в две смены, а сборка и заливка форм ведутся по ступенчатому режиму поочередно в двух смежных пролетах.

При наличии в литейном цехе поточного (конвейерного) и плацевого (кессонного) способов производства отливок с различной массой также применяют комбинированный режим работы. Поточные отделения работают в параллельном режиме с заливкой в I и II смены. В III смену ведется заливка в кессонных или плацевых отделениях, работающих по ступенчатому режиму. В этом случае плавильные агрегаты используют в течение трех смен.

#### 4. ФОНДЫ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ.

##### ПОНЯТИЯ О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании применяют три вида годовых фондов времени работы оборудования и рабочих:

1) календарный  $\Phi_k = 365 \times 24 = 8760$  ч;

2) номинальный  $\Phi_n$ , являющийся временем (в часах), в течение которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь;

3) действительный  $\Phi_d$ , определяемый путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени для нормально организованного производства. При 41-часовой рабочей неделе  $\Phi_n$  составляет 2070, 4140 и 6210 ч при работе в одну, две и три смены соответственно.  $\Phi_d$  рабочих составляет 1860, 1840 и 1820 ч при продолжительности основного отпуска 15, 18 и 24 дня соответственно.  $\Phi_d$  работы оборудования приведен в табл. 5.

Для определения  $\Phi_d$  работы оборудования из  $\Phi_n$  условно исключают время пребывания оборудования в плановых ремонтах, установленное нормами системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). Простои оборудования, вызванные недостатками в организации производства по внешним причинам, при определении  $\Phi_d$  не учитывают. Все проектные расчеты ведут относительно  $\Phi_d$  работы оборудования и рабочих.

$\Phi_k$  используют при расчетах складских помещений.

Оборудование, входящее в комплект агрегата, установки или поточной линии, понимают как основное оборудование. Обслуживающее оборудование, не входящее в комплект основного, считают смежным.

Состояние основного оборудования определяют использованием  $\Phi_k$ , работой (работает, не работает), обслуживанием (обслуживается, не обслуживается), работоспособностью (исправно, неисправно), работоспособностью смежного оборудования, свойствами технологических материалов, внешними системами обеспечения.

Общие (суммарные) потери времени в процессе эксплуатации основного оборудования  $\Sigma T_{\Sigma n}$  в течение выбранного периода номинального фонда времени  $T_n$  подразделяются на две группы.

Таблица 5. Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования (рабочая неделя 41 ч, 8 праздничных дней в году)

Оборудование	При одной смене		При двух сменах		При трех сменах	
	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени, ч
Литейное оборудование:						
цехов мелкосерийного и серийного производства	2	2030	4	3975	5	5900
цехов крупносерийного и массового производства	—	—	5	3975	7	5775
особо крупное и сложное (пескогидрокамеры, механизированные дробе-метные камеры и встряхивающие столы грузоподъемностью 10 т) . . . . .	—	—	9	3770	11	5525
Вагранки (блок из двух штук с учетом ежедневного ремонта) . . . . .	—	2070	—	4140	—	6490
Закрытые вагранки с подогревом дутья и очисткой газов при одном подогревателе на две вагранки . . . . .	2	2030	6	3890	10	5840
Автоматизированные формовочные и стержневые линии	—	—	12	3645	14	5340
Автоматизированные абразивные линии для очистки литья . . . . .	—	—	10	3725	12	5465
Дуговые электропечи для плавки стали и чугуна емкостью, т:						
0,5—1,5 . . . . .	4	1985	6	3890	—	—
3—6 . . . . .	—	—	6	3890	10	5840
12—25 . . . . .	—	—	6	3890	11	5775
50 . . . . .	—	—	—	—	13	7620
Индукционные печи повышенной частоты для плавки стали емкостью, т:						
0,06—2,5 . . . . .	4	1985	6	3890	—	—
6,0—25 . . . . .	—	—	7	3850	12	5710
Индукционные печи промышленной частоты для плавки или подогрева и розлива чугуна емкостью, т:						
до 2,5 . . . . .	3	2010	—	3975	6	6100
до 25 . . . . .	—	—	6	3890	10	5840
Печи плавильные для медных сплавов . . . . .	3	1775	4	3510	6	5160
Печи плавильные для алюминиевых и других легких сплавов . . . . .	3	2010	4	3975	6	5840
Печи термические с режимом работы:						
непрерывным . . . . .	—	—	—	—	11	7800
длительным . . . . .	—	—	—	—	10	7710
Печи термические с коротким циклом работы:						
механизированные . . . . .	—	—	6	3890	10	5840
немеханизированные . . . . .	—	—	4	3975	6	5840

Оборудование	При одной смене		При двух сменах		При трех сменах	
	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный/годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный/годовой фонд времени, ч	Потери от номинального фонда времени, %	Действительный/годовой фонд времени, ч
Печи термические электрические элеваторного типа . . . . .	—	—	5	3935	8	5715
Печи сушильные:						
механизированные (конвейерные) . . . . .	—	—	5	3935	7	5775
немеханизированные (камерные) . . . . .	3	2010	4	3975	6	5840
Сварочное оборудование	3	2010	5	3935	7	5775
Металлорежущее и деревообрабатывающее оборудование . . . . .	2	2030	3	4015	4	5960

**А. Оборудование не работает (простой):** из-за неисправности или ППР и технического обслуживания в рабочее время основного оборудования  $\Sigma T_{o.o}$ ; по внешним причинам  $\Sigma T_v$ .

**Б. Оборудование работает неисправно:** с большей продолжительностью такта (цикла) работы  $t_{ц}$  по сравнению с указанной в технической документации  $t_n$ , в результате чего имеют место внутритактовые потери времени  $\Sigma T_{ц}$ ; с выдачей дефектной продукции (форм, стержней)  $\Sigma T_{д}$ ; с производством бракованных отливок  $\Sigma T_{б}$

$$\Sigma T_{o.o} = \Sigma T_p + \Sigma T_{пр}$$

где  $\Sigma T_p$  — простой из-за ремонта, вызванного случайными отказами основного оборудования;  $\Sigma T_{пр}$  — плановые простои, связанные с ППР в рабочее время;

$$\Sigma T_v = \Sigma T_o + \Sigma T_c + \Sigma T_r,$$

где  $\Sigma T_o$  — простой из-за нарушения внешних подсистем обеспечения, по организационным причинам;  $\Sigma T_c$  — простой основного оборудования из-за ремонта смежного оборудования;  $\Sigma T_r$  — простой из-за несоответствия и восстановления свойств технологических материалов и по другим технологическим причинам.

Общие суммарные потери времени основного оборудования составляют

$$\Sigma T_{\Sigma n} = \Sigma T_{o.o} + \Sigma T_v + \Sigma T_{ц} + \Sigma T_{д} + \Sigma T_{б}.$$

Для примера на рис. 4 приведена схема потерь времени автоматической формовочной линии. Ориентировочно потери времени по организационным и другим внешним причинам составляют: из-за отсутствия металла 2%, смеси 3%, стержней 2%, из-за ожидания обслуживания 1,5%, уборки рабочего места 1,8%, отсутствия рабочего 1,7% (всего ~12%). При некотором превышении потерь на выработку бракованных форм и отливок, резерв времени линии, имеющей  $k_3 = 0,8$ , становится равным 0.

$$T_{ц} = n(t_{ц} - t_n),$$

где  $n$  — количество продукции, выработанное основным оборудованием в период  $T_n$ .

Затраты времени на восполнение забракованных отливок  $\Sigma T_{б}$  при определении производительности формовочного и стержневого оборудования в процессе эксплуатации обычно не учитывают.

При проектировании  $\Sigma T_6 + \Sigma T_d$  учитывают путем соответствующего увеличения годового числа форм (на 4—6% общего числа заливаемых) и стержней (на 8—10% общего числа заливаемых).

Под производительностью оборудования понимают выработку годной продукции в единицу времени (за 1 ч). Тактовой (цикловой) производительностью  $N_n$  называют количество продукции, вырабатываемое в единицу времени, которое гарантируется поставщиком в паспорте автоматического оборудования при его исправной работе в оптимальном режиме:

$$N_n = \frac{1}{t_n},$$

где  $t_n$  — время такта (цикла) работы основного автоматического оборудования, определяемое интервалом времени между выдачей двух единиц продукции; обычно  $t_n$  измеряют в секундах.

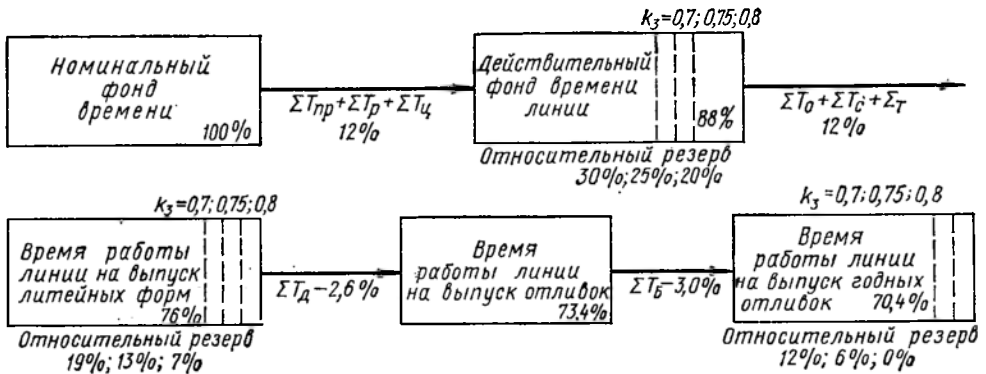


Рис. 4. Схема потерь времени автоматической формовочной линии

В технической документации автоматического оборудования можно указывать интервал производительности  $N_n - N_n'$ .

В проектных расчетах производительность  $N_{n, расч}$  принимают в пределах данного интервала значений  $N_n$  в зависимости от серийности и сложности выпускаемых отливок и т. п.

$$N_{n, расч} = const; t_{n, расч} = const.$$

При использовании неавтоматического оборудования время на выработку на машине единицы продукции подразделяют на оперативное время (основное + вспомогательное), время на обслуживание рабочего места, время на отдых и естественные надобности рабочих. В условиях мелкосерийного и единичного производства норма времени на выработку на машине единицы продукции включает и подготовительно-заключительное время, необходимое для перехода на производство другого вида продукции (~5—20% общего времени). Продолжительность ручных операций на машине (вспомогательное время, машинно-ручное время, которое входит в основное) определяется сложностью изготавливаемой продукции и субъективными факторами, поэтому производительность машин является среднечасовой величиной.

В паспортах машин производительность или продолжительность одного такта обычно учитывают только основное (машинное и машинно-ручное) и только частично вспомогательное время для изготовления самых простых отливок. Использование этих данных в проектных расчетах без учета серийности и сложности отливок приводит к существенным ошибкам. Например, тактовая производительность формовочной машины 234 М составляет  $N_n = 17$  полуформ/ч. В проектах при мелкосерийном производстве для этих машин принимают прогрессивную расчетную производительность  $N_{расч} = 5-8$  полуформ/ч (с учетом подготовительно-заключительного времени).

Интенсивность использования оборудования в проектных расчетах относительно  $\Phi_n$  регламентируется коэффициентом загрузки в пределах, как правило,  $0,7-0,85$  (для автоматического оборудования  $0,7-0,8$ )

$$k_3 = \frac{P_1}{P_2},$$

где  $P_1, P_2$  — количество оборудования, соответственно полученное по расчету и принятое в проекте.

Число плавильных печей определяют исходя из средней производительности, которую можно регулировать в пределах  $\pm 10-15\%$  (вагранки, дуговые электропечи). С учетом возможности более интенсивного использования данных плавильных агрегатов их  $k_3$  относительно средней производительности принимают выше нижнего предела приведенного интервала и рекомендуется  $\geq 0,8$ .

Для неавтоматического оборудования (машин) при их установке в количестве 1—3 единиц допускается в отдельных случаях снижение  $k_3$  до величины  $< 0,5$  и до  $0,67$  соответственно.

Производительность (проектная) линии, автомата относительно  $\Phi_d$ , которая получается при работе в автоматическом режиме при такте  $t_n$ , для автоматического оборудования

$$N_\phi = k_3 N_{п. \text{ расч}},$$

где  $N_{п. \text{ расч}}$  — тактовая производительность линии, автомата, указанная в паспорте оборудования.

Производительность (проектная), которая получается при работе оборудования с производительностью  $N_{\text{расч}}$ , для неавтоматического оборудования

$$N_\phi = k_3 N_{\text{расч}}.$$

Производительности и коэффициенты, применяемые для оценки работы линий, автоматов в процессе эксплуатации относительно  $\Phi_n$ , приведены в табл. 6.

Таблица 6. Параметры и коэффициенты для оценки автоматического оборудования (линий, автоматов) при эксплуатации относительно  $\Phi_n$

Параметры и коэффициенты	Обозначение	Формулы
Средняя тактовая производительность линии, с учетом внутритактных потерь	$N_\psi$	$\frac{1}{t_\psi}$
Среднее фактическое время такта (цикла) по хронометражным данным	$t_\psi$	—
Фактическая средняя производительность линии, автомата, при такте $t_\psi$ и с учетом всех потерь времени	$N_\Gamma$	*
Коэффициент технического использования линии автомата (при такте $t_\psi$ )	$k_{т. и}$	$\frac{k_n N_\psi}{\sum T_n + \sum T_p + \sum T_{пр}}$
Коэффициент использования линии, автомата (при такте $t_\psi$ )	$k_n$	$\frac{\sum T_n}{\sum T_n + \sum T_p + \sum T_{пр} + \sum T_c + \sum T_o + \sum T_\tau + \sum T_d}$
Потери производительности: из-за ремонтов и ППР линий автоматов	$N_p, N_{пp}$	—
из-за простоев смежного оборудования по организационным и технологическим причинам	$N_c, N_o, N_\tau$	—
из-за изготовления дефектных форм и отливок	$N_d, N_B$	—

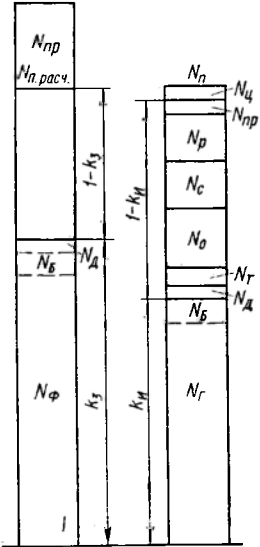


Рис. 5. Сопоставление производительностей относительно действительного  $\Phi_d$  и номинального  $\Phi_n$  фондов времени (см. табл. 6)

Различие между коэффициентом  $k_3$  и применяемым для оценки в процессе эксплуатации автоматического оборудования коэффициентом использования  $k_n$  показано на номограмме (рис. 5).

Техническое использование оборудования  $k_{т.и.}$ , связанное с неизбежными затратами времени на ППР для исключения простоев вследствие случайных отказов, при проектировании учитывают применением  $\Phi_d$  его работы.

## 5. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА. ВЗАИМОУВЯЗКА РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЙ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

В связи с изготовлением различных отливок в групповых потоках в процессе текущего планирования их номенклатура меняется, чем вызываются изменения в потреблении жидкого металла, формовочных и стержневых смесей, стержней.

В термообрубные отделения поступают различные количества отливок, имеющих различную массу и сложность. Поэтому среднечасовые данные нельзя применять для расчетов количества оборудования в поточном производстве. Эти данные следует увеличивать на коэффициент неравномерности  $k_n$  потребления и производства.

При поточном (конвейерном) производстве формовочно-заливочно-выбивные отделения считают ядром производства, а все обслуживающие их отделения проектируют, исходя из работы формовочных линий в автоматическом режиме (т. е. с производительностью  $N_{п.расч}$ ) с учетом неравномерности потребления смесей, стержней, жидкого металла и т. п.

При применении универсального формовочного оборудования (машин, пескометов и др.) или механизированных линий такт работы литейного конвейера (рольганга) определяют по суммарной расчетной производительности этого оборудования  $\sum N_{расч}$ , исходя из передового опыта его эксплуатации.

Для оборудования формовочных отделений  $k_n = 1$ . Для других отделений и видов оборудования при крупносерийном и массовом производстве  $k_n = 1,2 \div 1,0$ , в условиях мелкосерийного и серийного производства  $k_n = 1,3 \div 1,1$ , для единичного и мелкосерийного производства  $k_n = 1,4 \div 1,2$ . Конкретные значения  $k_n$  для различных видов оборудования приведены в гл. III—VII и XIII. Коэффициенты неравномерности потребления и производства определены исходя из наличия в проектных решениях межоперационных накопителей (для готовых форм перед заливкой, бункеров для готовой смеси, миксеров для металла, складов стержней и т. п.). Коэффициент  $k_n$  не учитывают при определении годового расхода материалов. При расчетах смесеприготовительного оборудования допускается не применять коэффициент неравномерности, если расход формовочной смеси определяется по полному объему формы (без вычета объема, занятого моделями и элементами литниковой системы), с учетом потерь на просыпи.

Для обеспечения возможности работы формовочных линий (конвейеров) в автоматическом режиме, т. е. исходя из суммарной тактовой расчетной производительности автоматов (или суммарной расчетной производительности машин), коэффициент загрузки оборудования смесеприготовительного, плавильного и стержневых отделений не должен превышать коэффициента загрузки обслуживаемого формовочно-заливочного потока. При сопоставлении  $k_3$  для плавильных агрегатов можно принимать по их максимальной производительности. Коэффициент  $k_3$  сушильных печей должен быть меньше коэффициента  $k_3$  стержневого оборудования.

## 6. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ЧИСЛА ОБОРУДОВАНИЯ

Число оборудования для формовочно-заливочно-выбивных отделений при поточном производстве рассчитывают по формулам

$$P_1 = \frac{n}{k_6 N_{п.расч} \Phi_d}; P_1 = k_{3.Ф} P_2,$$

где  $n$  — годовое число форм, изготавливаемых в потоке (на линии);  $k_6$  — коэффициент, учитывающий потери из-за брака форм и отливок,  $k_6 = 0,94 \div 0,96$ ;  $N_{п. расч}$  — принятая тактовая (расчетная) производительность автоматического оборудования;  $k_{з. ф}$  — коэффициент загрузки формовочного оборудования.

При применении универсального формовочного оборудования (машин у конвейера и т. п.) вместо  $N_{п. расч}$  в данной формуле принимают  $\sum N_{расч}$ .

Все остальное оборудование — заливочное, выбивные установки, ленточные конвейеры и оборудование для переработки оборотной смеси, для транспортировки выбитых отливок и другое рассчитывают по автоматическому такту работы линии или литейного конвейера с учетом коэффициента неравномерности потребления и производства.

Для расчета числа оборудования для отделений, обслуживающих формовочно-заливочно-выбивное отделение, используют следующие формулы:

$$P'_1 = \frac{B_2 k_n}{\Phi'_d N'_{расч}}; P'_1 = k_3 P'_2; k_3 \leq k_{з. ф},$$

где  $P'_1$  — расчетное число единиц оборудования;  $P'_2$  — число единиц оборудования по проекту;  $B_2$  — количество потребляемой смеси, стержней, жидкого металла, изготавливаемых отливок в год;  $\Phi'_d$  — годовой действительный фонд времени работы рассчитываемого оборудования;  $N'_{расч}$  — производительность оборудования (расчетная), принятая, исходя из прогрессивного опыта его эксплуатации (при расчете числа автоматов заменяется на  $N'_{п. расч}$ ).

Для стержневых и термообрубных отделений

$$B_2 = \frac{B_1}{k_6},$$

где  $B_1$  — число стержней или отливок, производимых или обрабатываемых на рассчитываемом оборудовании в год;  $k_6$  — коэффициент, учитывающий потери вследствие брака.

ФОРМА 7. Расчет числа основного оборудования

Отделение, участок, линия	Продукция, полуфабрикаты	Характеристика	Количество продукции полуфабрикатов, т/ч, шт/ч		Модель или тип оборудования	Производительность, т/ч, шт/ч	Число оборудования		Коэффициент загрузки $k_3$
			среднее <sup>1</sup>	расчетное			по расчету	принятое	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<sup>1</sup> Среднечасовое количество определяют путем деления годового количества продукции на действительный годовой фонд времени работы рассчитываемого оборудования.

<sup>2</sup> Для формовочного оборудования определяют по принятому такту работы потока (линии, конвейера), исходя из намечаемого коэффициента  $k_{з. ф}$ . Для оборудования других отделений — с учетом коэффициента  $k_H$ .

<sup>3</sup> Коэффициент загрузки определяют, исходя из данных граф 5, 7, 8 и 9.

Для смесеприготовительных отделений

$$B_2 = \frac{k_n B_1}{k_0^n},$$

где  $k_n$  — коэффициент, учитывающий потери смеси на просыпи;  $B_1$  — количество формовочной или стержневой смеси по расчету в год;  $k_0^n$  — коэффициент, учитывающий потери из-за брака. Расчет числа оборудования ведется по форме 7.

В результате расчетов для обеспечения возможности работы линий в автоматическом режиме (или в принятом такте литейного конвейера) должно быть выполнено условие  $k_3 \leq k_{3, \text{ф}}$ . Примеры расчетов оборудования и необходимые дополнительные сведения рассмотрены в последующих главах.

## Г л а в а III

### ПЛАВИЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

#### 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СПЛАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Сплавы, применяемые для изготовления литых заготовок, принято делить на железистые (черные) и нежелезистые (цветные). Цветные сплавы в зависимости от их физических и химических свойств делят на легкие и тяжелые, легкоплавкие и тугоплавкие, более или менее химически активные и т. д.

Основное значение имеют такие свойства сплавов, как температура плавления и степень химической активности их с кислородом воздуха, продуктами горения топлива, материалами футеровки и электродами печи, а также плотность поверхностных окисных пленок.

На диаграмме, представленной на рис. 6, приведены интервалы температур, при которых выплавляют различные сплавы, и плотности окисных пленок наиболее часто встречающихся металлов. Цветные сплавы, расположенные на диаграмме ниже и левее железистых, принято называть легкоплавкими, а расположенные выше и правее — тугоплавкими.

Каждый вид сплава по своим физико-механическим свойствам подразделяется по маркам. Для производства сплавов разных марок требуются различные составы шихт и технология плавки. Поэтому при определении массы выплавляемого в плавильном отделении сплава каждый вид сплава разбивают на отдельные группы по классам шихты, способам плавки и внепечной обработки.

#### 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ В ЦЕХЕ СПЛАВОВ

Определение массы выплавляемого в цехе сплава является основой при проектировании плавильного отделения.

За основу расчета берут программу цеха, разделенную на отдельные групповые (по массе) или технологические потоки производства отливок (см. гл. IV). В каждом групповом или технологическом потоке отливки подразделяют в зависимости от требований к их физико-механическим свойствам по отдельным классам шихт. Эти данные заносят в графы 2, 4, 5 формы 8, и они служат основанием для выбора способа плавки и типа плавильного агрегата (графы 6, 7). Сведения о характере производства отливок, приведенные в программе цеха, и выбранный способ плавки позволяют определить процент и массу литников, брака, угара, безвозвратных потерь, а следовательно, и общую массу жидкого сплава и металлозавалки (графы 3, 7—14).

Для разных технологических потоков часто используют одну и ту же марку шихты, поэтому, чтобы определить потребность в сплаве по маркам шихты в любое время суток, итоговые данные по каждой марке шихты из формы 8 (графа 14) подставляют в форму 9 и в зависимости от режима работы цеха определяют часовую потребность сплава по шихтам в течение суток.

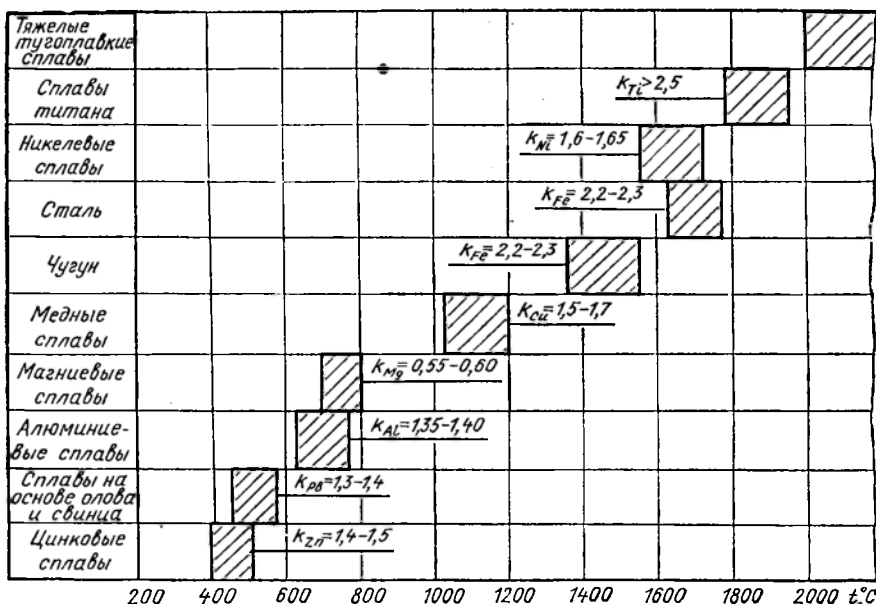


Рис. 6. Диаграмма температур плавки и плотности окисных пленок литейных сплавов.  $k$  — коэффициент Пилинга—Бедвора (при  $k > 1$  окисная пленка непроницаема для кислорода и препятствует прямому окислению сплава)

Данные формы 9 позволяют определить возможность использования одного плавильного агрегата для снабжения жидким сплавом нескольких технологических потоков последовательно или параллельно. Конкретно выбор плавильного оборудования и расчет их числа и производительности рассмотрен ниже в зависимости от вида литейного сплава.

#### ФОРМА 8. Ведомость потребности литейного сплава

№ п/п	Групповой поток или участок производства	Годное литье		Класс шихты	Способ плавки	Тип плавильной печи	Литники, сливы, брак		Жидкий металл		Угар и безвозвратные потери		Металлозавалка	
		%	т/год				%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

#### ФОРМА 9. Ведомость потребности в жидком сплаве по маркам шихты

Класс шихты	Групповой или технологический поток	Годовая металлозавалка, т/год	Часовая потребность в сплаве по сменам		
			в первую	во вторую	в третью

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПЛАВКИ СПЛАВОВ И СОСТАВ ПЛАВИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

После определения массы выплавляемых в цехе сплавов при проектировании плавильных отделений выбирают и рассчитывают основное и вспомогательное технологическое оборудование, материалы, топливо, другие источники энергии, составляют проекты организации, механизации и автоматизации производства, размещают оборудование и определяют площадь и технико-экономические показатели плавильного отделения. Для выполнения всех этих работ в первую очередь устанавливают номенклатуру основных и вспомогательных операций, выполняемых в плавильном отделении. В общем виде перечень таких операций приведен в табл. 7. Перечень и последовательность выполнения операций, их конкретное содержание, методы выполнения, применяемое оборудование и степень механизации работ могут быть различными в зависимости от вида сплава и объема производства.

Из перечня технологических операций видно, что плавильное отделение должно состоять из двух основных участков: набора и взвешивания шихты (шихтовой двор) и плавки; а также вспомогательных участков: по ремонту футеровки и оборудования, сушки и подогрева ковшей, уборки отходов, лабораторий, службы КИП, пультов управления и др.

В литейных цехах для плавки металлов применяют электрические и топливные печи. Наиболее характерным примером плавки в топливных печах является ваграночная плавка. Непрерывность процесса плавки и выдачи металла на заливку, возможность работать в любом режиме от нескольких часов в сутки до нескольких суток непрерывно, простота ремонта и эксплуатации оборудования делают ваграночную плавку универсальной для чугунолитейного производства. Подогрев дутья, водяное охлаждение кожуха вагранки, отсутствие футеровки в зоне плавления позволяют вести ваграночный процесс с кислыми, нейтральными или основными шлаками, получая чугун с  $t = 1500\text{--}1550^\circ\text{C}$  стабильного химического состава с низким содержанием вредных примесей (S и P). При повышенном (до 15%) расходе кокса и подогреве дутья плавка в вагранке происходит в восстановительной или нейтральной атмосфере, что позволяет использовать в качестве шихты низкоортные вторичные материалы (пакетированный стальной лом, брикетированную стружку), а также частично восстановленные (металлизированные) железорудные окатыши.

Наряду с плавкой в топливных печах все большее распространение в литейных цехах приобретает электроплавка. Индукционная плавка чугуна и цветных легкоплавких сплавов обеспечивает получение жидкого сплава высокого качества с минимальным содержанием газов, неметаллических включений и вредных составляющих. Плавка в индукционных печах с «болотом», когда из печи выдается не более  $\frac{1}{3}\text{--}\frac{1}{2}$  ее емкости, а шихта загружается в жидкий сплав, позволяет снизить угар металла при применении легковесной шихты и повысить КПД использования электроэнергии. Из-за «холодных» шлаков металлургические возможности индукционной плавки ограничены, поэтому шихтовые материалы для индукционной плавки тщательно контролируют, чтобы исключить попадание в них вредных для данного сплава элементов.

При плавке в электрических дуговых печах металлургические возможности более широкие по сравнению с плавкой индукционной и в ваграночных печах. Этот процесс применяют для стали, цветных тугоплавких сплавов и чугуна. Активные горячие шлаки позволяют проводить процессы рафинирования для получения высококачественного сплава из шихты, содержащей вредные примеси. Из-за высоких температур в зоне дуги и повышенного угара плавку в дуговых печах мало применяют для легких цветных сплавов.

В ряде случаев получение заданного качества сплава оказывается наиболее экономичным при плавке дуплекс-процессом с использованием

**Таблица 7. Технологические операции, выполняемые в плавильном отделении**

Основные технологические операции		Вспомогательные технологические операции	
Операция	Место выполнения	Операция	Место выполнения
1. Прием и разгрузка шихтовых материалов, топлива, флюсов в расходные емкости	Участок навески шихты	1. Прием и разгрузка огнеупорных изделий и вспомогательных материалов для приготовления футеровочных составов	Участок ремонта футеровки
2. Подача шихтовых материалов, топлива, флюсов к дозирующим устройствам	То же	2. Приготовление футеровочных составов	То же
3. Набор доз составляющих шихты, топлива, флюсов в колошу (садку) в соответствии с расчетом шихты	»	3. Ремонт и сушка футеровки плавильного оборудования и ковшей	Участок плавки и участок ремонта футеровки
4. Подготовка шихты, топлива и флюсов к загрузке в печь (прокалка, подогрев, просев, дробление и т. д.)	Участок навески шихты или участок плавки	4. Ремонт оборудования	—
5. Загрузка шихты, топлива и флюсов в печь	Участок плавки	5. Подогрев ковшей и других емкостей для набора и внепечной обработки жидкого сплава	Участок плавки
6. Плавка	То же	6. Контроль качества жидкого сплава	Экспресс-лаборатория
7. Отбор проб для контроля качества сплава	»	7. Контроль за параметрами плавки	Пульты управления плавильного оборудования
8. Выдача жидкого сплава и шлака из плавильной печи	Участок плавки	8. Уборка и переработка шлаков и отходов после выбивки плавильной печи	Участок переработки отходов
9. Термовременная обработка и доводка сплава в печах для выдержки и раздачи	Участок внепечной обработки сплава	9. Очистка отходящих от оборудования газов, воды; хранение и переработка твердых отходов, предотвращающие загрязнение окружающей среды	Участок газоочистки, станций осветления и нейтрализации воды; участок переработки и хранения твердых отходов
10. Внепечная обработка жидкого сплава	То же		
11. Передача жидкого сплава на разливу	Участок плавки или внепечной обработки сплава		
12. Опорожнение плавильной печи после окончания цикла плавки	Участок плавки		

комбинации различных печей. Применение дуплекс-процесса позволяет непрерывно выдавать металл на конвейер, получать сплавы различных марок из одной базовой шихты и проводить термовременную обработку сплава.

#### 4. ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выбор плавильного оборудования обуславливается его металлургическими возможностями обеспечить заданное качество выплавляемого сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала и соблюдением условий защиты окружающей среды от газовыделений и отходов

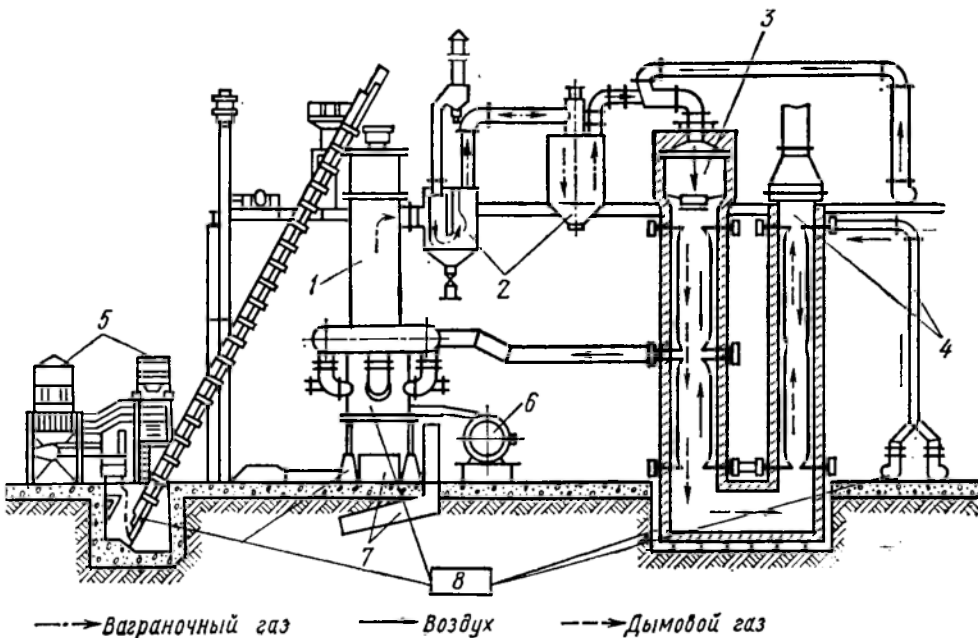


Рис. 7. Технологическая схема ваграночной установки

плавки сплавов и эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании. Если перечисленные условия могут быть обеспечены применением различного оборудования, то для правильного выбора оборудования проводят технико-экономический анализ вариантов установки плавильного оборудования в конкретных условиях проектируемого цеха.

Перечень плавильных агрегатов, наиболее часто применяемых для плавки литейных сплавов, их основные технические данные приведены в табл. 8.

**Плавка чугуна.** Из плавильного оборудования, применяемого в чугунолитейных цехах (табл. 8), наибольшее распространение получили вагранки. Вагранки оборудуют эффективными системами очистки ваграночных газов, подогревом дутья, устройствами для механизации трудоемких операций по дозированию, набору и загрузке шихты, выдаче металла и шлака, уборке отходов и грануляции шлака. Для примера на рис. 7 приведена технологическая схема вагранки закрытого типа конструкции института Гипростанок, эксплуатируемой на заводах Советского Союза. Ваграночный комплекс состоит из вагранки 1 с герметичным колошником, системы 2 очистки ваграночных газов от пыли, системы 3 дожигания и утилизации тепла ваграночных газов, системы 4 подачи и подогрева ваграночного дутья, системы 5 дозирования, набора и загрузки в вагранку шихтовых материалов, копильника 6

Таблица 8 Основные технические данные плавильных печей для литейных сплавов

Плавильное оборудование	Тип печи или ее основной параметр (емкость, т)	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт (кВ·А)	Расход топлива, кг/т (м <sup>3</sup> /т), электроэнергия, кВт·ч/т	Металлургические показатели	Примечание
<b>Чугун</b>						
Ваграночные комплексы с подогревом дутья и очисткой газов на коксовом или коксогозовом топливе	95 111	4—6	400	Кокс 100—140, кокс + природный газ 80 ÷ 120 + 30 ÷ 40	Температура выпуска металла $t_m = 1400—1550^\circ\text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 2,5—4,5%. Расход известняка 2,5—4%	Мощности даны без механизмов для дозирования и загрузки шихты
	95 112	6—9	400			
	95 113	10—15	500			
	95 114	15—22	1 500			
	95 115	25—32	1 500			
	—	38—50	—			
Индукционные тигельные печи промышленной частоты	ИЧТ-1/04	0,4	400	Электроэнергия 650—700	$t_m = 1400—1550^\circ\text{C}$ , угар и безвозвратные потери 2—4% (до 8% при применении в шихте стружки)	Производительности указаны для работы с «бологом» 50% с температурой выдачи сплава $1400^\circ\text{C}$ . При перегреве до $1550^\circ\text{C}$ производительность снижается на 10%. При подогреве шихты до $400^\circ\text{C}$ производительность увеличивается на 10—20%
	ИЧТ-2,5/1	1,25	1 000			
	ИЧТ-6/1,6	1,9	1 600			
	ИЧТ-10/2,5	3,1	2 500	600—650		
	ИЧТ-16/2,5	3,5	2 500			
	ИЧТ-21,5/5,6	11,3	5 600			
	ИЧТ-31/7,1	14,2	7 100	550—600		
	ИЧТ-50/15,5	26,3	15 500			
	ИЧТ-60/20	33,6	20 000			
Индукционные тигельные печи для перегрева и выдержки расплавленного чугуна	ИЧТ-1/0,18	2	180	Электроэнергия для перегрева на $100^\circ\text{C}$ 60—80	$t_m \leq 1550^\circ\text{C}$ . Изменяется химического состава незначительно. Ввод твердых лигатур и добавок до 10% производительности	Производительность указана при перегреве на $100^\circ\text{C}$ . Печь ИЧТ-2,5/0,4 применяют только для поддержания температуры.
	ИЧТ-2,5/0,4	—	400			
	ИЧТ-2,5/0,13	9,5	630			
	ИЧТ-6/0,63	9,8	630			
	ИЧТ-6/1	18	1 000			
	ИЧТ-10/1	12,4	1 000			
	ИЧТ-10/1,6	27	1 600			
ИЧТ-16/1,6	28	1 600				
Индукционные каналные печи для плавки чугуна	Емкость, т	3,9	2 000	Электроэнергия 500—550	—	—
	6	7,25	4 000			
	10	—	5 000			
	25					

Продолжение табл. 8

Плавильное оборудование	Тип печи или ее основной параметр (емкость, т)	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт (кВ·А)	Расход топлива, кг/т (м <sup>3</sup> /т), электроэнергия, кВт·ч/т	Металлургические показатели	Примечание					
Индукционные канальные миксеры для перегрева и выдержки расплавленного чугуна	ИЧКМ-2,5	5,9	630	Электроэнергия 30—40		Производительность указана для перегрева на 100° С					
	ИЧКМ-4	11,9	630								
	ИЧКМ-6	11,9	630								
	ИЧКМ-10	24,6/10,4	1260/630								
	ИЧКМ-16	24,6/10,4	1260/630								
	ИЧКМ-25	46,8/20,4	2520/1260								
	ИЧКМ-40	46,8/20,4	2000/1000								
	ИЧКМ-60	98,0/42,5	4000/2000								
	ИЧКМ-100	98,0/42,5	4000/2000								
	Дуговые электропечи прямого действия для чугуна	Номинальная емкость печи, т	1,65				2 000	Электроэнергия 570—525 500		Производительности указаны для кислого процесса; при основном процессе они меньше в 1,5 раза. При применении кислорода производительность выше на 10%. Подогрев шихты до 400° С повышает производительность на 20—25%	
3			4 000								
6			8 000								
12			12 500								
25			20 000								
50											
Индукционные тигельные печи повышенной частоты			Сталь	0,05	80	Электроэнергия 1000—1150 850—900 775 725					Производительности указаны для кислого процесса. При основном процессе производительность снижается на 15—20%. Параметры для печи ИСТ-10 указаны ориентировочно
				ИСТ-0,06	140						
				ИСТ-0,16	250						
				ИСТ-0,25	350						
	ИСТ-0,4	800									
	ИСТ-1	2 000									
	ИСТ-2,5	2 500									
	ИСТ-6	4 000									
	ИСТ-10										

Плавильное оборудование	Тип печи или ее основной параметр (емкость, т)	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт (кВ·А)	Расход топлива, кг/т (м <sup>3</sup> /т), электроэнергия, кВт·ч/т	Металлургические показатели	Примечание
Дуговые электропечи прямого действия для стали	Емкость, т 0,5 1,5 3 6 12 25 50	0,33	630	Электроэнергия 650—700  700—750	$t_m \leq 1700^\circ \text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 5—7%	Производительность дана для кислого процесса; для основного процесса производительность меньше в 1,2—1,3 раза; при применении кислорода производительность увеличивается на 10—20%, при плавке легированных сталей — уменьшается на 10—20%, перегрузка печей не учитывается
		0,94	1 250			
		1,56	2 000			
		2,7	4 000			
		4,2	8 000			
		6,6	12 500			
11,4	20 000					
<b>Цветные сплавы</b>						
Индукционные тигельные печи для плавки магниевых сплавов	ИГТ-0,25 ИГТ-0,6 ИГТ-1,6 ИГТ-4	0,105	—	Электроэнергия 450—550	$t_m = 750^\circ \text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 0,5—1,2%	—
		0,28	250			
		0,98	1 000			
		1,75	1 600			
Индукционные тигельные печи промышленной частоты для алюминиевых сплавов	ИАТ-0,4 ИАТ-1,0 ИАТ-2,5 ИАТ-6М	0,16	180	Электроэнергия 900 800 750 725	$t_m = 750^\circ \text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 0,5—1%	—
		0,4	400			
		0,9	1 000			
		1,4	1 600			

Плавильное оборудование	Тип печи или ее основной параметр (емкость, т)	Производительность, т/ч	Установленная мощность, (кВ·А)	Расход топлива, кг/т ( $m^3/т$ ), электроэнергия, кВт·ч/т	Металлургические показатели	Примечание
Индукционные тигельные печи промышленной частоты для сплавов на медной основе	ИЛТ-1М	0,60	400	Электроэнергия 450—600	$t_m = 1300^\circ \text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 0,5—1,5%	—
	ИЛТ-2,5	1,40	1 000			
	ИЛТ-10	2,10	1 600			
	ИЛТ-25	6,60	5 600			
Индукционные каналные печи для плавки сплавов на медной основе	ИЛК-1,0	0,88	400	Электроэнергия для латуни и бронзы 200—300, для медно-никелевых сплавов 300—400, для никелевых сплавов 600	Для медных сплавов $t_m = 1200^\circ \text{C}$ , для никелевых $t_m = 1400^\circ \text{C}$ . Угар и безвозвратные потери 0,5—1,2%	—
	ИЛК-1,6	2,67	1 000			
	ИЛК-2,5	2,63	1 000			
	ИЛК-6,0	3,3	1 600			
ИЛК-16,0	4	2 400				
Дуговые печи для плавки сплавов на медной основе	ДМБ-0,25	0,36	250	Электроэнергия 250—350 200—350 200—300	Рабочая температура $1200^\circ \text{C}$	—
	ДМБ-0,5	0,5	400			
	ДМБ-1,0	0,7	400			

поворотного для накапливания и выдачи жидкого металла, вспомогательных устройств 7 для грануляции шлака и уборки отходов после выбивки, центрального пульта управления 8.

Вагранка работает на горячем дутье, ее оборудуют системой водяного охлаждения плавильного пояса и фурм, позволяющей продлить кампанию плавки без выбивки и текущего ремонта до нескольких недель. Подогрев дутья до 400—600° С за счет теплоты, выделяющейся при дожигании ваграночных газов и сжигании природного газа, повышает термический КПД вагранки до 40—43%, позволяет получить из вагранки чугун с температурой до 1520° С и использовать в качестве шихтовых материалов значительное количество низкосортных материалов, уменьшив благодаря этому расход доменных чугунов до 20% массы металлозавалки. Однако нагрев жидкого чугуна в вагранке свыше 1420—1440° С вызывает дополнительный расход кокса, снижение термического КПД вагранки и интенсивное насыщение металла углеродом.

Автоматизация управления процессом плавки позволяет стабилизировать температуру и химический состав выплаваемого чугуна, а механизация операции по обслуживанию ваграночной установки — уменьшить трудоемкость работ на тяжелых и опасных операциях в плавильном отделении. При такой конструкции ваграночного комплекса сохраняется доминирующее положение вагранки в литейных цехах, и во многих случаях ее предпочитают новым видам электроплавильного оборудования — индукционным и дуговым печам.

Индукционные плавильные печи, получающие все большее распространение в чугунолитейных цехах, подразделяют по принципу работы на два типа: тигельные и каналные. Наибольшее распространение для плавки чугуна получили тигельные печи. Большой интерес представляет также применение для плавки чугуна каналных печей с повышенной мощностью индукционных единиц.

Установка индукционной тигельной печи (рис. 8) состоит из следующих основных элементов: тигельной печи 1 с индуктором, трансформатора 2 печного с симметрирующим устройством, комплектов блоков конденсаторов 3, и панелей и щитов управления 4, механизма 5 наклона печи с приводом, системы 6 набора дозирования и загрузки печи, печи 7 для подогрева шихты, системы 8 отсоса и очистки газов от печи.

Индукционные тигельные печи для чугуна имеют закрытую конструкцию, т. е. магнитный поток в них с внешней стороны индуктора проходит по радиально расположенным пакетам трансформаторной стали (магнитопроводам). Такая конструкция создает большую жесткость и компактность печи, повышает коэффициент полезного действия и использования печи. Печи для чугуна работают, как правило, на токе промышленной частоты (50 Гц). С целью повышения удельной мощности и ускорения процесса плавки печи снабжают генератором, дающим повышенную до 500 Гц частоту тока. Благодаря этому удельная мощность печи с 250 кВт/т повышается до 800 кВт/т.

Для облегчения пуска и меньшего износа футеровки режимом работы печи предусмотрено наличие в ней круглосуточно в течение рабочей недели в нерабочие смены жидкого металла (болота), составляющего не менее  $\frac{1}{3}$  емкости печи. Оптимальным режимом плавки также является работа с болотом, равным  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$  емкости печи, поэтому наиболее рационально применение индукционных тигельных печей при двух-, трехсменной работе.

Тигельные печи удобны и надежны в эксплуатации, особенно при выплавке низкоуглеродистых чугунов — ковкого и др. При работе на сухой шихте, не содержащей посторонних включений, и на подогретой шихте в плавильном отделении обеспечиваются хорошие санитарно-гигиенические условия труда. В печах возможно проведение термовременной выдержки и корректировка химического состава жидкого металла. Основные преимущества индукционной плавки в тигельных печах промышленной частоты —

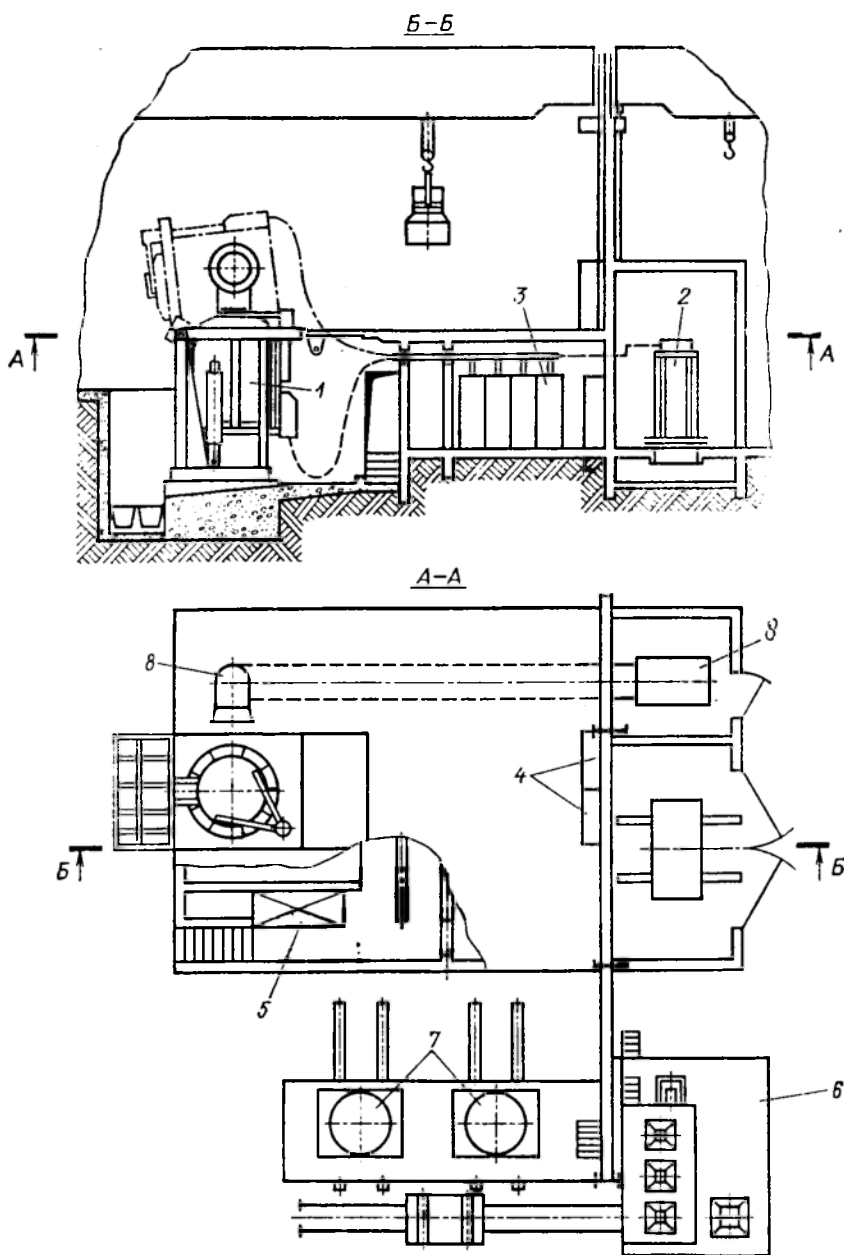


Рис. 8. Схема установки индукционной тигельной печи

стабильность химического состава плавки благодаря хорошему перемешиванию жидкого металла и применение дешевой шихты на основе стального скрапа, легковесных отходов, чугуновой и стальной стружки россыпью. Однако такая шихта должна иметь стабильный химический состав и не должна содержать случайных вредных примесей. Кроме того, ее необходимо просушить и подогреть для исключения пироэффекта и выбросов металла при попадании в тигель влаги и органических горючих компонентов.

Индукционные тигельные печи — это агрегат периодического действия, выдающий готовый жидкий металл при работе с болотом через определенные промежутки времени. Поэтому для непрерывного снабжения металлом поточной линии заливки приходится устанавливать несколько одновременно

работающих печей (не менее трех), что приводит к увеличению капитальных затрат и площадей при строительстве плавильных отделений.

Стойкость футеровки в печах промышленной частоты зависит от режима эксплуатации печи. В оптимальных условиях эксплуатации в две смены стойкость кварцевитовой футеровки тигля 1—2 месяца. Определенные сложности возникают при эксплуатации тигельных печей в условиях частой выдачи жидкого металла на разливку мелкими дозами. Все это снижает производительность и увеличивает трудоемкость обслуживания тигельных печей.

В этом отношении в эксплуатации удобны каналные печи для плавки чугуна. Футеровка в рабочем пространстве печи может служить до двух лет;

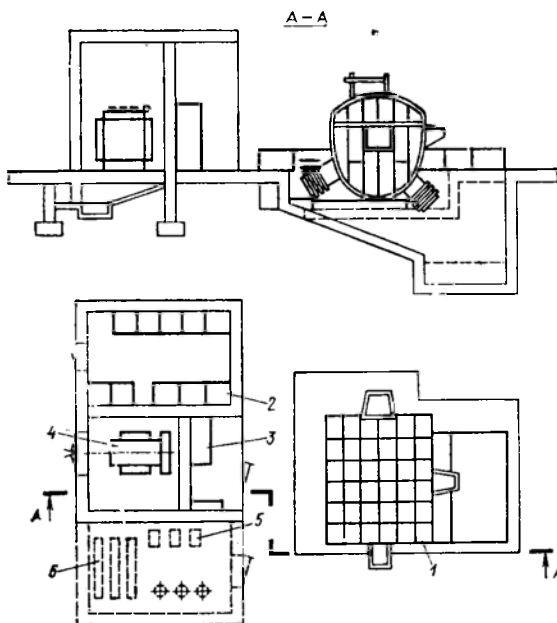


Рис. 9. Установка индукционной каналной печи:

1 — каналная печь; 2 — конденсаторы; 3 — контрольно-измерительные приборы; 4 — трансформатор; 5 — гидравлическая станция наклона печи; 6 — система водяного охлаждения

футеровка каналных единиц подвергается наибольшему износу, подлежит более частой замене, и поэтому в большинстве конструкций каналных печей предусмотрена возможность замены каналной части с индуктором без остановки печи. Канальные печи для плавки выполняют, как правило, шахтного типа.

Основные преимущества применения каналных индукционных печей для плавки заключаются в том, что они работают с большим КПД, чем тигельные печи, а следовательно, удельный расход электроэнергии на плавку в них меньше. Кроме того, для их установки требуются значительно меньшие площади благодаря меньшему числу конденсаторных батарей. В то же время каналные печи неудобны в экс-

плуатации при частой смене шихт и не допускают периодическую работу.

В зависимости от мощности индукторов и их числа каналные печи можно применять для плавки и для выдержки и нагрева жидкого металла. Плавильные каналные печи оснащают индукторами со сдвоенными каналами мощностью 2000—2500 кВт. Миксерные печи в зависимости от емкости снабжают индукторами в виде одинарного или сдвоенного канала мощностью 500—1000 кВт. Миксерные печи могут быть шахтного и барабанного типов (рис. 9).

В каналных печах, так же как и в тигельных, возможности проведения металлургических процессов по удалению вредных или случайных элементов ограничены.

Дуговые электрические печи прямого действия применяют для получения серого, ковкого или высокопрочного чугуна с использованием в качестве шихты боя изложниц, нерассортированного по видам сплавов лома машин и других низкосортных металлоотходов. К недостаткам дуговой плавки следует отнести тяжелые условия труда в плавильном отделении из-за большого шума, загазованности и больших тепловыделений, а также большего, чем при индукционной плавке, угара металла.

Установка дуговой печи (рис. 10) состоит из печи 1, трансформатора 2, щитов управления и автоматики 3, маслонапорной установки 4, системы

мокрой газоочистки 5, установки для набора шихты 6, стенда 7 для подогрева шихты.

Для удобства эксплуатации печи оснащают механизмом наклона дуговой печи для слива металла и скачивания шлака, механизмом поворота свода с электродами или выкатки ванны печи для загрузки печи сверху, механизмом вращения ванны печи для ускорения процесса расплавления шихты (в больших печах), механизмом регулирования положения электродов, обеспечиваю-

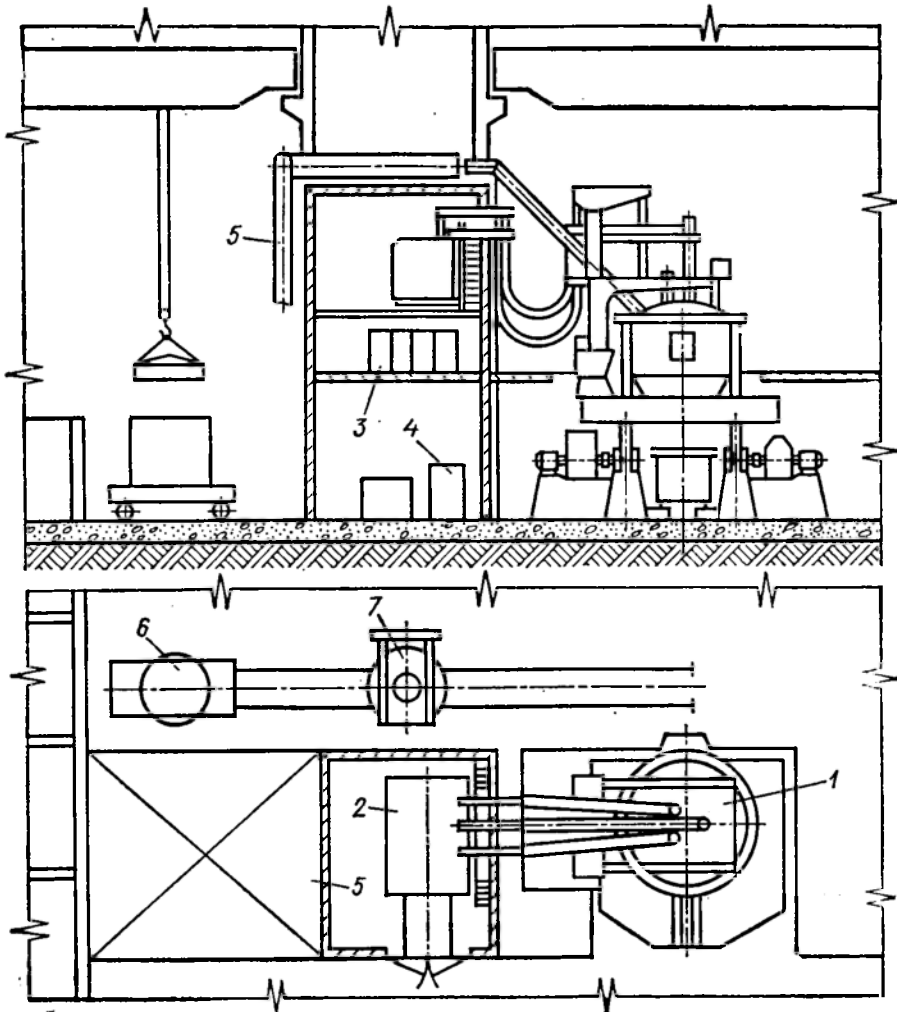


Рис. 10. Установка дуговой плавильной печи

щим перемещение каждого электрода вверх и вниз при включении и отключении печи и в период ее работы.

Дуговые печи являются агрегатами периодического действия, время плавки в них в зависимости от емкости печи и технологического процесса плавки колеблется от 1,5—2,5 ч (при емкости  $\leq 3$  т) до 3,5—4 ч (при емкости 12 т). Уменьшить длительность плавки можно в трехпозиционной карусельной установке (рис. 11). На позиции I шихта загружается в печь и происходит предварительный нагрев ее продуктами горения природного газа. На позиции II к печи подводится максимальная мощность от трансформатора и шихта быстро расплавляется. На позиции III, оборудованной трансформатором меньшей мощности, жидкий сплав доводится по химическому составу и температуре, затем выдается из печи. Указанная установка позволяет

уменьшить интервалы между выдачей сплава очередных плавков до 40—60 мин.

Рассмотренные монопроцессы плавки в вагранках, индукционных и дуговых электропечах имеют недостатки, которые во многих случаях могут быть устранены или значительно уменьшены при совмещении этих процессов в дуплекс- или триплекс-процессы.

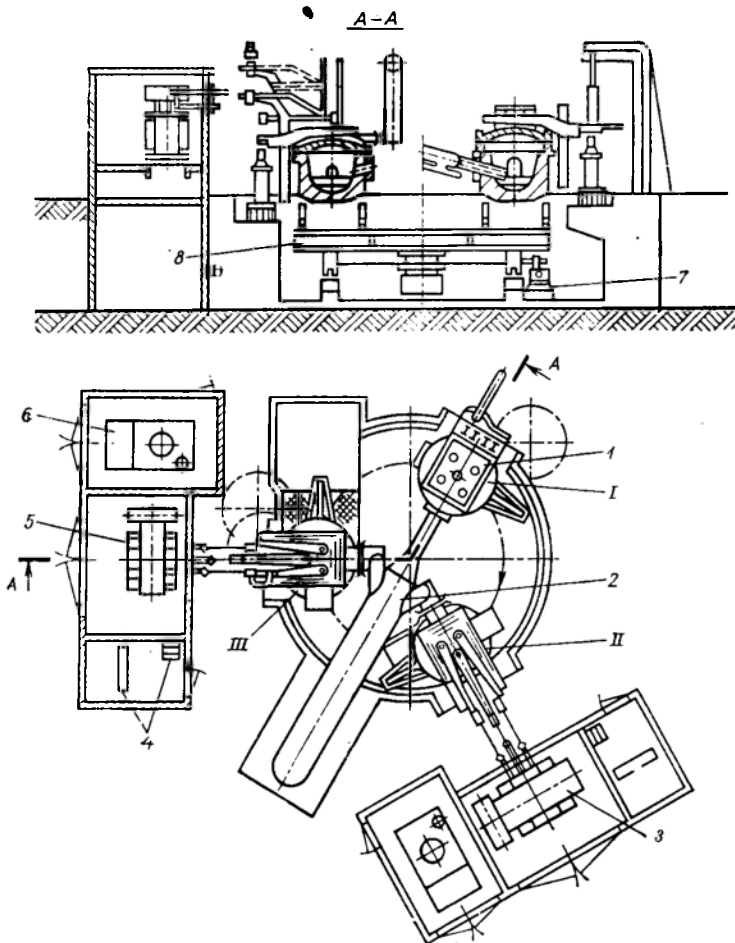


Рис. 11. Трехпозиционная карусельная установка с дуговыми электропечами:

*I* — печь на позиции подогрева шихты газовыми горелками; *II* — печь на позиции плавки; *III* — печь на позиции доводки и выдачи сплава; *I* — стенд для подогрева шихты; 2 — отсос дымовых газов из печей; 3 — печной плавильный трансформатор; 4 — пульт управления; 5 — трансформатор для доводки сплава (малой мощности); 6 — гидроприводная станция; 7 — привод карусели; 8 — поворотный стол

При дуплекс-процессе вагранка + индукционная печь сложность получения высокой температуры сплава в вагранке компенсируется нагревом его в печи, в то же время отпадает необходимость науглероживания чугуна в индукционной печи; установленная и потребляемая индукционной печью мощность уменьшается в 5—7 раз. Выдержка и нагрев жидкого чугуна в индукционной печи способствуют усреднению и стабилизации его химического состава. Применение дуплекс-процесса позволяет при разносерийном характере производства уменьшить число и увеличить единичную мощность основного плавильного агрегата, а следовательно, снизить себестоимость производства жидкого чугуна. В вагранке в таком случае выплавляют шихту базовой марки, а доводку химического состава до других марок выполняют в индукционных, как правило, тигельных печах. Поэтому при массовом

или крупносерийном производстве чаще используют дуплекс-процесс вагранка + индукционный каналный миксер, а при разнoserийном производстве, для которого характерна многошхтность, используют дуплекс-процесс вагранка + индукционная тигельная печь.

Использование каналных миксеров в дуплекс-процессе с тигельными и дуговыми плавильными печами повышает производительность плавильных печей, способствует лучшему использованию установленной мощности и снижению затрат электроэнергии на плавку. Применение каналных печей большой емкости приводит к усреднению химического состава сплава.

Наряду с перечисленными плавильными агрегатами в чугунолитейных цехах применяют печи новых типов. В газовых вагранках и шахтно-пламенных печах в дуплекс-процессе с индукционными миксерами можно получить высокоперегретый низкосернистый чугун с хорошими физико-механическими свойствами, а подогрев воздуха позволяет использовать в шихте газовых печей стальной лом.

В ряде случаев может оказаться перспективным применение вращающихся пламенных газовых печей. Индукционные печи непрерывного действия с горизонтальным индуктором или шахтные индукционные плавильные печи после положительной промышленной проверки также могут найти широкое применение.

Рассмотренные выше металлургические и технические характеристики плавильного оборудования показывают, что различные плавильные агрегаты в моно- или дуплекс-процессе могут обеспечить высокое качество серого, ковкого или высокопрочного чугуна. Рекомендуемое плавильное оборудование приведено в табл. 9. Окончательный выбор плавильного оборудования может быть сделан после расчета вариантов плавильного отделения и составления сравнительной калькуляции себестоимости жидкого чугуна (см. гл. XIV). При составлении такой калькуляции в первую очередь учитывают следующие факторы: капитальные затраты на приобретение и установку оборудования; стоимость шихтовых материалов и энергоресурсов, расходуемых на плавку; трудозатраты на плавку металла и ремонт оборудования; возможности повышения качества, уменьшения брака, увеличения срока службы и уменьшения массы отливок.

В капитальных затратах должны быть учтены не только стоимость приобретения и монтажа оборудования, но и затраты на сооружение здания для размещения печей, вспомогательного оборудования и складов топлива, шихтовых материалов и огнеупорных изделий, оснащение здания вентиляционными системами, электро-, газо- и водоснабжением и т. д.

Из эксплуатационных затрат при плавке 50—80% приходится на шихтовые материалы, поэтому правильный их выбор для различных видов печей часто имеет решающее значение для определения экономичности выбранных печей.

При определении затрат на энергоресурсы следует рассматривать их не только в стоимостном выражении, но и в единицах условного топлива, учитывая тенденции изменения стоимости того или иного вида топлива и электроэнергии на периоды ввода в действие и эксплуатации предприятия (до реконструкции).

Затраты труда на плавку металла включают затраты на подготовку шихтовых материалов, их дозировку и загрузку в печь, обслуживание печей, обработку жидкого металла и его выдачу на разливку, а также на ремонт оборудования плавильного отделения. Следовательно, чем больше число одновременно работающих печей и меньше порции шихты, загружаемой в печь, и жидкого металла, выдаваемого из печи, тем больше затраты труда.

Возможности снижения брака, повышения качества, увеличения срока службы и уменьшения массы отливок имеют решающее значение при выборе способа плавки. Однако при этом нужно четко представлять, является ли

**Таблица 9. Рекомендуемые способы плавки чугуна  
в различных условиях литейного производства**

Вид чугуна и характер производства отливок	Способ плавки и оборудование
<p>Серый чугун марок до СЧ 21—40. В цехах средней мощности при небольшом количестве шихты и наличии стабильных шихтовых материалов</p> <p>Серый чугун всех марок в цехах малой мощности при любом количестве шихт</p> <p>Серый чугун всех марок. В крупных литейных цехах при различном количестве шихт и наличии стабильных шихтовых материалов</p> <p>Серый чугун всех марок. В крупных литейных цехах при отсутствии стабильных шихтовых материалов</p> <p>Ковкий чугун всех марок. В цехах малой мощности</p> <p>Ковкий чугун всех марок. В цехах средней и большой мощности</p> <p>Высокопрочный чугун с шаровидным графитом всех марок</p>	<p>Монопроцессы: плавка в вагранках с подогревом дутья; плавка в индукционных тигельных печах.</p> <p>Дуплекс-процессы: вагранка + индукционная канальная печь; индукционная тигельная + канальная печь</p> <p>Монопроцесс: плавка в индукционной тигельной печи; плавка в дуговой печи</p> <p>Дуплекс-процессы: вагранка + индукционная канальная печь (при малом количестве шихт); вагранка + индукционная тигельная печь; дуговая печь + индукционная канальная или тигельная печь</p> <p>Дуплекс-процесс: дуговая + индукционная канальная или тигельная печи</p> <p>Монопроцесс плавки в индукционных тигельных печах</p> <p>Монопроцесс: плавка в индукционных тигельных печах</p> <p>Дуплекс-процессы: вагранка с горячим дутьем + индукционная тигельная или канальная печь; вагранка + дуговая печь; дуговая + индукционная канальная печь; индукционная тигельная + дуговая печь</p> <p>Монопроцессы: дуговая электропечь; индукционная тигельная печь; вагранка с горячим дутьем и основными шлаками</p> <p>Дуплекс-процесс: вагранка с горячим дутьем + индукционная или дуговая печь; дуговая + индукционная канальная печь</p>

фактором, лимитирующим качество отливок, способ плавки металла или другие конструктивные и технологические факторы. В первую очередь уменьшение массы отливок путем увеличения прочностных свойств чугуна возможно в некоторых случаях массового производства. В серийном и мелкосерийном производстве массу отливок определяют, как правило, не из условий прочности, а по конструктивным соображениям и технологии формовки.

**Плавка стали.** В литейных цехах наибольшее распространение для выплавки стали получили трехфазные дуговые печи прямого действия (см. табл. 8). Этому способствовали такие их преимущества, как большая маневренность и скорость плавки, небольшие капитальные затраты и металлургические возможности при производстве стали скрап-процессом.

Дуговые печи для выплавки стали могут иметь как кислую, так и основную футеровку. Выбор футеровки печи и варианта плавки в ней (с окислением или без окисления) зависит от марки выплавляемой стали и от используемых шихтовых материалов. Среднеуглеродистые и низколегированные стали обычных марок выплавляют в кислых дуговых печах. Используемая для этого шихта должна быть чистой по сере, фосфору и легирующим элементам. При применении окисленного и легковесного скрапа в шихту добавляют 5—10% передельного чугуна и ведут процесс с окислением углерода и кипением, при неокисленной шихте скрап переплавляют без окисления, что значительно повышает производительность печей и снижает расход электроэнергии.

Для отливок из высоколегированной и специальной стали используют печи с основной футеровкой. При этом удается удалить из шихты большую часть фосфора и серы, обеспечить получение стали с содержанием всех элементов в заданных пределах. Применение продувки кислородом позволяет получать в дуговых печах низкоуглеродистые жаропрочные стали. Одновременно при продувке кислородом достигается дегазация металла, уменьшается содержание неметаллических включений и увеличивается производительность печей. Однако процессы продувки стали чистым кислородом и в смеси с порошкообразными веществами увеличивают количество вредных выбросов в атмосферу и требуют установки довольно сложных вытяжных и очистных устройств.

Емкость дуговых печей должна обеспечить возможность выдачи из нее сразу всего металла, как правило, в один ковш, поэтому в цехах с конвейерной заливкой применяют печи емкостью до 12 т. Для цехов крупного и тяжелого литья используют печи емкостью 100 т и более.

Индукционные печи в сталелитейных цехах применяют для плавки низкоуглеродистой стали, получение которой затруднено в дуговых печах из-за науглероживания электродами, а также для получения специальных высоколегированных сталей. Кроме того, индукционные печи используют в цехах литья по выплавляемым моделям, что объясняется небольшим объемом выплавляемого в этих цехах металла и необходимостью выдачи металла на заливку часто и мелкими порциями.

Стойкость футеровки в индукционных сталелитейных печах повышенной частоты 50—100 плавок. Печи промышленной частоты не применяют для выплавки стали из-за низкой стойкости футеровки.

Представляет интерес использование тигельных печей промышленной частоты в качестве раздаточных печей при плавке стали в дуговых печах, так как это позволяет увеличить емкость плавильных печей, применяемых в цехе, и сократить интервал температур заливки отливок из одного ковша.

Одним из способов производства высококачественных стальных отливок является электрошлаковый переплав (ЭШП), сущность которого заключается в переплавлении расходоуемого электрода за счет теплоты генерируемого в синтетическом шлаке электрического тока. Металл для электрода выплавляют в обычных печах и отливают или прокатывают в специальные заготовки. Электрошлаковый переплав с сочетанием с заполнением расплавленным металлом водоохлаждаемой металлической формы называют электрошлаковым литьем (ЭШЛ). Схема такой установки приведена на рис. 12. Объединение в один процесс плавки и накопления металла под слоем шлака позволяет избежать окислительного воздействия на металл воздуха, обеспечить направленное затвердевание отливки, провести глубокое рафинирование металла путем наведения специальных синтетических шлаков. Этот способ находит применение при производстве ответственных литых заготовок, позволяет отливать вначале отдельные элементы отливок, устанавливать их в литейную форму для выплавки объединяющей их части, к которой приплавляются и вставленные элементы, как, например, происходит при электрошлаковой сварке.

Для выплавки специальных сталей, требующих наиболее полной очистки металла от газов и неметаллических включений, применяют вакуумные индукционные тигельные печи и дуговые вакуумные печи с расходоуемым элек-

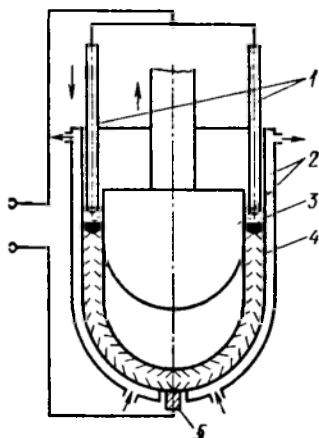


Рис. 12. Схема установки электрошлакового литья:

- 1 — расходоуемые стальные электроды; 2 — металлическая водоохлаждаемая форма; 3 — жидкий шлак; 4 — отливка; 5 — металлическая затравка

тродом. В этом случае печь и форму помещают в камеры, в которых создается глубокий вакуум. В литейном производстве такой способ применяют при производстве литья по выплавляемым моделям, в металлические формы и центробежным способом.

Мартеновские печи и конвертеры в новых литейных цехах практически не используют из-за сравнительно невысокого качества выплавляемой в них стали, громоздкости, необходимости работы в три смены мартеновских печей и больших выбросов в атмосферу из конвертеров.

**Плавка цветных сплавов.** В цветнолитейных цехах наибольшее распространение находят индукционные тигельные и каналные печи. Тигельные печи могут работать на промышленной и на повышенной частотах, их используют для плавки медных, алюминиевых, цинковых и магниевых сплавов.

Выбор индукционных печей для плавки цветных сплавов объясняется малыми угарам в них сплава, а так как стоимость шихты составляет 75—85% себестоимости жидкого цветного сплава, то преимущество имеет тот агрегат, который позволяет вести плавку с меньшими безвозвратными потерями цветного сплава (см. табл. 8). Топливные (газовые) печи применяют только для выплавки больших масс сплава с использованием хорошей плотной шихты, когда угар ее не превышает 1—1,5%.

Высокочастотные печи предназначены для выплавки только небольших количеств специальных сплавов (емкостью до 50 кг), поэтому в промышленных масштабах в литейном производстве их практически не применяют.

Индукционные тигельные печи повышенной частоты с питанием от электромашинных преобразователей применяют для плавки сплавов на никелевой и медной основе. Емкость таких печей до 3 т. По конструкции они могут быть открытыми или закрытыми — вакуумными.

Наибольшее распространение в литейных цехах получили каналные и тигельные печи промышленной и повышенной частоты (150—1000 Гц) с питанием от тиристорных преобразователей. Эти печи могут иметь большую емкость и производительность, они наиболее экономичны по использованию электрической энергии. При выборе конструкции индукционной печи учитывают прежде всего то, что каналные печи работают с меньшим расходом электроэнергии на 1 т жидкого сплава, но не могут работать с перерывами в плавке и частой сменой марок сплава. Тигельные печи имеют более удобную форму рабочего пространства, допускают периодическую работу и довольно легкий переход с одной марки сплава на другую.

Дуговые электрические печи применяют при плавке сплавов с высокой температурой плавления. Принцип действия дуговой печи с независимой дугой, используемой для сплавов на основе меди, заключается в образовании дуги между двумя горизонтально расположенными электродами. Теплоту, излучаемую дугой, используют для плавки шихты, загружаемой на подину печи.

Дуговые печи прямого действия применяют для плавки тугоплавких сплавов (титановых, никелевых) с температурой плавления до 3000° С. Для плавки этих сплавов часто применяют вакуумные дуговые печи с расходным или нерасходным электродом, а также методы электрошлакового переплава и электронно-лучевой плавки.

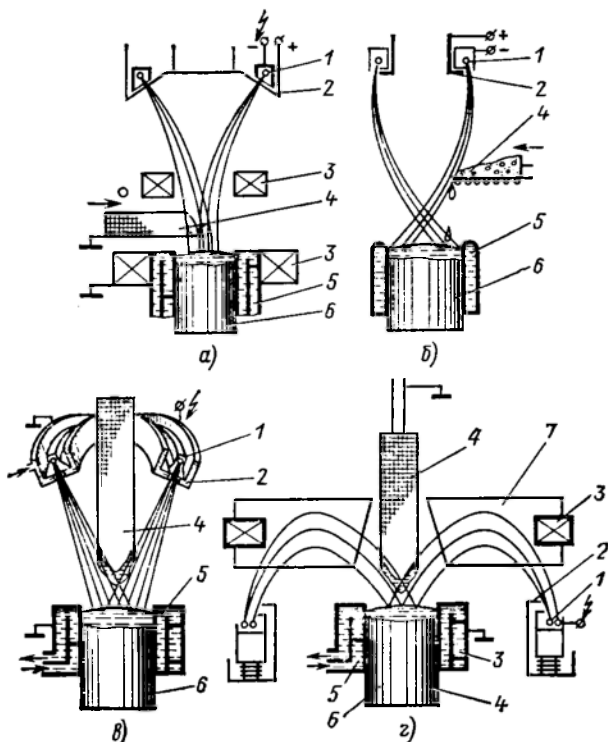
Применение этих методов позволяет получать сверхчистые материалы с температурой плавления выше 2000° С. Сущность электронно-лучевой плавки заключается в расплавлении шихты пучком электронов, имеющих очень высокую скорость. Этот пучок электронов, образованных в электронной пушке, разгоняется до больших скоростей благодаря высокой разности потенциалов и концентрируется и направляется электромагнитной линзой на шихту. При резком торможении электронов шихтой выделяется теплота, достаточная для плавки самых тугоплавких металлов и сплавов (рис. 13).

Для плавки небольших количеств цветных сплавов применяют тигельные печи сопротивления, топливные и электрические. Последние часто ис-

пользуют в качестве раздаточных. Отражательные пламенные печи применяют при необходимости периодического одновременного получения довольно больших порций металла. Технология плавки цветных металлов очень разнообразна в зависимости от их конкретного химического состава и требуемых служебных свойств сплава, поэтому плавильное оборудование следует выбирать только после уточнения номенклатуры литья и разработки технологии плавки. Ряд сплавов, в состав которых входят металлы с большой разницей в температуре плавления, выплавляют в двух печах. Металл, имеющий большую температуру плавления, выплавляют отдельно и затем

Рис. 13. Схемы электронно-лучевых установок с радиальными пушками:

а — с электростатической и вспомогательной магнитными фокусирующими; б — с электростатической фокусирующей криволинейной электронного луча; в — с электростатической фокусирующей прямой электронного луча; г — с поворотом электронного луча в магнитном поле: 1 — катод; 2 — ускоряющий электрод-анод; 3 — система магнитной фокусировки; 4 — переплавляемый металл; 5 — кристаллизатор; 6 — выплавляемый слиток; 7 — система поворота электронного луча в магнитном поле



сливают в другую печь, в которой расплавлена основная масса сплава с более низкой температурой.

В цветнолитейных цехах особое внимание уделяют хранению и подготовке шихтовых материалов. Вторичные металлы и возврат должны быть обязательно очищены от элементов литниковой системы и деталей из черных сплавов. Все шихтовые материалы перед подачей в ванну с жидким сплавом должны быть прогреты.

Расчет числа и производительности плавильного оборудования. Число одновременно работающих плавильных печей ( $P_1 = k_3 P_2'$ , см. гл. II) рассчитывают в соответствии с данными форм 8 и 9 в зависимости от числа технологических потоков производства форм и возможности снабжения различных потоков из одного плавильного агрегата; числа шихт, потребляемых в цехе одновременно; возможности непрерывной заливки форм на конвейерах из печей периодического действия.

При выплавке металла в индукционных печах с болотом рациональный отбор металла возможен не чаще чем через 20 мин из каждой печи (т. е. в три ковша емкостью, равной  $\frac{1}{3}$  ее среднечасовой производительности). При заданной производительности плавильного отделения ( $Q' = B_2 k_n / \Phi_d$  т/ч, см. гл. II, п. б) и известной массе отбираемой порции жидкого металла  $M$  минимальное число печей

$$P'_{\min} = \frac{Q'}{3M}.$$

Если рассчитанное таким образом  $P'_{\min}$  окажется слишком большим, то целесообразно предусмотреть дополнительные раздаточные печи того же типа, что и плавильные. Тогда работу печей в миксерном режиме следует вести поочередно (обычно одна раздаточная на две плавильные).

Производительность вагранок и других печей непрерывного действия, а также индукционных печей, работающих с болотом, как правило, определяют по потребности в металле (т/ч) по формуле

$$q'_{\text{расч}} = \frac{B_2 k_n}{\Phi'_d P'_1};$$

здесь  $B_2$  — потребление сплава цехом или участком, т/год;  $k_n$  — коэффициент неравномерности потребления металла;  $\Phi'_d$  — действительный фонд времени работы печи, ч/год;  $P'_1$  — расчетное число одновременно работающих печей.

Коэффициент  $k_n$  учитывает изменение металлоемкости форм при изменении номенклатуры отливок. Учет этого коэффициента особенно важен при большой номенклатуре изделий, когда средняя металлоемкость форм может измениться более чем в 1,5 раза.

При снабжении одним металлом нескольких технологических потоков или при наличии в каждом потоке двух-трех формовочных агрегатов неравномерность потребления металла может быть в какой-то мере уменьшена путем планирования изготовления на них форм различной металлоемкости. Наибольшие сложности возникают при обслуживании плавильным агрегатом одной линии, так как в этом случае неравномерность металлоемкости форм должна соответствовать нормальному диапазону изменения производительности плавильного агрегата.

Величину  $k_n$  обычно принимают в пределах, приведенных в гл. II (см. п. 5), в зависимости от серийности производства и диапазона металлоемкости форм потока. Тактовую (расчетную) производительность формовочного оборудования принимают выше среднечасовой для компенсации возможных перерывов в изготовлении форм из-за простоев как формовочного, так и смежного оборудования. Поэтому потребность в жидком металле в отдельные периоды бесперебойной работы формовочного отделения может превышать на 20—40% расчетную производительность плавильного агрегата. Для обеспечения жидким металлом формовочных отделений в эти периоды времени обычно предусматривают установку подогреваемых миксеров жидкого металла и накопителей форм на участках заливки. Набор жидкого металла в миксеры или заливку форм на накопителях осуществляют в периоды простоев формовочных отделений или работы их с пониженной производительностью (пример расчета см. в гл. IV).

Емкость миксера, равная 1—2-часовой производительности плавильного агрегата, достаточна для компенсации максимальной потребности в жидком металле при безостановочной работе формовочных линий в течение 2—10 ч.

При выборе производительности плавильного агрегата по максимальной потребности формовочных отделений в жидком металле в цехе следует предусматривать участки кокильного или непрерывного литья, производства дробы и другие участки, на которых можно периодически использовать излишки жидкого металла при простоях основного производства.

При производстве крупных и тяжелых отливок производительность плавильного и миксерного оборудования определяется, кроме того, единовременной потребностью в жидком металле для заливки максимальной отливки.

Типоразмер вагранок и индукционных печей по расчетной производительности выбирают по нормам технологического проектирования (см. табл. 8).

В тех случаях, когда плавка ведется монопроцессом в дуговых печах периодического действия с выдачей на заливку одновременно всего металла, расчет плавильного оборудования начинают с определения оптимальной емкости печи для каждого технологического потока.

В конвейерных цехах емкости печей обуславливаются равномерным снабжением литейного конвейера сплавом относительно небольшими порциями, которые могут быть разлиты до остывания сплава.

Емкость печи определяют в этих случаях по формуле

$$\varepsilon = \frac{B_2 k_n t_{ц}}{\Phi_d},$$

где  $t_{ц}$  — продолжительность разливки одной плавки, ч (см. гл. IV, п. 3).

В цехах крупного и тяжелого литья емкость печей определяют по максимальной металлоемкости заливаемой отливки.

Число печей рассчитывают по формуле

$$P'_1 = \frac{B_2 k_n}{\Phi_d q'_{расч}},$$

где  $q'_{расч} = \frac{\varepsilon}{t_{цп}}$  — производительность печи, т/ч;  $t_{цп}$  — полный цикл одной плавки, ч.

При дуплекс-процессе емкость плавильной печи лимитируется лишь емкостью миксера. Число резервного плавильного оборудования зависит от продолжительности межремонтного цикла и ремонта. При установке вагранок, работающих без выбивки и текущего ремонта не более двух-трех смен, на каждую работающую вагранку устанавливают одну резервную. Такие вагранки komponуют в блоки, имеющие один общий воздухоподогреватель, систему дозирования и набора шихты, воздуходувные и некоторые другие узлы. Для вагранок с циклом работы более одной недели не требуется установка резервной печи. Индукционные и дуговые печи могут работать до очередного текущего ремонта несколько месяцев. В этих случаях для проведения плано-предупредительных капитальных ремонтов, непредвиденных остановок печей из-за прогара футеровки и других причин число резервных печей должно составлять примерно 20% работающих. Коэффициент загрузки плавильного оборудования рекомендуется  $\geq 0,8-0,85$ .

**Выбор и расчет шихтовых материалов и вспомогательного оборудования.** Шихтовые материалы для плавки черных и цветных сплавов состоят из первичных, или свежих, материалов промежуточных сплавов и полупродуктов, поступающих с металлургических заводов; лома и отходов, поступающих с предприятий вторчермета, и возврата собственного производства: литников, сплесков и брака литейного цеха, отходов обрабатывающих цехов.

К первичным, или свежим, шихтовым материалам относятся литейные или передельные чугуны всех марок, ферросплавы, чистые цветные сплавы, лигатуры, модификаторы. Эти материалы, характеризующиеся стабильностью химического состава и геометрической формы, являются наиболее дорогой частью шихты.

Полупродукты металлургического производства в виде металлизированных и офлюсованных окатышей применяют при плавке чугуна в вагранках и электропечах вместо стального лома. Стальной лом является основным материалом при плавке стали и повышает качество чугуна как при ваграночной плавке, так и при электроплавке путем снижения содержания в нем углерода, серы и неметаллических включений, но может быть источником случайного попадания в чугун легирующих элементов (Cr, Mn, Si и др.). Чугунный лом (машиностроительный) по химическому составу мало отличается от выплавляемого в литейных цехах чугуна, однако в связи с тем, что

при плавке в вагранке чугуна насыщается серой, увеличение доли чугуна в шихте приводит к повышенному содержанию серы. Металлургический чугуна лом (бой изложниц) нежелателен при ваграночной и индукционной плавке из-за нестабильности химического состава, больших габаритных размеров и массы, плохих наследственных свойств.

Стружку чугуна и стальную применяют при ваграночной плавке и при электроплавке чугуна. При плавке стали используют только стальную стружку, а в вагранках, как правило, брикетированную. Особенно эффективно применение брикетированной стружки на том же заводе, где она образуется. При перевозке стружка ржавеет и загрязняется посторонними предметами, в результате чего брикеты получаются непрочными, и при их применении увеличивается угар и снижается качество выплавляемого чугуна. В электропечи стружку, как правило, загружают россыпью. При индукционной плавке можно применять стружку только стабильного химического состава, не окисленную и не содержащую масел, эмульсии и других органических веществ и влаги.

Количество тех или иных шихтовых материалов, используемых для плавки, зависит от вида плавильного агрегата и марки шихты. Результаты расчета расхода шихты заносят в ведомость расхода основных и вспомогательных материалов (форма 10) отдельно, для каждого способа плавки и для каждой марки шихты. В ту же ведомость заносят результаты расчета топлива, флюсов, модификаторов, огнеупорных изделий и других вспомогательных материалов, применяемых в плавильном отделении. Удельные расходы материалов принимают по прогрессивным отраслевым нормативам, передовому опыту работы предприятий или по справочным данным.

ФОРМА 10. Ведомость расхода основных и вспомогательных материалов по плавильному отделению

Материал	Марка материала или его обозначение	Расход материала					
		Шихта 1		Шихта 2		Шихта 3	
		кг/т	т/год	кг/т	т/год	кг/т	т/год
1. Способ плавки: _____							
Масса металлозавалки по балансу металла							
Металлическая шихта:							
_____							
_____							
Добавки и модификаторы							
Итого							
Огнеупорные материалы							
_____							
Топливо и электроэнергия на плавку							
_____							
_____							

## 5. СИСТЕМЫ НАБОРА И ВЗВЕШИВАНИЯ ШИХТЫ

Одним из основных условий надежной работы плавильных агрегатов, обеспечения ими заданной производительности и высокого качества выплавляемого сплава является своевременная и бесперебойная загрузка печей

точно дозированной шихтой. Вагранки загружают дозами (колошами), равными по массе металлозавалки  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$  часовой производительности печи. В одну бадью загружают полную массу металлической топливной и флюсовой колоши. Индукционные печи, работающие с болотом, загружают дозами, равными или несколько меньшими массы жидкого сплава, одновременно выдаваемого из тигля. В дуговые печи загружают сразу полную садку, равную емкости печи. Только при применении легковесных шихтовых материалов дуговые печи загружают в два приема, при этом вторую дозу шихты подают сразу после расплавления первой.

Технологический процесс набора дозирования и загрузки шихты в плавильную печь можно разбить на следующие операции: набор и подача всех металлических и неметаллических компонентов шихты к массоизмерительным устройствам; взвешивание всех этих компонентов; загрузка взвешенной дозы шихты (колоши) в печь.

Для подачи к массоизмерительным устройствам металлических компонентов чаще всего используют две основные системы: расходные бункеры с трактовыми, вибрационными и инерционными питателями; расходные закрома и мостовой кран с магнитной шайбой (для ферромагнитных материалов).

Опыт эксплуатации бункеров с питателями показал, что надежность их работы зависит от качества разделки шихты: при использовании негабаритной шихты (кусков больших по размеру, сложной формы) возможно зависание материала в бункерах. В этих случаях существенно помогает встряхивание бункера дополнительным механизмом, но иногда и оно бесполезно. При правильно разделанной шихте эта система работает надежно.

В последние годы в чугуно- и сталелитейных цехах все чаще используют систему набора и подачи шихты с помощью электромагнитной шайбы с регулируемой грузоподъемностью. Эта шайба подвешена на специальном магнитном кране. При применении данной системы можно использовать негабаритную и крупногабаритную шихту, вполне пригодную для больших печей, и повысить надежность работы системы благодаря простоте используемых механизмов и тому, что куски шихты можно сбрасывать с меньшей высоты.

Процесс дозирования с помощью электромагнитной шайбы осуществляют либо путем предварительного набора шайбой некоторого, заведомо большего количества шихты и последующего сброса лишних кусков обратно в бункер (по показаниям кранового массоизмерительного устройства), либо путем постепенного сброса шихты с крана при снижении грузоподъемности шайбы в бункерные весы до заданной массы (рис. 14).

Для подачи немагнитных компонентов (кокса, флюсов и мелкодробленых ферросплавов и цветных металлов) из расходных бункеров через массоизмерительные устройства используют вибрационные питатели. Массоизмерительные устройства в установках дозирования шихтовых материалов подвергаются значительным ударам и вибрационным нагрузкам и, кроме того, находятся в условиях запыленной среды литейного цеха. Опыт эксплуатации показал, что наиболее надежны в этих условиях массоизмерительные устройства на тензометрических и магнитоупорных датчиках. Они имеют достаточную точность и надежность при работе с ударными нагрузками и могут быть включены в систему набора и дозирования шихты в плавильную печь с местным, дистанционным или автоматическим управлением.

Для загрузки в печь взвешенных и набранных в бадью шихтовых материалов чаще всего используют наклонные бадьевые подъемники (для вагранок), монорельсовые тележки (индукционные печи) и мостовые или консольные краны (индукционные и дуговые печи). Небольшие индукционные печи ( $\epsilon < 1$  т) загружают вручную.

Системы дозирования и загрузки шихты снабжают дистанционным и автоматическим управлением с центрального пульта оператора плавильного отделения или специального пульта управления шихтовой.

При плавке в электропечах рекомендуется предварительный подогрев шихты перед загрузкой в печь, так как это позволяет снизить расход электроэнергии, повысить производительность печей и улучшить санитарно-гигиенические условия в плавильном отделении. При подогреве шихты до 300—400° С обеспечивается удаление влаги и большинства летучих органических веществ, чем исключается опасность выброса жидкого металла из

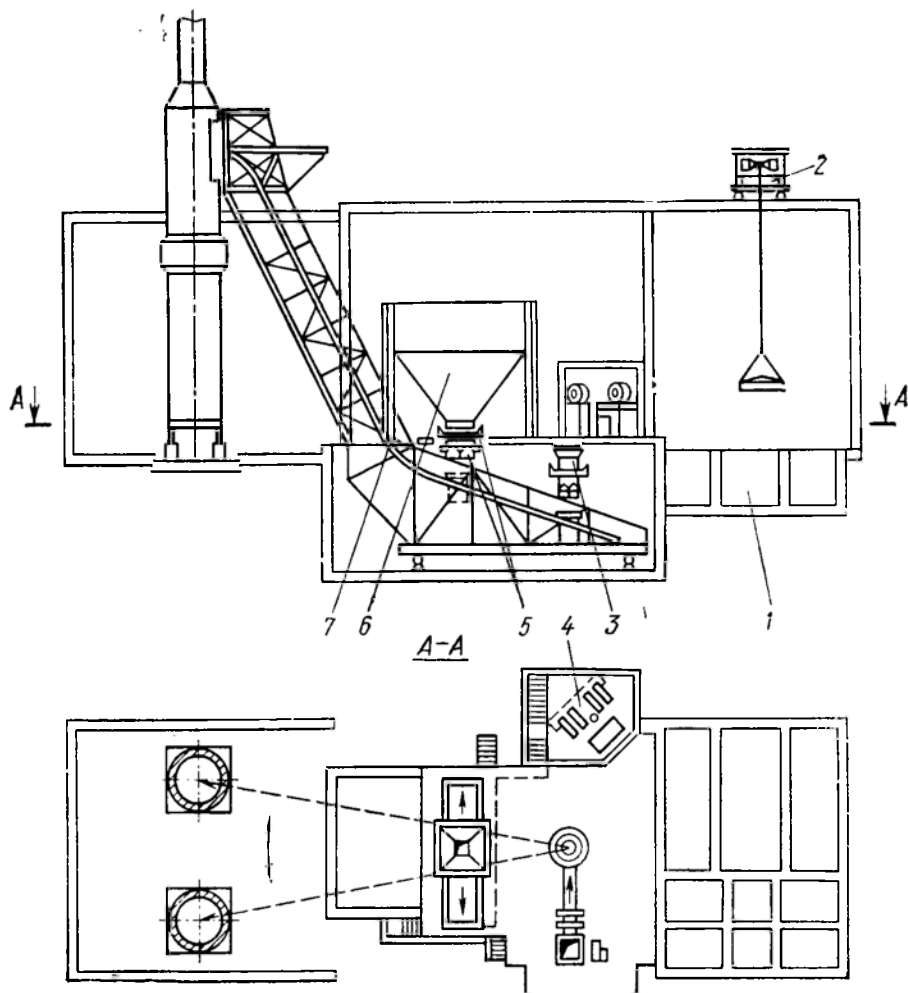


Рис. 14. Установка дозирования шихты с помощью магнитной шайбы, крановых и бункерных массоизмерительных устройств:

1 — расходные закрома с металлической шихтой; 2 — кран с магнитной шайбой и массоизмерительным устройством; 3 — бункерное массоизмерительное устройство; 4 — пульт управления; 5 — дозатор для кокса, известняка, ферросплавов; 6 — бункерная эстакада для кокса, известняка, ферросплавов; 7 — подъемник для загрузки шихты в печь

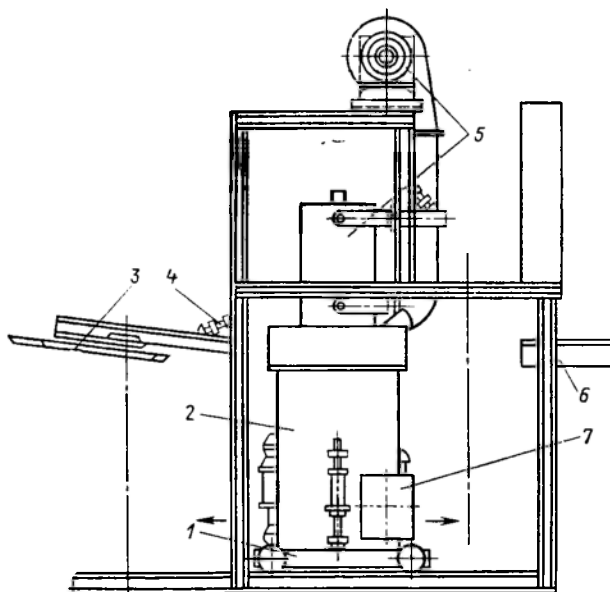
печи при загрузке в нее шихты и выделение дыма. При подогреве шихты для черных сплавов до 600—800° С из шихты, кроме того, удаляются легкоплавкие цветные металлы и сплавы, увеличивается на 25—30% производительность печей и на 20—35% уменьшается расход электроэнергии. Такой высокий подогрев шихты возможен только в печах скоростного нагрева в безокислительной атмосфере. Обычно шихту нагревают после загрузки ее в загрузочные емкости в камерных или туннельных печах или под специальными стендами. Примеры таких установок приведены на рис. 15.

Для нагрева стружки чаще всего используют барабанные печи с предварительным косвенным нагревом ее через стенки барабана до температуры,

необходимой для дистилляции масел и испарения влаги. Обычно печь для подогрева шихты встраивают в систему набора и взвешивания, и поэтому ее производительность должна соответствовать производительности системы.

Рис. 15. Установка для подогрева шихты:

1 — самоходная тележка; 2 — бадья с шихтой; 3 — крышка на позиции загрузки шихты в печь; 4 — механизм прижатия крышки; 5 — стенд для сгорания природного газа; 6 — вибрлоток для загрузки бадьи шихтой; 7 — патрубок для отсоса дымовых газов



В тех случаях, когда печи для подогрева шихты не встраивают в систему, их число можно рассчитать по формуле

$$П = n\tau,$$

где  $n$  — число завалок в 1 ч при максимальной производительности плавильной печи;  $\tau$  — время подогрева одной завалки шихты, ч.

## 6. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОМЕЩЕНИЙ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ СРЕДСТВА. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ

Основные размеры помещений плавильных отделений определяют из условий удобного и безопасного для обслуживания размещения основного плавильного оборудования. Этажность плавильного отделения обычно соответствует этажности цеха и может иметь дополнительные промежуточные перекрытия и площадки. Предпочтительный шаг колонн в плавильном отделении 12 м при выполнении каркаса здания в металле. При установке плавильных печей небольшой производительности (см. табл. 17) допускается принимать шаг колонн 6 м и выполнять каркас здания (в одноэтажных цехах) из железобетонных конструкций. Материал полов — чугунная или стальная плитка. Высота плавильных отделений должна быть больше или равна высоте остальной части цеха. Из-за больших тепловыделений плавильные пролеты часто оснащают аэрационными фонарями.

Подъемно-транспортное оборудование должно обслуживать все технологическое оборудование, размещенное на основных площадях и в отдельных помещениях плавильного отделения. Предпочтение отдается крановому обслуживанию. Механизмы кранов, занятых заливкой и передачей жидкого металла, снабжают дополнительными тормозами. Режим работы их тяжелый. Управление — из кабины крана или дистанционно с пульта управления. Такое же управление у кранов, обслуживающих участок навески шихты. Управление с пола имеет только подъемно-транспортное оборудование, обслуживающее вспомогательные участки по приготовлению и ремонту футеровки, уборки отходов, насосные, машинные помещения и т. д.

Таблица 10. Размеры пролетов и грузоподъемные средства плавильных отделений (см. рис. 16 и 17)

Тип печи	Минимальное расстояние между осями печей А, м	Минимальная грузоподъемность подъемно-транспортного средства для обслуживания и загрузки печей, т	Размеры пролета, м			
			ширина	высота до низа конструкции покрытия от отметки пола этажа, на котором установлена печь, Н	высота до головки подкранового рельса	шаг колонн
Вагранки:						
95111	6	1,5 *	18; 24	16,8	—	6; 12
95112	6	1,5 *	24; 30	16,8	—	6; 12
95113	6	2,5 *	24; 30	16,8	—	6; 12
95114	8	4,5 *	30; 36	21,6	—	12
95115	10	4,5 *	30; 36	21,6	—	12
Индукционные печи:						
ИСТ-0,16	2,5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИСТ-0,25	3,5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИСТ-0,4	5	1	18; 24	10,8	8,15	6; 12
ИЧТ-1, ИСТ-1	5	5	24	10,8	8,15	6; 12
ИЧТ-2,5, ИСТ-2,5	6	5	24	10,8	8,15	6; 12
ИЧТ-6, ИСТ-6	6	10	24; 30	12,6	9,65	6; 12
ИЧТ-21,5	6,6	20	24; 30	16,2	12,65	12
Дуговые печи:						
ДСП-3	9,5/14,5 **	10	18; 24	10,8	8,15	12
ДСП-6	12/18 **	20/5	24; 30	12,6	9,65	12
ДСП-12	14/18 **	30/5	24; 30	14,4	11,45	12
ДСП-25	12/34 ***	50/10	24; 30	23,4	18,05	12
ДСП-50	14/38 ***	80/20	24; 30	27,0	21,65	12; 18

\* Указана грузоподъемность подъемника для загрузки шихты.  
 \*\* Расстояние между поперечными осями печей: в числителе — при сливных желобах, обращенных друг к другу; в знаменателе — при рабочих окнах, обращенных друг к другу (см. рис. 17, а).  
 \*\*\* Расстояние между продольными осями печей: в числителе — расположенных друг к другу свободными сторонами; в знаменателе — с двумя печными трансформаторами между печами (см. рис. 17, б).

В табл. 10 и на рис. 16 и 17 приведены некоторые параметры помещений и грузоподъемности основных подъемно-транспортных средств, плавильных отделений, оборудованных вагранками и электрическими индукционными и дуговыми печами. Грузоподъемность подъемно-транспортных средств выбирают на 10—20% больше максимальной массы транспортируемого груза при загрузке, обслуживании и ремонте печей.

Если сплав из плавильных печей передается на заливку или последующую обработку одними и теми же грузоподъемными средствами, то их грузоподъемность уточняют по массе наибольшего ковша со сплавом.

Электроснабжение плавильного оборудования должно быть бесперебойным, поэтому необходимо автоматическое подключение к аварийным источникам электропитания. Перерыв в водоснабжении оборудования допускается < 10—15 мин. Отдельные узлы плавильного оборудования в это время обеспечиваются водой, подаваемой самотеком от резервных емкостей, установленных на верхних площадках в плавильном отделении.

Помимо основных участков по навеске шихты и плавке сплавов в плавильное отделение входят вспомогательные участки по ремонту оборудования и ковшей, контролю качества выплавленного сплава и в ряде случаев по внепечной обработке сплава.

Для ремонта оборудования и ковшей в плавильных отделениях предусмотрены участки приготовления огнеупорной массы, ремонта футеровки ковшей и съемных узлов печей (своды дуговых печей, крышки копильников и т. д.), площадки для ремонта механизмов оборудования, стенды для сушки и подогрева ковшей. Оборудование для приготовления футеровочных масс выбирают и рассчитывают в зависимости от вида применяемой футеровки, и оно, как правило, состоит из размалывающих и смешивающих бегунов,

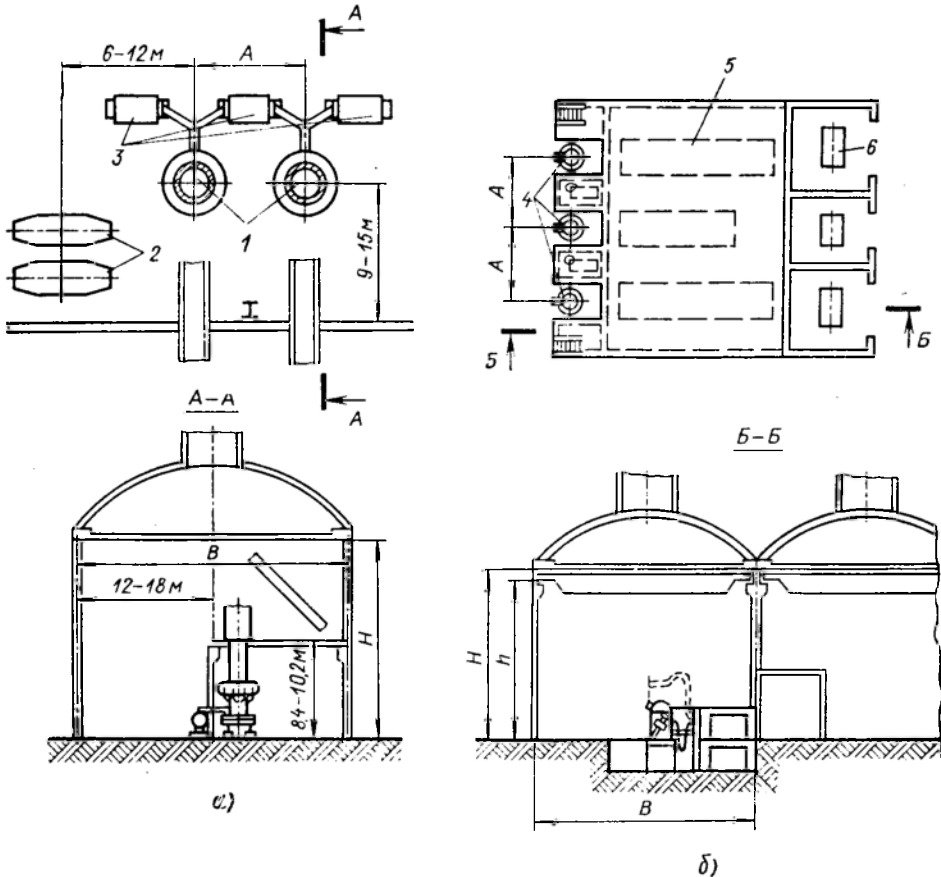


Рис. 16. Схемы расположения вагранок (а) и индукционных печей (б) с основными параметрами помещений и грузоподъемных средств:

1 — вагранки; 2 — рекуператор; 3 — миксеры; 4 — индукционная печь; 5 — конденсаторные батареи; 6 — трансформаторы

а иногда щековых дробилок и печей для прокалки исходных материалов (например, кварцита для индукционных печей).

При наличии базисного склада шихты оборудование для обработки и приготовления исходных футеровочных материалов, применяемых в разных цехах, целесообразно размещать на нем. Участок приготовления футеровочных масс должен быть оснащен грузоподъемными средствами для обслуживания оборудования, доставки к нему исходных материалов и передачи готовых масс для ремонта оборудования и ковшей.

В местах ремонта футеровки необходимо обеспечить уборку остатков старой футеровки и сушки новой. Стенды для сушки мелких и средних ковшей оборудуют местными укрытиями и инжекционными горелками среднего давления. Крупные ковши сушат двухпроводными длиннопламенными горелками, для этого их устанавливают в горизонтальное или вертикальное положение. В последнем случае стенд снабжают поворотным вытяжным зонтом.

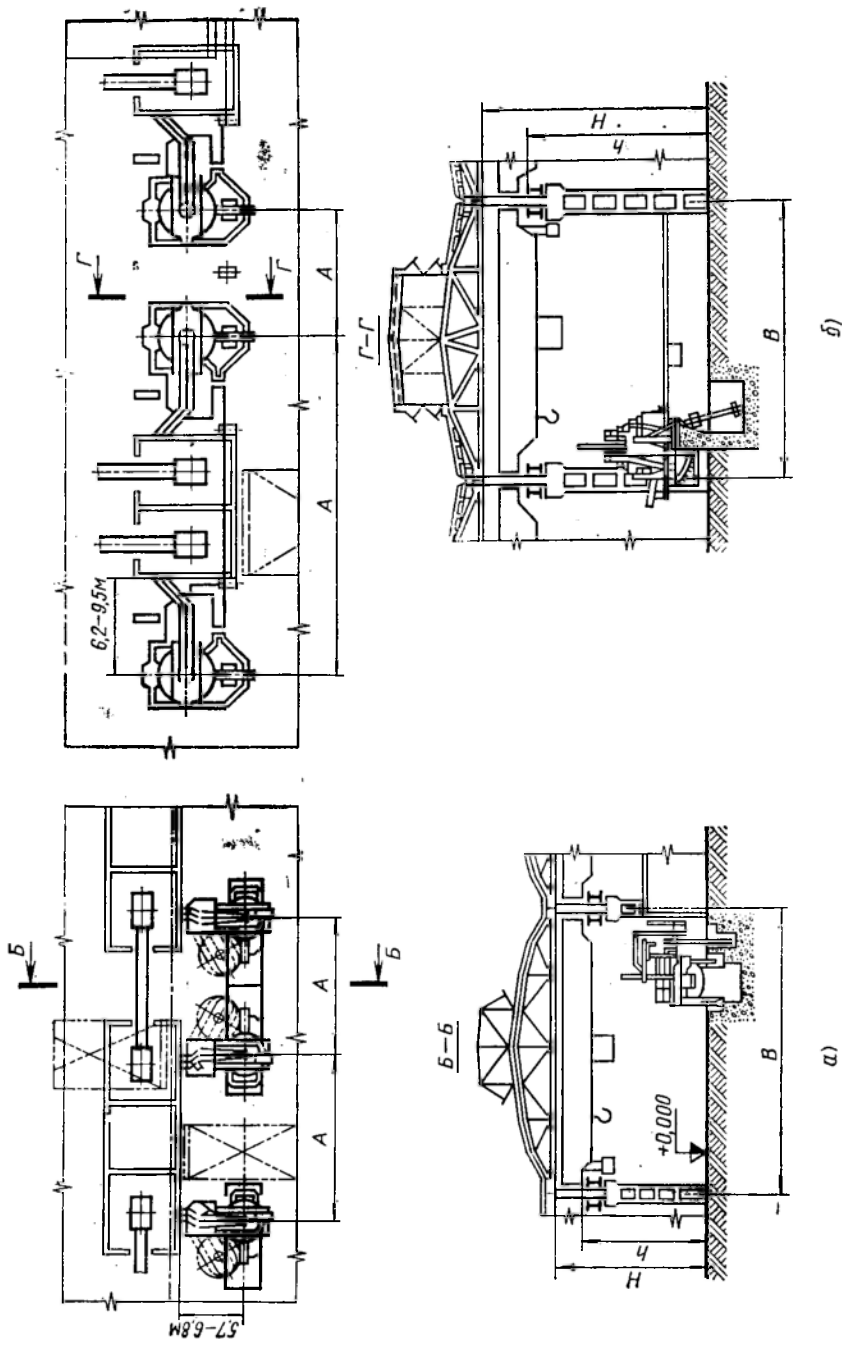


Рис. 17. Схемы расположения дуговых электропечей и основные параметры помещений и основных грузоподъемных средств

Перед заливкой сплава ковши, как правило, подогревают на стендах той же конструкции.

Для контроля качества выплавленного сплава в плавильном отделении в непосредственной близости от плавильных печей выделяют участок для заливки технологических проб. Здесь же могут быть установлены некоторые приборы для экспресс-анализа химического состава сплава (например, для термографического определения  $C_s = C + Si$  в чугуна по кривым охлаждения). Участок отбора проб рекомендуется связывать пневпочтой с экспресс-лабораторией химического анализа сплава. В ряде случаев эти лаборатории территориально находятся на площадях плавильного отделения.

Все большее применение находят способы внепечной обработки жидкого металла, придающие сплаву различные служебные свойства или обеспечивающие получение различных марок из одного базового сплава.

Чаще всего внепечную обработку чугуна выполняют непосредственно в ковшах, миксерных индукционных печах или копильниках путем подачи в жидкий металл специальных легирующих и модифицирующих добавок. Однако в некоторых случаях для проведения внепечной обработки применяют специальные устройства. Например, при продувке жидкого чугуна через графитовые трубки азотом и природным газом достигается графитизирующее влияние, более эффективное, чем при обработке твердыми модификаторами.

Продувка металла этими газами может быть совмещена с одновременной подачей порошкообразных модификаторов или легирующих элементов. Устройства для проведения указанных операций состоят из источника сжатого газа, редуктора, расходомера, трубопроводов, клапанов и погружаемой в жидкий металл трубки или фурмы. Емкость с обрабатываемым металлом нужно располагать под укрытием с местной вытяжкой. Добавки можно подавать на зеркало металла или вдувать в толщу металла вместе с газами. Иногда карбид кальция вдувают в жидкий чугун осушенным воздухом, углекислым газом или другими газами. Для десульфурации чугуна и выравнивания его химического состава в ковше с помощью различных порошкообразных десульфураторов применяют механические мешалки разных конструкций и встряхивающие стенды с ковшами. Мешалки могут быть подвешены на грузоподъемном устройстве типа консольного крана для удобства транспортировки их к ковшу или даже встраиваться в копильник вагранки.

Обработка чугуна магнием, церием, их лигатурами или комплексными модификаторами для получения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом также требует установки в плавильном отделении специального оборудования и выделения места для проведения модифицирования чугуна. На рис. 18 приведена схема автоклава и вспомогательных устройств для обработки жидкого чугуна магнием. Автоклав необходимо обслуживать грузоподъемными механизмами для установки и выемки ковша из автоклава. На месте зарядки колоколов модификаторами должны быть предусмотрены укрытия с вытяжкой.

**Внепечная обработка стали.** Во время выпуска из печи и выдержки в ковше сталь окисляется и насыщается неметаллическими включениями и газами в результате взаимодействия ее с футеровкой ковша и шлаком. Основные шлаки, попадая в ковш, сильно разъедают футеровку, что приводит к снижению их основности и переходу серы и фосфора из шлака в металл. Содержание кремния и марганца за время выдержки металла в ковше также уменьшается.

Чтобы избежать ухудшения качества выплавленной стали при выдержке и провести эффективную дефосфоризацию, десульфурацию и раскисление, применяют методы рафинирования стали синтетическими шлаками. Для этого расплавленный в специальной электропечи шлак расчетного состава сливают в ковш, в который затем выпускают сталь. В процессе перемешивания шлака и стали при заполнении ковша металлом сера, фосфор и кислород

переходят из металла в шлак. Вытесненный металлом из ковша отработанный шлак выливают в специальные шлаковни. Для плавки синтетического шлака в плавильном отделении устанавливают специальные дуговые печи.

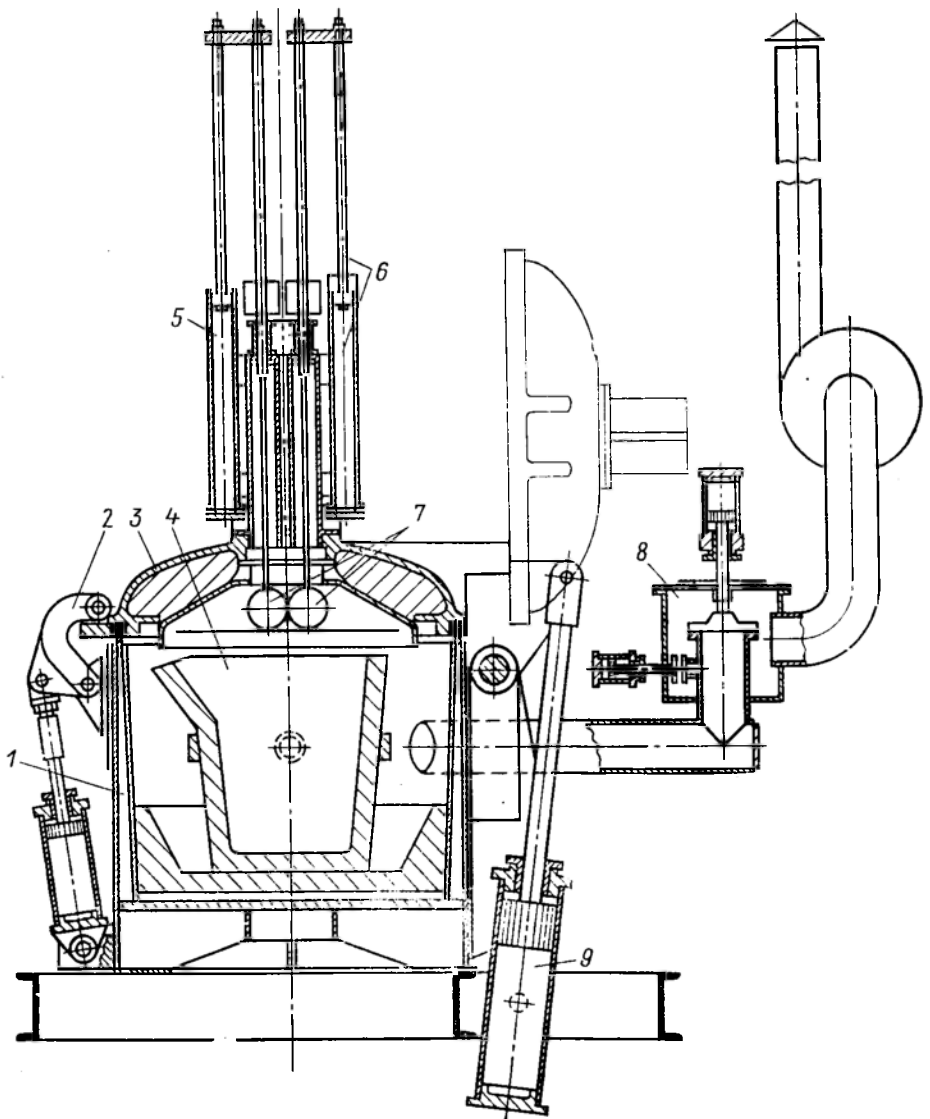


Рис. 18. Герметизированная камера для ввода магния в жидкий чугун в ковшах емкостью до 800 кг:

1 — водоохлаждаемый корпус; 2 — механизм с гидроприводом для герметизации камеры; 3 — крышка; 4 — ковш с жидким чугуном; 5 — механизм для ввода магния в жидкий чугун; 6 — механизм для ввода флюса в жидкий чугун; 7 — колокола с магнием и флюсами; 8 — гидроклапан для выпуска воздуха и вентиляции камеры; 9 — гидроцилиндр поворота крышки

Основными материалами для выплавки синтетических шлаков являются металлургическая известь и высокоглиноземистый полупродукт.

Для дегазации стали, выплавленной в обычной (невакуумной) печи, можно применять вакуумную обработку в камере, куда устанавливают ковш с жидкой сталью. Продолжительность обработки сплава в камере обычно 10—15 мин. Эффект дегазации в ковше может быть достигнут также при продувке стали, так же как и чугуна, инертным газом.

## 7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Технологические операции, выполняемые в плавильных отделениях литейных цехов, характеризуются значительным выделением вредных в виде пыли, газов, избыточной теплоты и шума. Большое количество пыли выделяется при навеске и загрузке шихты, выбивке и ремонте футеровки печей и ковшей. Угарный и сернистый газы выделяются при неполном сгорании топлива в плавильных печах, при остывании шлака и сгорании органических соединений, попадающих вместе с шихтой в печи для плавки или подогрева шихты.

При производстве 1 т литья в литейных цехах выделяется 200—300 тыс. ккал теплоты, причем примерно половина ее приходится на плавильные отделения. Источниками тепловыделения в плавильных отделениях являются плавильные печи, печи для термовременной обработки и доводки сплава, подогрева шихты, стелды для сушки и подогрева ковшей и др. Теплоту выделяют расплавленные сплав и шлак при выпуске их из печей. Работа дуговых печей, загрузка шихты и ремонт набивной футеровки плавильных печей сопровождаются шумом.

В условиях быстро возрастающей интенсификации литейного производства и связанного с этим увеличением вредных выделений на единицу объема цеха вопросы по охране труда, оздоровлению и защите окружающей среды на стадии проектирования решают путем выполнения следующих мероприятий:

- размещения плавильных отделений в наиболее высоких пролетах с подветренной стороны здания, чтобы предупредить попадание дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха;

- высокоэффективной очистки от пыли и вредных составляющих всех отходящих газов от печей плавильных отделений;

- применения наиболее совершенных технологических процессов и оборудования, обеспечивающих отсутствие или незначительное выделение в воздух рабочих помещений, в атмосферу и сточные воды вредных веществ в концентрациях, не превышающих санитарно-гигиенические нормы;

- комплексной механизации и автоматизации процессов плавки и загрузки шихты;

- устройства рациональной местной и общеобменной вентиляции и воздушного душирования в местах интенсивного теплового облучения;

- наилучшего санитарно-бытового обслуживания рабочих на производстве.

Плавильные отделения (вместе с заливочными) рекомендуется изолировать от других отделений цеха. Внутри плавильного отделения, как правило, выделяются в отдельные помещения участки навески шихты и колошниковые площадки. Воздуходувное и другое оборудование, генерирующее шум выше предельно допустимого уровня, размещают в изолированных помещениях. Пульты дистанционного и автоматического управления также выделяют в отдельные помещения, в которых благодаря приточной вентиляции создается повышенное давление, исключающее попадание в них пыли из цеха.

Для исключения попадания в атмосферу газа и пыли применяют вагранки закрытого типа с дожиганием и очисткой отходящих газов, электродуговые печи с отсосом из-под свода и очисткой газов; подогрев шихты для индукционных печей. Рекомендуется также предусматривать отсос газов в момент загрузки шихты в индукционную печь на жидкий металл (болото).

Применение грануляции шлака и водяного охлаждения плавильных печей уменьшает тепловыделение в плавильном отделении.

Общеобменная вентиляция в плавильном отделении обеспечивается вытяжкой через шахты на крыше или установкой крышных вентиляторов над плавильными печами. Приток подогретого воздуха направляется

к рабочим местам в виде воздушных душей. Количество приточного воздуха компенсирует заборы воздуха из помещения цеха на протекание технологических процессов по плавке сплава и вытяжку общеобменной и местной вентиляцией.

Местные отсосы устанавливают над загрузочными отверстиями плавильных печей, желобами для металла и шлака, над копильниками и миксерами, лотками грануляции шлака, стендами для сушки и подогрева ковшей, устройствами для выпечной обработки сплава.

Рабочие в плавильном отделении находятся под воздействием избыточной теплоты. Перегрев организма вызывает интенсивное испарение влаги с поверхности тела, обеднение организма водой и солями. Для восстановления водно-солевого баланса организма рабочих плавильных отделений обеспечивают подсоленной газированной водой из расчета 4—5 л на человека в смену. В плавильных отделениях предусматривают комнаты отдыха.

## 8. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕРЫ КОМПОНОВОК ПЛАВИЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Плавильные отделения в зависимости от общих проектных решений литейного цеха можно располагать в торце здания или в его центральной части.

Оборудование по высоте цеха размещают следующим образом. На основном этаже (первом или втором), где происходит выдача жидкого металла на заливку, размещают почти все рабочие места, пульта управления, механизмы оборудования, запорную и регулирующую арматуру и другие узлы оборудования, требующие постоянного наблюдения и обслуживания рабочими. Точки обслуживания должны быть на уровне роста человека или иметь удобные площадки обслуживания. На этом этаже создаются наиболее комфортные условия труда (многократная общеобменная вентиляция, душирование рабочих мест, кондиционирование и т. д.). Нижний этаж (если он имеется) используют для уборки отходов, насосных, машинных помещений, фундаментов громоздкого оборудования и т. д. На первом этаже размещают также участок навески шихты и приготовления футеровочных масс. Верхние этажи или площадки плавильного отделения используют для размещения вентиляционных вытяжных и приточных установок, электротехнических щитов и панелей, размещаемых в отдельных помещениях.

Основное плавильное оборудование должно быть расположено так, чтобы обеспечить минимальное расстояние транспортировки жидкого сплава от них к раздаточным печам и потребителям. Следует стремиться уменьшать число переливов жидкого металла, так как это вызывает значительное снижение его температуры (30—50° С на один перелив) и дополнительные трудозатраты. С этой целью раздаточные печи соединяют с плавильными стационарными или поворотными желобами, причем длина желобов должна быть минимальной. Пульта управления желательно размещать ближе к рабочему месту, чтобы обеспечить возможность визуального наблюдения с пульта за основными узлами агрегата и действиями рабочих. Ковшовые участки, стенды для подогрева ковшей, как правило, размещают на периферийных участках отделения в зоне действия подъемно-транспортного оборудования. При заливке форм с монорельсовых или безрельсовых устройств стенды для подогрева ковшей устанавливают вдоль трассы монорельсовых путей или на отводных и торцовых его участках.

На рис. 19, а, б показано плавильное отделение двухэтажного литейного цеха, в котором для каждого заливочного участка установлены отдельные плавильные агрегаты. Для плавки чугуна приняты закрытые вагранки с подогревом дутья и полной очисткой газов. Выдача металла происходит непрерывно через поворотные копильники с газовым обогревом.

Такое плавильное отделение соответствует литейному цеху, в котором производятся отливки из серого немодифицированного чугуна марок до СЧ 21—40 и модифицированного до СЧ 32—52. Мощность отделения 20—28 т/ч.

Основное оборудование для плавки и выдачи металла на разливку расположено на втором производственном этаже здания. Здесь установлены два блока вагранок (на два заливочных участка) производительностью 10—14 т/ч, поворотные копильники с газовым обогревом, топки рекуператоров, центральный пульт управления плавильным оборудованием, монорельсовая система транспортировки заливочных ковшей. На периферийных участках пролета размещены ковшовое отделение, лаборатория экспресс-анализа и стеллы для сушки и подогрева ковшей.

Участок навески шихты находится в соседнем одноэтажном пролете, обслуживаемом электрическими мостовыми кранами со съёмными магнитом и грейфером.

Металлическая шихта, кокс и флюсы поступают на участок навески из базисного склада в специальных контейнерах. Из контейнеров с раскрывающимся дном металлическая шихта подается в расходные встряхивающиеся бункеры с траковыми питателями, которые дозируют шихту в весовую тележку. Кокс, ферросплавы и флюсы подаются непосредственно из контейнеров, устанавливаемых над весовыми дозаторами. Вагранки загружаются наклонными бадьевыми подъемниками, имеющими по две позиции остановки для загрузки шихты: внизу для металлической шихты и несколько выше для кокса, ферросплавов и флюса. В самом верхнем положении заполненная бадья подъемника останавливается для разгрузки всей колоши в шлюзовую камеру загрузочного устройства вагранки.

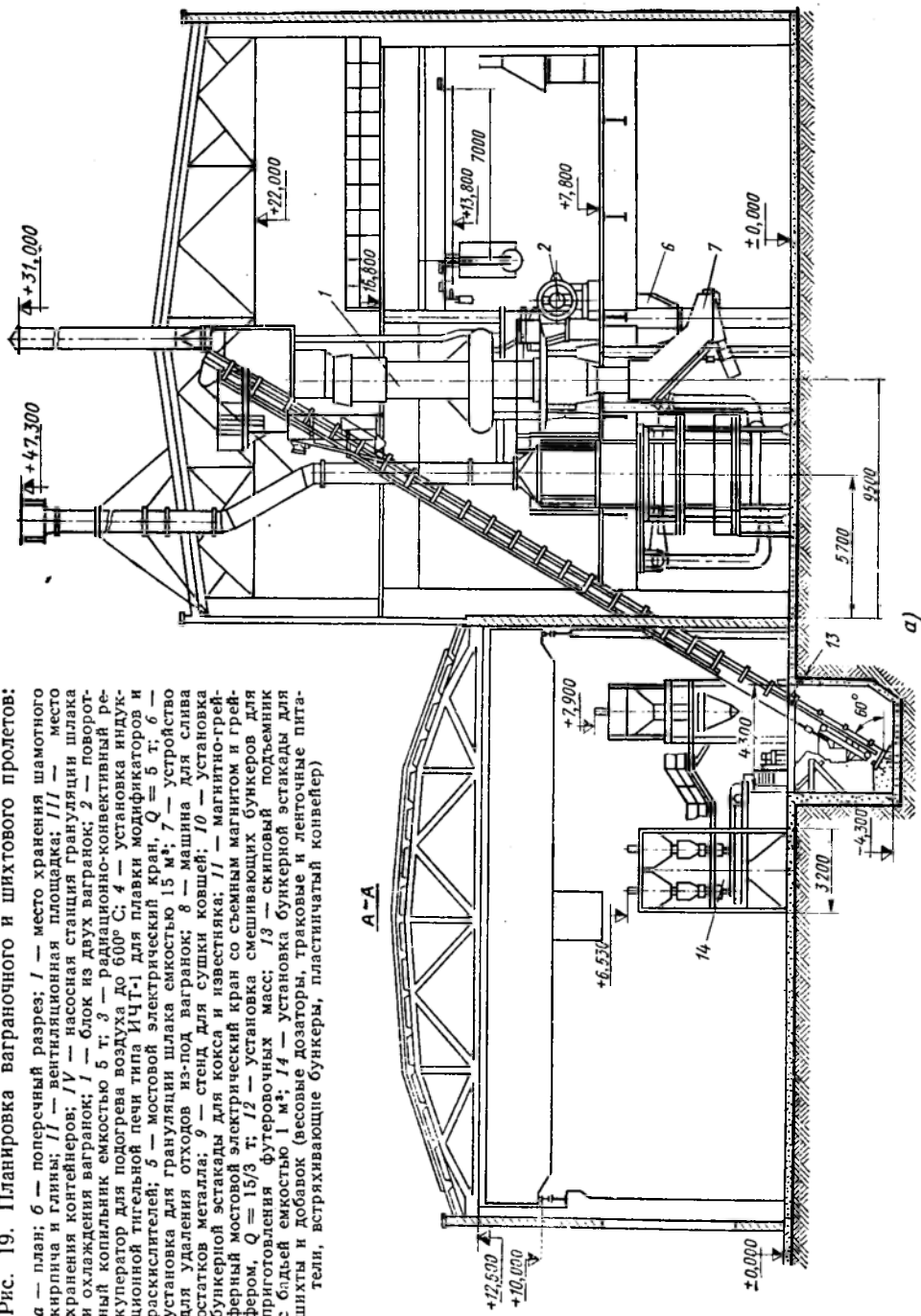
На первом этаже здания под вагранками размещают оборудование, не требующее постоянного обслуживания. Здесь расположены воздухоудки, насосные станции систем водяного охлаждения и гидрошламоудаления, устройства для накапливания и выдачи гранулированного шлака и ваграночного провала. На колошниковой площадке выше второго этажа также не требуется постоянное обслуживание оборудования, так как там расположены аппараты для очистки ваграночных газов от пыли, шлюзовые камеры для разгрузки шихты в вагранку, вентиляционное оборудование, дымовые трубы и лебедки подъемников для шихты.

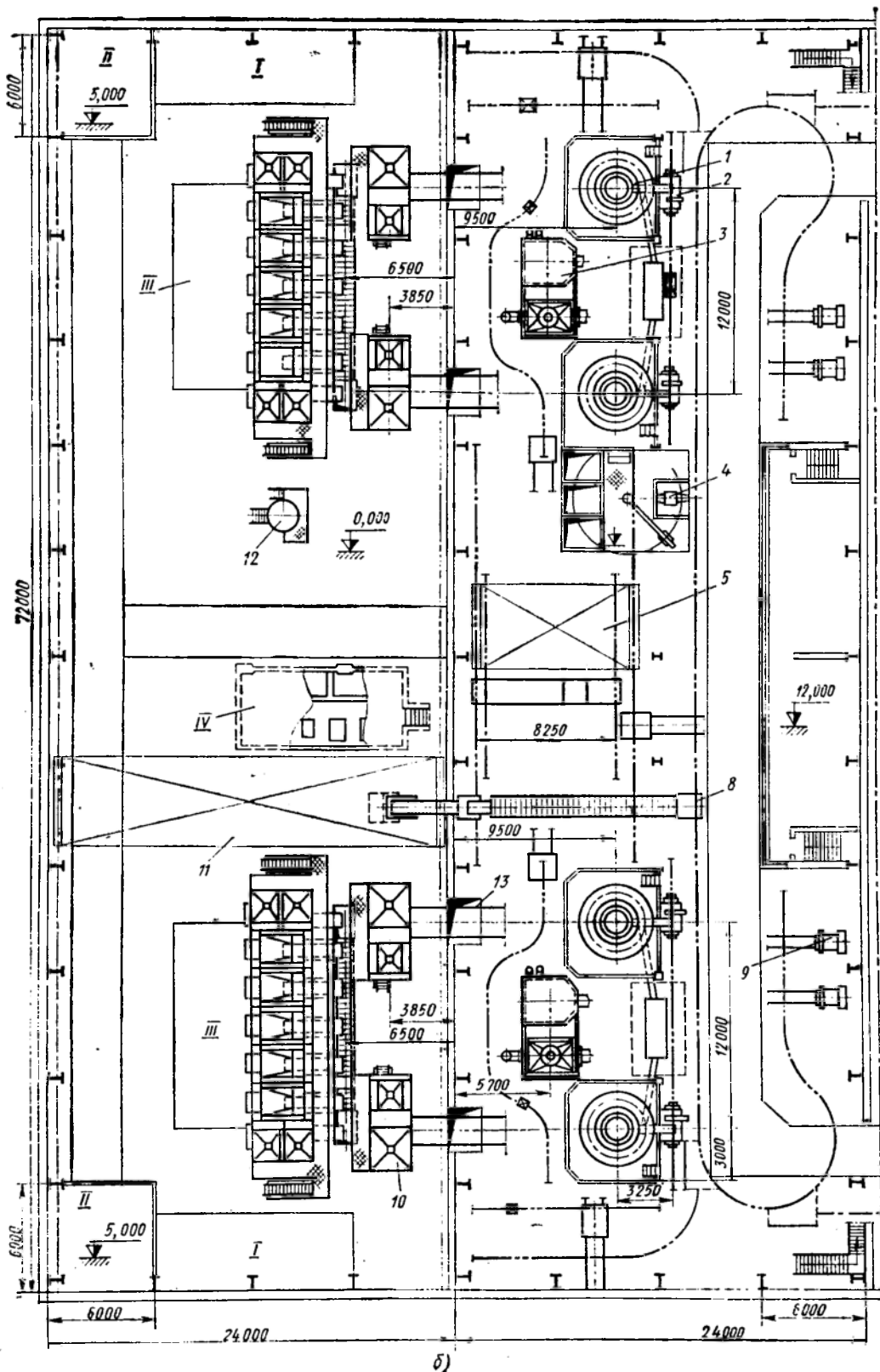
На рис. 20, а, б представлен плавильный цех двухэтажного чугунолитейного корпуса, предназначенного для выпуска широкой номенклатуры отливок разными сериями. В цехе установлено разнообразное плавильное оборудование: вагранки закрытого типа 30 т/ч; индукционные тигельные агрегаты из трех печей промышленной частоты типа ИЧТ 10/3-6; индукционный канальный и тигельные миксеры емкостью 16 т, позволяющие одновременно на разных участках цеха заливать формы металлом трех-четырёх шихт, выплавляемых как на твердой завалке в вагранке и тигельных печах, так и дуплекс-процессом вагранка + индукционный канальный миксер или вагранка + индукционная тигельная печь. Мощность отделения 17—30 т/ч ваграночного и 5—6 т/ч электрочугуна. Весь чугун можно выплавлять дуплекс-процессом вагранка + электропечь.

В плавильном отделении основную массу чугуна (65—75%) выплавляют в вагранке, где получают базовый чугун. Для выдачи этого чугуна на заливку используют канальный миксер, стабилизирующий состав и температуру чугуна. Для получения марок чугуна, отличных по составу от базового, применяют тигельные печи (миксеры), в которые добавляют необходимые компоненты (ферросплавы, графитизаторы, стальную обрезь) для изменения химического состава чугуна и получения необходимой температуры. Для получения легированных, низкоуглеродистых и других марок серого и ковкого чугуна используют индукционные тигельные печи, работающие на твердой завалке. Капитальные затраты на такое плавильное отделение больше,

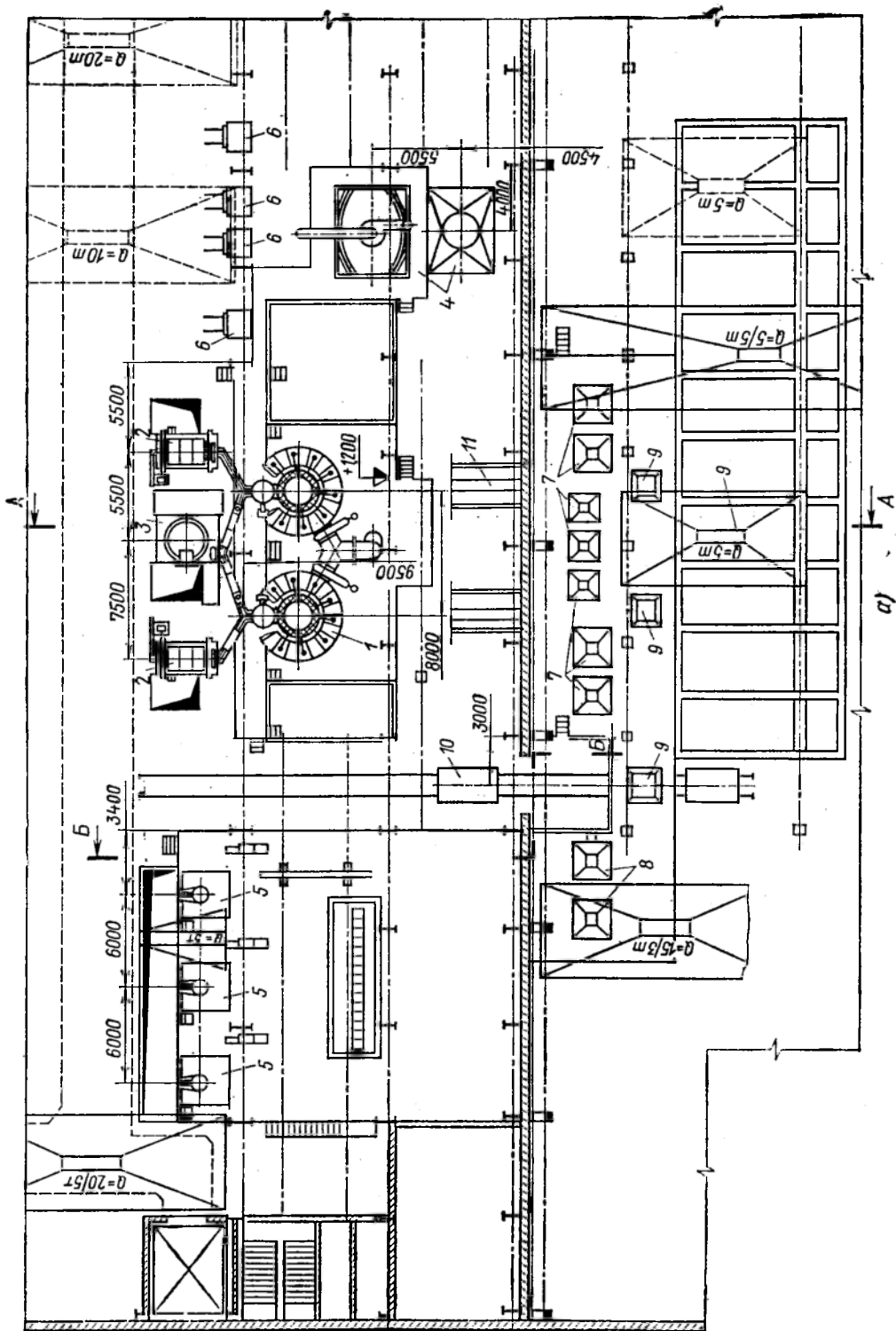
Рис. 19. Планировка ваграночного и шихтового пролетов:

а — план; 6 — поперечный разрез; 1 — место хранения шамотного кирпича и глины; 11 — вентиляционная площадка; 111 — место хранения контейнеров; 1У — насосная станция грануляции шлака и охлаждения вагранок; 1 — блок из двух вагранок; 2 — поворотный копальник емкостью 5 т; 3 — радиационно-конвективный рекуператор для подогрева воздуха до 600° С; 4 — установка индукционной тигельной печи типа ИЧТ-1 для плавки модификатора и раскислителей; 5 — мостовой электрический кран,  $Q = 5$  т; 6 — установка для грануляции шлака емкостью 15 м<sup>3</sup>; 7 — устройство для удаления отходов из-под вагранок; 8 — машина для слива остатков металла; 9 — стенд для сушки ковшей; 10 — установка бункерной эстакады для кокса и известняка; 11 — магнитно-грейферный мостовой электрический кран со съемным магнитом и грейфером,  $Q = 15/3$  т; 12 — установка смешивающих бункеров для приготовления футеровочных масс; 13 — скиповый подъемник емкостью 1 м<sup>3</sup>; 14 — установка бункерной эстакады для шихты и добавок (весовые дозаторы, траковые и ленточные питатели, встряхивающие бункеры, пластинчатый конвейер)





б)



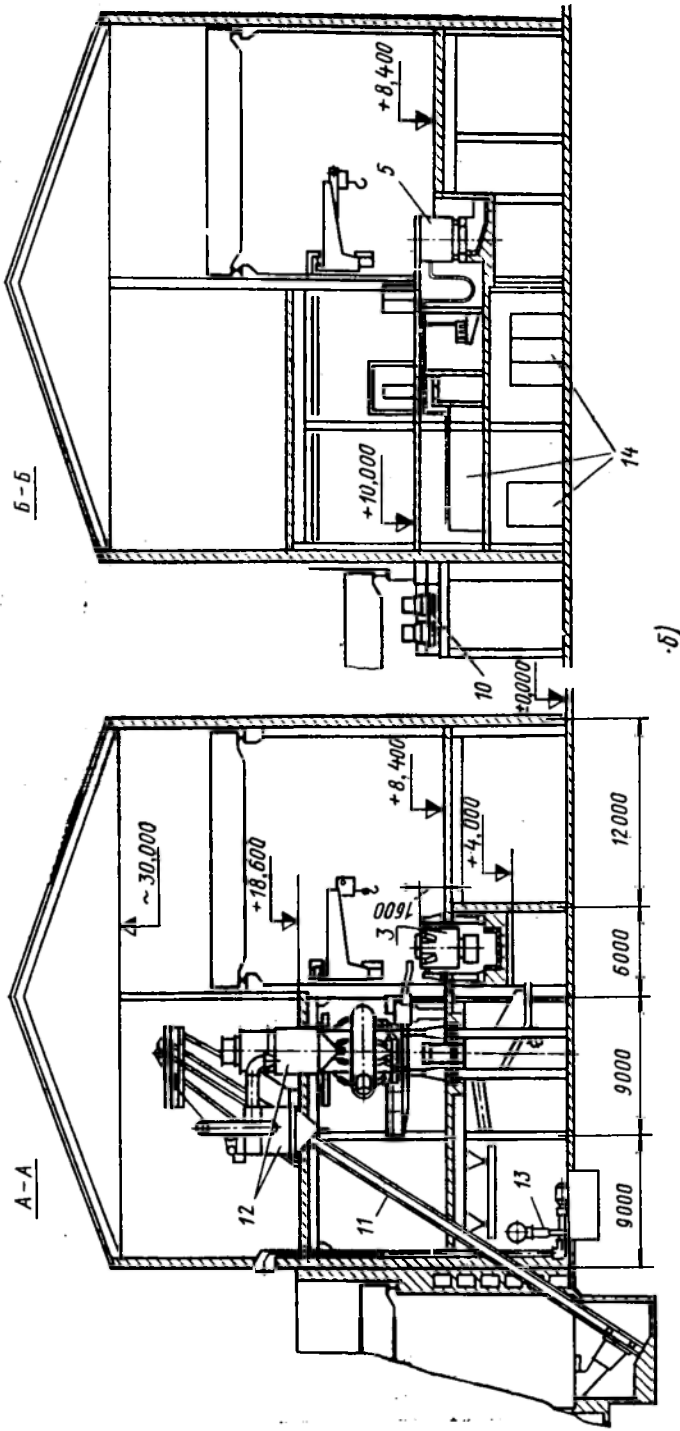
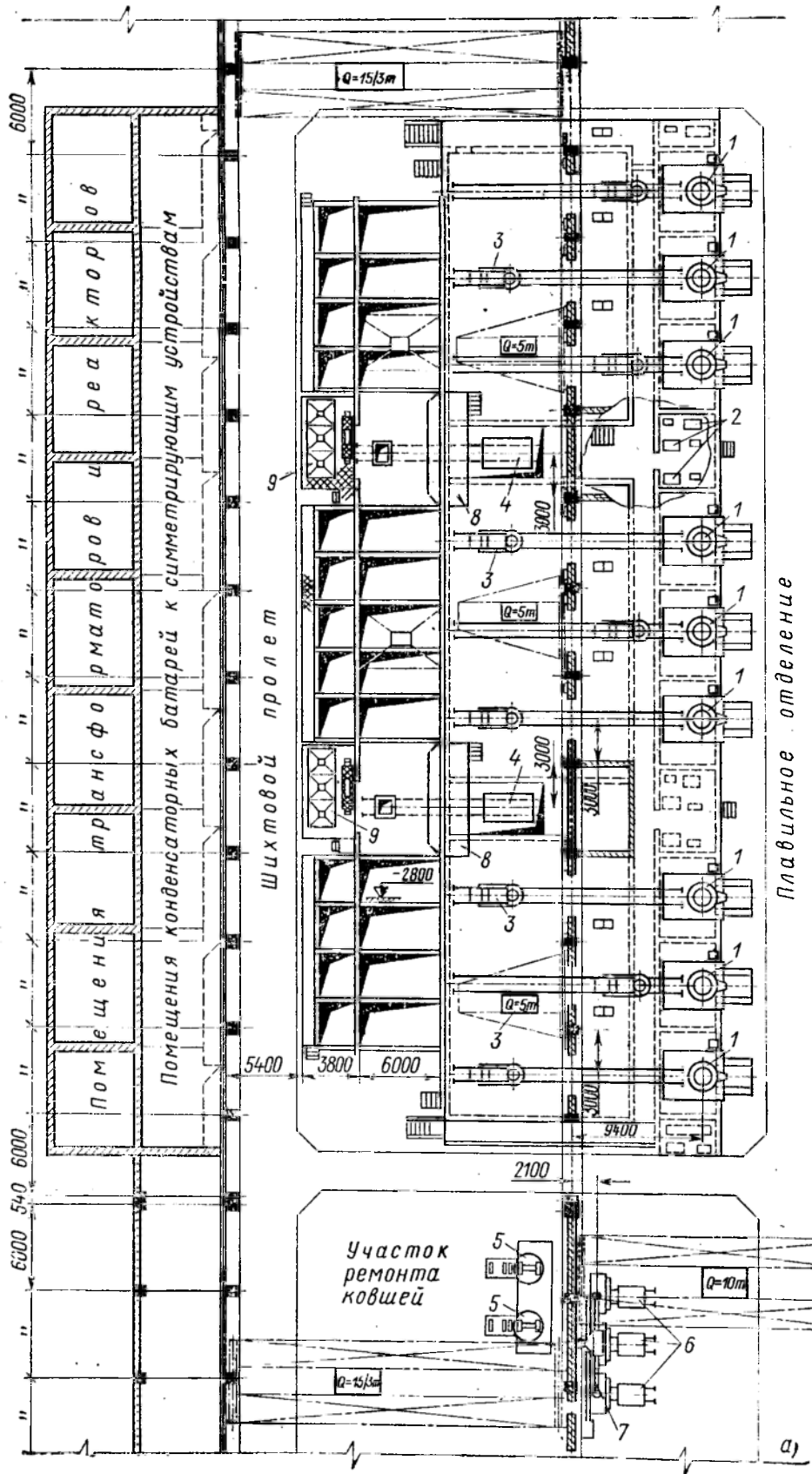


Рис. 20. Плавильное отделение чугулитейного цеха, оборудованное вагранками и индукционными печами:  
 а — план; б — разрез; 1 — вагранка с герметичным колошником; 2 — копилник с газовым оборотом; 3 — индукционная канальная печь; 4 — рекуператор; 5 — индукционные тигельные печи; 6 — стены для сушки с подогревом ковшей; 7 — установка для дозирования кошла, известняка, ферросплавов; 8 — установка дозирования стружки и Fe-сплавов в индукционные тигельные печи; 9 — система набора и вешивания шихты электромагнитной шайбой, крановыми и стационарными бункер-аппаратами; 10 — тележка для передачи шихты; 11 — подъемники наклонные для загрузки вагранок; 12 — система очистки ваграночных газов; 13 — воздуходувка; 14 — электрооборудование к тигельной печи



Плавильное отделение

а)

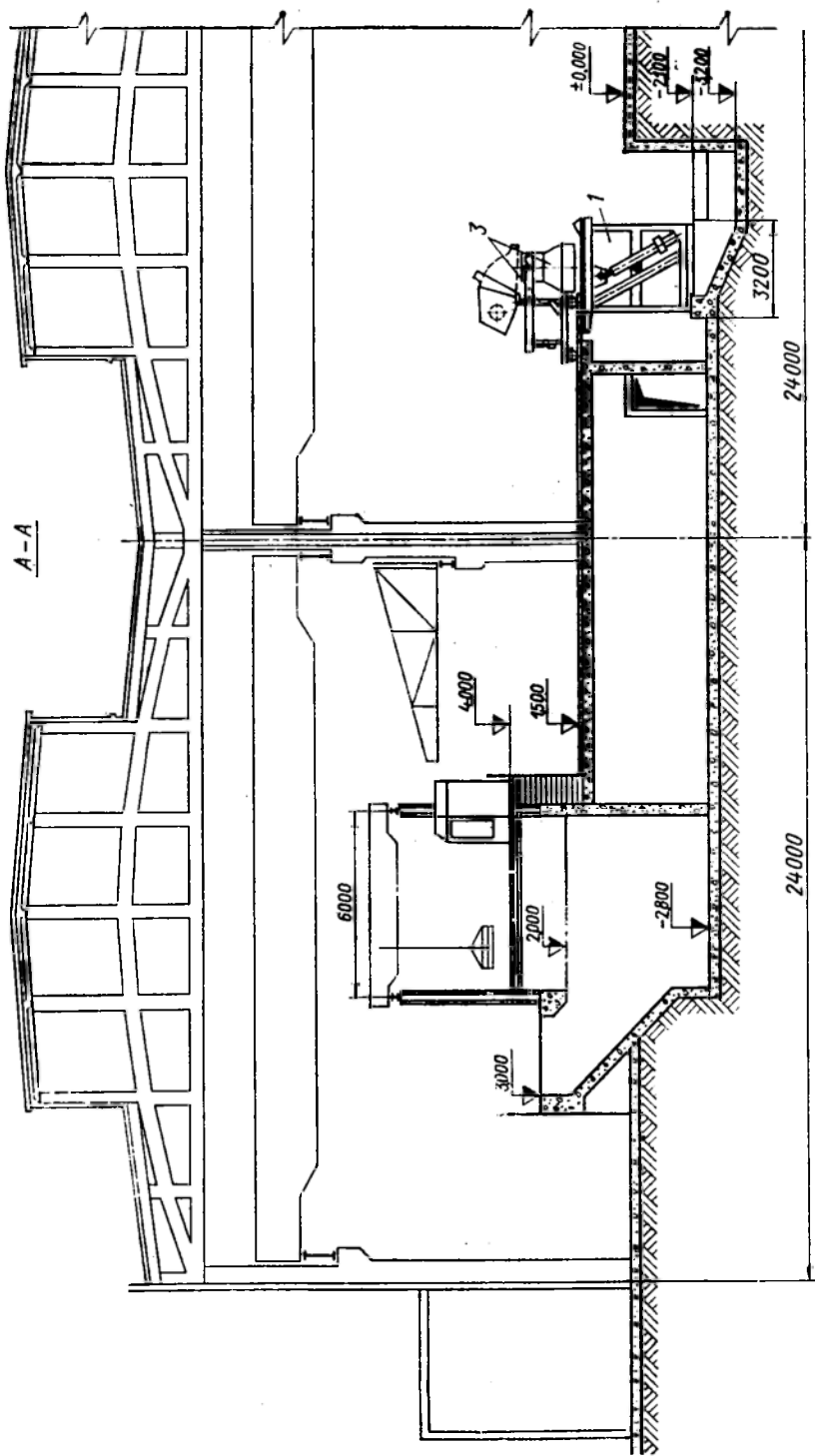


Рис. 21. Плавильное отделение чугунолитейного цеха с индукционными тигельными печами:

а — разрез; 1 — индукционные тигельные печи; 2 — насосные станции гидрприводов; 3 — установки для загрузки печей; 4 — тележка; 5 — смесители для футеровочных масс; 6 — стеллажи для подогрева и сушки ковшей; 7 — система вытяжки от стендов; 8 — пульт управления шихтовкой; 9 — установка дозирования ферросплавов

чем на отделение такой же производительности, описанное выше и оборудованное одними вагранками, но имеет большие возможности по выпуску любых марок чугуна.

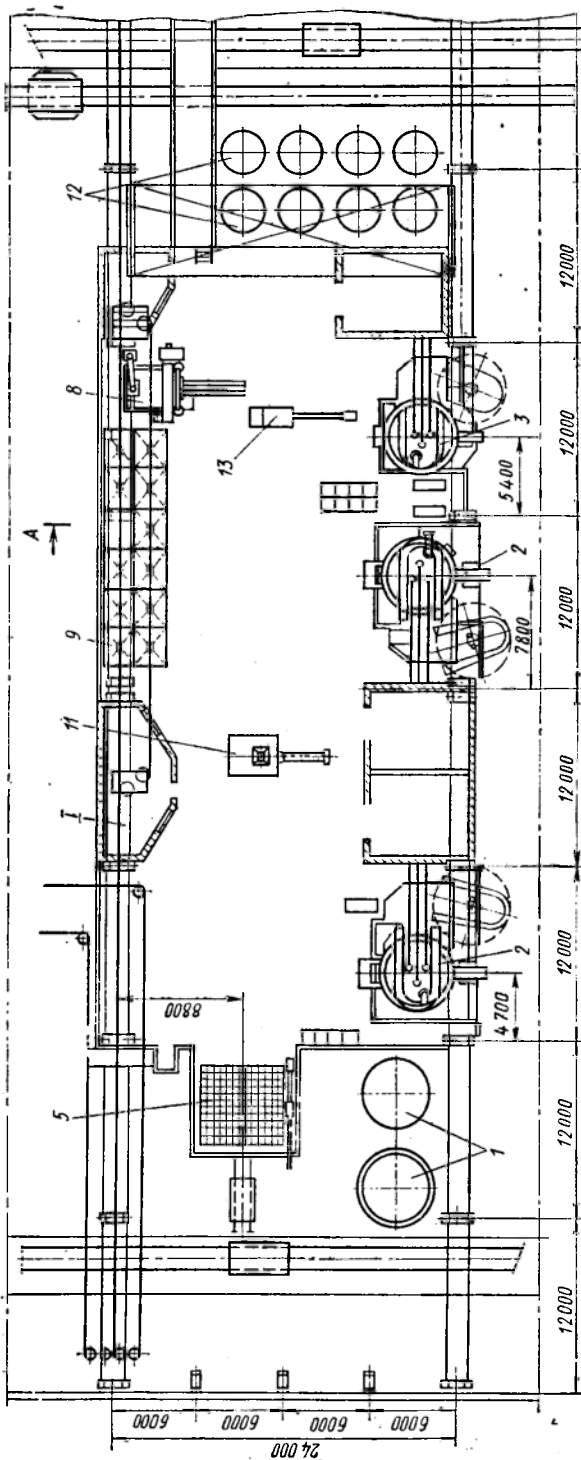
Основное оборудование, так же как и в описанном выше примере, размещено на втором этаже. Металл на заливку выдается крановыми ковшами, емкость которых определяется массой отливок.

Металлическая шихта поступает на участок навески из соседнего пролета — склада шихтовых материалов по наклонным лоткам и с помощью электрических кранов подается в расходные закрома.

Набор и взвешивание металлической шихты выполняется специальными мостовыми кранами, оборудованными электромагнитами с изменяющейся подъемной силой и тензометрическими крановыми весами. Набранная доза подается в бункерные весы для контрольного взвешивания и регистрации расхода шихтовых материалов.

Шихта для индукционных печей взвешивается с помощью таких же крановых весов и загружается в бадью с раскрывающимся днищем, установленную на передаточной тележке. Загруженная бадья мостовым краном подается на балкон второго этажа и электротележкой передается к тигельным индукционным печам. Шихта в эти печи загружается консольными передвижными кранами, которые устанавливают бадью с шихтой над тигелем индукционной печи и раскрывают ее днище.

На рис. 21, а, б представлена планировка плавильного отделения чугунолитейного цеха, оборудованного индукционными тигельными печами промышленной частоты. Из девяти тигельных печей шесть плавильных и три миксерных. Причем любой тигель может быть подключен как к плавильному, так и к миксерному трансформатору. Такой комплект оборудования позволяет лучше использовать установленную мощность — любой тигель после расплавления шихты в нем подключают к миксерному трансформатору и



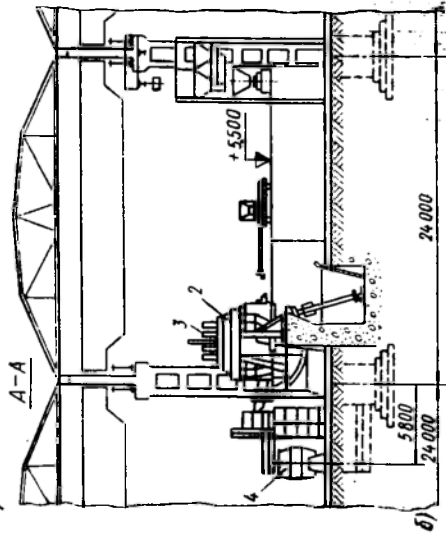
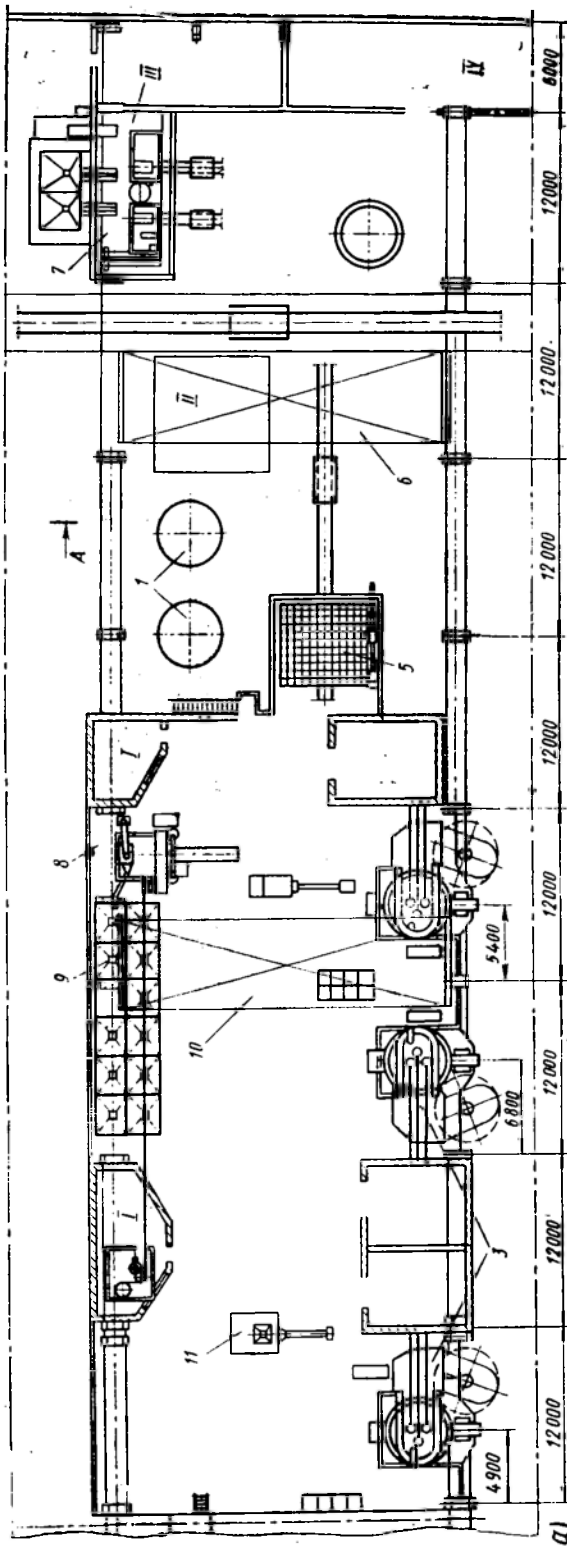


Рис. 22. Планировка плавильного пролета сталелитейного цеха среднего, крупного и тяжелого литья:

1 — плавильная электропечь ДСП-25; 2 — дуговая сталеплавильная электропечь ДСП-12; 3 — установка для выгрузки сводов электропечей; 4 — стеллаж для хранения электродов; 5 — установка для выгрузки сводов электропечей; 6 — мостовая электрическая кран среднего режима работы, Q = 10 т; 7 — мостовая электрическая кран для обжига руды и ферросплавов; 8 — установка для хранения добавок; 9 — мостовая электрическая кран тяжелого режима работы, Q = 50/10 т, кабина с кондиционированием воздуха; 10 — машина для загрузки в электропечи сыпучих материалов и скачивания шлака; 11 — машина для загрузки в электропечи сыпучих материалов и скачивания шлака; 12 — корыта для шихты; 13 — мульдозаручная машина; 14 — пульт управления; 15 — место крановой огнетопки; 16 — место складирования; 17 — место ремонтно-механической мастерской

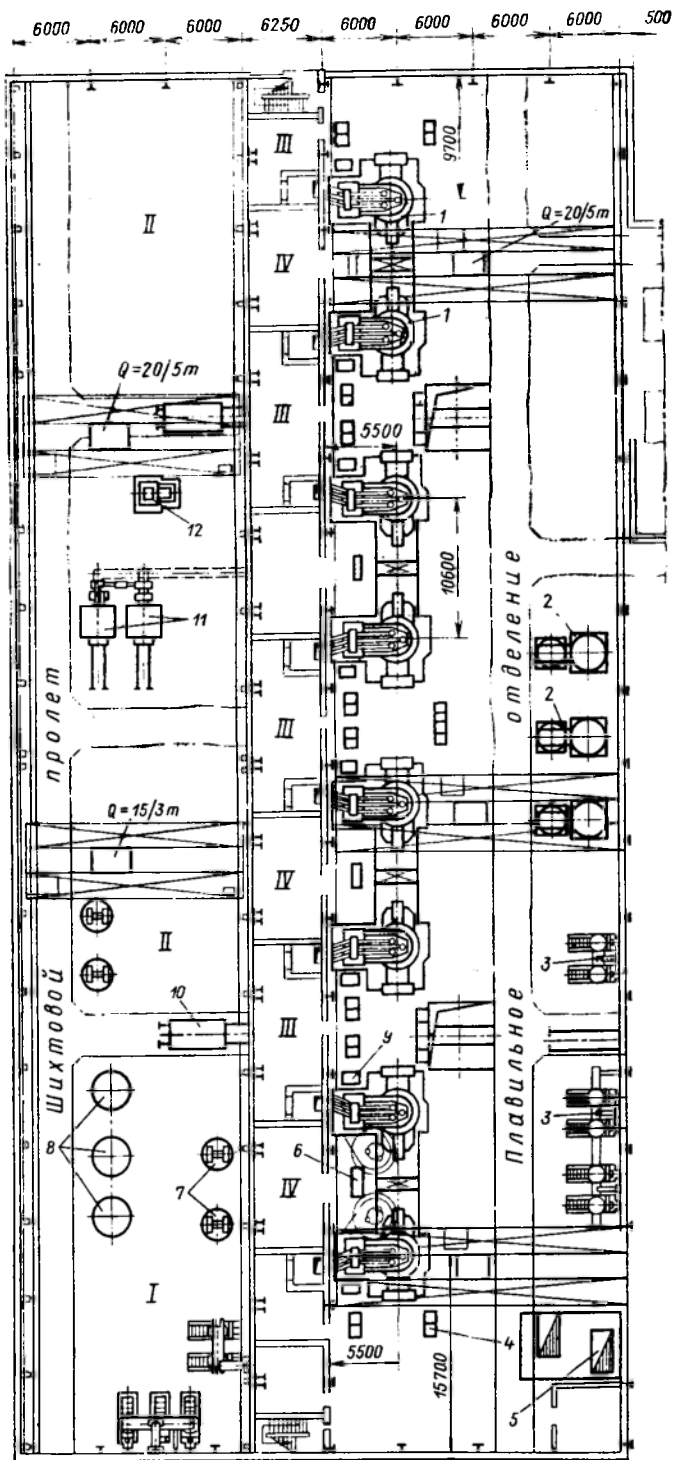


Рис. 23. Плавильное отделение сталелитейного цеха мелкого и среднего литья:

1 — участок ремонта ковшей и сводов; 11 — место для корзин с шихтой; 111 — электрооборудование дуговых печей; IV — место установки газоочистки; 1 — печи дуговые сталеплавильные емкостью 6 т; 2 — стенды для подогрева шихты; 3 — стенды для сушки и подогрева ковшей; 4 — контейнеры для легирующих добавок и флюсов; 5 — сушило для стопоров; 6 — станок для наращивания электродов; 7 — бегуны размалывающие и смешивающие для футеровочной массы; 8 — стенды для набора сводов; 9 — весы для легирующих добавок; 10 — тележки для передачи шихты; 11 — печь для отжига руды и ферросплавов; 12 — весы для корзин с шихтой

высвобождают плавильный трансформатор для плавки в другом тигле. Бетонные раздаточные закрома заполняют кусковыми шихтовыми материалами с помощью мостового крана с магнитной шайбой или контейнера с открывающимся дном. Затем специальный мостовой кран с магнитной шайбой набирает различные кусковые компоненты шихты и загружает их в воронку-весы, где взвешивается колоша для завалки печи. В эту же воронку

могут быть загружены чугунная или стальная дробленая стружка и ферросплавы из отдельных контейнеров с помощью весовых дозаторов и ленточного конвейера.

Готовая колоша пересыпается в бадью и на тележке подается в зону действия консольного крана, который и устанавливает ее на загрузочную тележку. Тележка передвигается в печной пролет и устанавливает бадью над открытым тиглем печи. После некоторой выдержки, когда шихта просушивается и подогревается, вся колоша загружается в тигель. Жидкий чугун отбирается из печи в ковши и транспортируется на заливку мостовыми кранами разливочного пролета. Высота рабочей площадки печей 1,5 м над уровнем пола, что позволяет обслуживать печи, очищать шлак и вести контроль за заполнением ковшей с металлом с пола цеха. Участок приготовления футеровочных масс расположен в пролете навески шихты. Стенды для сушки и подогрева ковшей размещены по периферии отделения, благодаря чему их системы вытяжки находятся вне действия кранов и не мешают их работе.

На рис. 22, а, б представлено плавильное отделение цеха стального литья для выплавки углеродистых, легированных и высоколегированных сталей для средних, крупных и тяжелых отливок массой до 20 т. Отделение, располагаемое в двух крановых пролетах шириной 24 м, состоит из участков подготовки и навески шихты, выплавки металла, подготовки футеровочных материалов, ремонта ковшей и сводов.

Металл выплавляют в дуговых электрических печах емкостью 12 и 25 т. Сталь из печей емкостью 12 т используют для отливок из легированных и углеродистых сталей массой до 2—3 т, а из печей емкостью 25 т — для отливок большей массы.

Шихта в корзинах подается на участок ее навески с базисного склада железнодорожным транспортом. В корзины, установленные на платформенные весы, добавляется легированный скрап, передельный чугун, лом. Ферросплавы и руду перед загрузкой в печь подвергают прокатке и подают в расходные бункеры, установленные на печной площадке. Эти материалы дозируются весовой тележкой и напольной безрельсовой мультзагрузочной машиной.

Для ремонта и набивки сводов в обоих торцах печного пролета предусмотрены стенды. Выбивку сводов выполняют на специальных стендах, оборудованных бункерами и тележками для уборки старых огнеупоров. Для ремонта и подготовки к плавке разливочных ковшей предусмотрены ковшовые ямы, стенды для сушки ковшей, для набора стопоров, а также стационарные сушилки для стопоров. Под площадкой для печей в печном пролете расположены электрооборудование, гидравлические станции и другие вспомогательные участки.

Плавильное отделение сталелитейного цеха мелких и средних отливок, расположенного в двухэтажном здании, представлено на рис. 23. На основном (втором) этаже размещены дуговые сталеплавильные печи и пульта управления, стенды для подогрева стопорных ковшей и автоматизированные передвижные стенды для заливки жидкого металла в формы на конвейере. Шихта подается в пролет навески шихты в корзинах автотранспортом из базисного склада.

На участке навески взвешивается шихта и догружаются корзины предварительно прокаленными ферросплавами и легированным ломом. В том же пролете расположен участок ремонта ковшей, набора сводов, приготовления огнеупорных материалов. Трансформаторные подстанции размещены на первом этаже в печном пролете. Система газоочистки отсасываемых из печей газов располагается за печами на площадках выше второго этажа вне зоны действия мостовых кранов.

## Глава IV

# ФОРМОВОЧНО-ЗАЛИВОЧНО-ВЫБИВНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТЛИВОК В РАЗОВЫХ, ОБЪЕМНЫХ, ПЕСЧАНЫХ ФОРМАХ

### 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМ

Литейные формы подразделяют на разовые и многократно-используемые. Разовые песчаные формы в свою очередь делятся на объемные и оболочковые (тонкостенные) формы. Многократно используемые (металлические) и оболочковые песчаные формы применяют в основном при специальных способах изготовления отливок (см. гл. XIII). Для изготовления машиностроительных отливок наиболее распространены разовые объемные песчаные формы. Последние делят на песчано-глинистые (сырые, подсушиваемые, сухие), песчано-самотвердеющие (СО<sub>2</sub>-процесс, ПСС, ХТС, ЖСС), песчаные с пленкой (V-процесс).

Прогресс способов уплотнения сырых форм с созданием соответствующего автоматического оборудования позволил повысить размерную точность изготавливаемых отливок и снизить трудоемкость их получения.

Точность отливок, изготавливаемых в упрочняемых формах, возрастает при использовании самотвердеющих смесей на оснастке.

### 2. ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА

Производство машиностроительных отливок малой и средней массы предусматривают в групповых потоках, специализированных по детальному признаку или по технологическому процессу в формах преимущественно одного размера.

Размеры и средняя металлоемкость (по массе годных отливок) разовых объемных форм для наиболее распространенных групповых потоков приведены в табл. 11.

Эффективность процесса формообразования в значительной мере зависит от коэффициента использования объема формы  $\eta_{\phi}$ . Теоретически  $\eta_{\phi}$  равен отношению объема модели и литниковой системы к общему объему формы. Для укрупненных проектных расчетов удобнее пользоваться усредненным отношением массы  $q$  годных отливок к объему формы  $V_{\phi}$ :

$$\eta_{\phi} = \frac{q}{V_{\phi}}.$$

Усредненные значения  $\eta_{\phi}$  для сырых и обычных упрочняемых форм приведены в табл. 11. Пользуясь указанным соотношением, можно по размеру и числу изготавливаемых форм ориентировочно определить мощность группового потока производства отливок. Имеется тенденция к увеличению размеров форм в потоке, что является существенным фактором, особенно для организации заливочных работ.

Оптимальные размеры форм и набор групповых потоков выбирают с учетом габаритных размеров и массы изготавливаемых отливок обычно без больших разрывов так, чтобы любая новая литая заготовка могла рационально размещаться в формах того или иного принятого потока.

Таблица 11. Оптимальный выпуск отливок для наиболее распространенных групповых потоков производства (при двухсменной работе)

Группы отливок по массе, кг	Размер опок в свету, мм		Средняя высота формы, мм		Коэффициент использования объема формы $\eta_{\text{ф}}$		Средняя масса годных отливок в форме $q$ , кг	Оптимальный выпуск формовочных линий, т/год, при системе остывания отливок в формах	
								одноразовой	специальной
	для чугуна	для стали	для чугуна	для стали	для чугуна	для стали			
<i>Безопочная формовка (с вертикальным разъемом)</i>									
<10	500×400	200	200	0,1	0,1	4	3,3—3,8	4,7—5,3	
<20	600×450	300	300	0,1	0,1	8	6,5—7,5	9,5—10,5	
<i>Крупносерийное и массовое производство отливок в опоках</i>									
<50	800×700	500	600	0,125	0,1	35	10—12	20—25	
10—100	1000×800	600	700	0,125	0,11	60	15—17	30—40	
20—150	1200×1000	700	800	0,13	0,11	110	—	30—70	
50—250	1400×1000	800	1000	0,15	0,11	170	—	40—100	
100—500	1600×1200	900	1100	0,18	0,15	320	—	30—90	
<i>Серийное и мелкосерийное производство отливок в опоках</i>									
<20	500×400	300	400	0,17	0,13	10	7—8	10,5—12	
20—100	800×700	600	700	0,15	0,13	50	12—13,5	18—20	
50—150	1000×800	700	800	0,16	0,14	90	8,5—10	17—20	
50—250	1200×1000	800	1000	0,17	0,13	160	11—13	23—26	
100—500	1400×1000	900	1100	0,2	0,16	250	15—17	30—34	
100—1000	1600×1200	1000	1200	0,21	0,18	400	—	19—22	
500—1000	2000×1600	1100	1200	0,2	0,18	700	—	20—23	
500—1500	2500×1600	1200	1400	0,21	0,18	1000	12—13,5	18—20	
1000—2000	2500×2000 (3000×1700)	1200	1400	0,21	0,18	1250	10—12	15—18	

Примечания: 1. Материалы таблицы используют в случае отсутствия технологических данных на часть или всю номенклатуру проектной программы.  
 2. Для стальных отливок массой 100—500 кг при серийном и мелкосерийном производстве одноразовая система не рекомендуется, для специальной системы остывания оптимальный выпуск 15—17 тыс. т.  
 3. В целях сокращения длины конвейера допускается формы располагать попеременно его оси.  
 4. Отливки массой >2 т рекомендуется заливать и охлаждать в неподвижном положении из-за длительного времени их остывания в формах.

Число отливок в форме принимают по технологическим картам (при массовом и крупносерийном производстве) или из технологических разработок и технологических ведомостей при меньшей серийности производства.

Подлежащие изготовлению отливки в номенклатуре проектной программы распределяют по видам сплавов с увеличением групп по массе. Число разовых объемных форм, которое должно быть изготовлено в течение года для выполнения проектной (приведенной) программы выпуска отливок, определяют заполнением формы 11 с учетом распределения отливок по поточным линиям, конвейерам, участкам того или иного специализированного литейного цеха.

ФОРМА 11. Определение годового числа форм

№ детали	Детали-представители	Марка металла	Число деталей в год	Масса		Внутренний размер опоки (длина X ширина X высота, верх/низ), мм	Число отливок в форме	Масса отливок в форме, кг	Число форм в год	Объем форм, м <sup>3</sup>	
				одной отливки, кг	на годовую программу, т					одной	на годовую программу
	Поточная линия № 1 и т. д.										

Для учета брака форм и отливок (в том числе и брака в механических цехах) рекомендуется к полученным итогам по каждой поточной линии (конвейеру), участку добавлять 4—6% годового числа форм.

В тех случаях, когда в условиях мелкосерийного и единичного производства вместо конкретной номенклатуры задана разбивка отливок проектной программы по группам по массе, годовое число форм рассчитывают определением средней металлоемкости форм для каждого потока или участка.

Годовое число форм, их размеры, средняя и максимальная металлоемкость являются основными исходными параметрами проекта литейного цеха в целом. На основе этих данных проектируют не только формовочное отделение, но и все остальные основные производственные отделения, которые его обслуживают.

Расчет годового числа форм хранят в архивных материалах проектного института. В проекте должны быть приведены итоги по форме 12. Расчетное

ФОРМА 12. Сводка числа форм

Поточные линии, конвейеры или участки	Группа отливок по массе, кг	Размер опок в свету (длина X ширина X высота, верх/низ), мм	Годовой выпуск		Число форм в час	
			отливок, т	форм, тыс. шт.	среднее	тактовое расчетное
Литейный конвейер с автоматами 22821	≤20	500×400×150/150	7 000	745	205	300
Литейный конвейер с автоматами АЛ91265СМ	20—100	800×700×300/300	14 000	298	82	120

(тактовое) число форм, изготавливаемых на линии в течение 1 ч, определяют делением среднечасового числа форм на коэффициент загрузки формовочного оборудования  $k_{з.ф} = 0,7 \div 0,8$ .

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ, УПРОЧНЕНИЯ, ЗАЛИВКИ, ОСТЫВАНИЯ И ВЫБИВКИ ФОРМ

Типовые технологические процессы изготовления разовых объемных песчаных форм приведены на рис. 24. Область применения технологических процессов дана в зависимости от массы производимых отливок из черных сплавов, которая приводится на этой схеме. Наиболее прогрессивные процессы, рекомендуемые для проектов новых литейных цехов с учетом серийности производства, на рис. 24 соответственно обозначены. Остальные технологические процессы используют в основном при реконструкции действующих цехов.

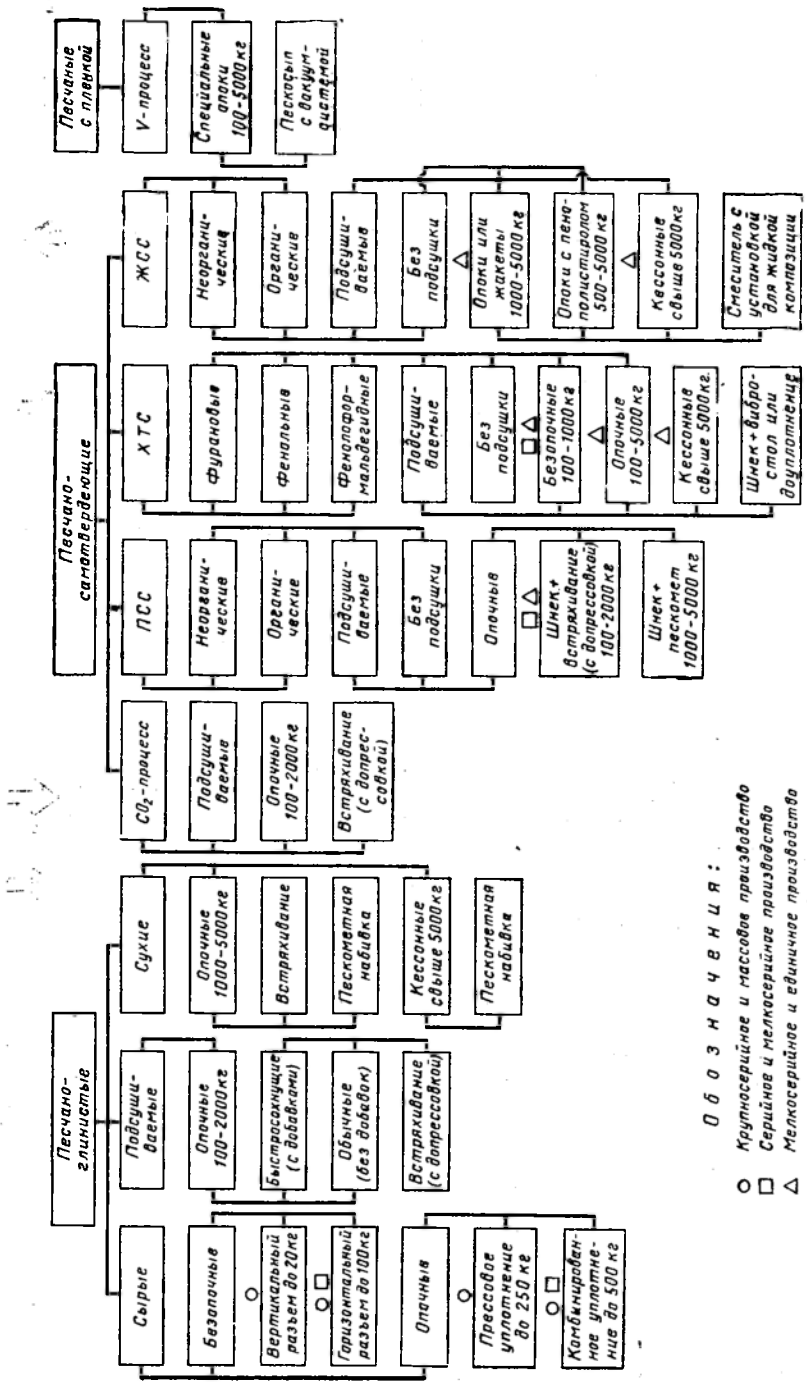
В условиях массового и крупносерийного производства в сырых песчаных формах изготавливают отливки из черных сплавов массой до 500 кг и более, при серийном, мелкосерийном и единичном производстве — до 100 кг. При небольшой серийности отладка технологии изготовления и конструкции отливки большей массы для производства в сырых формах занимает сравнительно много времени и обычно неэкономична. Для изготовления отливок средней (100—1000 кг) и большой (1000—5000 кг) массы в условиях серийного, мелкосерийного и единичного производства характерно применение различного вида упрочняемых форм из самотвердеющих смесей. Отливки из алюминиевых сплавов изготавливают преимущественно в сырых формах.

Следует учитывать рекомендации для некоторых технологических процессов: безопочная формовка с вертикальным разъемом рациональна для массовых или крупносерийных мало- или бесстержневых отливок; прессование под высоким давлением для сырых форм целесообразно преимущественно для отливок I и II групп сложности;  $\text{CO}_2$ -процесс применяют для изготовления форм для стальных отливок, а пластические самотвердеющие смеси (ПСС) — в основном для производства чугунных отливок; формы из холоднотвердеющих смесей (ХТС) дорогие, поэтому применяют их только в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Для стальных отливок можно применять ХТС на основе смол и катализатора, обеспечивающих содержание азота  $\leq 0,01\%$ , из-за повышенного брака по ситовидной пористости.

Применение форм из ЖСС для крупных и тяжелых отливок может быть рекомендовано при дальнейшем совершенствовании технологического процесса. Предпочтительнее ЖСС, не содержащие жидкое стекло, которое ухудшает выбиваемость форм и затрудняет многократное использование отработанной смеси без ее регенерации. Новый технологический процесс и оборудование вакуумной формовки под пленкой (V-процесс) разработан и запатентован в СССР японскими фирмами «Sinto Kogio, Ltd» и «К. К. Atika» (рис. 25). Подсушка форм из самотвердеющих смесей, помимо ускорения процесса и повышения прочности стенок форм, обуславливает использование водной краски, наиболее приемлемой в эксплуатации, так как не содержит легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), имеющих в самовысыхающей краске.

Использование для уплотнения сырых форм повышенного (8—15 кгс/см<sup>2</sup>) и высокого (15—40 кгс/см<sup>2</sup>) давления прессования по металлической модельной оснастке позволяет получать отливки массой до 100 кг по I классу точности (ГОСТ 1855—55, ГОСТ 2009—55) и 3—4 классам шероховатости



**П о з н а ч е н и я :**

- Крупносерийное и массовое производство
- Серийное и мелкосерийное производство
- △ Мелкосерийное и единичное производство

Рис. 24. Типовые технологические процессы изготовления разовых объемных песчаных форм

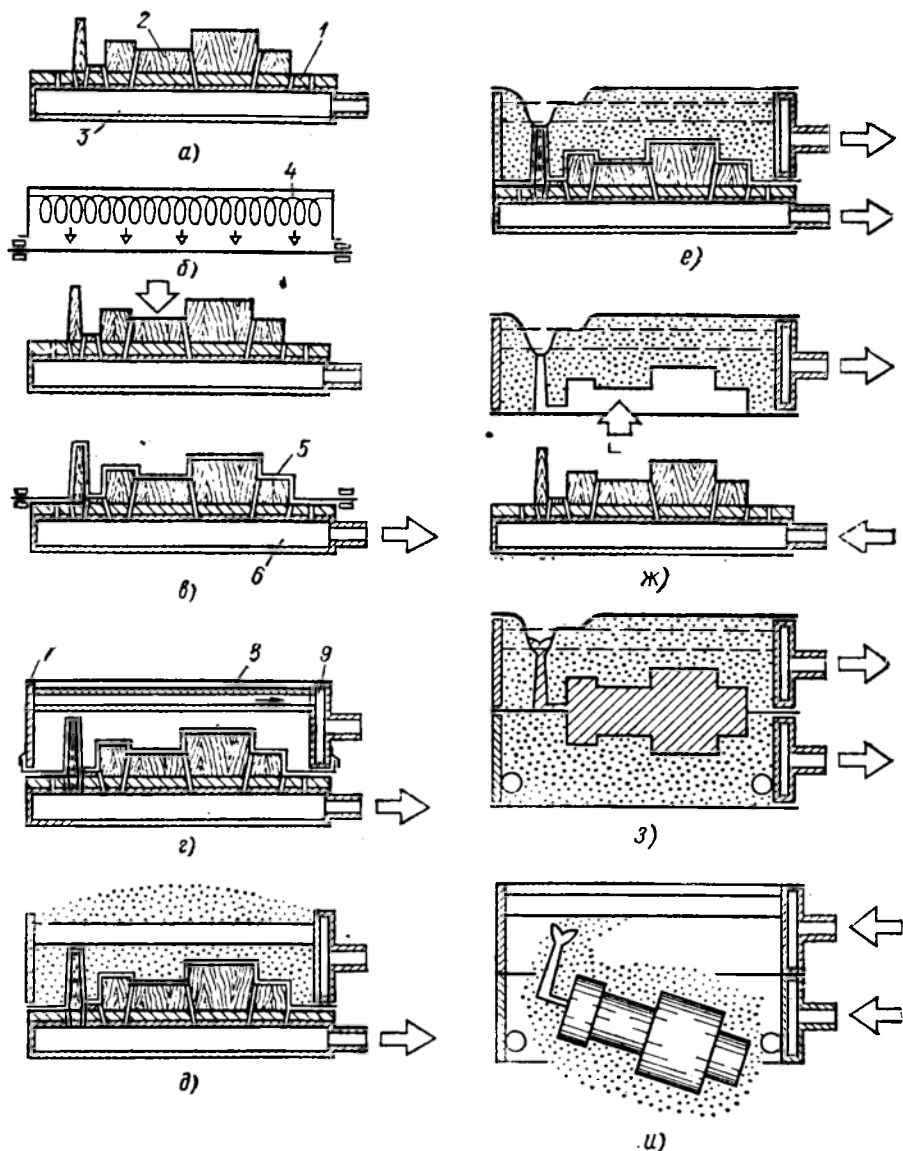


Рис. 25. Технологический процесс изготовления форм из сухого песка (без связующего) под пленкой с применением вакуума (V-процесс, «Giesserei», 1973, 60, № 21).

*а* — модельная оснастка; *б* — нагрев пленки; *в* — подключение вакуума; *г* — установка опки; *д* — засыпка в опоку песка с вибрацией; *е* — формовка литниковой воронки, наложение на поверхность контрлада синтетической пленки и подключение опоки к источнику вакуума; *ж* — съём полуформ с отключением вакуума от основания модельной плиты; *з* — сборка, заливка и остывание формы, подключенной к источнику вакуума; *и* — выбивка остывшей отливки с отключением вакуума и направлением песка через охлаждающее и пылеулавливающее устройства в бункер; *1* — модельная плита; *2* — модель; *3* — основание с вакуумируемой полостью; *4* — нагревательная спираль; *5* — синтетическая пленка (толщиной 0,05—0,1 мм); *6* — основание под действием вакуума ~0,5 кгс/см<sup>2</sup>; *7* — опока; *8* — отсасывающая труба; *9* — воздушный коллектор

поверхности (ГОСТ 2789—73). Использование комбинированных способов уплотнения (встряхивание с прессованием и др.) и металлической модельной оснастки обеспечивает возможность получения в сырых песчаных формах отливок массой до 500 кг по II классу точности и с поверхностью по 3—4 классам шероховатости.

При деревянной модельной оснастке и низком давлении допрессовки ( $\leq 2$  кгс/см<sup>2</sup>) отливки массой  $\leq 100$  кг в сырых формах получают в основном III класса точности и с поверхностью по 2—3 классам шероховатости.

Применение ПСС, CO<sub>2</sub>-процесса и других упрочняемых форм для отливок массой 2000 кг из черных сплавов дает возможность получить их по III классу точности и с поверхностью по 1—2 классам шероховатости. Использование ХТС для аналогичных отливок повышает их точность до II класса и шероховатость поверхности до 3—4 классов. Следует учитывать, что износ модельной и стержневой оснастки понижает точность изготавливаемых отливок не менее чем на один класс.

В техническом проекте в разделе «Технологический процесс, новая техника, механизация и автоматизация технологических процессов» дают краткое описание принятых технологических процессов по участкам формовки, сборки, заливки и т. д. Выпуск отливок по отдельным видам формовки (т/год) (в сырые формы с применением ХТС и т. п.) приводят в таблице «Сводные данные технологического процесса изготовления отливок».

При определении проектной продолжительности основных операций формовки, отделки, сборки и заливки используют технологические инструкции, общемашиностроительные нормативы времени, отчетные данные передовых действующих предприятий и паспортные данные применяемого оборудования с учетом серийности и намечаемого уровня механизации и автоматизации производства.

В табл. 12 приведены нормы продолжительности цикла подсушки форм в зависимости от их размера и типа облицовочной смеси. Расчетный такт заливки, выбивки, движения литейного конвейера (на 1 шаг) и возврата опок от выбивной решетки в секундах определяют в зависимости от суммарной тактовой (расчетной) производительности формовочного оборудования.

Таблица 12. Время цикла  $\tau$  и температура  $t$  подсушки форм в зависимости от типа облицовочных смесей и размера форм

Внутренние размеры опок, мм	Песчано-глинистая		С органическим связующим		С жидким стеклом (ЖСС)		Самотвердею- щая (ХТС)	
	$t$ , °C	$\tau$ , мин	$t$ , °C	$\tau$ , мин	$t$ , °C	$\tau$ , мин	$t$ , °C	$\tau$ , мин
1200×1000×400 1400×1000×500	380—400	45—60	250—350	30—45	230—280	—	80—...	20—30
1600×1200×600 2000×1600×600		60—75		45—60		30—45		30—40
2500×2000×600 (3000×1700×600)		75—90		60—75		45—60		40—50

Примечания: 1. Поверхностная подсушка форм рекомендуется для поточного производства с заливкой форм не позднее чем через 2—3 ч после сборки.  
2. Перед поверхностной подсушкой формы следует предварительно окрашивать.  
3. Для ЖСС рекомендуется предусматривать двухразовую подсушку и окраску. Время подсушки указано суммарное.

Рекомендуемое расчетное время отбора жидкой углеродистой стали из раздаточных или разливочных ковшей разной емкости: при емкости 4 т 12—15 мин; 6—8 т 18—35 мин; 16 т 23—45 мин. Нижнее значение интервала относится к механизированной заливке с дистанционным управлением.

Расчетное количество жидкого металла, подлежащее отбору из раздаточных ковшей, и их число принимают по емкости и производительности дуговых сталеплавильных печей.

Нормы продолжительности выдержки чугунных и стальных отливок в формах после заливки до выбивки (при естественном охлаждении) приведены в табл. 13 и 14.

При выдавливании из опоки пакета (кома) смеси с отливкой (без его разрушения) продолжительность выдержки отливок в формах определяется

Таблица 13. Нормы выдержки отливок в формах после заливки на конвейере или рольгангах до выливки (при естественном охлаждении)

Размер опок в свету, мм	Группа отливок по массе, кг	Максимальная масса отливки в форме, кг	Расчетный интервал температур выливки отливок из форм, °С	Время охлаждения отливок в формах, ч, при толщине стенок, мм		
				< 20	< 30	
<i>Отливки из серого чугуна</i>						
500×400 (без опок)	≤10	10	700—600 (500)	0,14—0,19 (0,25)	0,20—0,25 (0,39)	0,25—0,36 (0,54)
500×400	≤20	20	700—600 (500)	0,16—0,21 (0,31)	0,27—0,38 (0,57)	0,36—0,51 (0,76)
800×700	20—100	100	700—600 (500)	0,31—0,47 (0,7)	0,56—0,84 (1,27)	0,75—1,13 (1,7)
1000×800	50—150	150	700—600 (500)	0,40—0,55 (0,83)	0,7—1 (1,5)	0,9—1,3 (2,1)
1200×1000	50—250	250	600—500 (400)	0,77—1,23 (2)	1,3—2 (3,7)	1,7—2,7 (4,9)
1400×1000	100—500	500	600—500 (400)	1—1,6 (2,8)	1,78—2,84 (5,1)	2,5—3,9 (7,1)
1600×1200	100—1000	1000	500—400 (300)	—	4,1—7,4 (12,5)	5,6—10 (17)
2000×1600	500—1000	1000	500—400 (300)	—	4,1—7,4 (12,5)	5,6—10 (17)
2500×1600	500—1500	1500	500—400 (300)	—	4,5—8,1 (14,7)	6,0—10,7 (19,7)
2500×2000; 3000×1700	1000—2000	2000	400—300 (200)	—	9,0—16,8 (28,3)	11,4—22,4 (38)
<i>Отливки из ковкого чугуна</i>						
500×400; 900×600	≤10	10	700—600 (500)	0,15—0,2 (0,27)	0,22—0,27 (0,42)	—
600×500; 900×600	≤20	20	700—600 (500)	0,2—0,27 (0,39)	0,33—0,42 (0,7)	—
800×700; 1000×800	≤50	50	700—600 (500)	0,33—0,42 (0,66)	0,53—0,66 (1)	—
1200×1000	20—100	100	700—600 (500)	0,5—0,7 (1)	0,7—1 (1,5)	—
1400×1000	50—250	250	700—600 (500)	0,65—0,90 (1,4)	1,3—1,6 (2,6)	—
<i>Отливки из углеродистой стали</i>						
500×400 (без опок)	≤10	10	700—600 (500)	0,17—0,27 (0,42)	0,35—0,5 (0,8)	0,45—0,7 (1,2)
500×400	≤20	20	700—600 (500)	0,23—0,35 (0,52)	0,42—0,63 (0,95)	0,57—0,85 (1,6)
800×700	20—100	100	700—600 (500)	0,5—0,75 (1,2)	0,95—1,4 (2,1)	1,2—1,8 (2,7)

Размер опок в свету, мм	Группа отливок по массе, кг	Максималь- ная масса отливки в форме, кг	Расчетный интервал температур выливки отливок из форм, °С	Время охлаждения отливок в формах, с, при толщине стенки, мм		
				<20	<30	<50
1000×800	50—250	150	700—600 (500)	0,65—0,9 (1,4)	1,2—1,8 (2,7)	1,4—2,25 (3,75)
1200×1000	50—250	250	650—550 (450)	1—1,6 (2,6)	1,9—2,9 (4,7)	2,4—3,7 (6)
1400×1000	100—500	500	650—550 (450)	1,4—2,2 (3,7)	2,4—4,0 (7,2)	3,4—5,3 (9,2)
1600×1200	100—1000	1000	600—550 (450)	—	4,6—6,0 (11)	6,2—7,5 (13)
2000×1600	500—1000	1000	600—550 (450)	—	4,6—6,0 (11)	6,2—7,5 (13)
2500×1600	500—1500	1500	600—550 (450)	—	5,4—7,0 (14,2)	7,2—8,8 (16,5)
2500×2000; 3000×1700	1000—2000	2000	550—500 (450)	—	8—11 (17)	10—13 (20)
<i>Отливки из легированных сталей</i>						
500×400 (без опок)	≤10	10	650—550 (450)	0,21—0,34 (0,5)	0,42—0,63 (0,95)	0,57—0,95 (1,6)
500×400	≤20	20	650—550 (450)	0,29—0,43 (0,72)	0,52—0,79 (1,3)	0,7—1,25 (2,3)
800×700	20—100	100	600—500 (400)	0,76—1,2 (2)	1,4—2,1 (3,8)	1,8—3 (5,3)
1000×800	50—150	150	600—500 (400)	0,9—1,4 (2,3)	1,75—2,7 (4,4)	2,25—3,75 (6,2)
1200×1000	50—250	250	550—450 (400)	1,5—2,6 (3)	2,8—4,5 (5,6)	3,8—6,4 (8,2)
1400×1000	100—500	500	550—450 (400)	2,7—3,5 (4,5)	4—7,2 (8,6)	5,3—9,2 (12)
1600×1200	100—1000	1000	550—450 (400)	—	6—11 (14,5)	7,5—13 (18,5)
2000×1600	500—1000	1000	550—450 (400)	—	6—11 (14,5)	7,5—13 (18,5)
2500×1600	500—1500	1500	550—450 (400)	—	7—14 (19,3)	8,8—16 (24,5)
2500×2000	1000—2000	2000	500—400 (300)	—	11—24 (34)	13—30 (51)
3000×1700						

Примечания 1. Приведены данные для отливок полых со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней и болванок охлаждаются быстрее.  
2. За толщину стенки, определяющей охлаждение отливки в форме, принимают толщину массивных ее частей достаточных размеров, которые остаются медленнее, чем тонкие стенки.

3. Выдержку устанавливают в зависимости от конфигурации отливок в пределах интервала нормы времени. Время выдержки в скобках предназначено только для отдельных сложных отливок, склонных к образованию трещин, и для отливок из ВЧ.

4. Настоящие нормы выдержки отливок в форме после заливки до выливки применяются при отсутствии проверенных технологических данных по деталям проектной программы.

Таблица 14. Нормы выдержки отливок в опочных и кессонных формах после заливки металла до выбивки (при естественном охлаждении)

Толщина основного элемента, мм	Темпера- тура вы- бивки, °С	Время охлаждения отливок в формах, ч, при массе отливки, т								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Отливки из серого чугуна</i>										
21—30	400	8,9	10,7	—	—	—	—	—	—	—
	300	16,8	20,4	23,8	26,2	28,8	31,1	—	—	—
	200	(28,3)	(35)	(40)	(45)	(49)	(53)	—	—	—
31—50	400	10,4	12,8	14,7	16,8	18,0	19,5	20,8	22,1	23,2
	300	22,4	27,4	31,8	35,3	38,8	41,8	44,8	47,6	50
	200	(38)	(47)	(54)	(60)	(66)	(71)	(76)	(81)	(85)
51—80	400	15,2	18,6	21,4	23,8	26,2	28,2	30,2	32,2	33,7
	300	30	36,4	42,3	47	51,7	55,9	59,9	63,6	67
	200	(51)	(62)	(72)	(80)	(88)	(95)	(102)	(108)	(114)
81—125	400	22,9	27,8	32,2	35,7	39,4	42,6	45,9	47,5	51,4
	300	39,1	47,6	55,2	61,7	67	73,0	79,2	83,6	87
	200	(65)	(81)	(94)	(105)	(114)	(124)	(133)	(142)	(148)
<i>Отливки из углеродистых сталей</i>										
21—30	550	8	11	14	16	18	20	22	23	24
	500	11	15	19	23	26	30	34	37	40
	450	(17)	(22)	(27)	(32)	(36)	(40)	(44)	(46)	(50)
31—50	550	10	13	16	18	20	22	23	24,5	25
	500	13	17,5	22	26	30	34	37	41	43
	450	(20)	(26)	(31)	(36)	(41)	(45)	(49)	(52)	(55)
51—80	600	12	16	19	20	22	24	25	26	27
	550	15	20	25	29	33	37	41	43	46
	500	(24)	(32)	(39)	(45)	(50)	(55)	(58)	(63)	(66)
81—125	600	14	17	20	22	24	26	28	29	30
	550	18	22	27	31	35	39	42	45	48
	500	(30)	(40)	(47)	(54)	(60)	(66)	(70)	(73)	(77)
<i>Отливки из легированных сталей</i>										
21—30	500	11	15	17	20	22	24	26	27	29
	400	24	33	39	45	50	55	59	63	66
	300	(34)	(48)	(59)	(70)	(78)	(86)	(90)	(94)	(96)
31—50	500	14	17	19	22	24	26	28	30	32
	400	30	40	47	54	60	65	70	74	77
	350	(45)	(59)	(69)	(78)	(88)	(98)	(105)	(112)	(116)
51—80	550	16	20	23	25	27	29	31	32	34
	400	34	48	59	70	78	86	90	94	96
	350	(54)	(72)	(86)	(97)	(108)	(120)	(130)	(138)	(146)
81—125	550	20	24	28	32	36	40	43	45	48
	400	45	59	69	78	88	98	105	112	116
	350	(70)	(89)	(105)	(119)	(129)	(144)	(155)	(165)	(173)

Толщина основного элемента, мм	Темпера- тура вы- ливки, °С	Время охлаждения отливок в формах, ч, при массе отливки, т								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
<i>Тяжелые отливки из серого чугуна</i>										
31—50	400	45	55	—	—	—	—	—	—	—
	300	71	87	101	113	—	—	—	—	—
	200	(120)	(148)	(171)	(192)	—	—	—	—	—
51—80	400	44,3	54,5	63	71	77	84	89	94	99
	300	94,5	116	134	150	164	177	189	200	212
	200	(161)	(197)	(227)	(255)	(279)	(301)	(322)	(341)	(360)
81—125	400	65,3	80	92	104	114	122	131	139	153
	300	124	152	175	196	214	232	247	262	277
	200	(210)	(258)	(298)	(333)	(364)	(394)	(420)	(445)	(470)
126—200	400	95,7	117,5	136	152	166	180	192	203	214
	300	158	193	224	250	274	294	317	336	354
	200	(268)	(328)	(380)	(424)	(466)	(500)	(538)	(570)	(600)
<i>Тяжелые отливки из углеродистой стали</i>										
31—50	550	32	40	47	53	60	65	71	77	80
	450	55	67	81	94	105	116	128	138	148
	400	(74)	(92)	(110)	(123)	(140)	(157)	(170)	(184)	(194)
51—80	550	35	44	52	60	66	75	81	89	96
	450	61	73	88	100	114	128	140	152	162
	400	(92)	(120)	(142)	(165)	(185)	(208)	(229)	(250)	(272)
81—125	550	41	52	62	72	80	90	98	107	115
	500	66	80	95	109	124	137	151	164	177
	400	(110)	(144)	(168)	(192)	(216)	(240)	(254)	(288)	(312)
126—200	550	47	60	72	84	93	104	115	125	136
	500	74	92	110	125	140	157	170	184	194
	400	(158)	(215)	(260)	(308)	(344)	(385)	(416)	(448)	(480)
<p>Примечания: 1. Приведены данные для отливок полых со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней остывают быстрее.</p> <p>2. При мелкосерийном и единичном производстве для проектных расчетов рекомендуется принимать выдержку отливок в форме по данным для средней температуры выливки.</p> <p>3. Выдержка и выбивка из форм при более высоких температурах допускается для серийных отливок, технологию изготовления и конструкцию которых можно отработать.</p> <p>4. Выдержку в форме до наиболее низких температур (цифры в скобках) принимают для отдельных сложных отливок, склонных к короблению и образованию трещин, для отливок из ВЧ, а также при использовании форм из жидких самотвердеющих смесей.</p> <p>5. Настоящие нормы выдержки отливок в форме применяют при отсутствии технологических данных в этой части по деталям проектной программы.</p>										

как суммарное время остывания до выдавливания пакета смеси плюс время остывания отливки в коме смеси до его разрушения на разделительной решетке.

Искусственные методы ускорения охлаждения отливок правомерно сохранять как некоторый резерв производства при изготовлении отдельных подходящих по конструкции деталей.

#### 4. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОЛИЧЕСТВА

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготовляемых в разовых объемных формах, является применение автоматических и комплексно-механизированных линий. Для окупаемости затрат на установку формовочных линий их необходимо интенсивно использовать, кроме того, они должны обладать необходимой технической и технологической надежностью и ремонтпригодностью.

Для обеспечения протяжки моделей без разрушения полуформ применяют вибрацию, подогрев моделей и т. п. На некоторых зарубежных автоматических линиях для обеспечения качественной протяжки сложных моделей используют подачу сжатого воздуха в полость разъема.

К смесям предъявляются повышенные требования, и многие формовочные автоматические линии поставляются совместно со смесеприготовительными участками.

Данные о производительности и другие основные характеристики формовочного оборудования, выпускаемого в промышленном порядке, приведены в табл. 15.

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объема и серийности производства отливок (о производительности см. гл. 11).

Для изготовления сырых форм в условиях серийного и мелкосерийного производства наиболее целесообразно использовать формовочные блок-линии 22821 и АЛ91265СМ, устанавливаемые в количестве  $P_2 = 1 \div 3$  к общему литейному конвейеру для изготовления меняющейся номенклатуры отливок; они позволяют обеспечить более медленный такт сборки форм. Для крупносерийного и массового производства предназначены автоматические линии безопочной формовки с вертикальным разъемом стопочных форм АЛ-2002, для опочной формовки — КВ-301 и др.

Число производственных рабочих и обслуживающих формовочную автоматическую линию определяют по паспортным данным или по рабочим местам.

Производительность формовочной автоматической линии (т/год) может быть определена по формуле

$$qN_{\text{л}}\Phi_{\text{л}}k_3 \cdot 0,94 = B_1,$$

где  $q$  — средняя масса отливки в форме, т;  $N_{\text{л}}$  — тактовая (цикловая) производительность линии форм/ч;  $\Phi_{\text{л}}$  — действительный годовой фонд работы линии в течение года (3645 ч);  $k_3$  — коэффициент загрузки, отношение среднечасового количества форм к тактовой производительности линии;  $k_3 = 0,7 \div 0,8$ ; 0,94 — коэффициент потерь из-за брака отливок и форм.

С учетом приведенных данных формула принимает вид

$$2400qN_{\text{л}} = B_1.$$

Число необходимых формовочных машин, автоматов и автоматических линий рассчитывают по формуле 7 (см. гл. 11, п. 6).

Таблица 15. Оборудование для изготовления форм

Характеристика машин	Модель	Размер опоки, мм	Производительность, опок/ч (т/ч или м <sup>3</sup> /ч)	Усилие прессования, кгс/см <sup>2</sup>	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /опоку	Габаритные размеры машины, м	Масса, т	Заводы-поставщики оборудования (машиностроительная)
<i>Встраиваемые машины (Д — с депрессовой, В — для верхних опок, Н — для нижних опок, К — опоки с калтовкой)</i>								
Д	91271БМ	500×400×200	100	3,1	0,5	1,7×1,1×1,6	1,3	Усманский
Д	22111	500×400×200	145	2,1	0,5	1,2×0,9×1,7	1,4	»
Д	22211	500×400×200	130	2,1	—	1,8×0,8×1,8	2,1	»
К	232М	800×700×450	40	—	1	2,5×2,0×2,4	4	Павлоградский
К	254М	800×700×300	45	2,3	2,3	2,4×1,2×2,9	4	Волковский
Д	265М3	800×700×350	60	—	0,6	2,1×2,1×2,5	4,5	Усманский
Д	703М2	1000×600×250	40	—	1	2,0×1,7×1,9	3	Павлоградский
Д	255М	1000×800×350	45	2,1	2,3	2,6×1,4×3,4	6,5	Волковский
Д	267М	1000×800×350	45	3,75	1	2,6×2,6×2,9	7	Усманский
К	233М	1000×800×400	20	—	1,5	3,7×2,1×3,2	7	Павлоградский
К	ВФ-2,5	1200×1000×400	25	—	1	3,8×2,8×2,2	10,7	Усманский
В	ВФ-2,5	1200×1000×400	25	—	1	1,3×2,8×1,8	8,8	»
К	234М	1600×1200×500	17	—	4,5	4,4×3,2×4,2	13,3	»
К	235С1	2500×1600×700	10	—	18	5×4,5×4,8	39	Сиблитмаш
К	235М	2000×1600×700	12	—	9	5,2×3,5×3,7	21,3	»
К	236	2500×2500×800	5	—	—	5,6×5,2×5,8	55	»
Пресс формовочный	В-440М	900×600×125/250	240	—	—	4,9×4,6×6,7	38	»
<i>Пескометы формовочные</i>								
Стационарный Передвижной Мостовой	2Б93М 296М2 Н2033	R = 4,6 м	12,5 м <sup>3</sup> /ч	—	—	5,6×1,2×2,9	6	»
		R = 7,5 м	25 м <sup>3</sup> /ч	—	—	10,8×4,3×4,9	13,2	Станколит
		—	50 м <sup>3</sup> /ч	—	—	7,7×3,9×5,8	16	Сиблитмаш
<i>Установки для приготовления и раздачи ЖСС и ПСС</i>								
Периодическая ЖСС Для Периодическая ЖСС Для жидкой компо- зиции	19114М 19115М 18112	Замес 0,75 т	8 т/ч	—	—	6,8×4,7×6,8	15,6	Волковский
		Замес 1,2 т	12 т/ч	—	—	9,4×5,1×6,5	40	»
		Емкость 1,3 м <sup>3</sup>	4 т/ч	—	—	5,1×5,0×5,1	8,7	»

Характеристика машин	Модель	Размер опок, мм	Производительность, опок/ч (т/ч или м <sup>3</sup> /ч)	Усилие прессования, кгс/см <sup>2</sup>	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /опок	Габаритные размеры машины, м	Масса, т	Заводы литейного оборудования (машиностроения)
Непрерывная для ЖСС	19413	R = 2,2 м	5—10 т/ч	—	—	5,7×2,6	15	Павлоградский
Непрерывная для ЖСС	19415	R = 2,65 м	20—30 т/ч	—	—	7,6×6,3×7,1	21,7	»
Непрерывная для ПСС	19512	R = 3,5—7,5 м	20 т/ч	—	—	12,8×7,2×5,6	14,5	»
<i>Машины для приготовления ХТС</i>								
Шпектовый смеситель	4731	R = 1 м	0,8—1 т/ч	—	—	2,4×0,9×1,6	0,7	»
То же	4727	R = 2,35 м	3,5 т/ч	—	—	3,6×0,8×3,1	2,0	»
»	ЛП1029	R = 2,45 м	6 т/ч	—	—	3,6×1,2×3,4	2,0	»
»	4732	R = 2,63 м	10—15 т/ч	—	—	4,2×1,5×3,8	2,5	»
Вибростол	21424	1600×1250	q = 2,0 т	—	—	1,7×1,3×0,7	1,5	»
<i>Автоматические формовочные линии (с транспортными средствами и установками автоматической выблвки)</i>								
Безопочная с вертикальным разъемом, шестипозиционный автомат	АЛ-2002	600×450×180+300	360—480	40	—	—	—	«Красная Пресня»
Автомат встряхивающий с допрессовкой (1—3 шт.)	22821	500×400×150	150×P <sub>2</sub>	—	—	—	—	»
Автомат встряхивающий с допрессовкой (1—3 шт.)	8Л91265СМ	800×700×300	50—60×P <sub>2</sub>	—	—	14,5×8,0×4,3	3,6	Ивано-Франковский «Автомаш»
Прессовая линия	5840	900×600×250	180—240	40	—	78,0×9,3×4,65	211	Сиблитмаш
Линия встряхивающая с прессованием	КВ-301	1100×750×300	240	—	—	105,3×9,5×5,6	—	»

ФОРМА 13. Загрузка формовочных линий

№ п/п	Показателя	Номер формовочной линии			
		1	2	3	4
1	Наименование отливок или групп литья				
2	Годовой выпуск литья, т				
3	Размер форм в свету длина × ширина × высота, мм				
4	Число форм в 1 ч: среднее на программу по такту формовочных автоматов				
5	Шаг литейного конвейера, мм				
6	Число форм на площадке конвейера				
7	Скорость конвейера, м/мин: при среднечасовом выпуске форм при полной отдаче формовочных автоматов				
8	Длина охлаждающей зоны конвейера, м				
9	Время охлаждения залитых форм, мин: при среднечасовом выпуске форм при полной отдаче формовочных автоматов				

Сводные данные по формовочному отделению сводят в форму 13. Убыстрение такта изготовления форм в потоке (12 с и менее) в условиях массового и крупносерийного производства делает необходимым применение автоматической заливки. Установки для автоматической заливки выпускают с применением электромагнитного насоса, дозирующего разливочного ковша с индукционным подогревом, промежуточного стопорного (барabanного) ковша с дозированием металла и др. На рис. 26 приведена схема разливочного карусельного автомата производительностью 150—400 форм/ч.

Для механизированной заливки используют электрифицированные тележки или порталные краны с кабиной для оператора и дистанционным управлением передвижением и ковшем.

С развитием поточного производства усложнилась взаимосвязка работы формовочных и плавильного отделений. Для обеспечения бесперебойной заливки потоков готовых форм на одной линии предусматривают возможность одновременного изготовления отливок двух-трех наименований и планируют массу формуемых отливок в целях сужения диапазона изменения потребности в жидком металле. Необходимо предусматривать также накопители для готовых форм и промежуточные емкости для выплавляемого металла. Для нормального хода производства теоретически следует выполнять соотношение

$$(B \pm B_n) + (-N \pm N_n) = 0,$$

где  $B$  — потребность жидкого металла по массе для заливки в рассматриваемый период времени;  $B_n$  — потребность жидкого металла по массе (+) для заливки накопленных готовых форм;  $N$  — количество выплавляемого жидкого металла по массе в рассматриваемый период времени;  $N_n$  — количество накопленного или отобранного (+) жидкого металла по массе из миксера (копильника) в этот период.

Длина накопителя особое значение имеет для стальных отливок, для которых ее рекомендуется принимать из расчета на разливку двух стопорных ковшей (плавков) и возможности приемки готовых форм для третьего ковша (плавки).

При достаточной величине  $B_n$  можно несколько позже начинать выдачу жидкого металла в первую смену и вести плавку с повышенной производи-

тельностью, чтобы в конце второй смены, ко времени окончания работы формовочного отделения, завершить заливку всех форм на накопителе. Влияние изменения металлоемкости форм на взаимоувязку работы формовочного и плавильного оборудования рассмотрено в примере расчета относительно номинального фонда времени (табл. 16). Работа автоматической линии предусматривается без смены оснастки в течение 4 ч (1/2 смены). При тактовой производительности линии с учетом средней металлоемкости форм и  $k_{т.н} = 0,88$  потребность в жидком чугуне составляет 10 т/ч. По результатам

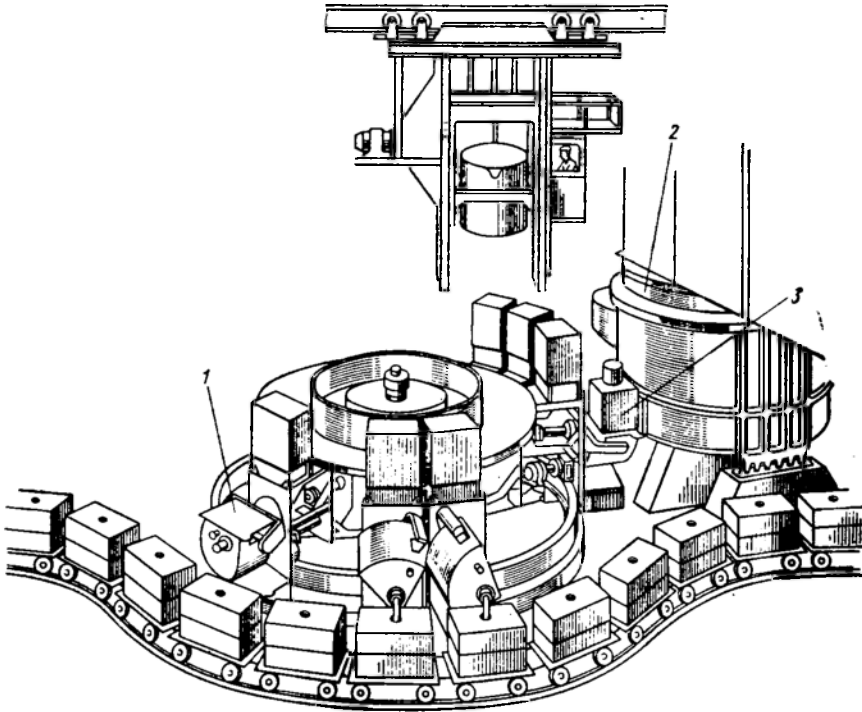


Рис. 26. Разливочный карусельный автомат производительностью 150—400 форм/ч:  
1 — каретки с ковшами, перемещающиеся по кольцевому монорельсу с помощью пневмопривода; 2 — раздаточная печь; 3 — дозатор

приведенного расчета ( $B_n$  и  $N_n$ ) выбирают размер накопителя ( $\sim 0,75$  указанной тактовой производительности линии) и емкость копильника или миксера (см. гл. III).

Таблица 16. Расчет взаимоувязки работы формовочной линии ( $k_{т.н} = 0,88$ ) и плавильного агрегата относительно номинального фонда времени (в т жидкого металла)

Смена	Коэффициент неравномерности $k_n$	Потребность в жидком металле		$N = 1,2 B$	$N_n$ (— избыток, + недостаток)
		$B$	$B_n$ (+ за-полнен)		
Первая: первая половина вторая половина	Минимальный 0,7	+28 = 7×4	0	-36 = 12×3	-8
	Максимальный 1,5	+60 = 15×4	+4	-48 = 12×4	+4
Вторая: первая половина вторая половина	1,3	+52 = 13×4	+8	-48 = 12×4	+8
	Средний 1	+40 = 10×4	0	-48 = 12×4	0

Эксцентрикковые и инерционные выбивные решетки изготовляют в промышленном порядке. Из них комплектуют четырех-, шести- и восьмисекционные выбивные решетки для крупных форм с накатными укрытиями и местными отсосами. Завод «Сиблитмаш» выпускает подобную выбивную установку мод. 431И4 грузоподъемностью 100 т с размером решетки 7000×5000 мм.

При поточном (конвейерном) производстве отливок массой до 1000 кг устанавливают автоматические выбивные установки различных конструк-

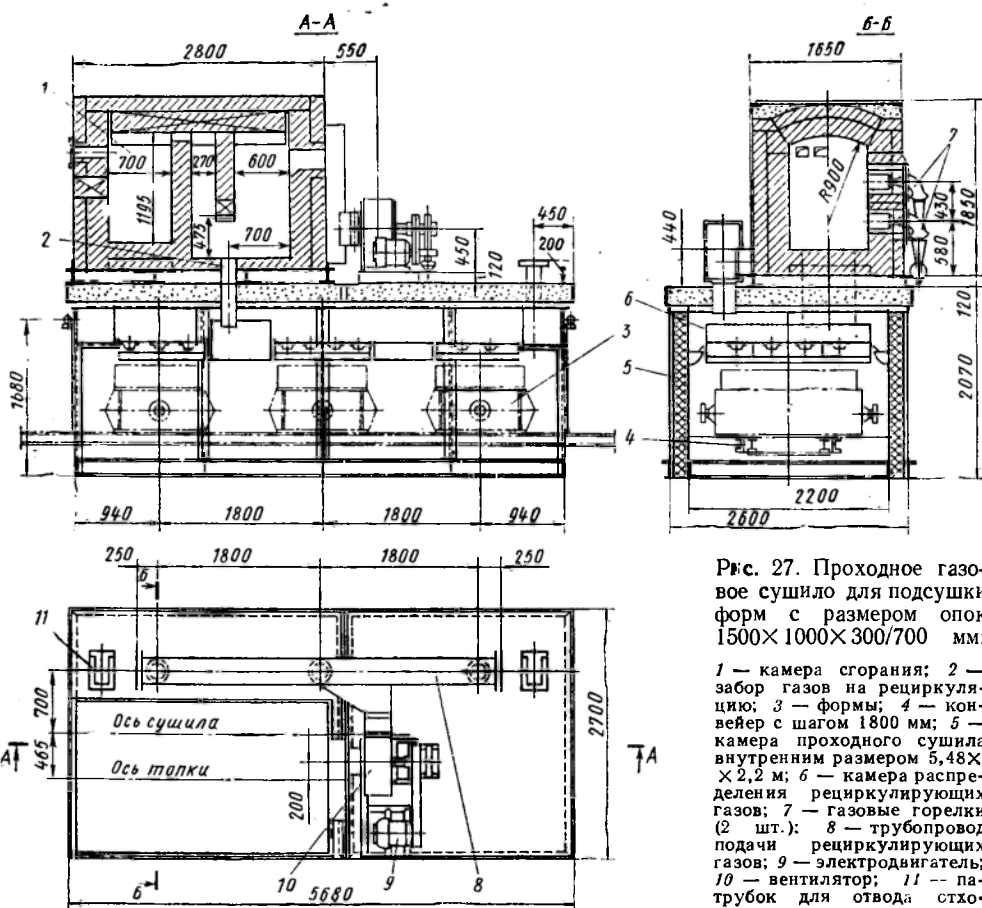


Рис. 27. Проходное газовое сушило для подсушки форм с размером опок 1500×1000×300/700 мм:

1 — камера сгорания; 2 — забор газов на рециркуляцию; 3 — формы; 4 — конвейер с шагом 1800 мм; 5 — камера проходного сушила внутренним размером 5,48×2,2 м; 6 — камера распределения рециркулирующих газов; 7 — газовые горелки (2 шт.); 8 — трубопровод подачи рециркулирующих газов; 9 — электродвигатель; 10 — вентилятор; 11 — патрубок для отвода стоющих газов

ций, входящие в комплект линии, или по образцам, отлаженным в действующих литейных цехах.

При выбивке форм выдавливанием с проваливанием пакета смеси и отливок на разделительную решетку последняя должна быть достаточной длины (6 или 6 + 6 м).

Для теплового упрочнения форм и подсушки водной краски используют сушила различных видов.

На рис. 27 изображено газовое трехместное проходное сушило для форм с размером опок в свету 1500×1000×500 мм (или 400, или 300 мм). Максимальная допускаемая высота полуформ с болваном 700 мм. Температура газов, используемых для подсушки форм, 350—400° С. Цикл подсушки 22,5 мин. Производительность сушила 8 полуформ/ч. Расход природного газа ( $Q_n = 8000$  ккал/м<sup>3</sup>) 32 м<sup>3</sup>/ч. Количество рециркуляционных газов, идущих на подсушку, 3150 м<sup>3</sup>/ч, отходящих газов 1500 м<sup>3</sup>/ч.

Необходимую длину и число сушил для поверхностной подсушки определяют в зависимости от принятой продолжительности цикла подсушки полуформ (см. табл. 12) и такта работы формовочного оборудования.

При плацевой и кессонной формовке для сушки опочных форм обычно применяют камерные сушила, работающие на естественном газе или мазуте. Формы в кессонах сушатся переносными сушилами с отводом продуктов сгорания топлива. Необходимое число камерных сушил определяют по формуле

$$P_1 = \frac{\omega m k_n}{\Phi_d V S},$$

где  $\omega$  — объем форм, которые должны быть просушены в течение года, м<sup>3</sup>;  $m$  — время цикла сушки форм с учетом времени разгрузки и загрузки сушила, ч;  $k_n$  — коэффициент неравномерности; для серийного и мелко-серийного производства  $k_n = 1,1 \div 1,2$ ; для мелкосерийного и единичного производства  $k_n = 1,2 \div 1,3$ ;  $V$  — внутренний объем камерного сушила, м<sup>3</sup>;  $S$  — коэффициент использования объема сушила,  $S = 0,15 \div 0,20$ .

Отношение расчетного числа камерных сушил  $P_1$  к принятому в проекте  $P_2$  определяет коэффициент загрузки  $k_3$  печного оборудования. В камерных сушилах для отливков массой 0,5—5 т полный цикл сушки форм из песчано-глинистых смесей в зависимости от их размеров составляет 6—12 ч, для форм из тех же смесей, но с органическими связующими 5—10 ч, для форм из ЖСС 2—5 ч. К этому времени добавляют продолжительность загрузки и выгрузки сушила, равную 2 ч.

Таблица 17. Нормы определения: числа мостовых и консольных кранов для обслуживания формовочно-сборочно-заливочно-выбивных участков

Группа отливок по массе, кг	Размер опок в свету, мм	Средняя масса годных отливок в форме, кг	Нормы продолжительности крановых операций, крано-часы на 1 т годных отливок					
			Формовка и сборка		Заливка		Выбивка отливок из форм	
			на конвейере	на плиту	на конвейере	на плиту	на конвейере	на плиту
50—250	1200×1000	160	1,05—1,15	1,25—1,4	0,15—0,2	0,2—0,25	0,3—0,35	0,35—0,4
100—500	1400×1000	250	1—1,1	1,2—1,35	0,1—0,15	0,2—0,25	0,25—0,3	0,25—0,3
100—1000	1600×1200	400	1—1,1			0,15—0,2		
500—1000	2000×1600	700	0,95—1,05	1,45—1,65	0,08—0,1	0,2—0,25	0,3—0,35	0,25—0,3
1000—2000	2500×2000	1250	1,2—1,3	1,4—1,6	—	—	—	0,3—0,35
1000—5000	(3000×1700) 2500×2500	1500—2000	—					
5000 и более	(4000×2500) Кессон	—	—	1,3—1,5	—	—	—	0,3—0,35

Примечания: 1. Опки выбиваются на механических выбивных решетках, кессоны очищаются от смеси мостовым краном и съемным грейфером.  
 2. Требуемое число мостовых и консольных кранов рассчитывают по максимальной загруженной смене.  
 3. В формовочно-сборочных отделениях число консольно-передвижных кранов составляет 30—50% общего числа кранов и уточняется в зависимости от числа рабочих мест сборки форм.  
 4. Возможность ноуимального использования кранов проверяют по длине зоны обслуживания, которая должна быть ≥ 20—30 м (для заливочного участка 30—40 м), и в случае несоответствия уточняют длину и число пролетов, а также число и соотношения консольных и мостовых кранов.  
 5. Допускается уточнение числа кранов с учетом степени механизации технологического процесса и при наличии хронометражных данных для проектируемого типа производства. Коэффициент загрузки кранов рекомендуется 0,7—0,9.

В табл. 17 приведены нормы для определения числа мостовых и консольных кранов для обслуживания формовочно-сборочно-заливочно-выбивных участков в крано-часах на 1 т годного литья в зависимости от группы отливок по массе.

Требуемое число кранов рассчитывают по формуле

$$P'_2 = \frac{B_1 \sum t_{оп}}{\Phi_d k_3},$$

где  $B_1$  — годовой выпуск отливок на участке, т/год;  $\sum t_{оп}$  — сумма затрат времени работы кранов на формовку-сборку, заливку и выбивку (согласно нормативам по табл. 17).

Результаты расчетов необходимого числа кранов проверяют в зависимости от длины участка (пролета), обслуживаемого одним краном. При необходимости длину пролета формовочного отделения уточняют.

## 5. КОМПОНОВКА АВТОМАТИЧЕСКИХ, КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ФОРМОВОЧНЫХ ЛИНИЙ

В состав комплексной формовочно-заливочно-выбивной линии входят формовочные автоматы, системы транспорта форм (опок, поддонов, перекладки грузов), выбивные установки и дополнительное оборудование и оснастка (автоматизированные заливочные установки, манипуляторы для установки стержней, комплекты поддонов, опок и др.).

Формовочные автоматы могут изготавливать поочередно или одновременно верхние и нижние полуформы. По другой системе один автомат изготавливает нижние полуформы, а другой — верхние.

Для перемещения модельных плит с одной позиции автомата на другую используют челночные или карусельные устройства, а также специальные линии для мелкосерийного производства со скользящей оснасткой. Важным является устройство для смены подмодельных плит в такте работы линий. Согласно теоретическим исследованиям, проведенным в МВТУ им. Баумана (работы канд. техн. наук О. А. Беликова и др.), структурные схемы формовочных автоматов классифицируются в зависимости от отдельного, совмещенного и отдельного или совмещенного проведения технологических, вспомогательных и транспортных операций по времени и по месту (пространству).

На однопозиционном автомате все рабочие операции совмещены по месту и разделены по времени. На большинстве современных (трехпозиционных челночных, двух-, четырех- или шестипозиционных карусельных) автоматов рабочие операции выполняются совмещенно и отдельно по месту и по времени.

У многопозиционных автоматов общее время изготовления полуформы больше, чем у однопозиционных, но производительность выше, а такт работы значительно меньше.

Для изготовления сырых форм по металлическим моделям наиболее часто применяют автоматы с унифицированными комбинированными способами уплотнения — встряхиванием с дифференциальным прессованием под повышенным давлением, пескодувно-прессовым и др. Для производства серийных и мелкосерийных мелких отливок переменной номенклатуры преимущественно по деревянным моделям применяют автоматы (машины) с комбинированным уплотнением встряхиванием и невысоким давлением прессованием, с верхней протяжкой модели для возможности формовки высоких болванов.

Взаимосвязью формовочных автоматов с различными видами транспортных систем для форм и их остывания до выбивки в основном определяются

компоновочные схемы различных формовочных автоматических и комплексно-механизированных линий.

При производительности линии 200—240 форм/ч требуется охлаждающая зона длиной 300—400 м. Для решения этой задачи применяют литейные конвейеры с двухшарнирной цепью, позволяющей изгибать трассу конвейера в горизонтальной и вертикальной плоскостях и давать дополнительные петли в двух, а иногда и в трех ярусах. Другое решение заключается в использовании многоветвевых линий для охлаждения форм на поддонах, в использовании этажных охладителей и т. п. Для обеспечения гибких связей между отдельными агрегатами линии, как правило, предусматривают соответствующие накопители для опок, для готовых форм и т. п.

При выборе линии следует проверять достаточность фронта и времени на установку стержней, заливку и длину трасс, необходимую для охлаждения отливок после заливки до выбивки форм. Для производства отливок средней и особенно большой массы в упрочняемых формах проектировщику придется иногда самому компоновать поточное изготовление отливок из отдельных агрегатов из-за отсутствия подходящих комплексно-механизированных линий. В таких случаях рекомендуется соблюдать рассмотренные ниже положения.

Формовочное и выбивное оборудование и межагрегатные транспортные средства следует располагать у литейного конвейера (или приводного рольганга) таким образом, чтобы в потоке не происходило разобщение комплекта и вращение опок вокруг вертикальной оси, чтобы опоки укладывались на модельные плиты и при сборке форм каждый раз в одинаковом положении. Поэтому в зависимости от расположения форм вдоль или поперек оси литейного конвейера (рольганга) формовочное оборудование и межагрегатные транспортные средства располагают различно (с поворотом на 90°). Определяющими факторами являются достаточность длины фронта и времени, отводимого для сборки форм. Сборку форм рекомендуется выполнять в неподвижном состоянии на специальных транспортных устройствах или непосредственно на литейном конвейере. В последнем случае скорость передвижения конвейера следует рассчитывать с учетом его простоя в процессе сборки наиболее сложных форм и такта заливочных и выбивных операций. При использовании приводных рольгангов формы собирают на поддонах, возврат которых должен быть учтен в схеме грузопотоков линии. Перестановка кранами собранных форм со стержнями в проектных решениях не допускается.

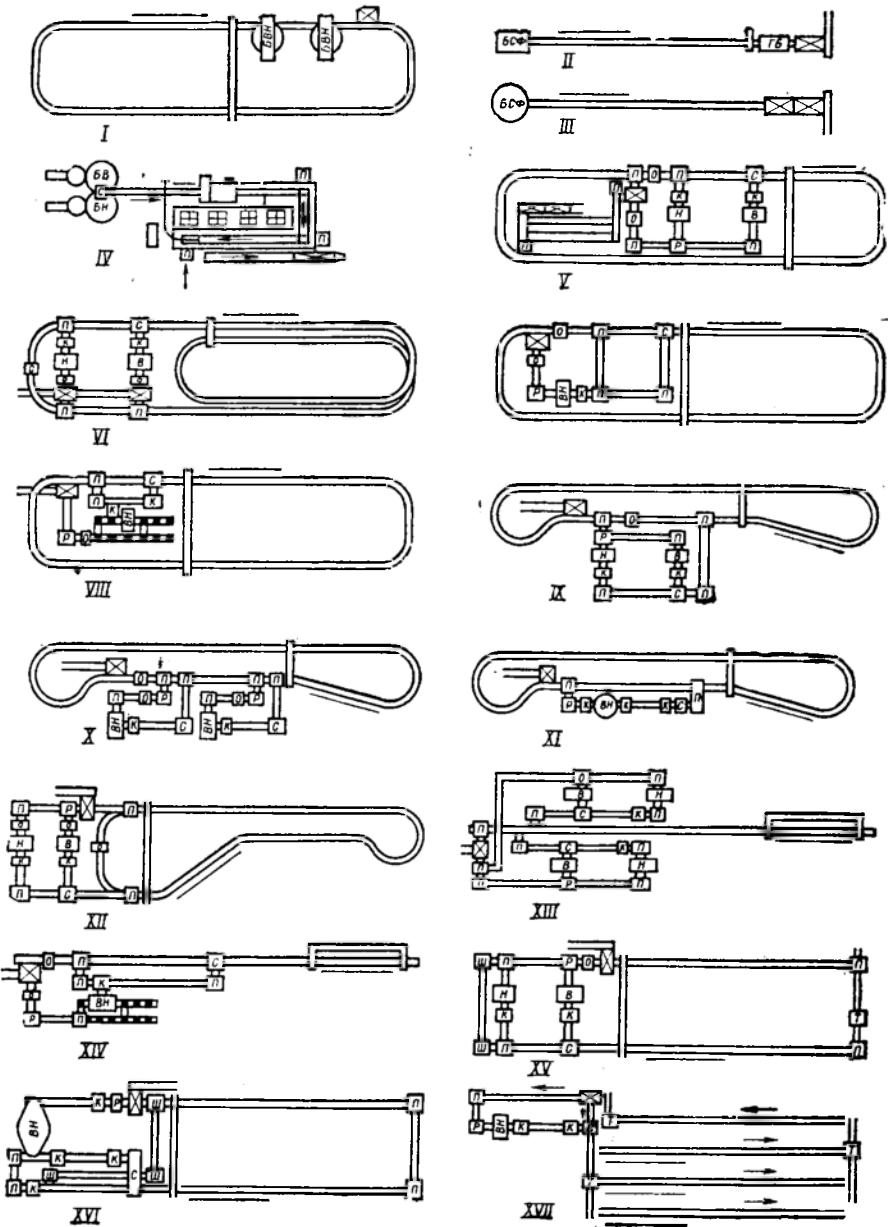
Схемы различных компоновок современных формовочных автоматических и комплексно-механизированных линий приведены на рис. 28. Их классификация построена в зависимости от технологического процесса, раздельного или совместного изготовления на автоматах верхних и нижних полуформ и взаимовязки формовочных агрегатов с основными транспортными средствами. Рассмотрены компоновки автоматических линий для безопочной формовки и для изготовления сырых форм в опоках комплексно-механизированных линий, пескометных и для изготовления форм из ХТС.

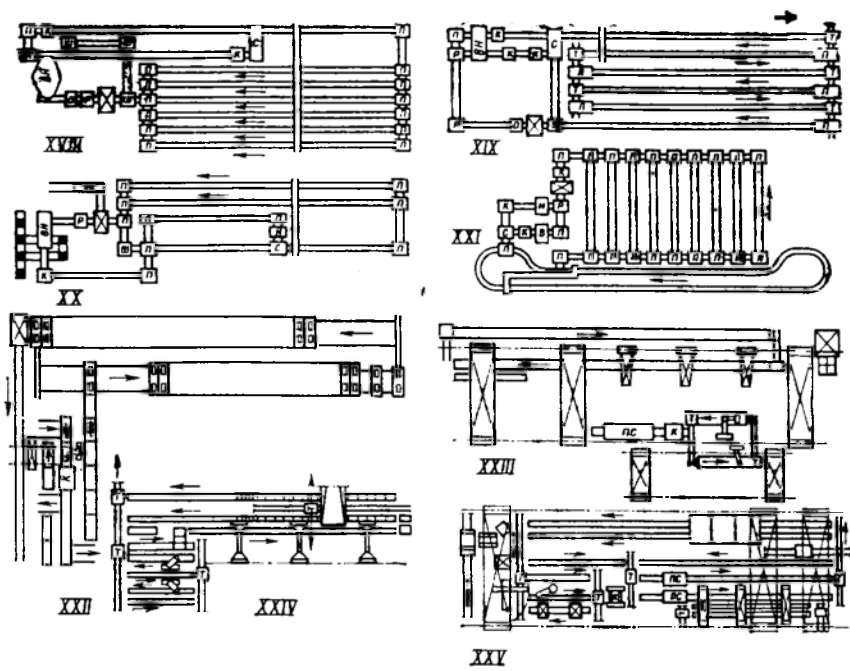
На схемах I—IV (рис. 28) показаны наиболее распространенные компоновки линий безопочной формовки (II, III — с вертикальным разъемом стопочных форм типа «Дизоматик» и отечественной мод. АЛ2002; I, IV — с горизонтальным разъемом парных форм, изготавливаемых на карусельных автоматах; IV — с автоматической заливкой и остыванием форм в этажных охладителях). На схемах V—VIII приведены различные размещения автоматов для изготовления сырых форм в опоках между ветвями горизонтально-замкнутого литейного конвейера. На схеме V имеются отдельные автоматы для нижних и верхних полуформ и дополнительное остывание отливок в пакетах смеси, извлеченных из опок на этажных охладителях. На схеме VI слишком близкое размещение выбивных установок у формовочных автоматов следует признать неудачным. На схемах VII и VIII автоматы изготов-

ляют поочередно — нижние и верхние полуформы. На схеме VIII у автомата имеется линия скользящей модельной оснастки. На схемах IX—XII приведены различные компоновки автоматов линий, установленных вне горизонтально-замкнутого литейного конвейера. На схемах XIII и XIV приведена компоновка линий с различными автоматами у вертикально-замкнутых литейных конвейеров.

Размещение автоматов сбоку (или в торце) литейного конвейера менее компактно, однако позволяет предусматривать накопители для готовых форм достаточных размеров и обеспечивать удобную подачу стержней.

На схемах XV и XVI приведены компоновки двухветвевых рольганговых линий, XVI — с карусельным двухпозиционным автоматом с перемещением форм на поддонах (трассы возврата поддонов имеют индекс III). Компоновки многоветвевых рольганговых линий с перемещением форм на





Обозначения:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>БВН  - автоматы безопасной формовки верхних и нижних полуформ</li> <li>БСФ  - автомат безопасной стопочной формовки (крутелый-карусельного типа)</li> <li>М  - автомат для нижних полуформ</li> <li>В  - автомат для верхних полуформ</li> <li>ВН  - автоматы для верхних и нижних полуформ</li> <li>ВН  - карусельные автоматы для верхних и нижних полуформ, тоже в двухпозиционном исполнении</li> <li>К  - кантователь</li> <li>В  - распаровщик овок</li> <li>О  - установка очистки опок или канвейера</li> <li>П  - перестановщик или толкатель</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Е  - сварщик форм</li> <li> - установка для выбивки</li> <li>Ш  - перекладка подопочных плит</li> <li> - линии скользящей оснастки</li> <li>ПС  - поверхностная падушка форм</li> <li>ГВ  - барабан для разрушения стопок</li> <li> - участок заливки</li> <li> - грузоположники</li> <li>Е  - траверсная тележка</li> <li> - траверсная тележка для двух форм</li> </ul> |
|--|--|

Рис. 28. Схемы компоновок автоматических и механизированных формовочных линий

поддонах приведены на схемах XVII—XX. Чем короче трассы возврата поддонов, тем компоновка линий более удачная (см. схему XX). На схеме XIX имеется трехпозиционный автомат с одновременной формовкой верхних и нижних полуформ.

На схеме XXI представлена линия с использованием для заливки форм горизонтально-замкнутого литейного конвейера и системы рольгангов для остывания залитых форм. Нижние полуформы имеют крестовины, так как формы перемещаются без поддонов. Подобное решение связано с необходимостью уборки просыпей под рольгангами и приемлемо для сравнительно небольших форм. На схемах XXII и XXIII приведены компоновки комплексно-механизированно-поточных пескометных линий со скользящей оснасткой (описание формовочного отделения с линией XXIII см. на с. 112, 113). На схемах XXIV и XXV приведены комплексно-механизированные линии для изготовления форм из ХТС. На схеме XXIV формы безопочные предназначены для чугунных отливок массой 100—1000 кг. Интересным решением на линии XXIV является остывание залитых форм в неподвижном состоя-

нии. На схеме XXV формы опочные (2200 × 1500 мм). Более подробно работа этих линий описана на с. 101, 111.

Для комплексно-механизированных линий для упрочняемых форм важное значение имеет оснащение сборочного участка грузоподъемными средствами (см. схемы XXIII—XXV).

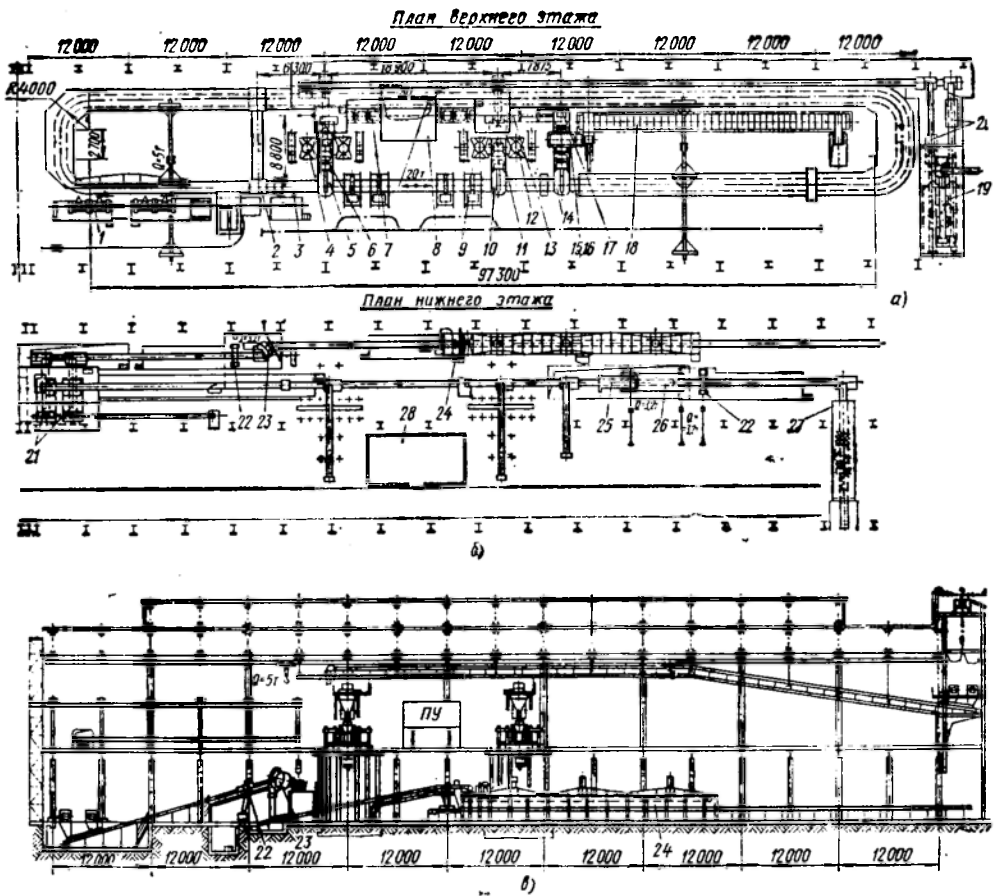


Рис. 29. Установка автоматической формовочной линии KB-301:

а — план на отметке +8,4 м; б — план на отметке ±0,0 м; в — разрез по формовочному отделению; 1 — автоматизированная заливочная машина; 2 — устройство для перекалывания грузов; 3 — пульсирующий литейный конвейер с гидроприводом; 4 — трехпозиционный автомат для верхних полуформ; 5 — устройство для сборки форм; 6 — кантователь для контроля верхних полуформ; 7 — роликовый конвейер для возврата опок; 8 — пульт управления линией; 9 — устройства с кондуктором для установки стержней; 10 — устройство для установки нижних полуформ на литейный конвейер; 11 — кантователь для нижних полуформ; 12 — трехпозиционный автомат для нижних полуформ; 13 — устройство для разъединения опок; 14 — устройство для передачи залитых форм на выбивку; 15 — устройство для выдавливания пакета смеси с отливкой; 16 — устройство для очистки опок; 17 — перестановщик опок на конвейер; 18 — конвейер для охлаждения пакетов смеси с отливками; 19 — бункеры смесеприготовительного отделения; 20 — разрыхлители готовой смеси; 21, 26 — виброгрохоты; 22 — магнитный сепаратор; 23 — гомогенизатор с увлажнением смеси; 24 — камера охлаждения смеси продувкой воздуха; 25 — разрыхление комьев смеси; 27 — виброрешетка для отделения отливок от смеси; 28 — гидростанция

Ниже рассмотрены некоторые отечественные и зарубежные автоматические формовочные линии, наиболее известные для условий крупносерийного и массового производства.

На рис. 29 показана автоматическая линия KB-301 производительностью 240 форм/ч, размером 1100 × 750 × 300/300 мм, размещенная в двухэтажном цехе (см. табл. 15).

Формовочный автомат линии оборудован двумя безударными встряхивателями, работающими пневматически. Смесь можно уплотнять следующими методами: встряхиванием с последующей подпрессовкой; одновременным

встряхиванием и прессованием; предварительным встряхиванием с последующим встряхиванием и прессованием; прессованием без встряхивания.

Для прессования используют многоплунжерную головку. Формовочные автоматы проходные трехпозиционные челночного типа.

Автоматизированная заливочная установка состоит из подвижной рамы и двух ковшей, установленных на ней. Из ковша металл переливается в дозировочный ковш, имеющий отверстия для выдачи металла в форму. В зависимости от требуемой скорости заливки выбирают размер этих отверстий. Количество металла, подаваемого в дозировочный ковш, можно регулировать реле времени. В раздаточном ковше металл подогревается индуктором. Заливочной установкой управляет оператор.

Формы выбиваются следующим образом. Из комплекта опок снизу вверх выдавливается пакет земли с заключенными в нем отливками и сталкивается толкателями на специальный пластинчатый конвейер для дополнительного охлаждения в один, два или три ряда. После охлаждения пакеты земли с отливками сталкиваются на вибрационную разделительную решетку.

На рис. 30 представлена автоматическая формовочная линия «Спوماتик» производительностью 140 форм/ч, используемая при изготовлении блоков цилиндров автомобильных моторов для форм размером  $900 \times 700 \times 362/362$  мм.

На линии формы уплотняются безударным встряхиванием с одновременным прессованием многоплунжерной головкой.

Формовочные автоматы проходные однопозиционные. Из двух автоматов один для нижних полуформ, а другой для верхних. У каждого автомата имеется челночный механизм для замены моделей, действующий автоматически. Для укладки и снятия грузов имеется специальное устройство. Заливка механизированная при непрерывном движении конвейера. Выбивка опок с крестовинами автоматическая. Верхняя опока выбивается отдельно манипулятором. Через некоторый промежуток времени нижняя опока с отливкой снимается с конвейера и поступает на выбивное устройство. Поднимающиеся снизу между крестовинами толкатели поднимают куст отливок с литниками выше лада опоки. В пространство между опокой и поднятыми отливками входит площадка с прорезями для толкателей, на которую укладываются отливки при опускании толкателей. Наконец, горизонтальный толкатель сталкивает с площадки куст отливок на люльку подвешенного конвейера толкающего типа.

На рис. 31 изображена автоматическая формовочная линия фирмы «Г. Фишер» (Швейцария) для форм размером  $1350 \times 910 \times 350/350$  мм, предназначенная для стальных отливок массой 50—120 кг. Формы передвигаются на подпочных плитах (поддонах) на приводных рольгангах. Линию оборудуют одним двухпозиционным карусельным автоматом 1 производительностью 140 форм/ч, на котором последовательно изготавливаются нижние и верхние полуформы.

В опоку, установленную на подмодельную плиту, засыпается облицовочная смесь и вслед за ней наполнительная смесь. Формы уплотняются встряхиванием с регулируемым числом ударов и после удаления избытков смеси — встряхиванием с одновременным прессованием. Специальным устройством в изготовленных верхних полуформах высверливаются отверстия для установки литниковых чаш и выпорных воронок. Линию обслуживают две механизированные заливочные установки. Металл заливается из стопорных ковшей емкостью 6 т с помощью порталных кранов 10. Управление заливкой ведется оператором с пульта на кране. После охлаждения в течение 65 мин формы снимаются с поддонов, которые возвращаются устройством 13 для использования в очередном цикле оборота. Ком смеси с отливкой выдавливается на установке 14 и подается на разделительную выбивную решетку 15. Производительность смесеприготовительной системы, которая входит в комплект линии, 200 т/ч (в том числе облицовочной смеси около 30%).

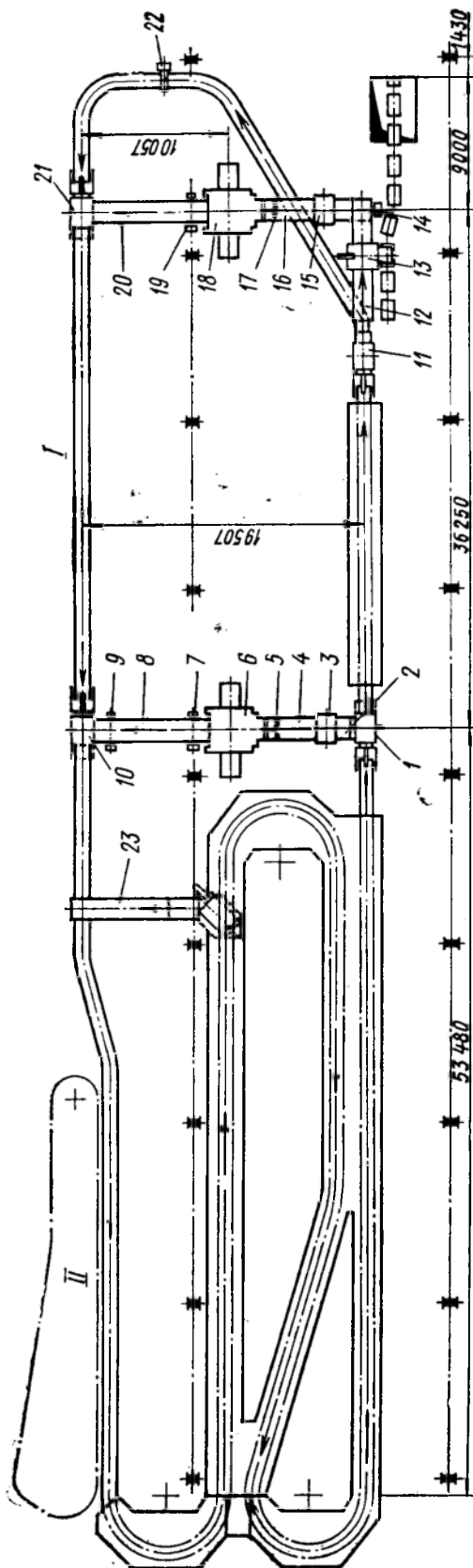


Рис. 30. Автоматическая формовочная линия фирмы «Слопатник»:

1 — зона установки стержней; 11 — механизм для съема верхней опоки; 2, 4, 12, 16, 20 — приводные роуляндж; 3 — установка для выбивки верхней опоки продавливанием; 5 — устройство для очистки опок от смеси; 6 — формовочный автомат для верхних полуформ; 7, 9, 14, 19 — катковатсли; 8 — кон- вольды форм; 10 — механизм для накрытия форм; 11 — механизм для съема нижней опоки; 13 — выемка отливки; 15 — установка для выбивки нижней опоки; 17 — устройство для очистки опок; 18 — формовочный автомат для нижних полуформ; 21 — механизм для установки нижней полуформы на литейный конвейер; 22 — приспособление для очистки тележек конвейера от смеси; 23 — устройство для перекачивания грузов

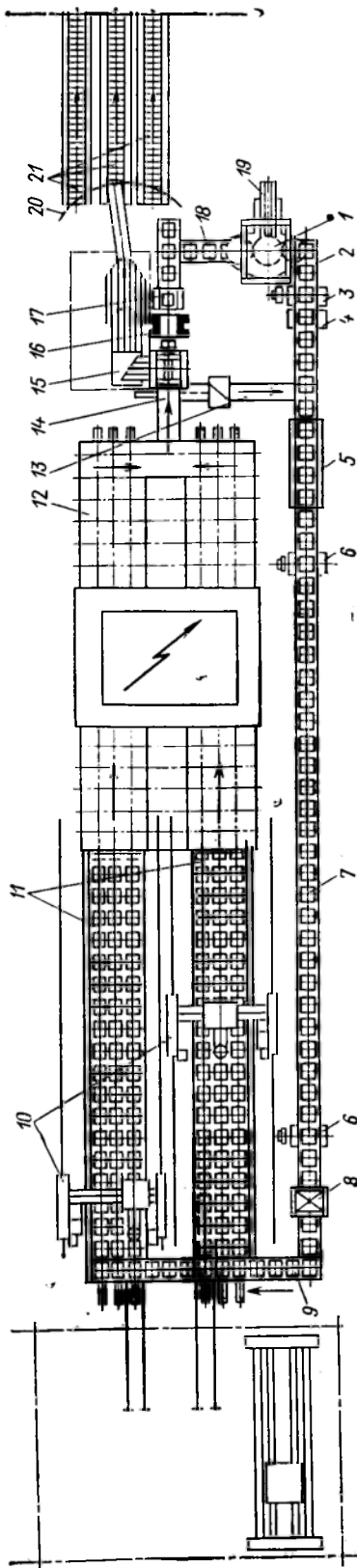


Рис. 31. Автоматическая формовочная линия фирмы «Г. Фишер»:

1 — двухпозиционный карусельный формовочный автомат; 2, 7 — передаточные роляганги; 3, 6 — кантователи; 4 — устройство для удаления избытка смеси; 5 — устройство для сверления отверстий под литниковые чаши и для выворота; 8 — сборщик; 9 — угловой и поперечный роляганги; 10 — заливочные краны; 11 — роляганги валивочного и охлаждающего участков; 12 — вытяжная система; 13 — устройство для передачи подопочных плит; 14 — установка для выдавливания кома; 15 — вышибная решетка; 16 — подъемно-поворотное устройство; 17 — устройство для очистки опок; 18 — роляганг подачи опок; 19 — устройство для смены модельных плит; 20 — передаточное устройство; 21 — пластинчатые охлаждаемые конвейеры

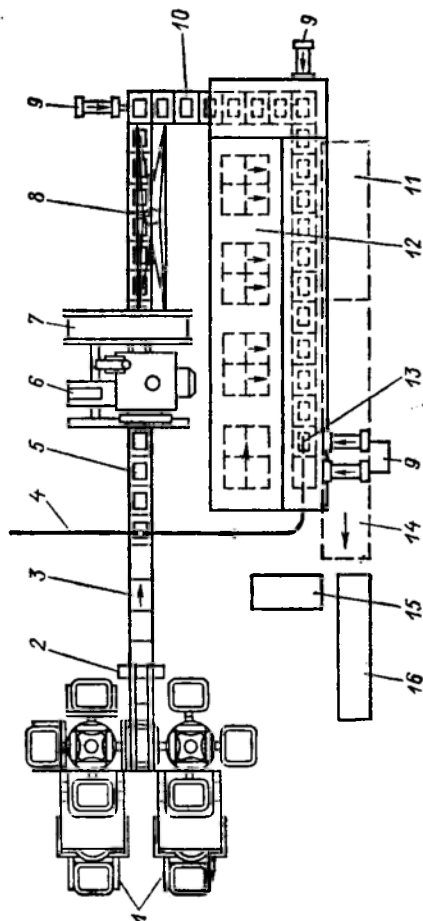


Рис. 32. Автоматическая линия безопочной формовки фирмы «Г. Фишер»:

1 — карусельный формовочный автомат; 2 — шаговый конвейер; 3 — литнейный конвейер; 4 — грузоукладчик; 5 — груз; 6 — позиция фиксации форм перед заливкой; 7 — автоматическая заливочная установка; 8 — вытяжная система заливочного участка; 9 — сталкиватель; 10 — охлаждающий конвейер; 11 — виброконвейер; 12 — башенный охладитель; 13 — устройство для возврата грузов; 14 — вышибная решетка; 15 — гидростанция; 16 — шкаф электроуправления

Коэффициент загрузки смесеприготовительного отделения относительно тактовой производительности формовочной линии (с учетом коэффициента  $k_n = 1,3$ ) составляет 0,85.

Совершенно особыми по принципу охлаждения безопасных залитых форм размером  $620 \times 500 \times 150 \div 290/150 \div 220$  или  $700 \times 630 \times 150 \div 220$  мм являются автоматические линии той же фирмы «Г. Фишер» (рис. 32). Тактовая (цикловая) производительность линий 240 или 230 форм/ч соответственно. Способ уплотнения — вибропрессование. Максимальное давление прессования  $10 \text{ кгс/см}^2$ . Формовочный автомат имеет два карусельных стола с четырьмя вращающимися жакетами для верхних и нижних полуформ с горизонтальным разъемом и два прессовых стола. Общее время для установки стержней 7—10 с. После автоматической заливки формы поступают в башенный охладитель. Время охлаждения до выбивки 22—30 мин.

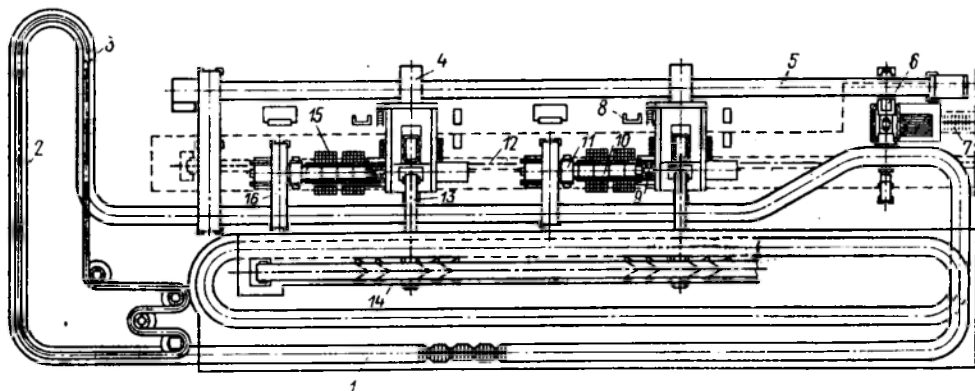


Рис. 33. Формовочная линия с двумя автоматами 8L91265СМ:

1 — пространственный замкнутый литейный конвейер; 2 — участок заливки форм; 3 — грузоукладчик; 4 — блок-линия 91265СМ с тактовой производительностью 60 форм/ч размером  $800 \times 700 \times 300/300$  мм; 5 — рольганг для возврата опок; 6 — выбивная автоматическая установка; 7 — пластинчатый конвейер; 8 — пульт оператора; 9 — кантователь с устройством для вытяжки модели; 10 — сборочный конвейер; 11 — сборщик форм; 12 — ленточный конвейер для уборки просыпи; 13 — ленточный питатель; 14 — раздаточные бункеры; 15 — уборочная решетка; 16 — перестановщик собранных форм

Изготовление мелких отливок для серийного, мелкосерийного и единичного производства массой до 100 кг обычно предусматривают в сырых формах на горизонтально-замкнутом литейном конвейере с использованием автоматического оборудования. На рис. 33 приведена схема формовочной линии с двумя автоматами (блок-линиями) 8L91265СМ. Размер формы  $800 \times 700 \times 300/300$  мм. Техническая характеристика блок-линии приведена в табл. 15. Проектный выпуск формовочно-заливочно-выбивного отделения 12 тыс. т/год отливок.

На рис. 34 показана комплексно-механизированная линия изготовления отливок в формах из ХТС массой до 1500 кг в опоках размером  $2200 \times 1500 \times 250/450$  мм производительностью 4,5 форм/ч, запроектированная на выпуск 10 тыс. т/год чугунных отливок. Самотвердеющая смесь на основе фенолоформальдегидной смолы засыпается в опоки шнековым смесителем 1 непрерывного действия производительностью 20 т/ч и уплотняется на вибростоле. В процессе самозатвердевания смеси (40 мин) полуформы на подмодельных плитах по рольгангу поступают через тележку в кантователь, в который с другой стороны заводится поддон. После протяжки и выдержки полуформы окрашиваются водной краской и на поддонах проходят подсушку при  $t = 80^\circ \text{C}$  в течение 40 мин. К рольгангу 7, по которому передвигаются нижние полуформы, по рольгангу 13 подаются скомплектованные стержни на деревянных плитах с отбуртовкой. Формы, собранные кран-балками и подвешеным краном, подаются механизированной тележкой на участок заливки 15. Освободившиеся поддоны от верхних полуформ возвращаются по наклон-

ному рольгангу 9 к тележке кантователя. После заливки, остывания и выбивки форм освободившиеся остальные поддоны возвращаются к кантователю по рольгангу 10.

Опоки устанавливаются на подмодельные плиты подвесным краном 11. Подмодельные плиты после протяжки, кантовки, передачи электротележкой и подъемником 5 опускаются в склад, находящийся в подвале, для осмотра или замены, а затем вторым подъемником и тележкой возвращаются на формовку. Модельная оснастка деревянная. Стержни изготавливают из той же смеси на аналогичной поточно-механизированной линии.

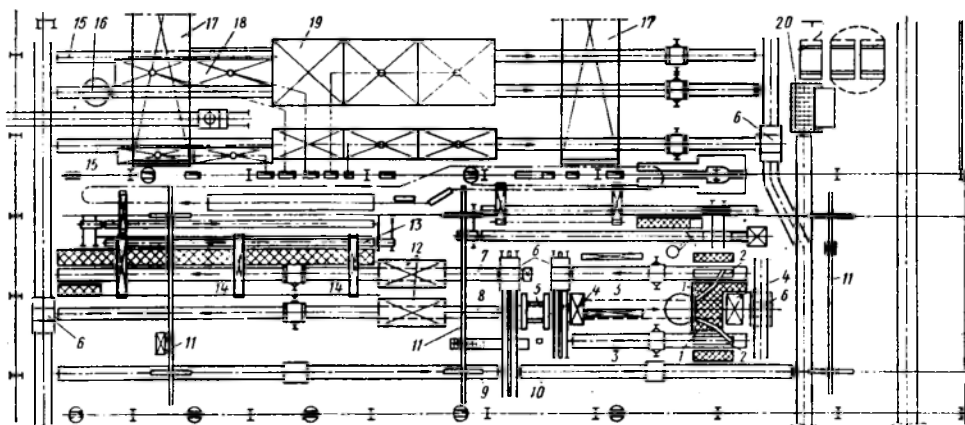


Рис. 34. Комплексно-механизированная линия изготовления отливок в формах из ХТС:

1 — шнековые смесители производительностью 20 т/ч; 2 — вибростол; 3 — приводной рольганг; 4 — подъемники для подмодельных плит; 5 — кантователь; 6 — транспортные электротележки; 7, 8 — рольганги для нижних и верхних полуформ соответственно; 9, 10 — гравитационные рольганги для возврата поддонов от верхних и нижних полуформ; 11 — подвесные кран-балки; 12 — сушила для поверхностной подсушки полуформ, окрашенных водной краской; 13 — рольганг для подачи комплектованных стержней на деревянных плитах с отбортовкой; 14 — опорные кран-балки для установки стержней в формы; 15 — участки заливки форм; 16 — поворотный круг; 17 — мостовые краны; 18, 19 — местные укрытия с отсосами от рольгангов с залитыми формами; 20 — выбивная решетка с накатным укрытием

## 6. ПЛОЩАДИ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОМЕЩЕНИЙ, ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ СРЕДСТВА, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СКЛАДСКИЕ УЧАСТКИ

При плацевой формовке комплект одной формы перемещается и в зависимости от вида технологической операции на разных участках занимает производственные площади различных размеров.

Полезную (нетто) площадь для плацевой формовки, сборки, заливки и выбивки опок после остывания рассчитывают отдельно для формовочно-выбивного участка  $P_{\phi}$  и сборочно-заливочного участка  $P_c$ . Общая полезная площадь отделения  $P_o = P_{\phi} + P_c$ .

Площадь формовочно-выбивного участка

$$P_{\phi} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4,$$

где  $P_1$  — участок изготовления форм;  $P_2$  — участок упрочнения (сушки) форм;  $P_3$  — выбивной участок;  $P_4$  — участок оперативного хранения модельной оснастки.

Площадь сборочно-заливочного участка

$$P_c = P_5 + P_6 + P_7,$$

где  $P_5$  — сборочный участок;  $P_6$  — заливочный участок;  $P_7$  — участок остывания отливок в формах.

Площадь для формовки  $\Phi_1$  или сборки  $\Phi_2$  одной формы принимают как произведение габаритной площади опоки (с добавлением с каждой стороны

по 0,4 м) на коэффициент 2,5 (с учетом двух раскрытых полуформ и места для модели или комплекта стержней).

Площадь для ожидания и заливки форм  $\Phi_6$  или для упрочнения форм и ожидания  $\Phi_2$  принимают по указанной габаритной площади на одну опоку (с добавлением с каждой стороны по 0,4 м).

Площадь для комплекта пустых опок  $\Phi_3$  или для остывания отливок в форме  $\Phi_7$  принимают аналогично предыдущему случаю с умножением на коэффициент 0,85.

Расчетное число форм  $n$  (шт/сутки) определяют по размерам используемых опок, по средней массе отливок в каждом типоразмере форм с учетом брака отливок и форм и возможности формовочного оборудования (т. е. путем деления среднечасового числа форм на 0,7—0,85).

1. Число участков формовки

$$M_1 = \frac{nT_1}{2C \text{ (или } C)},$$

где  $T_1$  — среднее время изготовления формы, ч.

2. Площадь для изготовления форм, м<sup>2</sup>

$$M_1\Phi_1 = P_1.$$

При определении числа участков  $M_n$  в знаменателе дроби указывается время двух или одной рабочей смены  $C$  в часах в зависимости от принятого режима работы.

По аналогичным формулам рассчитывают число и площади участков упрочнения (сушки) форм (с учетом времени на ожидание  $M_2$  и  $P_2$ ), выбивки ( $M_3$  и  $P_3$ ), сборки форм ( $M_5$  и  $P_5$ ).

3. Площадь для оперативного хранения моделей, м<sup>2</sup>,

$$2M_4\Phi_4 = P_4,$$

где  $M_4$  — число комплектов модельной оснастки, используемых в сутки.

Площади для оперативного хранения моделей можно принимать в размере 5—10% остальной полезной площади всего отделения.

4. Число участков заливки

$$M_6 = \frac{n}{r} - M_5; \quad M_6 > M_5,$$

где  $r$  — число заливок всех собранных форм.

5. Площадь для ожидания и заливки форм, м<sup>2</sup>,

$$M_6\Phi_6 = P_6.$$

6. Остывание отливок в формах, число участков,

$$M_7 = pnT_7.$$

7. Площадь для остывания отливок в формах, м<sup>2</sup>,

$$M_7\Phi_7 = P_7.$$

При определении числа участков для остывания отливок в форме среднее время остывания  $T_7$  указывают в сутках; коэффициент выбивки  $p$  устанавливают в зависимости от режима работы выбивных установок с учетом потребного времени для освобождения площадей от форм с уже остывшими отливками (обычно  $p = 1,05 \div 1,20$ ).

Общая полезная площадь (нетто) плацевого отделения определяется как сумма площадей, полученных в результате расчетов для каждого размера форм. При кессонной формовке площадь участка для одной формы остается постоянной в период проведения всех операций.

Число и размеры кессонов рассчитывают путем заполнения формы 14.

В расчет закладывают средний полный цикл изготовления отливок в сутках, который принимают на основе производственного опыта по изготовлению аналогичных литых деталей. Среднюю площадь, занятую одной формой Г, рекомендуется определять как  $[a_1 + (1 \div 2 \text{ м})] (b_1 + (2 \div 3 \text{ м})) = Г \text{ м}^2$ .

В форме 14 приведен пример расчета кессонов для отливок различной массы из серого чугуна, а на рис. 35 показана технологическая планировка соответствующего формовочного отделения. В состав полезной площади кессонного формовочного отделения (нетто) включают площадь, необходимую для отдели верхних полуформ, для хранения выбитых опок, стержней, поданных на сборку, для хранения моделей и т. п., примерно равную расчетной площади кессонов.

Для определения общей площади формовочно-сборочно-заливочно-выбивного отделения (брутто) для плацевых и кессонных отделений к принятой полезной площади добавляют согласно технологической планировке площади, занятые формовочным, сушильным, выбивным и другим оборудованием с необходимыми проходами для его обслуживания и проездами согласно нормам технологического проектирования, а также площади, не обслуживаемые грузоподъемными средствами (по 1—1,5 м вдоль каждого ряда колонн и по 2—3 м по его торцам).

Правильность расчета общей площади отделения (брутто) следует проверять сопоставлением по съему с  $1 \text{ м}^2 (\text{т}/\text{м}^2)$  с другими аналогичными данными.

Рекомендации по выбору размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-сборочно-заливочно-выбивных отделений фасонного стального и чугунного литья в одноэтажных и двухэтажных зданиях при формовке в опоках и в кессонах приведены в табл. 18. Ориентировочно масса залитой формы, определяющей

ФОРМА 14. Расчет числа и размеров кессонов

№ кессона	Група отливок по массе, т		Головое число отливок		Средняя масса одной отливки, т	Габаритные размеры отливок, м		Среднее число форм в сутках с учетом брака (А)	Средняя полезная площадь изготовления отливок, сутки (Б)	Расчетное число мест с учетом коэффициента неравномерности (А Б В Г Д Е = В)	Средняя площадь занятой одной формой, м <sup>2</sup> (Г)	Расчетная площадь кессона, м <sup>2</sup> (В X Г = Д)	Принятые размеры кессона, м	Принятая площадь кессона, м <sup>2</sup> (Е)	Коэффициент использования кессона (Д/Е)
	тыс. т	шт.	средние (а <sub>1</sub> X б <sub>1</sub> X с <sub>1</sub> )	максимальные (а <sub>2</sub> X б <sub>2</sub> X с <sub>2</sub> )											
1	6—10	3,57	398	9	9	4 X 1,2 X 1	6 X 3 X 2	1,6	5	8,0 X 1,2 = 9,6	16	9,6 X 16 = 154	(19+12) X 5 X 4	155	0,99 0,92
2	10—20	2,4	134	18	18	4,6 X 3 X 2	7 X 4 X 3	0,54	8	4,33 X 1,2 = 5,2	28	5,2 X 28 = 146	24 X 5 X 4	120	
3	20—80	2,03	45	45	45	6,3 X 4 X 3	15 X 5 X 4	0,182	12	2,18 X 1,2 = 2,6	58	2,6 X 58 = 151	29 X 7 X 5	203	
Всего	—	8,0	577	—	—	—	—	2,322	—	17,4	—	451	—	478	0,94

Примечание. При определении полного цикла изготовления одной отливки в сутках следует продлить продолжительность формовки, сборки и приемки с учетом одно- или двухсменной работы; оставание залитых форм, сушку (упрощенно) рассчитывать на три смены; извлечение отливки и очистку кессона на одну смену и т. д. Следует учитывать время на межоперационные ожидания (заливки, остывания форм после сушки и т. п.). Для отдели верхних полуформ, хранения выбитых опок, склада стержней, поданных на сборку, хранения моделей и т. п., предусматривают дополнительную площадь (нетто), примерно равную площади кессонов.

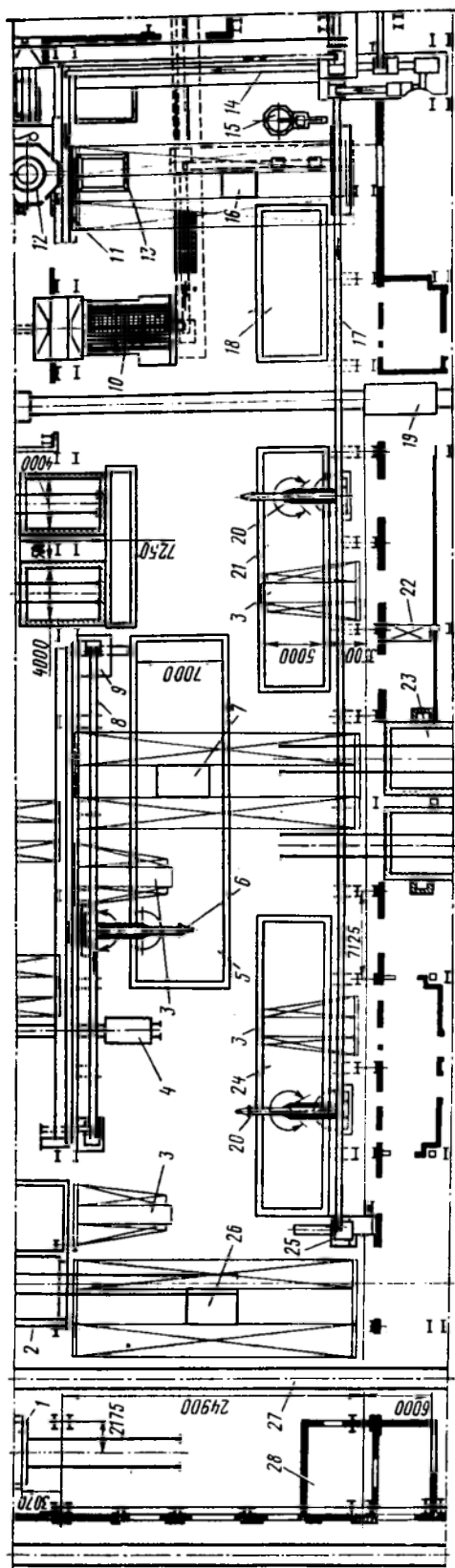
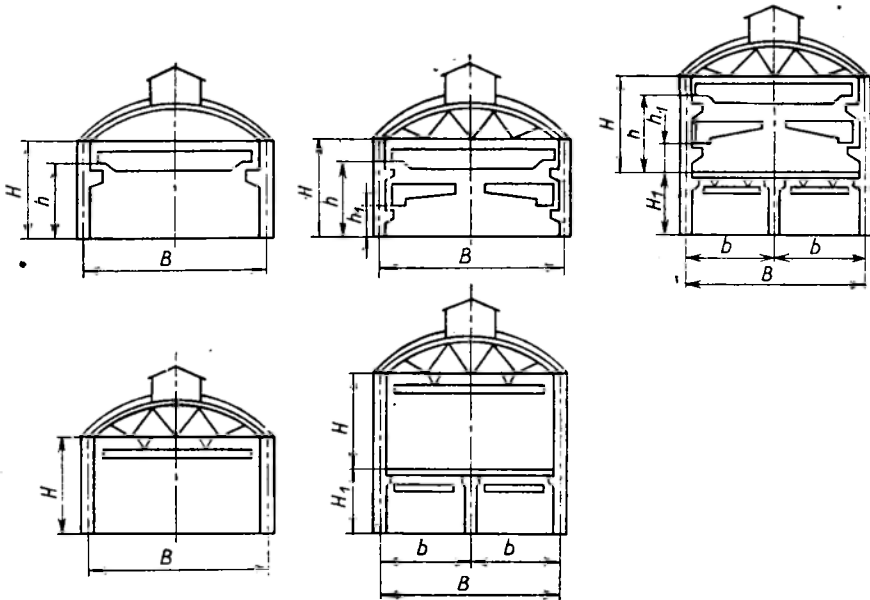


Рис. 35. Кессонное формовочное отделение цеха тяжелого литья мощностью 8000 т/год чугуновых отливок массой  $\leq 80$  т:

1 — камерное сушило для верхних подформ; 2 — гидрокamera с двумя тележками грузоподъемностью  $Q$  по 100 т; 3 — консольные краны,  $Q = 3$  т и рабочим вылетом фермы 8 м; 4 — электротележка для подачи стержней; 5 — кессон  $29 \times 7 \times 4,6$  м; 6 — пескомет 296М2; 7 — мостовой кран,  $Q = 50/10$  т; 8, 11, 14, 17 — ленточные конвейеры для подачи смесей; 9, 25 — конечные бункеры; 10 — выбивная решетка,  $Q = 45$  т; 12 — вагранка пропускной способностью 20 т/ч; 13 — приямок для ковшей емкостью  $\leq 70$  т; 15 — место для сушки ковшей; 16 — мостовой кран,  $Q = 75/15$  т; 18 — кессон  $12 \times 5 \times 3,5$  м; 19 — электротележка,  $Q = 60$  т для подачи ковшей с металлом, опок и др.; 20 — пескомет 296М2; 21 — кессон  $19 \times 5 \times 3,5$  м; 22 — кран-балка,  $Q = 3$  т на ремонтном участке; 23 — два камерных сушила для верхних форм; 24 — кессон  $24 \times 5 \times 3,5$  м; 26 — мостовой кран грузоподъемностью 150/50 т; 27 — железнодорожный путь для передачи огнивок в обрубное отделение; 28 — инструментальная кладовая

Таблица 18. Нормы размеров пролетов и грузоподъемности подъемно-транспортных средств формовочно-сборочно-заливочно-выбивных отделений для одноэтажных и двухэтажных зданий



Наибольшая масса отливок, т	Форма	Максимальный размер формы, м	Масса залитой формы, т	Максимальная грузоподъемность кранов, т		Высота от уровня пола $\pm 0,00$ (в двухэтажном здании от уровня пола второго этажа $H_1$ ), м		
				мостовых	консольных	до головки подкранового рельса крана		до низа фермы $H$
						$h$	$h_1$	
<i>Для стальных отливок</i>								
0,1	В опоках	0,8×0,7×0,7	1	—	—	—	—	10,8
0,5	То же	1,6×1,2×1,2	6,4	10	1	8,15	4	10,8
1	»	2×1,6×1,2	10,6	15/3	3	9,65	4	12,6
2	»	2,5×2,0×1,4	18,8	30/5	3	9,65	4	12,6
3	»	3×2,0×1,6	24,9	30/5	3	9,65	4	12,6
5	»	4×2,5×1,6	40	50/10	3	12,65	6	16,2
10	Опока и кессон	—	—	80/20	5	12,65	6	18
20	То же	—	—	80/20	5	12,65	6	18
30	»	—	—	100/20	5	12,65	6	18
<i>Для чугунных отливок</i>								
0,1	В опоках	0,8×0,7×0,6	0,9	—	—	—	—	10,8
0,5	То же	1,6×1,2×1	5,3	10	1	8,15	4	10,8
1	»	2,0×1,6×1,1	10	15/3	3	9,65	4	12,6

Наибольшая масса отливки, т	Форма	Максимальный размер формы, м	Масса залитой формы, т	Максимальная грузоподъемность кранов, т		Высота от уровня пола $\pm 0,00$ (в двухэтажном здании от уровня пола второго этажа $H_1$ ), м		
				мостовых	консольных	до головки подкранового рельса крана		до низа фермы $H$
						$h$	$h_1$	
2	В опоках	2,5×2×1,2	16,2	20/5	3	9,65	4	12,6
3	То же	3,0×2×1,4	22	30/5	3	9,65; 11,45	4; 5	12,6; 14,4
5	»	4,0×2,5×1,4	35	50/10	3	12,65	6	16,2
10	Опока и кессон	—	—	50/10	5	12,65	6	16,2
20	То же	тг	—	50/10	5	12,65	6	16,2
30	»	—	—	80/20	5	12,65	6	18
50	»	—	—	125/20	5	12,65	6	

Примечания: 1. Для изготовления отливок массой  $\leq 0,1$  т рекомендуется применять средства непрерывного транспорта и подвесные кран-балки  $Q \leq 5$  т.  
2. Ширина пролетов  $B = 2b$  при производстве отливок массой 0,5 т и менее должна быть 18 или 24 м, а отливок большей массы — 24 м или при необходимости 30 м.  
3. Расчетная нормативная нагрузка на пол перекрытия при производстве отливок массой  $< 1$  т  $3-4$  т/м<sup>2</sup>,  $< 5$  т  $5-6$  т/м<sup>2</sup>,  $> 5$  т  $10-15$  т/м<sup>2</sup>.  
4. Расстояние от нижней габаритной точки крана до расположенного в зоне его действия оборудования предусматривают  $\geq 400$  мм, а расстояние до рабочих площадок  $\geq 2000$  мм.  
5. При выдаче жидкого металла в сборочно-заливочный пролет ковшами, емкость которых превышает массу металла на максимальную отливку, грузоподъемность заливочного крана определяют в соответствии с массой транспортируемого ковша. Масса стопорных (конических) ковшей с жидким металлом емкостью 3; 6; 12; 25; 50; 70 т составляет соответственно 5,03 (4,73); 9,89 (9,32); 12,28 (18,6); 35,41 (40,31); 75,17 (85,50); 101,6 (113,92) т.  
6. При определении грузоподъемности крана учитывают массу балансира с цепями, которая составляет: 0,5 т при  $Q = 10$  т; 1,3 т при  $Q = 15$  т; 2,3 т при  $Q = 20$  т; 3,1 т при  $Q = 30$  т.  
7. При определении массы залитой формы принята масса стальной опоки.  
8. Консольно-поворотные передвижные краны рекомендуются для установки в формы крупных стержней в пролетах шириной  $\geq 24$  м.  
9. При размерах опок, отличных от приведенных, грузоподъемность кранов определяют в каждом конкретном случае.

грузоподъемность крана, в 10 раз больше массы отливки. Для кессонов грузоподъемность кранов определяется массой отливки со стержнями, которая примерно в 2,5 раза больше массы самой отливки.

По мере уменьшения серийности изготовления отливок и увеличения их массы возрастает грузопоток модельной оснастки. В составе литейных цехов предусматривают промежуточные склады оснастки в непосредственной близости от обслуживаемых отделений. При поточном производстве мелкосерийных (и единичных) отливок с использованием скользящей быстросменной модельной оснастки целесообразно участки формовочных линий для смены этой оснастки располагать рядом или непосредственно на складе модельных плит, вкладышей и т. п. В двухэтажных зданиях литейных цехов склады модельной и литейной оснастки располагают на первом вспомогательном этаже под обслуживаемыми ими отделениями.

Склады модельной оснастки оборудуют подъемными средствами, стеллажами, этажерками, позволяющими хранить модели, стержневые ящики, модельные плиты в несколько ярусов. Предусматривают АСУТП для штабелеров укладчиков, обслуживающих склады модельной оснастки. Для хранения крупных опок и другой литейной оснастки при серийном, мелкосерийном и единичном производстве предусматривают открытые эстакады. Для хранения опок конвейерного производства используют закрытые склады.

## 7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Нормальные условия труда обеспечиваются применением технологических процессов, не связанных с выделением вредных веществ или с их герметизацией, использованием современного автоматического оборудования с низ-

ким уровнем шума, механизацией уборочных работ, решением вопросов уборки пыли, рациональной системы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции, хорошего общего и местного освещения, созданием приятного для работающих производственного интерьера и т. п. При проектировании и выдаче проектантами-технологами заданий на разработку остальных частей проекта формовочно-заливочно-выбивных отделений должны быть предусмотрены мероприятия, направленные на облегчение и улучшение условий труда, выполнение правил техники безопасности, промсанитарии, взрыво- и пожаробезопасности.

Необходимо учитывать, что занижение высоты производственных помещений приводит к тому, что «душная» зона опускается ниже высоты человеческого роста, и условия труда в этом случае ухудшаются. Рекомендуется изолировать заливочные и выбивные участки от формовочных.

При определении объемов тепловыделений и выделения вредностей следует исходить из максимальной производительности устанавливаемого оборудования. Данные о количестве и составе вредностей, образующихся при засыпке, твердении и заливке форм из различных ХТС (или форм со стержнями из ХТС или ГТС), которые необходимы в задании на проектирование вентиляции, используют из материалов Свердловского института ВНИИОТ ВЦСПС. При поточном производстве задается устройство отсосов от мест заливки, от охладительных кожухов для форм. При заливке форм из ХТС на плацу выдается задание на устройство каналов для местных отсосов от каждой формы. Задаются местные отсосы от всех сушил. Для удаления продуктов сгорания топлива от сушил предусматривают трубы высотой ~ 30 м.

Следует задавать разработку накатных или с раздвижным верхом звукопоглощающих камер для выбивных установок и шумонепроницаемых кабин для операторов с двойным остеклением и приточной вентиляцией. Необходимо предусматривать механизированную уборку просыпи смеси от формовочного, выбивного и другого оборудования. Для исключения обдувки сжатым воздухом подмодельных плит, форм и стержней рекомендуется применять пылеотсасывающие устройства. Особое внимание пылеулавливанию следует уделять при транспортировке и дозировании феррохромового шлака для ПСС или ЖСС. Для уборки помещений предусматривают передвижные и стационарные пылесосные установки.

## 8. КОМПОНОВКА ОТДЕЛЕНИЙ. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Проектируя формовочное отделение для массового и крупносерийного производства, формовочные линии рекомендуется размещать в пролете по одной, оставляя вдоль фронта линии проезд нормальной ширины.

Для размещения линии без смесеприготовительного участка требуется пролет длиной 108—120 м. Каждая линия должна быть снабжена отдельной смесеприготовительной установкой, которую целесообразно располагать в одном пролете с линией в его продолжении.

Для проверки и отладки модельной оснастки и отработки запроецированного технологического процесса предусматривают экспериментальные участки.

Жидкий металл на участок заливки можно подавать с помощью автопогрузчиков или монорельсовыми тележками с верхним управлением.

Наиболее оправдавшей себя в практике крупносерийного и массового производства является подача стержней подвесными толкающими конвейерами. Этот метод применим при наличии подвесных складов стержней, а также механизированных и автоматизированных складов со штабелеукладчиками. Такая система позволяет с минимальной трудоемкостью и без каких-либо перегрузок обеспечить подачу стержней от их склада к местам сборки.

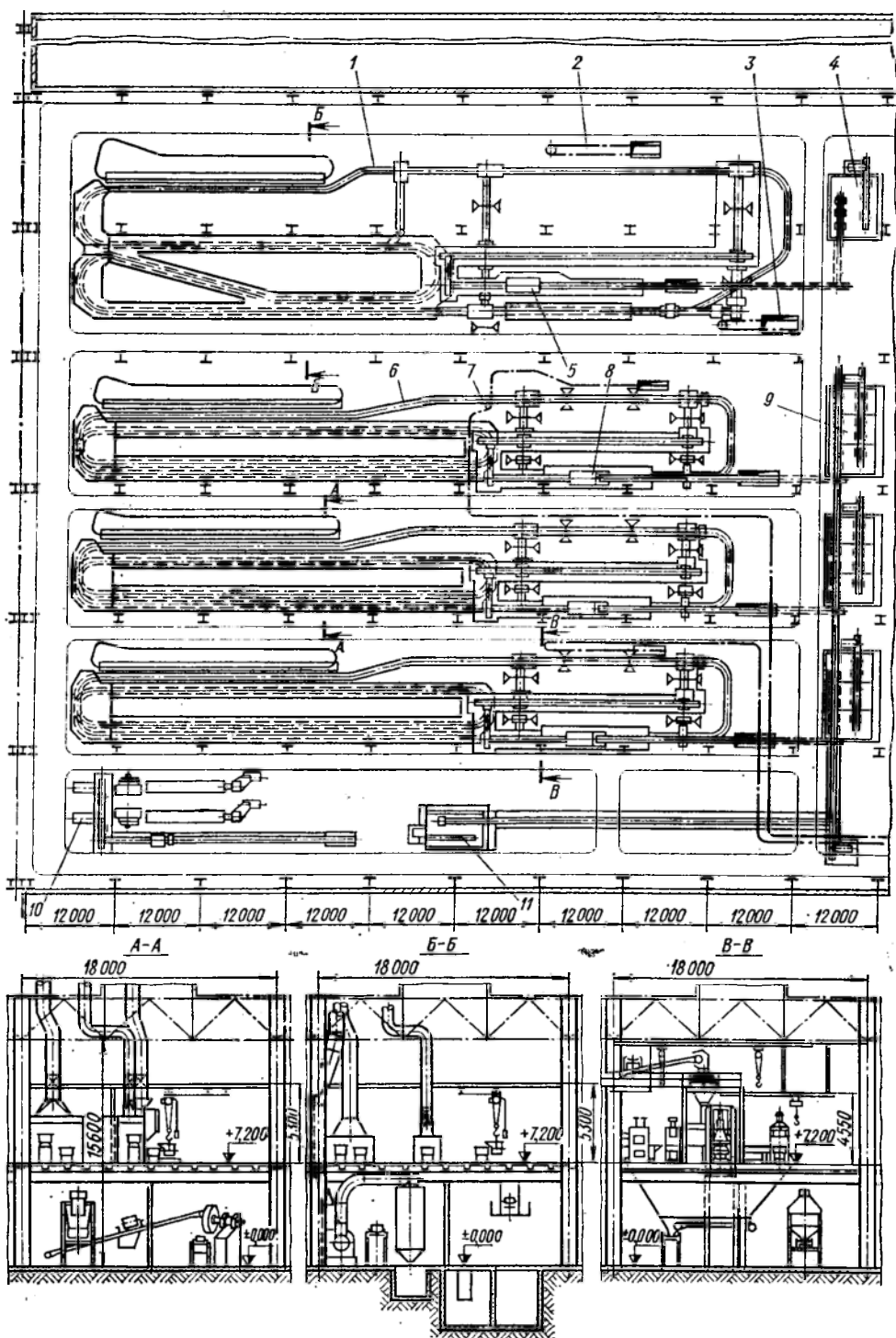


Рис. 36. План формовочного отделения на отметке  $+7,2$  м:

1 — автоматическая формовочная линия фирмы «Споматик» для блоков цилиндров; 2, 7 — подвесные конвейеры для подачи стержней; 3 — подвесной охлаждающий конвейер для отливок; 4, 9, 11 — смесеприготовительные установки; 5, 8 — аэраторы; 6 — линии «Споматик» для опок  $800 \times 700$  мм; 10 — автоматические линии фирмы «Дизоматик» для безопасной стопочной формовки

При узкой и стабильной номенклатуре отливок применяют метод подачи подвесными конвейерами стержней, уже собранных в кондукторе. Недостатком этого метода является необходимость большого числа дорогостоящих кондукторов и постоянного наблюдения и проверки их точности.

Подача отливок от выбивки в термообрунное отделение сочетается с охлаждением отливок обычно на пластинчатых конвейерах. Однако при современных формовочных линиях производительностью 240 форм/ч и более потребная длина пластинчатых конвейеров получается чрезмерно большой (250—300 м). Такой конвейер приходится заменять двумя параллельными.

Подвесные толкающие конвейеры для охлаждения отливок являются универсальным типом оборудования, позволяющим автоматизировать загрузку и разгрузку конвейеров и создавать охлаждающую зону любой длины.

При охлаждении отливок на подвесных конвейерах любого типа во избежание просыпи земли вдоль его трассы целесообразно применять люлочные подвески со сплошным дном.

При наличии в цехе нескольких формовочных линий необходимо каждую линию оборудовать своим автономным охлаждающим конвейером.

При проектировании серийного и мелкосерийного или мелкосерийного и единичного производства определяющими факторами для оснащения формовочных отделений являются масса и вид сплава отливок. Формовочно-заливочно-выбивные отделения подразделяют на поточные, плацевые и кессонные.

Средние и крупные отливки массой 100—2000 кг изготавливают обычно на комплексно-механизированных поточных линиях в упрочняемых формах преимущественно с применением самотвердеющих смесей.

Самотвердеющие смеси ПСС, ХТС, ЖСС приготавливают в формовочном отделении в смесителях перед выдачей в опоку.

При использовании двухэтажных зданий для производства отливок средних по массе целесообразно предусматривать охлаждение залитых форм на первом вспомогательном этаже. Для отливок массой 2—5 т поточное производство громоздко и обычно экономически себя не оправдывает. Исключением может быть изготовление крупносерийных отливок (изложниц) и т. д.

Сборку, заливку, охлаждение и выбивку крупных отливок обычно выполняют в опоках (или жакетах) на плацу. Формовочный участок рекомендуется располагать в другом пролете, отдельно от плацевого участка.

Для обеспечения нормальных условий труда заливку на плацевых участках можно проводить после завершения смены сборки. Для получения тяжелых и особо тяжелых отливок применяют кессоны.

Цехи тяжелого литья следует размещать на площадках с низким уровнем грунтовых и весенних вод ( $\geq 5-6$  м ниже нулевой отметки).

При выдаче задания на проектирование строительной части кессона необходимо учитывать нагрузки от опок и накладываемых грузов и выполнить гидроизоляцию.

Двухъярусное расположение мостовых кранов можно предусматривать при изготовлении отливок массой  $> 80$  т. Стержневые отделения для крупных и тяжелых отливок располагают рядом со сборочными участками. Выбивные установки для крупных форм или верхних опок кессонов должны быть в том же пролете, где проводится их сборка-заливка. Склады опок размещают в непосредственной близости к формовочным отделениям, особенно при производстве крупных и тяжелых отливок. Для обслуживания формовочных и стержневых отделений необходимо предусматривать участки подготовки производства и приготовления формовочной краски, а также кладовую для вспомогательных материалов.

На рис. 36 и 37 показаны в качестве примера проектного решения планировки формовочно-заливочно-выбивного отделения цеха для производства серого, ковкого и модифицированного чугуна для легковых автомобилей.

Отделение состоит из шести параллельных пролетов шириной до 18 м. Седьмой пролет предназначен для размещения приточных вентиляционных установок, электроподстанций, а также бытовых устройств и контор. В первых пяти пролетах размещены четыре линии «Споматик» и в шестом — две безопочные линии «Дизаматик». На линии 1 производительностью 140 форм/ч

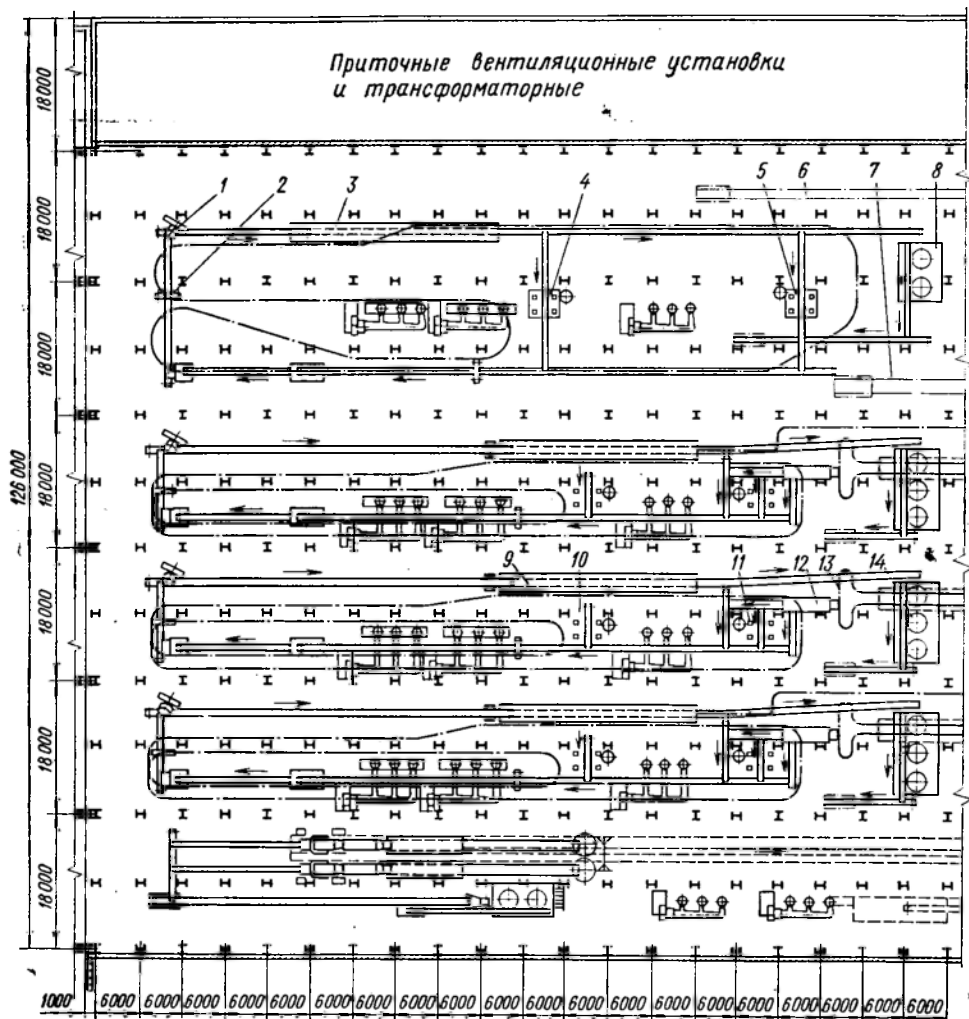


Рис. 37. План формовочного отделения на отметке  $\pm 0,000$ :

1 — барабан для гомогенизации и увлажнения отработанной смеси; 2 — магнитный сепаратор; 3, 9 — охладитель отработанной смеси; 4, 10 — фундаменты под формовочный автомат для верхних опок; 5, 11 — то же, для нижних опок; 6 — подвесной конвейер для подачи стержней; 7 — подвесной охлаждающий конвейер; 8, 14 — смесеприготовительная установка; 12 — вибропроход для отделения смеси от отливок; 13 — подвесной конвейер для охлаждения отливок

изготавливают формы размером  $900 \times 700$  мм для блоков цилиндров. На трех других линиях производительностью 280 форм/ч изготавливают формы размером  $800 \times 700$  мм для разных отливок из серого, ковкого и модифицированного чугуна. Линии 10 с размером форм  $500 \times 400$  мм предназначены для мелких отливок как бесстержневых, так и стержневых.

Жидкий металл из плавильного отделения подается на заливочный участок автопогрузчиками в ковшах емкостью 1000 кг. Из этих же ковшей рабочий заливает формы, ковш на заливочном участке передвигается со скоростью, синхронной скорости литейного конвейера.

Каждую формовочную линию оборудуют смесеприготовительной установкой. Отливки после выбивки автоматически погружаются на люльки подвесных толкающих конвейеров для охлаждения и подачи в очистное отделение. Каждая формовочная линия имеет свой охлаждающий конвейер.

План расположения формовочно-заливочного отделения (фирмы «Министер К», США) с выпуском 7,5 тыс. т/год с мелкосерийным и единичным производством отливок массой  $\leq 5$  т при работе в одну смену с применением форм и стержней, изготовленных из ХТС, приведен на рис. 38.

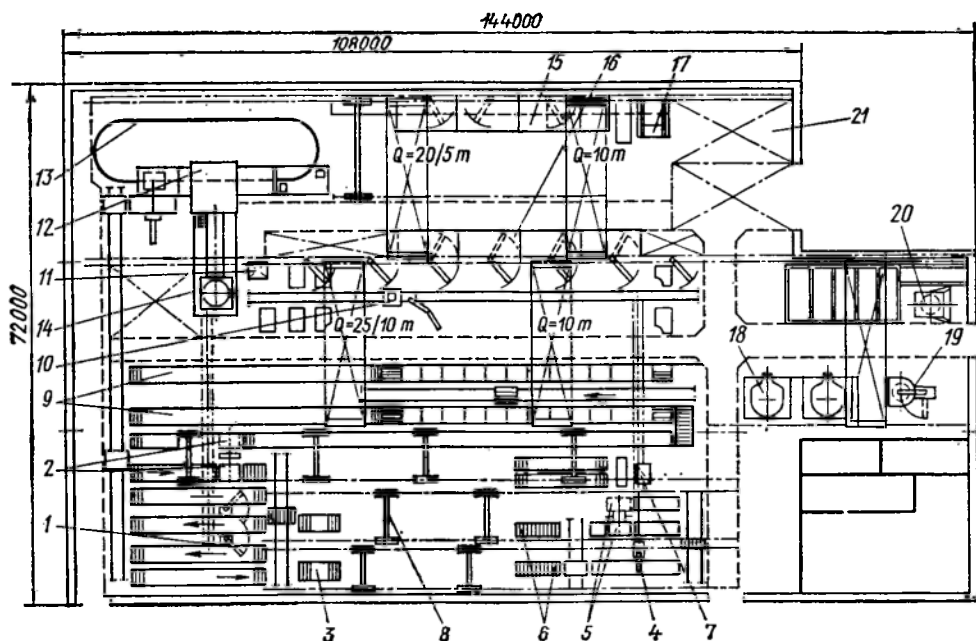


Рис. 38. Формовочное отделение мощностью 7,5 тыс. т/год для мелкосерийного и единичного производства отливок с применением ХТС для форм и стержней:

1 — шнековые смесители для изготовления безопочных форм из ХТС размером  $1800 \times 1200 \times 600/600$  мм; 2 — кантователь; 3 — система рольгангов поточно-механизированной линии; 4 — шнековый смеситель для стержней; 5 — кантователь ящиков; 6 — система рольгангов стержневой линии; 7 — ручной верстак; 8 — подвесные кран-балки; 9 — система рольгангов для залитых безопочных форм; 10 — шнековый передвижной смеситель для изготовления форм в жакетах размером  $4200 \times 2000$  и  $2800 \times 1200$  мм; 11 — бункер с песком для передвижного смесителя; 12 — дробеметная камера; 13 — моно-рельс; 14 — поворотный стол на тележке дробеметной камеры; 15, 16 — кабины обрубщиков; 17 — очистной барабан; 18 — плавильные печи емкостью 2,5 т; 19 — установка для подогрева шихты; 20 — взвешивание шихты; 21 — участок грунтовки

Для изготовления безопочных форм размером  $1800 \times 1200 \times 600/600$  мм на поточно-механизированной линии используют два стационарных шнековых смесителя, с помощью которых изготавливаются на вибростолах  $\sim 50$  форм в смену.

Для изготовления полуформ применяют конусные деревянные рамки (жакеты). Отверждение смеси происходит за 20—30 мин. Протяжка подмодельных плит осуществляется с помощью кантователя. Собранные формы транспортируются роликовыми тележками на заливочные стенды в пролет плацевой формовки. В последнем с помощью передвижного шнекового смесителя формы изготавливаются в неразъемных опоках (жакетах) размерами  $4200 \times 2000$  и  $2800 \times 1200$  мм различной высоты на решетчатых плитах. Выбивка безопочных форм, которые заталкиваются на решетчатые подвески, и форм в жакетах (после съема последних) ведется в дробеметной камере.

План расположения оборудования формовочно-заливочно-выбивного отделения цеха крупного чугунного литья на выпуск 12,5 тыс. т/год приведен на рис. 39 и 40.

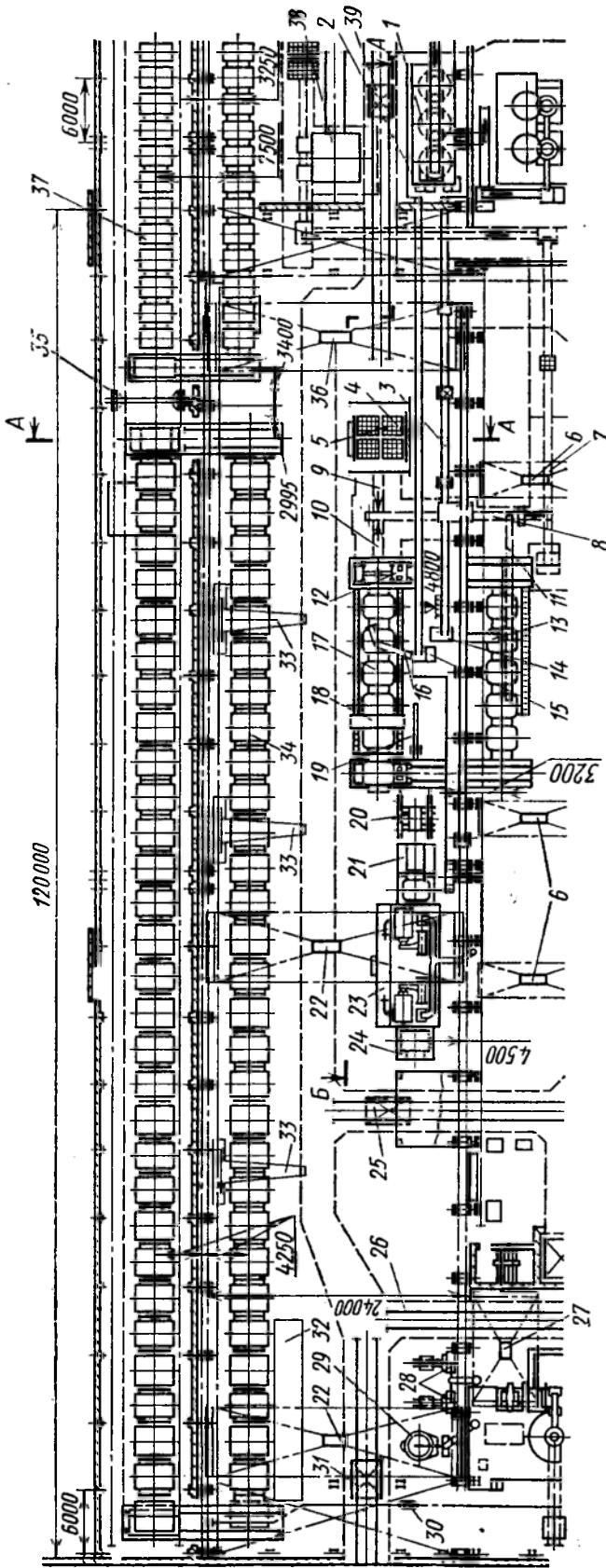


Рис. 39. Формовочно-заливочно-выбывное отделение цеха крупного чугунного литья мощностью 12,5 тыс. т/год:

1 — бункеры-отстойники; 2 — аэраторы; 3, 4 — ленточные конвейеры; 5 — выбывная решетка; 6 — мостовые краны,  $Q = 5$  т; 7 — 11 — ленточные конвейеры для уборки просали; 12 — трансбордер; 13 — шнековый смеситель для облицовочной смеси (ПСС); 14 — бункер для базовой смеси ПСС; 15 — осадитель для феррохромового шлага; 16 — пескомет 2596; 17 — пескометная линия для изготовления подформ  $2500 \times 2000 \times 350/600$  или  $3000 \times 1700 \times 350/600$  мм; 18 — срезка глинистой смеси; 19 — режущий толкатель; 20 — кантователь; 21 — подъемно-рольгантовый стол; 22 — мостовые краны,  $Q = 15/3$  т; 23 — сушило для поверхностной подсушки водной краски; 24 — приливной ролеганг; 25, 31 — электротележки,  $Q = 15$  т; 26 — пути для подачи ковшей с жидким металлом на электротележке; 27 — мостовой кран,  $Q = 30$  т в правльном отделении; 28, 29 — стелла для сушки ковшей; 30 — электрогаль, 32 — заливочная площадка; 33 — консольные краны,  $Q = 3$  т с рабочим вылетом фермы 8 м; 34 — литейный конвейер с платформами  $3,5 \times 2,5$  м, шаг 3,2 м и  $Q = 20/5$  т; 35 — кран-блвак,  $Q = 5$  т; 36 — мостовой кран 20/5 т; 37 — конвейер для остывания отливок; 38 — гидрокран; 39 — электротележка,  $Q = 20$  т

Формы изготавливаются на механизированной пескоструйной линии со скользящей оснасткой в опоках с размерами в свету 2500×2000 мм и 3000 × × 1700 мм и с применением облицовочных пластических самотвердеющих

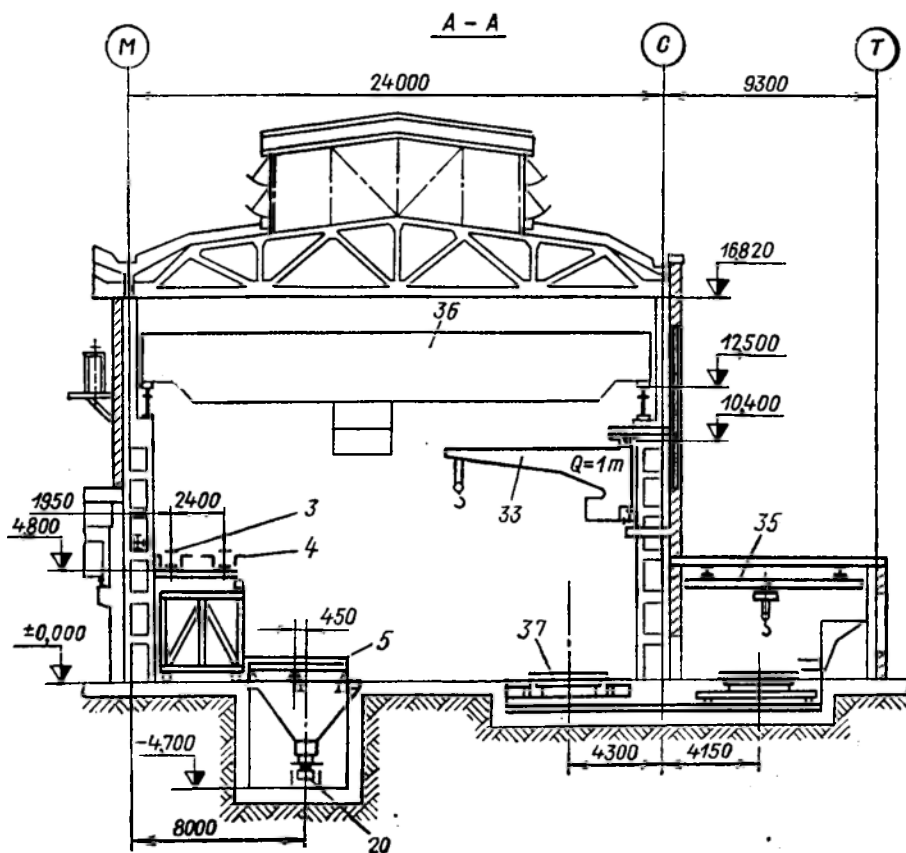


Рис. 40. Поперечный разрез А—А формовочного отделения цеха (обозначения см. рис. 39)

смесей (ПСС). Предусмотрена поверхностная подсушка водной краски в четырехместном проходном сушиле.

Сборка и заливка форм производится на трансбордерном тележечном конвейере грузоподъемностью 20 т. Охлаждение залитых форм на конвейере предусматривается в специальной пристройке в течение 24 ч.

## Глава V

### СТЕРЖНЕВЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

#### 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕРЖНЕЙ

Широко применяемые в литейном производстве разовые песчаные стержни классифицируют по объему, массе и размерам (табл. 19). При выборе составов стержневых смесей и технологических процессов изготовления стержней учитывают также их сложность и конструктивные особенности. По сложности разовые песчано-глинистые стержни делят на пять классов.

Исходя из конструктивных особенностей, разовые песчаные стержни подразделяют на три типа:

1) сплошные, получаемые заполнением всей рабочей полости стержневого ящика смесью;

2) полые, имеющие только наружный рабочий слой стержневой смеси; при этом середина — внутренняя полость стержня (оформляемая частью стержневого ящика — вставкой, называемой «опустошителем») остается свободной или заполняется пористым податливым материалом (шлаком, кусками бракованных стержней и др.);

3) оболочковые, состоящие только из рабочего упрочненного слоя смеси одинаковой толщины по всей поверхности стержня. Различают два вида оболочковых стержней: тонкостенные (толщиной 5—20 мм), изготовленные из песчано-смоляных смесей; толстостенные (толщиной 50—150 мм), изготов-

*Таблица 19. Разновидности разовых песчаных стержней по объему, массе и габаритным размерам*

Группы стержней <sup>1</sup>	Объем, дм <sup>3</sup>		Масса, кг		Усредненные максимальные габаритные размеры, мм	
	Массовое и крупно-серийное производство	Серийное, мелко-серийное и единичное производство	Массовое и крупно-серийное производство	Серийное, мелко-серийное и единичное производство	Массовое и крупно-серийное производство	Серийное, мелко-серийное и единичное производство
Мелкие	≤3	≤24	≤6	≤40	350×250×150	600×450×220
Средние	3,5—15	24—150	6—25	40—250	450×350×150÷ ÷550×450×170	700×450×270÷ ÷1100×700×350
Крупные	>15	>150	>25	>250	600×450×220 и более	1300×900×500 и более

<sup>1</sup> При разработке процессов изготовления стержней их подразделяют на технологические группы (см. табл. 21).

ляемые из химически твердеющих и самотвердеющих смесей, содержащих в качестве связующего материала жидкое стекло.

По составу стержневой смеси разовые стержни делят на песчано-глинистые и самотвердеющие, а принимая во внимание способ упрочнения, обеспечивающий окончательную прочность стержней, — на горячетвердеющие, быстровысыхающие, быстротвердеющие, сухие, химически твердеющие при продувке углекислым газом (CO<sub>2</sub>-процесс), холодно- или быстрохолоднотвердеющие и из жидких самотвердеющих смесей.

## 2. ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА

В условиях массового и крупносерийного производства номенклатуру, число, объем, размеры и другие параметры стержней, изготавливаемых по проектную программу выпуска отливок литейным цехом, определяют по технологическим картам. Данные технологических карт используют для составления формы 15. При серийном, мелкосерийном и единичном производстве объем производства стержневых отделений определяют по технологическим разработкам или чертежам отливок по аналогичной форме. При отсутствии указанной выше документации на часть или всю номенклатуру отливок этой серийности объем производства стержневых отделений чугунолитейных и сталелитейных цехов определяют по нормативам расчетного числа стержней на 1 т годных отливок (табл. 20).

ФОРМА 15. Объем производства стержневого отделения

№ детали	Деталь	Потребное годовое число отливок	Стержни			Потребность стержней, шт.			Масса изготовляемых стержней в год, кг
			Но-мер	Габаритные размеры, мм	Мас-са, кг	на де-таль	на годо-вой вы-пуск от-ливок	годовая с учетом брака отливок и поломки стержней	
1	Корпус	100	1	A × B × B	10	1	100	110	1100
			2	ΦA × B	4	3	300	330	1320
			3	A × B × B	2	1	100	110	220
2	Планшайба		4						
			5						

Примечания. 1. Форму 15 можно объединять с формой 16.  
2. Потери на брак отливок и поломку стержней принимают ~10%.  
3. При наличии в цехе нескольких стержневых отделений итоги приводят по каждому из них.

## 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Технологические процессы изготовления стержней, применяемые в современных литейных цехах, в зависимости от метода их упрочнения подразделяют на три группы:

I — с применением нагрева: в горячих ящиках; с кратковременной сушкой; с длительной сушкой;

Таблица 20. Нормы расчетного числа стержней (в скобках объем смеси, дм³) на 1 т годных чугунных и стальных отливок для серийного, мелкосерийного и единичного производства

Группы стержней по массе, кг (по объему, дм³)	Группы отливок по массе, кг									
	0—20	20—100	100—500	500—1000	1000—2000	2000—5000	5000—10 000	10 000—20 000	> 20 000	
Пределы	Средняя величина									
≤1,0 (≤0,6)	0,5 (0,3)	16,5 (5,0)	5,0 (1,5)	4,3 (1,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)
1,0—2,5 (0,6—1,5)	1,75 (1,05)	5,9 (6,1)	4,5 (4,7)	3,5 (3,7)	1,4 (1,5)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,2 (0,2)
2,5—6,0 (1,5—3,5)	4,25 (2,5)	13,5 (31,0)	3,7 (9,5)	2,0 (5,1)	1,8 (4,6)	1,2 (3,0)	0,6 (1,5)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)
6—10 (3,5—6,0)	8,0 (4,75)	5,2 (25,0)	4,3 (20,0)	3,3 (16,0)	1,1 (5,3)	1,0 (4,8)	0,8 (3,8)	0,2 (1,0)	0,2 (1,0)	0,2 (1,0)
10—16,7 (6—10)	13,35 (8,0)	2,5 (19,4)	2,7 (21,6)	1,9 (15,2)	1,8 (14,4)	0,4 (3,2)	0,2 (1,6)	0,2 (1,6)	0,2 (1,6)	0,2 (1,6)
16,7—25 (10—15)	20,85 (12,5)	1,3 (16,5)	1,5 (18,8)	2,2 (27,5)	3,5 (44,0)	1,6 (20,0)	1,5 (18,8)	0,5 (6,3)	0,5 (6,3)	0,5 (6,3)
25—40 (15—24)	32,5 (19,5)	2,8 (54,0)	2,7 (52,6)	1,4 (27,3)	1,2 (23,4)	1,1 (21,4)	0,7 (13,7)	0,6 (11,6)	0,6 (11,6)	0,6 (11,6)
40—60 (24—36)	50,0 (30,0)	0,6 (18,0)	2,1 (62,0)	1,8 (54,0)	1,0 (31,0)	0,7 (21,0)	1,7 (51,0)	1,2 (36,0)	1,2 (36,0)	1,2 (36,0)

Группы стержней по массе, кг (по объему, дм³)		Группы отливок по массе, кг									
		0—20	20—100	100—500	500—1000	1000—2000	2000—5000	5000—10 000	10 000—20 000	>20 000	
Пределы	Средняя величина	—	0,4 (17,3)	1,5 (72,0)	2,2 (106,0)	2,3 (110,0)	2,7 (130,0)	1,0 (48,0)	0,2 (9,6)	0,2 (9,6)	0,2 (9,6)
60—100 (36—60)	80,0 (48,0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100—250 (60—150)	175 (105)	—	—	0,5 (52,5)	1,2 (126,0)	1,4 (147,0)	1,4 (147,0)	0,5 (52,0)	0,4 (42,0)	0,4 (42,0)	
250—600 (150—360)	425 (255)	—	—	0,1 (25,5)	0,4 (102,0)	0,4 (102,0)	0,6 (153,0)	0,4 (102,0)	0,3 (76,5)	0,3 (76,5)	
600—1000 (360—600)	800 (480)	—	—	—	0,2 (96)	0,3 (144)	0,3 (144)	0,3 (144)	0,3 (144)	0,2 (96)	
1000—1600 (600—1000)	1355 (800)	—	—	—	0,1 (80)	0,1 (80)	0,1 (80)	0,2 (160)	0,3 (240)	0,3 (240)	
1600—2500 (1000—1500)	2085 (1250)	—	—	—	—	—	—	0,1 (125)	0,1 (125)	0,1 (125)	
Общее число стержней, шт.		84,6	48,7	28,6	24,5	18,0	13,5	10,3	6,3	5,8	
Общий объем: стержней, дм³ стержневой смеси, м³ заполнителя, м³		103,7 0,164 —	192,3 0,181 0,011	340,7 0,301 0,04	500,0 0,539 0,121	706,7 0,574 0,133	853,5 0,662 0,192	722,0 0,540 0,183	694,9 0,499 0,196	646,5 0,462 0,185	

Примечания: 1. При применении заполнителя его количество принимают для стержней средним объемом 30—105 дм³ — 15%, 255—480 дм³ — 25%, 800—1260 дм³ — 35%.  
 2. Принимают плотность смеси и стержней, кг/дм³: 1,35 из ЖСС; 1,25 песчано-глинистой в разрыхленном состоянии и 1,65 в уплотненном.  
 3. Общий расход стержневых смесей указан без потерь на просыпание.  
 4. Для стальных отливок расход смесей увеличивают на 15%.

II — с обработкой внешними реагентами: с продувкой углекислым газом; с продувкой катализаторами;

III — с твердением в атмосфере цеха в ящиках: из горячтетвердеющих, холоднотвердеющих и жидких самотвердеющих смесей.

Изготовление в горячих ящиках сплошных и полых стержней. Технология рассчитана на выпуск мелких и средних стержней массой до 100 кг, которые по сложности относятся к I—III классам. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм. Применяют эти стержни при получении чугунных и стальных отливок массой до 500 кг в сырых песчано-глинистых формах в условиях массового и крупносерийного производства.

Для изготовления стержней применяют ящики из серого чугуна с электрическим или газовым обогревом. Стержни получают на пескодувных или

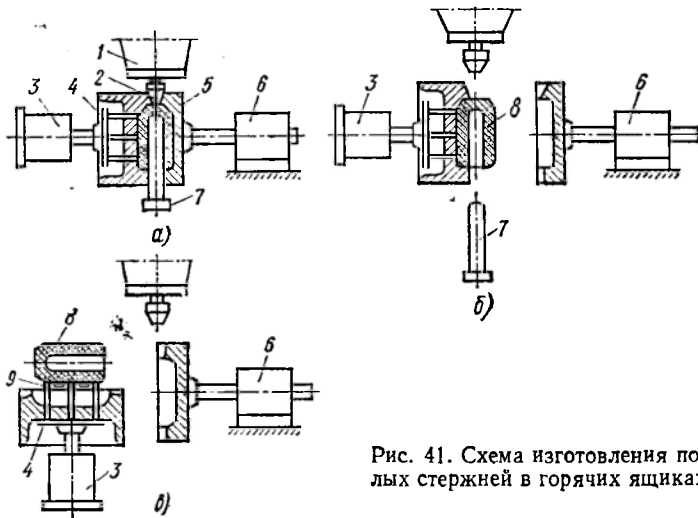


Рис. 41. Схема изготовления полых стержней в горячих ящиках

пескострельных полуавтоматах из влажных горячтетвердеющих смесей (ГТС), основой которых является отмытый от примесей кварцевый песок, а связующими — синтетические смолы (ФМ-1, КФ-40, КВС, фенолоспирт и др.). В качестве катализаторов — ускорителей твердения смесей используют растворы минеральных и органических кислот, хлориды, ангидриды и некоторые соли. При изготовлении стержней из ГТС необходимо обеспечить на участке стабильную температуру, которая во избежание снижения текучести смеси должна быть 18—25° С.

Технологический процесс изготовления полого стержня на пескострельной машине по горячим ящикам включает операции (рис. 41): сборку нагретого до 240—300° С ящика 5, опускание пескострельной головки 1 и надувание смеси в ящик из сопла 2 (рис. 41, а), после чего стержень формируется в ящике в течение 10—20 с. В дальнейшем стержень твердеет на воздухе; подъем пескострельной головки, опускание вставки опустошителя 7 и отвод половины ящика вправо пневматическим цилиндром 6 (рис. 41, б); поворот левой половины ящика на 90° и выталкивание стержня 8 из ящика толкателями 9 плиты 4, поднимаемой пневматическим цилиндром 3; удаление стержня вилочным съемником (рис. 41, в); окраска стержня водной противопопригарной краской; подсушка окрашенного стержня при температуре 250—280° С в течение 15—30 с.

К недостаткам данной технологии следует отнести усложнение конструкций стержневых ящиков, снабжаемых системами электрического или газового обогрева, а также необходимость работать с горячей оснасткой. Разновидностью описанного технологического горячего процесса является

вариант, при котором смесь надувают в холодный ящик, а твердеет она при продувке нагретым воздухом.

**Изготовление в горячих ящиках оболочковых стержней.** Технология рассчитана на выпуск мелких и средних стержней массой до 100 кг, которые по сложности относятся к I—III классам. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм. Их применяют в массовом и крупносерийном производстве чугунных и стальных отливок массой до 120 кг в оболочковых песчано-смоляных и песчано-глинистых формах.

Оболочковые (с толщиной стенок 5—20 мм) стержни изготавливают из песчано-смоляных смесей (содержащих пульвербакелит) или из сухого плакированного (осмоленного) песка в металлических ящиках с электрическим или газовым обогревом на одно- и многопозиционных пескодувных, пескострельных и центробежных автоматах.

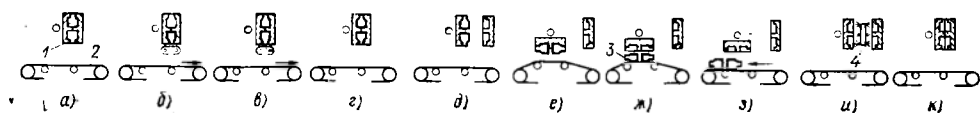


Рис. 42. Схема изготовления оболочковых стержней:

1 — стержневой ящик; 2 — ленточный конвейер; 3 — оболочковые стержни; 4 — приспособление для нанесения на рабочую поверхность стержневого ящика разделительного состава

Технологический процесс изготовления оболочковых стержней на пескодувной машине по разъемному двухгнезду горячему ящику включает операции (рис. 42): надув смеси в верхнее гнездо стержневого ящика, нагретого до 220—250° С (рис. 42, а); поворот ящика на 180°, надув смеси в нижнее гнездо ящика и удаление (после сформирования оболочкового стержня) избытка смеси из верхнего гнезда ящика (рис. 42, б); поворот ящика на 180°, при этом происходит удаление (после сформирования оболочкового стержня) избытка смеси из нижнего гнезда (рис. 42, в); отверждение стержней в течение 15—20 с в результате полимеризации термореактивной смолы (рис. 42, г); разъем ящика (рис. 42, д); поворот половины ящика на 90° и подъем ленточного конвейера (рис. 42, е); извлечение стержней из ящика (рис. 42, ж); опускание конвейера и транспортировка готовых стержней в электрическую печь для спекания — придания им окончательной прочности, что происходит при температуре 300—350° С. Оболочковые песчано-смоляные стержни не окрашивают (рис. 42, з). Новый цикл начинают с покрытия ящика разделительным составом (рис. 42, и) и сборки ящика (рис. 42, к).

По сравнению с процессом изготовления полых стержней из ГТС технология производства горячетвердеющих оболочковых стержней из сухого кварцевого песка с пульвербакелитом менее производительная, так как включает дополнительную операцию спекания стержня в электрической печи.

**Изготовление быстровысыхающих стержней.** Технология рассчитана на выпуск мелких и средних стержней массой до 250 кг, которые по сложности относятся к I—III классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным и полым. Особенностью технологии является упрочнение стержней при кратковременной сушке. Стержни обладают высокой прочностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм. Их применяют в массовом, крупносерийном и серийном производстве чугунных и стальных отливок массой до 500 кг в сырых песчано-глинистых формах. Для получения стержней применяют металлические (алюминиевые) ящики, которые при производстве мелких стержней делают многогнездными. Стержни изготавливают на пескодувных и пескострельных полуавтоматах (массой до 100 кг), а также на встряхивающих стержневых и формовочных машинах с перекидным столом (массой 100—250 кг) из быстровысыхающих смесей с масляными связующими или их заменителями (П, КО, СПТ и др.).

Технологические особенности изготовления стержней: упрочнение сушкой при температурах 180—350° С в течение 1,5—8 ч (в зависимости от объема стержней и вида входящего в смесь связующего), при этом стержни I и II классов находятся (ввиду малой прочности смеси во влажном состоянии) на фасонных сушильных плитах; изготовление по частям с последующей склейкой или сборкой в единый стержень, что выполняется после калибровки — зачистки плоскостей склеивания на шлифовальных челночных или карусельных станках; двойная окраска до и после склеивания; подсушка окрашенных стержней в проходном сушиле при температуре 250—280° С в течение 15—30 мин.

**Изготовление быстротвердеющих (быстросохнущих) стержней.** Процесс рассчитан на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 600 кг, которые по сложности относятся к III—V классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным и полым. Стержни обладают высокой прочностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм. Их применяют в серийном, мелкосерийном и единичном производстве чугунных и стальных отливок (массой 100—2000 кг) в пластичных самотвердеющих (ПСС), песчано-глинистых и других формах.

Технологический процесс получения быстротвердеющих стержней по сравнению с их изготовлением из быстровысыхающих смесей имеет следующие особенности: возможно применение смесей с повышенной прочностью во влажном состоянии, содержащих быстротвердеющие связующие СП, СБ, КТ и др.; используют деревянные ящики, окрашенные шеллаковыми красками; упрочнение происходит путем химического твердения стержней при кратковременной сушке.

**Изготовление сухих стержней.** Технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой 40—2500 кг и более, которые по сложности относятся к IV—V классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным и полым. Особенность технологии — упрочнение стержней при длительной сушке. Стержни применяют в мелкосерийном и единичном производстве крупных чугунных и стальных отливок массой 1000—5000 кг и более в [сухих, самотвердеющих (из ПСС и ЖСС) и других формах, когда большое значение имеет обеспечение повышенной податливости стержней.

Для изготовления стержней применяют деревянные, пластмассовые и реже алюминиевые ящики. При этом используют песчано-глинистые смеси с высокой прочностью во влажном состоянии, а также облицовочные смеси на основе высокоогнеупорных материалов (хромистый железняк, хромомagnesит). Последние предназначены для производства крупных и тяжелых массивных стальных отливок. Для уплотнения смесей в ящиках применяют главным образом встряхивающие формовочные машины с перекидным столом. Технологические процессы разрабатывают в расчете на деление стержней на части с последующей их склейкой или сборкой. Рабочую поверхность стержней окрашивают водной противопопригарной краской до и после сушки. Стержни сушат в камерных сушилах при температуре 350—380° С в течение 4—10 ч.

Сухие стержни обладают высокой прочностью, достигаемой благодаря применению смесей с повышенным содержанием глины и каркасов, поэтому их трудно удалить из отливок при выбивке. Они отличаются невысокой точностью конфигурации и размеров, так как несколько деформируются во время транспортировки в сушила и в процессе сушки.

**Изготовление химически твердеющих стержней.** Технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 600 кг, которые по сложности относятся к III—V классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным, полым и крупнооболочковым. Особенность технологии — упрочнение стержней путем их продувки углекислым газом. Стержни применяют в серийном, мелкосерийном и единичном производстве чугунных

и стальных отливок массой 100—2000 кг в химически твердеющих (продуваемых  $\text{CO}_2$ ), самотвердеющих (из ПСС, ЖСС) и песчано-глинистых формах.

Для изготовления стержней используют деревянные, пластмассовые и металлические разборные ящики с увеличенными уклонами вертикальных (по положению при извлечении стержней) стенок. При этом применяют жидкостекло (содержащее в качестве основного связующего материала жидкое стекло) смеси. Высокая прочность стержней достигается продувкой стержней углекислым газом под давлением 2,5—3 кгс/см<sup>2</sup> в течение 1—5 мин. Мелкие стержни продувают под зонтом (см. рис. 47), а крупные — через наколы с помощью коллектора. Окрашенные стержни подсушивают факельными горелками или в проходных электрических или газовых сушилах при температуре 220—300°С в течение 15—30 мин.

Недостатками  $\text{CO}_2$ -процесса являются трудная выбиваемость стержней и образование пригаров на чугунных отливках.

**Изготовление стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС).** Технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 600 кг, которые по сложности относятся к II—V классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным и полым. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм. Их применяют в серийном, мелкосерийном и единичном производстве отливок чугунных, стальных и из цветных сплавов массой 100—2000 кг в самотвердеющих, песчано-глинистых и других формах.

Для изготовления стержней используют деревянные (окрашиваемые эпоксидами или меламиновыми красками), пластмассовые и металлические стержневые ящики. Рабочую поверхность алюминиевых ящиков покрывают уретановой смолой. При этом используют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами (БС-40, КФ-107 и др.). Эти смеси готовят и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми у рабочих мест в стержневом отделении. При изготовлении мелких стержней (массой до 10 кг) на вращающихся столах (см. рис. 52) смесь уплотняют в ящике вручную, а при формовке средних и крупных стержней — с помощью вибрационного стола (см. рис. 53). Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20—40 с (при наличии в смеси катализатора), а средних и крупных 8—40 мин после виброуплотнения. Стержни для чугунных отливок окрашивают водными графитовыми красками, а для стальных — красками на основе циркона. Стержни для тонкостенных отливок окрашивают один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80—120°С в течение 20—40 мин.

Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путем захвата за подъемы каркаса без применения сушильных плит. Несмотря на некоторые трудности из-за повышенной текучести ХТС, крупные стержни целесообразно изготавливать полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней. При изготовлении стержней из ХТС необходимо обеспечить на участке стабильную температуру 18—25°С во избежание снижения текучести смеси. Несмотря на высокую стоимость ХТС, холоднотвердеющие стержни широко применяют благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок, получаемых с их использованием. ХТС обеспечивают хорошую выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоемкость стержневых и очистных работ.

**Изготовление стержней из быстрохолоднотвердеющих смесей (БХТС).** Технология рассчитана на выпуск мелких и средних стержней массой до 40 кг, которые по сложности относятся к I—III классам, а по конструктивным особенностям, — к сплошным и полым. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм; применяют их в крупносерийном и серийном производстве чугунных, сталь-

ных и из цветных сплавов отливок массой до 100 кг в сырых песчано-глинистых формах.

Стержни изготовляют в металлических и пластмассовых ящиках на пескоструйно-пескострельных машинах. Применяемые при этом смеси характеризуются малой живучестью, поэтому готовят их в специальных скоростных смесителях. При процессе «Гизаг» (ГДР) смесь готовят в два этапа. Первый — предварительный, выполняемый в шнековом смесителе 6 (рис. 43), в который вводится перемешанный с катализатором кварцевый песок, а затем синтетическая смола. Второй — заключительный, выполняемый в скоростном смесителе 7. Приготовленная таким образом БХТС подается в пескострельную головку машины 8, с помощью которой надувается в ящик. Продолжительность твердения стержня в холодном ящике составляет 15—30 с, а окончательное его отверждение после извлечения из ящика ~1 ч. Подобные процессы разработаны также в Англии (Фэскоулд-процесс) и ПНР (Синкор-процесс).

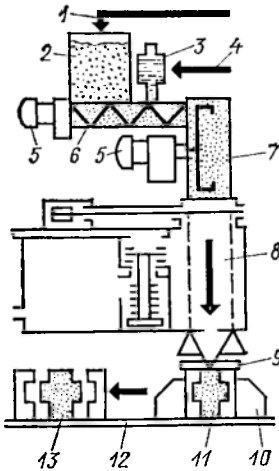


Рис. 43. Схема изготовления стержней из быстро-самотвердеющих смесей (БХТС):

1 — трубопровод; 2 — кварцевый песок с катализатором; 3 — пневматический дозатор смолы; 4 — трубопровод от насоса; 5 — электродвигатель; 6 — шнековый смеситель; 7 — высокоскоростной смеситель; 8 — пескоструйная машина; 9 — стержневой ящик; 10 — эа-жимное приспособление; 11, 12 — стержни; 13 — стол машины

Изготовление стержней из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС). Технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой 40—2500 кг и более, которые по сложности относятся к III—V классам, а по конструктивным особенностям — к сплошным, полым и оболочковым толстостенным. Стержни применяют в мелкосерийном и единичном производстве чугунных и стальных отливок массой 1000—5000 кг и более в химически твердеющих (CO<sub>2</sub>—процесс) в самотвердеющих (из ПСС и ЖСС), а также в песчано-глинистых формах.

Для изготовления стержней используют деревянные разборные ящики с разделительным покрытием лаком ХСЛ-1. ЖСС готовят и выдают в ящики специальными установками (см. рис. 54). Твердение смеси в ящике длится 40—60 мин. Затвердевшие и освобожденные от ящика стержни обычно дважды окрашивают водной противопожарной краской, а затем подсушивают при температуре 250—280° С. Суммарное время двух подсушек 50—60 мин, а время выдержки стержней

с момента заливки ящика смесью до их подачи на сборку 4—5 ч. Технология изготовления стержней из ЖСС позволяет отказаться от сушки, исключить наиболее трудоемкую операцию уплотнения смеси в ящике, делать стержни целыми, снизить общую трудоемкость изготовления. Однако она имеет недостатки: повышенную пористость материала стержней, способствующую пригару смеси к отливкам; замедленное остывание отливок в форме, плохую выбиваемость стержней из отливок. Ведутся экспериментальные работы, направленные на совершенствование ЖСС-процесса (Синфло-процесс, разрабатываемый в ПНР, и др.), с целью устранения пористости смеси путем быстрой ликвидации пенообразного состояния смеси до начала ее самозатвердевания, улучшения выбиваемости и поиска органического связующего — заменителя жидкого стекла.

О разработке технологических процессов изготовления песчаных стержней. При разработке технологических процессов изготовления песчаных стержней кроме деления на мелкие, средние и крупные (см. табл. 19) их подразделяют более дифференцированно на технологические группы (табл. 21) с тем, чтобы для каждой из них использовать поточную линию

Таблица 21. Технологические группы стержней и нормы производительности стержневых машин в серийном производстве

Технологические группы стержней	Максимальная масса стержня, кг	Максимальные габаритные размеры стержневого ящика, мм	Стержневые машины			
			Наименование	Модель	Производительность, съемов/ч	
					паспортная	расчетная
I	2,5	320×250×150÷300	Полуавтоматические пескодувные	348	360	60—110
II	6,0	400×320×230÷400		2Б83	400	60—120
III	16	630×500×445		9128Б5	200	30—60
IV	40	800×630×495		9128Б7	150	25—50
V	100	1000×800×555		9128Б9	120	12—25
VI	250	750×550×320	Пневматические встряхивающие с перекидным столом и встряхивающим механизмом	232М	40	7—10
VII	600	1100×700×350		233М	20	6—8
VIII	1000	1600×1100×500		234М	17	4—6
IX	2500	2350×1500×600		235М	10	3—4

с однотипным технологическим оборудованием (см. рис. 51, 53, 54) или комплект технологического оборудования, объединяемого в отдельной линии (см. рис. 51, 54, 59).

#### 4. ОБОРУДОВАНИЕ

**Основное технологическое стержневое оборудование.** При выборе оборудования для проектируемого стержневого отделения следует базироваться на принятом технологическом процессе изготовления стержней с учетом вида производства отливок. Ниже приведены рекомендации по выбору основного стержневого оборудования.

В литейных цехах массового и крупносерийного производства, когда трудоемкость изготовления стержней составляет 30—40% общей трудоемкости получения отливок, в стержневых отделениях необходимо применять высокопроизводительное многопозиционное и автоматизированное технологическое оборудование:

1) для изготовления сплошных и полых стержней в горячих ящиках массой до 10 кг — пескодувные автоматы и полуавтоматы мод. 4509А, 4554Б2, 4532Б, 4701А, 23221А, 23223А и др. (рис. 44, 45);

2) для изготовления сплошных и полых стержней в горячих ящиках массой 16—100 кг — пескодувные автоматы и полуавтоматы мод. 4705А, 4709А, 4720М, 23225А, 23227А, 23229А, 9228Б5Г, 9228Б7Г, 9228Б9Г и др.;

3) для изготовления оболочковых стержней в горячих ящиках массой до 100 кг — пескодувные полуавтоматы и автоматы мод. 9128Б, 4544А, 23223В, 23225В, 23227В, 23229В, 29113, В150 (АЦИС-10Б) и др.;

4) для изготовления быстровысыхающих сплошных и полых стержней массой до 100 кг — пескодувно-пескострельные полуавтоматы мод. 2Б83, 310, 9128Б5, 9128Б7, 9128Б9 и др.; машины (кроме 2Б83) работают в паре с поворотными-вытяжными машинами мод. 28П7М, 28П8М и 28П9 (рис. 46);

5) для изготовления сплошных и полых стержней из быстроходнотвердеющих смесей (БХТС) массой до 40 кг — специальные пескодувно-пескострельные машины мод. КСБС—12,1 и КСБС — 20 комбината «Гизаг» (ГДР).

В литейных цехах серийного, мелкосерийного и единичного производства применяют универсальное оборудование, пригодное для изготовления более широкой номенклатуры стержней, чем в условиях массового и крупносерийного производства. Кроме

машин, приведенных в табл. 21, для таких производственных условий может быть рекомендовано оборудование:

1) для изготовления химически твердеющих стержней с последующей их продувкой углекислым газом — пескодувные машины мод. 23223Б, 23225Б, 23227Б и 23229Б (рис. 47);

2) для изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС) шнековые смесители (рис. 48) моделей: 4727, 4731, 4732 и 4737;

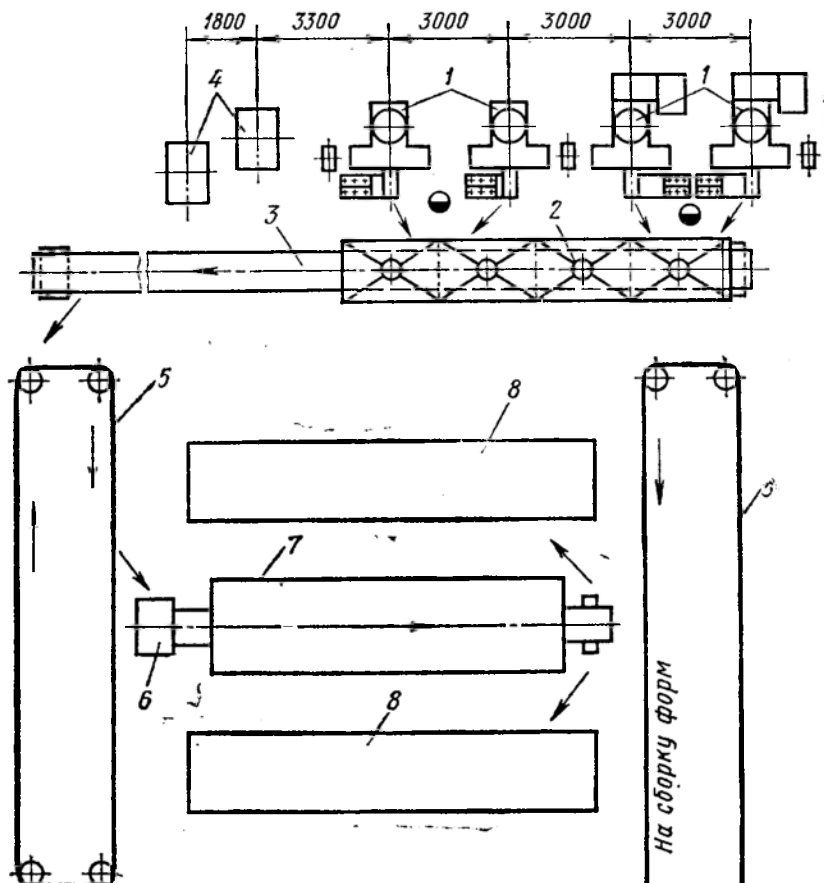


Рис. 44. Комплексно-механизованная линия производства мелких и средних стержней по горячим ящикам:

1 — однопозиционные пескодувные полуавтоматы; 2 — вытяжная вентиляция; 3 — ленточный конвейер; 4 — гидростанция машин; 5 — подвесные цепные конвейеры; 6 — стол для обработки и окраски стержней; 7 — проходная печь для подсушки окрашенных стержней; 8 — стеллажи для готовых стержней

3) для изготовления стержней из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС)—установки мод. 19413, 19114М, 19415 (производительность 5—30 т/ч).

Вспомогательное технологическое стержневое оборудование. В качестве вспомогательного оборудования в стержневых отделениях современных чугуно- и сталелитейных цехов используют поворотно-вытяжные машины, кантователи стержневых ящиков и сушильных плит, вертикальные (рис. 49 и 50) и горизонтальные конвейерные и камерные сушильные печи, карусельные и челночные шлифовальные станки, установки для продувки стержней углекислым газом, проходные газовые и электрические панельные печи для подсушки стержней, установки для промывки и просушки сушильных плит и дрейеров, краскомешалки и установки для окраски стержней, столы для обработки и сборки стержней, стеллажи и этажерки для хранения стержней.

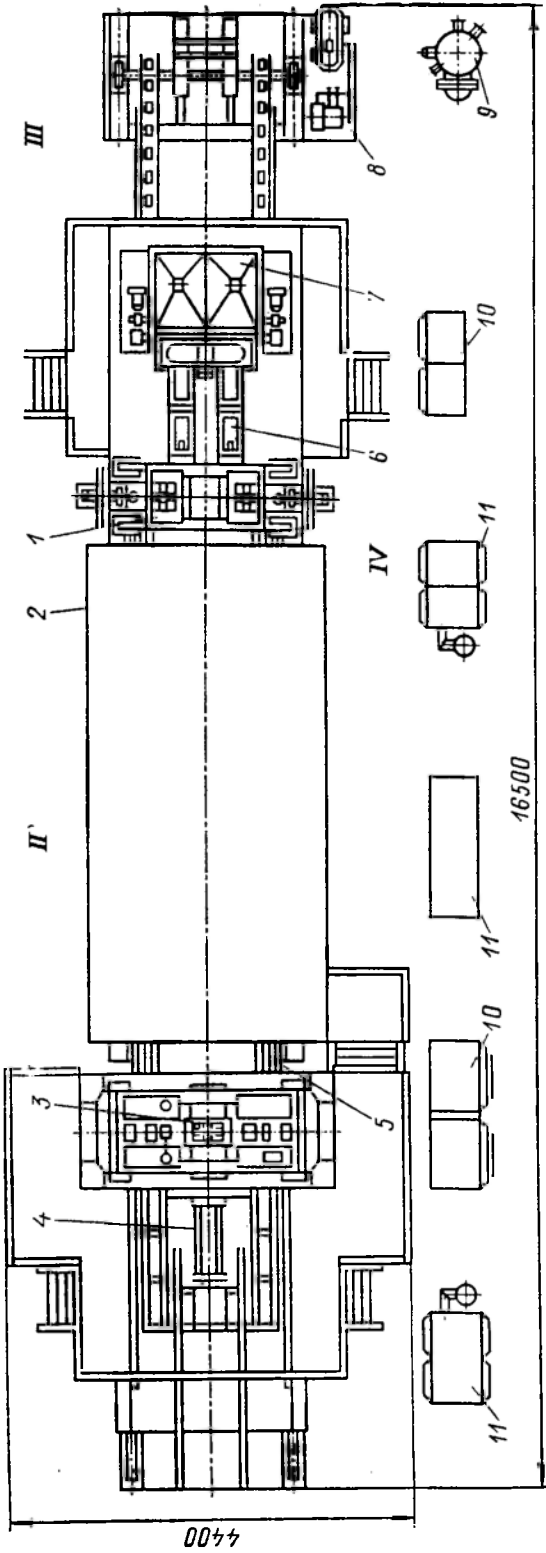


Рис. 45. Автоматическая линия производства крупных стержней по горячим ядкам мод. ЛПОЗЗ:

I — участок выдачи стержней; II — участок сушки; III — участок приготовления смеси; IV — участок прессования смеси; 1 — механизм прессования; 2 — электротрель; 3 — механизм разброса стержневых ящиков; 4 — механизм выдачи стержней; 5 — конвейер возврата стержневых ящиков; 6 — толкатель; 7 — установка приготовления стержневой смеси; 8 — привод конвейера; 9 — ресвер; 10 — пневмокаф; 11 — электрошкаф.

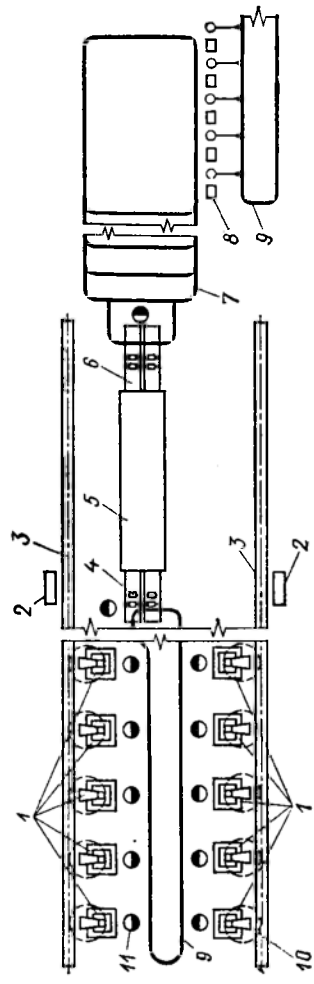


Рис. 46. Комплексно-механизированная линия производства стержней из быстровысыхающих смесей:

I — пескочувствительно-пескостроительные машины; 2 — машина для молки сушильных плит; 3 — ленточный конвейер для подачи сушильных плит; 4 — автоматический погрузчик; 5 — проходное сушило; 6 — автоматический разгрузчик; 7 — толкающий конвейер; 8 — верстак; 9 — подвесные конвейеры; 10 — бункер; 11 — рабочие места стержневиков.

**Расчет требуемого числа стержневого оборудования.** Для определения загрузки основного технологического оборудования стержневого отделения заполняют форму 16, которая может быть продолжением формы 15. Совмещенную форму называют «Маршрутная технология и загрузка стержневого отделения». При отсутствии в проектируемом отделении сушил непрерывного действия соответствующие графы формы 16 исключают. Сводные данные распределения стержней по группам, способам изготовления (с учетом состава смесей) и применяемому оборудованию составляют по форме 17.

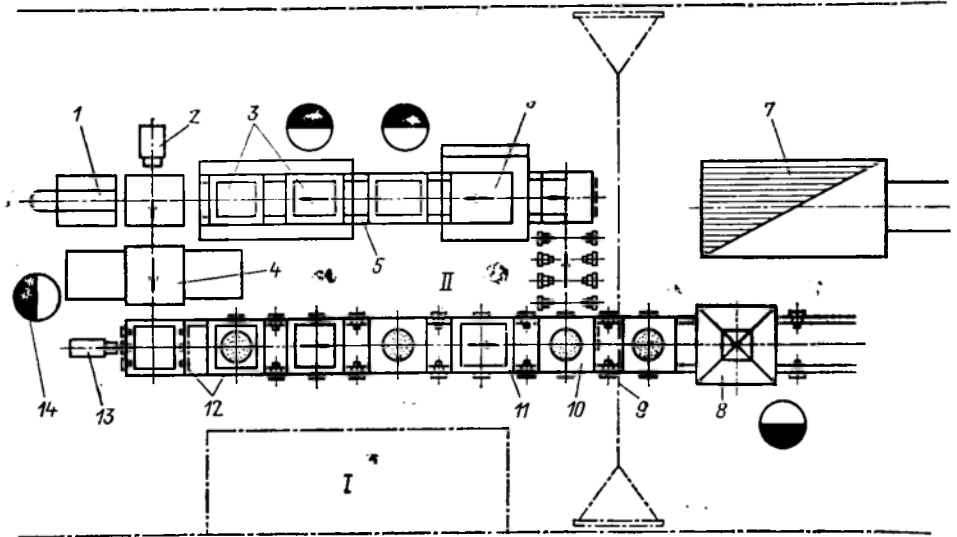


Рис. 47. Комплексно-механизированная линия производства мелких химически твердеющих стержней:

I — участок подготовки и хранения стержневых комплектов; II — участок изготовления стержней; 1 — укладчик сушильных плит; 2 — пневматический толкатель; 3 — вакуумная установка для обработки стержней углекислым газом; 4 — каткователь с протяжным механизмом; 5 — шагающий конвейер; 6 — пескоструйно-пескострельная машина; 7 — камерное сушило; 8 — покрасочная камера; 9 — кран-балка; 10 — стержни на сушильных плитах; 11 — сборочный жакет; 12 — конвейер подготовительный роликовый; 13 — пневматический толкатель; 14 — рабочее место стерженщика

При расчете требуемого числа стержневого оборудования учитывают коэффициент неравномерности потребления стержней, обусловленный плановым изменением номенклатуры отливок, производимых в потоках формовочного отделения.

ФОРМА 16. Загрузка стержневого оборудования<sup>1</sup>

№ детали	Деталь	№ стержня	Вид смеси и принятый метод изготовления стержней	Годовая потребность в стержнях, шт.	Габаритные размеры стержневых ящиков, мм	Число стержней в ящике	Годовое число съёмов с машин	Тип стержневой машины или автомата	Размеры сушильных плит, мм	Число стержней на плите	Число плит на годовую программу	Площадь, м <sup>2</sup>		Продолжительность сушки (подсушки), ч
												плиты	плит на годовую программу	

<sup>1</sup> Составляют на основе объема производства стержневого отделения (см. форму 15).  
<sup>2</sup> В условиях серийного, мелкосерийного и единичного производства определяют по нормативам (см. табл. 20).

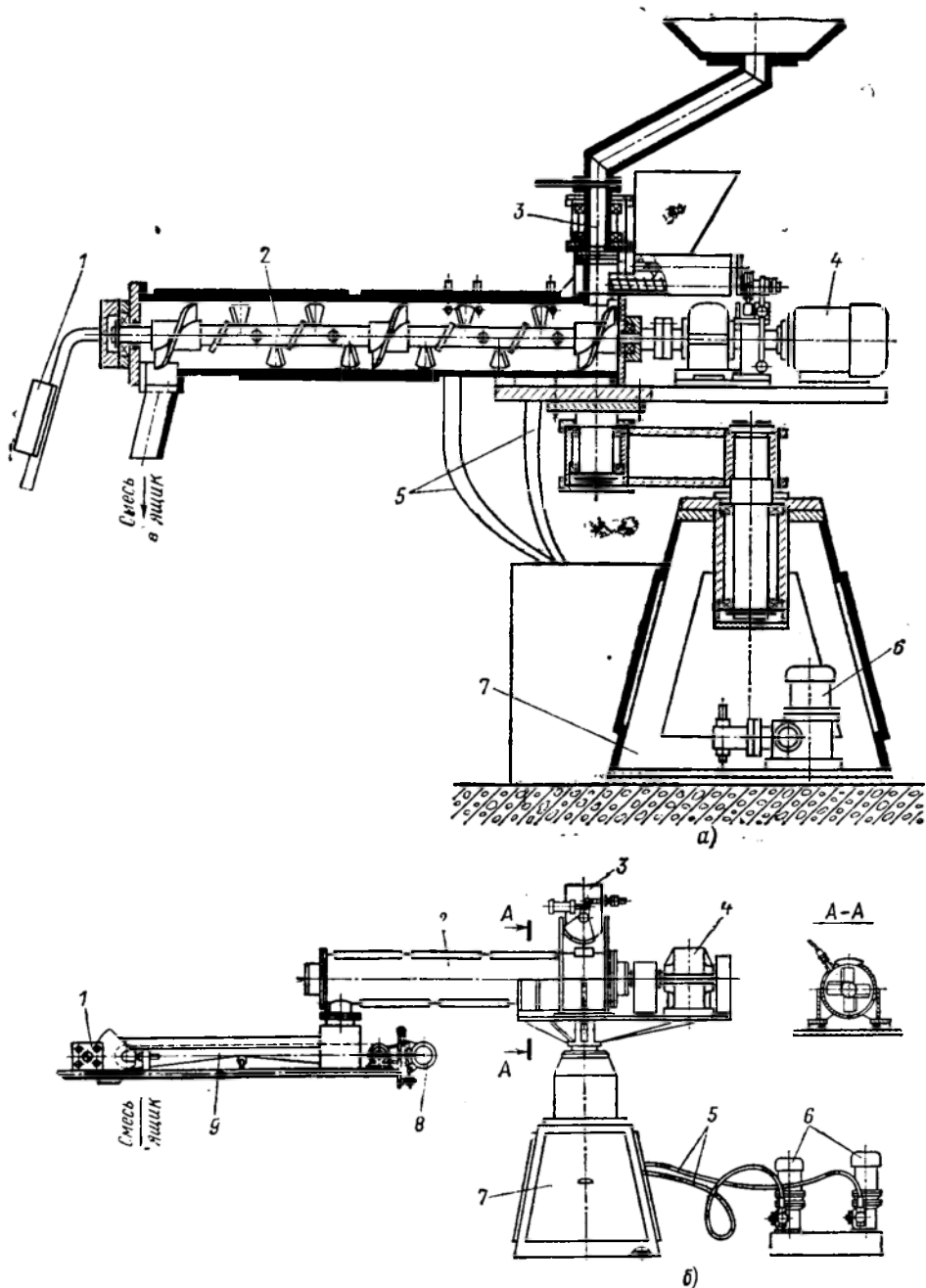


Рис. 48. Шнековые смесители для приготовления холоднотвердеющих стержневых смесей:

а — однорукавный; б — двухрукавный; 1 — пульт управления; 2 — шнековый смешивающий механизм; 3 — дозатор кварцевого песка; 4 — электродвигатели шнекового механизма и насосов-дозаторов; 5 — шланги; 6 — емкости для смолы и катализатора; 7 — основание машины; 8 — электродвигатель; 9 — ленточный конвейер

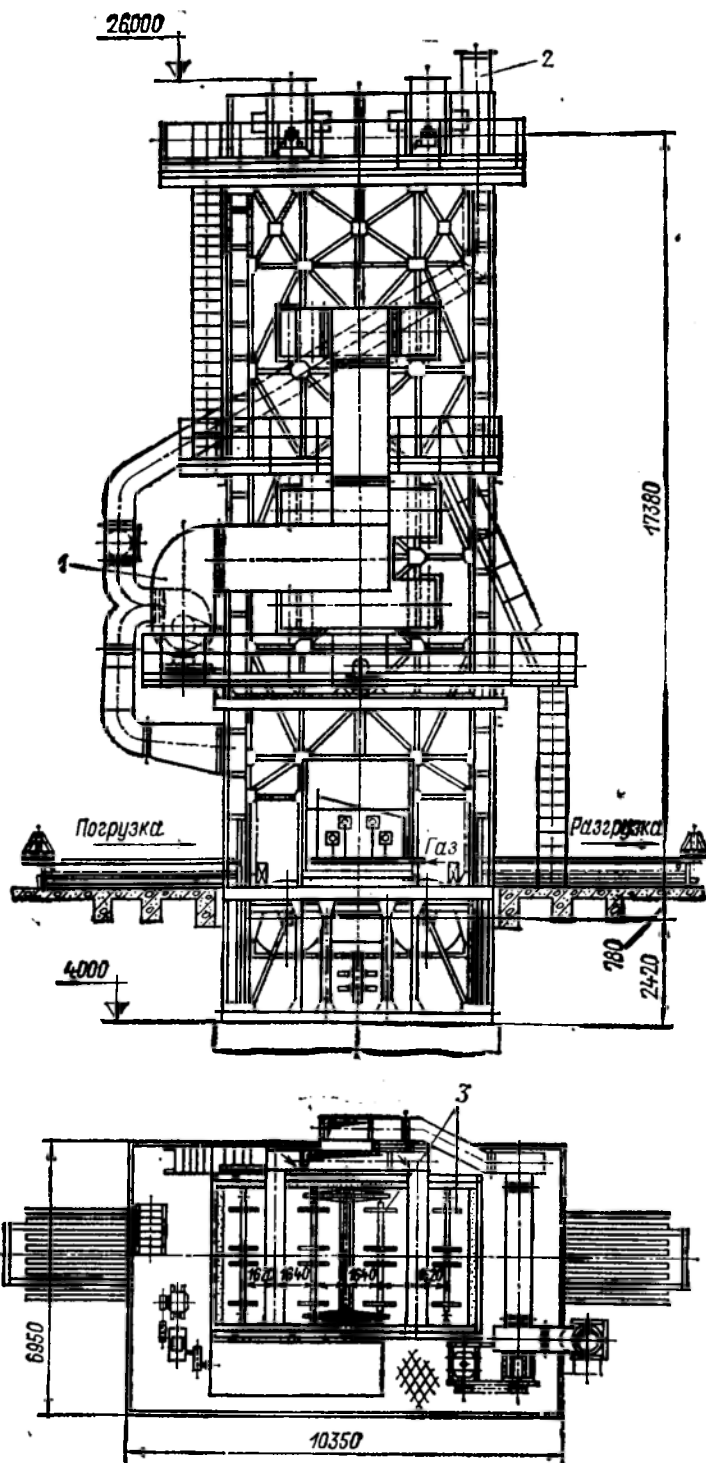


Рис. 49. Сушило вертикальное конвейерное четырехходовое для стержней с автоматической погрузкой и разгрузкой:

1 — вентилятор; 2 — дымовая труба; 3 — вертикальные конвейеры с этажерками

Требуемое число стержневого оборудования определяют по формуле

$$P'_1 = \frac{B_2 k_n}{\Phi'_d N_{расч}}$$

где  $B_2$  — годовое число съемов с машин при учете брака, числа гнезд в ящике или деления стержня на части;  $k_n$  — коэффициент неравномерности потребления стержней; обычно  $k_n = 1 \div 1,3$  (в зависимости от серийности отливок);  $\Phi'_d$  — годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;  $N_{расч}$  — расчетная производительность стержневого оборудования, съемов/ч.

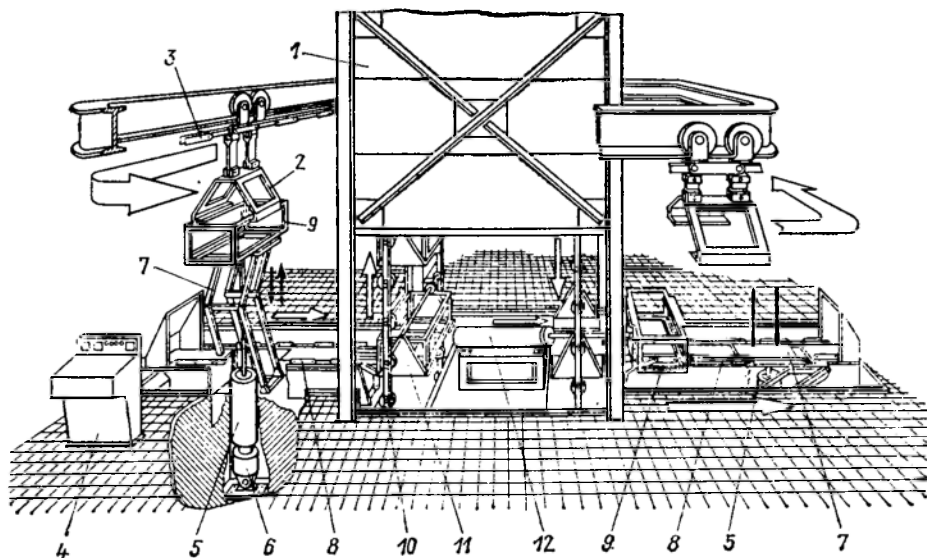


Рис. 50. Схема устройства и работы автоматической установки загрузки и выгрузки стержней вертикального конвейерного сушила:

1 — сушило; 2 — приспособление для захвата стержней; 3 — цепной подвесной конвейер; 4 — пульт управления; 5, 6 — цилиндры подъема; 7 — подъемный стол; 8 — толкающий конвейер; 9 — кассета сушила; 10 — конвейер сушила; 11 — подвесная этажерка; 12 — толкатель

При расчете числа стержневых машин и автоматов не следует смешивать паспортную производительность с расчетной, так как в условиях серийного и особенно мелкосерийного производства значительные потери времени обусловлены частой сменой стержневых ящиков и ручным извлечением стержней из них. Применительно к этим условиям следует принимать расчетную производительность стержневых машин по нормам, рекомендуемым в табл. 21.

ФОРМА 17. Распределение стержней по технологическим группам и способам их изготовления

Технологические группы стержней по массе, кг	Средняя масса стержня, кг	Способ изготовления стержней	Число стержней, шт.		
			в год	на поточной линии	на машине модели
Итого					

Если вместо  $P'_1$  принято  $P'_2$  единиц стержневого оборудования, то коэффициент его загрузки

$$k_{з.с} = \frac{P'_1}{P'_2}.$$

Чтобы стержневое отделение не задерживало работу формовочно-сборочных участков формовочного отделения, коэффициент загрузки стержневых машин должен быть меньше или равным коэффициенту загрузки формовочного оборудования ( $k_{з.с} \leq k_{з.ф}$ ). При наличии в отделении нескольких типов стержневого оборудования расчет их потребного числа сводится в форму 18.

ФОРМА 18. Расчет потребного количества стержневого оборудования

Виды стержней	Участок стержневого отделения	Потребное число съёмов с машин		Стержневое оборудование				
		год	ч *	Модель	Производительность, съёмов/ч	Число		Коэффициент загрузки ** $k_z$
						по расчёту	принятое	

\* С учетом коэффициента  $k_n$  потребления стержней.  
 \*\* Принимают  $k_z = 70-85\%$ .

**Расчет потребного числа сушил.** Для расчета потребного числа сушильных печей стержни распределяют по сушилам с учетом требуемого цикла сушки и принятого типоразмера печи.

Установив потребное годовое число стержней, габаритные размеры сушильных плит и их площадь с учетом числа стержней на плите (см. форму 16), ведут расчет потребного числа сушил путем сведения всех данных в форму или по формулам:

для конвейерных сушил

$$P'_1 = \frac{Stlk_n}{sn\Phi'_d L_k \eta};$$

для камерных сушил

$$P'_1 = \frac{V_{ст} t k_n}{V_c \Phi'_d \eta},$$

где  $S$  — площадь плит на годовую программу,  $m^2$ ;  $t$  — время цикла сушки, ч;  $l$  — расстояние между этажерками, м;  $s$  — площадь одной полки этажерки  $m^2$ ;  $n$  — число полок на этажерке;  $\Phi'_d$  — действительный годовой фонд времени работы сушила, ч;  $L_k$  — длина конвейера в зоне сушил, м;  $\eta$  — коэффициент заполнения объема сушил;  $V_{ст}$  — годовой объем стержней с учетом брака отливок и поломки стержней,  $m^3$ ;  $V_c$  — объем сушил,  $m^3$  (см. гл. II).

При производстве стержней, требующих тепловой сушки, рекомендуется устанавливать сушила одного типа, что позволит создать более стройную планировку отделения и здания литейного цеха.

**Подъемно-транспортное оборудование.** Для межоперационной транспортировки стержней, стержневых ящиков и других грузов в стержневых отделениях, а также для передачи готовых стержней из стержневого отделения в формовочное применяют ленточные, роликовые, подвесные грузонесущие и толкающие конвейеры, мостовые краны и другое подъемно-транспортное оборудование. Стержни из ХТС можно подавать на сборку подвесным

грузонесущим конвейером с их подвеской за подъемы каркаса. В двухэтажных литейных цехах для подачи стержней и оснастки с нижнего этажа на верхний используют специальные лифты. Для подачи крупных (массой >250 кг) стержней на участки сборки форм (из стержневого пролета в формовочный) следует использовать электрифицированные тележки.

Потребное число мостовых кранов стержневого отделения (рекомендуемая грузоподъемность 5—10 т) рассчитывают по нормативам (табл. 22). Необходимое число кранбалок и электрических талей (рекомендуемая грузоподъемность 2—5 т), подвесных цепных конвейеров и другого подъемно-транспортного оборудования устанавливают при компоновке отделения в зависимости от производственной обстановки (числа стержневых участков, типов технологического оборудования и др.), а их расположение и трассу с учетом необходимости создания рациональных комплексно-механизированных потоков (см. гл. IX).

Таблица 22. Нормы для определения потребного числа мостовых кранов для обслуживания стержневых отделений литейных цехов

Группы отливок по массе, кг	Норма краночасов на 1 т годных отливок	Группа отливок по массе, кг	Норма краночасов на 1 т годных отливок
50—250	0,55—0,80	1000—2000	0,8—1,0
100—500	0,65—0,85	1000—5000	1,0—1,2
100—1000	0,70—0,90	>5000	0,9—1,1
500—1000	0,75—0,90	—	—

Примечание. Длина участка, обслуживаемого одним краном, составляет 20—35 м.

## 5. КОМПОНОВКА АВТОМАТИЧЕСКИХ И КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЛИНИЙ

При организации труда в стержневых отделениях современных литейных цехов создают кратчайшие производственные потоки — механизированные, комплексно-механизированные и автоматические линии (рис. 51—57),

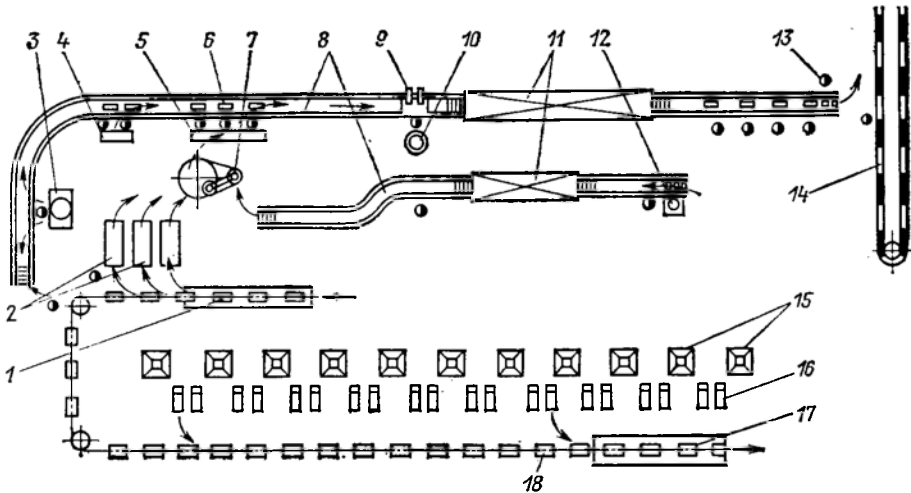


Рис. 51. Механизированная линия производства быстровысыхающих стержней (расположена на втором этаже здания литейного цеха):

1 — люк подъема ветви конвейера горизонтального конвейерного сушила, расположенного на первом этаже; 2, 5 — стеллажи; 3, 7 — шлифовальные станки; 4 — рабочие места; 6 — стержни; 8 — рольганги; 9 — приспособление для сборки стержней; 10 — печь для приготовления цинкового расплава; 11 — печи для подсушки стержней; 12 — бак для краски; 13 — пост контроля стержней; 14 — цепной подвесной конвейер для доставки стержней в формовочное отделение; 15 — бункеры для смеси; 16 — стержневые машины; 17 — люк спуска ветви сушила; 18 — конвейерное четырехходовое сушило

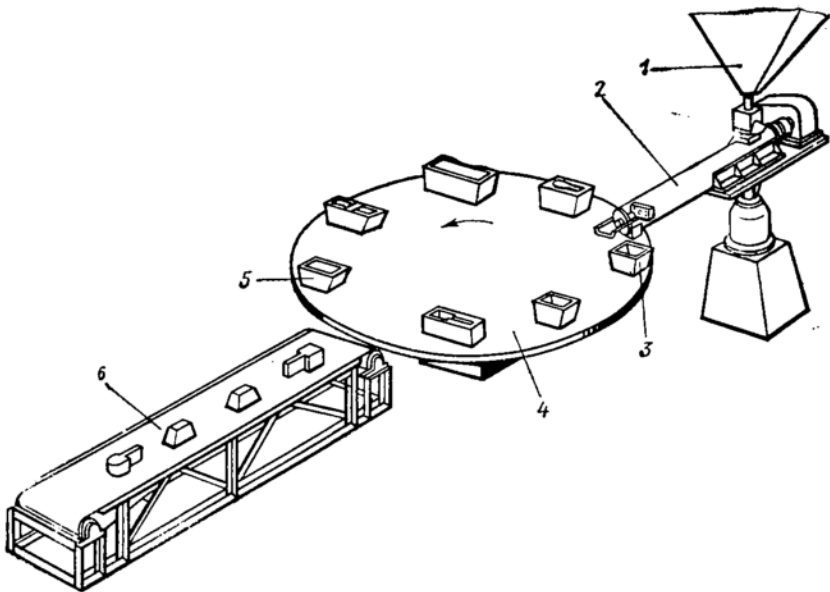


Рис. 52. Механизированная линия изготовления мелких стержней из ХТС:

1 — бункер с кварцевым песком; 2 — однорукавный шнековый смеситель; 3 — позиция набивки стержневых ящиков; 4 — поворотный стол; 5 — позиция извлечения стержней из ящиков; 6 — ленточный конвейер для передачи стержней на участок окраски

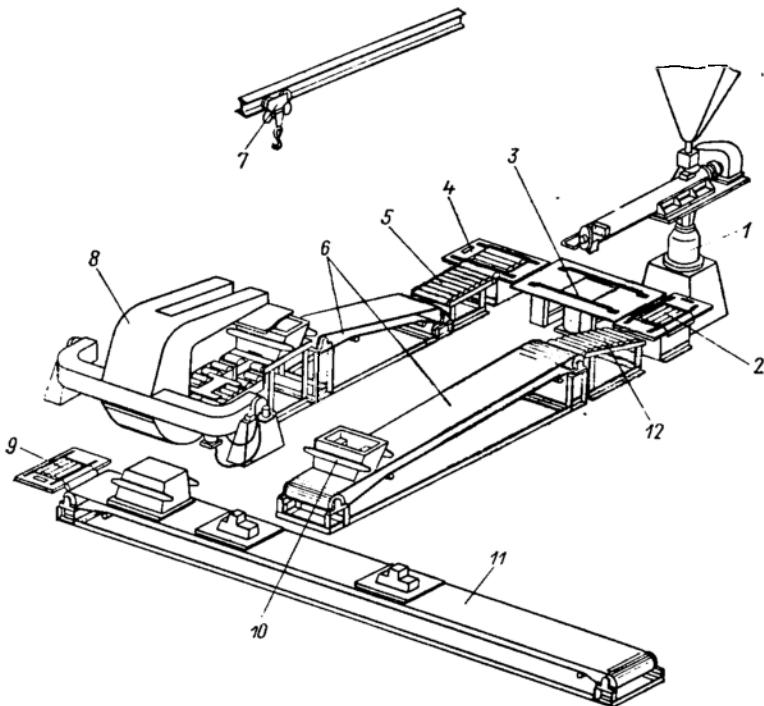


Рис. 53. Комплексно-механизированная линия изготовления средних и крупных стержней из ХТС:

1 — однорукавный шнековый смеситель; 2, 4, 9 — угловые передающие оснастку механизмы; 3 — вибрационный стол с цепной передачей для перемещения ящиков; 5, 12 — наклонные рольганги; 6 — наклонные ленточные конвейеры; 7 — электрическая таль, перемещаемая по монорельсу; 8 — кантователь; 10 — стержневой ящик; 11 — ленточный конвейер, на котором стержни освобождаются от ящиков и доставляются на окраску

представляющие собой сочетание основного, вспомогательного технологического и подъемно-транспортного оборудования. Комплексно-механизированная линия (рис. 51) характерна наличием специализированного технологического потока производства и комплектки очень сложных стержней отливок блока автомобильного двигателя. Стержни получают из нескольких отдельно изготавливаемых частей их сборкой и последующим прочным соединением. Последнюю операцию выполняют заливкой цинкового расплава в специально предусмотренные каналы в знаках стержней. Автоматизированная линия Л9128Б7 является типовой базовой, она рассчитана также на применение пескоструйно-пескострельных полуавтоматов 28Б5 и 28Б9 при соответствующей замене типоразмеров поворотно-вытяжных машин.

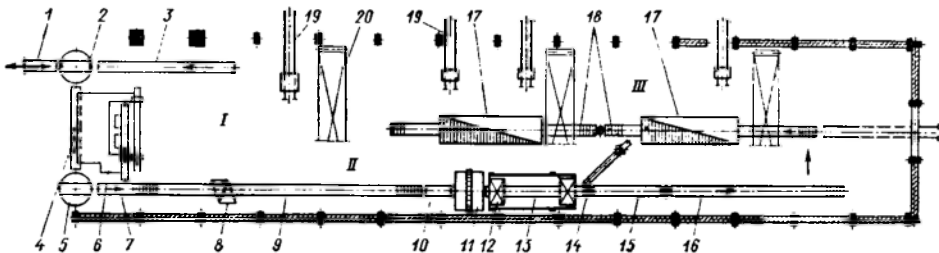


Рис. 54. Комплексно-механизированная линия производства крупных стержней из ЖСС:

I — оперативный склад стержневых ящиков; II — склад сушильных плит; III — склад и комплектка стержней; 1 — ленточный конвейер возврата стержневых ящиков на склад или подачи со склада на линию; 2 — поворотный круг с реверсивным ленточным конвейером; 3 — ленточный конвейер для подачи ящиков на заливку; 4 — ролик подачи ящиков под заливку; 5 — поворотный круг с ленточным конвейером; 6 — автоматизированная установка для приготовления ЖСС; 7 — пластинчатый конвейер двухскоростной; 8 — механизм срезания излишков смеси по ладу ящика; 9 — участок твердения стержней; 10 — ленточный двухскоростной конвейер; 11 — кантователь стержневых ящиков; 12 — цепной механизм для снятия стержневых ящиков; 13 — ленточный конвейер; 14 — поворотный кран для снятия ящиков; 15 — ролик; 16 — пластинчатый конвейер для отделки и окраски стержней; 17 — конвейерные газовые печи для подсушки окрашенных стержней; 18 — пластинчатый конвейер; 19 — рельсовые пути подачи стержней на сборку форм; 20 — мостовые краны

Стержневые линии литейных цехов мелкосерийного и единичного производства отливок (рис. 52—54) включают оборудование для изготовления стержней из ХТС и ЖСС.

Учитывая необходимость широкого внедрения в производство технологии изготовления стержней из ХТС, были разработаны типовые процессы и комплекты оборудования, которые реализованы в типовых линиях, предназначенных для чугунолитейных и сталелитейных цехов (табл. 23).

Таблица 23. Типовые линии изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей

Показатели	Масса стержней, кг			
	≤40	40—100	100—250	250—600
Производительность, съёмов/ч . . . . .	60	60	40	25
Годовой выпуск стержней:				
т . . . . .	4000	6000	6000	6500
шт. . . . .	111 500	127 000	82 000	27 000
Максимальные габаритные размеры ящика, мм	800×630×500	1000×800×560	1300×1000×700	1500×1200×750
Площадь, занимаемая участком (с участком окраски), м <sup>2</sup> . . . . .	160	300	370	600
Численность работающих в смену . . . . .	4	5	6	10

**6. РАЗМЕЩЕНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ ОТДЕЛЕНИЙ  
В ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ,  
ИХ ПЛОЩАДИ,  
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СКЛАДСКИЕ УЧАСТКИ,  
СЛУЖЕБНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ**

Стержневые отделения располагают в пролетах зданий литейных цехов, основные размеры которых приведены в табл. 24. При определении площади стержневого отделения руководствуются следующими положениями:

*Таблица 24. Размеры пролетов зданий чугуно- и сталелитейных цехов для размещения стержневых отделений (м)*

Масса отливок, кг	Ширина пролета одно- этажного здания	Ширина про- лета двух- этажного здания		Высота до уровня пола второго этажа	Высота до го- ловки подкра- нового рельса		Высота до низа конструкций перекрытия		
		основного	первого этажа		В одноэтажном здании от от- метки $\pm 0,0$	В двухэтажном здании от от- метки пола вто- рого этажа	В одноэтажном здании от от- метки $\pm 0,0$	В двухэтажном здании от от- метки пола вто- рого этажа	
<i>Массовое и крупносерийное производство</i>									
Мелкие ( $\leq 10$ ), сред- ние ( $\leq 50$ ) и крупные ( $\leq 500$ )	18; 24	9; 12	7,8	—		10,8			
<i>Серийное, мелкосерийное и единичное производство</i>									
Мелкие ( $\leq 100$ )	18; 24	9; 12	7,8	—		9,6; 10,8			
Средние ( $\leq 1000$ )				8,15		10,8			
Крупные ( $\leq 5000$ )	24	12	8,4	8,15		10,8			
Тяжелые ( $\leq 20\ 000$ )	24	—	—	—	8,15; 9,65	—	10,8 12,6	—	
Особо тяжелые ( $> 20\ 000$ )	24; 30	—	—	—	9,65	—	—	—	
Примечания: 1. Шаг колонн 6 или 12 м. 2. Высоту здания в местах размещения вертикальных конвейерных сушил выбирают в за- висимости от их высоты.									

1) при расчете по укрупненным показателям площадь отделения принимают по числу рабочих мест; на одно место выделяют площади:  $6\text{ м}^2$  для мелких стержней;  $8\text{ м}^2$  для средних и  $12\text{ м}^2$  для крупных;

2) при получении особо сложных отливок в литейных цехах автомобильных и тракторных заводов площадь стержневого отделения должна составлять 70—90% площади формовочного отделения, но может быть и одинаковой с ним;

3) в литейных цехах транспортного машиностроения площадь стержневого отделения составляет 30—60% площади формовочного отделения;

4) при производстве отливок массой  $>100$  кг площади стержневых отделений должны составлять  $\sim 70\%$  площади формовочных отделений.

Для механизированных литейных цехов площади стержневого отделения определяют компоновкой оборудования и планировкой рабочих мест, установкой средств транспорта, учетом площадей вспомогательных и складских участков, служебных помещений, а также проездов и проходов.

**Вспомогательные участки.** К вспомогательным относятся участки комплектовки и изготовления каркасов. В отделениях, изготавливающих химически твердеющие стержни, необходимо предусматривать также участок получения углекислого газа (при отсутствии цеховой системы приготовления  $\text{CO}_2$ ).

Участок комплектовки предназначен для проведения заключительных операций стержневого отделения: зачистки частей стержней в кондукторах на шлифовальных станках; сборки, склеивания или скрепления раздельно изготавливаемых сложных по конфигурации стержней (см. рис. 51) и др. Площадь участка комплектовки устанавливают компоновкой оборудования и инвентаря при учете площадей под проезды и проходы. Участок комплектовки стержней должен находиться в сфере действия основного подъемно-транспортного оборудования отделения, его следует дополнять местными транспортными средствами (рольгангами, ленточными конвейерами и др.) для организации поточных методов труда.

**Каркасный участок** оборудуют станками для правки, резки и гибки проволоки, стеллажами-складами для готовых каркасов. Площадь его принимают по укрупненным показателям в зависимости от мощности цеха: при годовом выпуске  $10-20$  тыс. т отливок  $15-20$  м<sup>2</sup>, а при выпуске  $20-50$  тыс. т  $24-120$  м<sup>2</sup>. В цехах, изготавливающих крупные отливки, каркасный участок дополняют плацем, на котором методом открытой формовки в почве получают литые стержневые каркасы.

Участок получения  $\text{CO}_2$  предусматривают при отсутствии общецеховой установки. Его площадь устанавливают по укрупненным показателям в зависимости от числа установок:  $60$  м<sup>2</sup> при одной установке и  $108$  м<sup>2</sup> при двух.

**Складские участки.** В проектируемом стержневом отделении необходимо предусматривать склады стержневой оснастки и стержней, кладовую вспомогательных материалов. Склады стержневой оснастки в условиях массового и крупносерийного производства должны быть оборудованы многоярусными стеллажами, обслуживаемыми механизированными штабелерами. Площадь промежуточного склада стержневой оснастки устанавливают по нормативам (табл. 25) или по укрупненным показателям, согласно которым ее принимают равной  $8-12\%$  площади стержневого отделения. Склады стержней в условиях массового и крупносерийного производства должны быть оборудованы системой подвесных толкающих конвейеров, позволяющих избежать перекладки и поломки стержней. Площадь склада готовых стержней лимитируется необходимым их заделом, который в среднем составляет  $8-12$ -часовую потребность формовочного отделения в стержнях, ее рассчитывают по нормативам (табл. 25). По укрупненным показателям площадь склада принимают равной  $10-15\%$  площади стержневого отделения.

Кладовая вспомогательных материалов должна быть предусмотрена в отделениях, где применяют технологию изготовления стержней из химически твердеющих смесей (ХТС, БХТС, ЖСС),готавливаемых непосредственно на стержневых участках. Кладовая необходима для хранения синтетических смол, катализаторов, растворителей и других подобных материалов. По укрупненным показателям площадь кладовой вспомогательных материалов принимают в зависимости от годового выпуска отливок цехом:  $15-20$  м<sup>2</sup> при выпуске до  $10$  тыс. т;  $30-40$  м<sup>2</sup> при  $10-20$  тыс. т и  $50-60$  м<sup>2</sup> при  $20-50$  тыс. т.

Таблица 25. Нормы для расчета площадей промежуточных складов стержневых ящиков и стержней

Объекты хранения	Способ хранения	Запас хранения в календарных днях при производстве		Грузонапряженность полезной площади складов, т/м <sup>2</sup>	Коэффициент использования полезной площади складов	
		серийном и мелко-серийном	крупно-серийном и массовом			
Стержневые ящики: крупные	На полу в штабелях	8—10	—	0,3—0,5	0,35—0,45	
	средние и мелкие	На поддонах в стеллажах	15—20	8—10	1,7—2,0	0,3—0,35
Стержни: крупные	На полу	1,0—1,5	0,5—1,0	0,45—0,75 (0,65—1,0)	0,3—0,4	
	средние и мелкие	На этажерках и стеллажах	1,5—2,0	0,2—1,0	1,2—1,5 (2,2—2,5)	0,35—0,45
		На подвесных этажерках	0,5—1,0	0,2—1,0	0,35—0,55 (0,45—0,65)	—

Примечание. В скобках приведены нормы для хранения стержней с учетом массы сушильных плит.

Служебные помещения. К ним относится контора мастеров стержневого отделения, площадь которой принимают равной 15—20 м<sup>2</sup>.

## 7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Специфическими условиями труда стержневых отделений, вредно отражающимися на здоровье рабочих, являются обильное тепловыделение на участках изготовления стержней по горячим ящикам, сушки и подсушки стержней; выделение газов при сушке стержней, изготовленных из смесей, содержащих органические связующие; выделение паров синтетических смол и катализаторов на участках изготовления стержней из ХТС; выделение кварцевой пыли во время работы пескодувных и пескострельных машин.

Проектируя стержневое отделение, необходимо предусматривать мероприятия для безопасных и благоприятных санитарно-гигиенических условий труда:

а) принимая метод изготовления стержней по горячим ящикам, обеспечивать местную вытяжную вентиляцию для удаления вредных газов и паров на участке приготовления смеси и на стержневых машинах: скорость движения воздуха в рабочей зоне должна быть  $\geq 1$  м/с при объеме отсоса 3000 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> панели или 1 м<sup>2</sup> зонта; проектируя транспортировку конвейером готовых стержней, полученных по горячим ящикам, предусматривать укрытия трассы конвейера достаточной длины, снабжая их местной отсасывающей вентиляцией (см. рис. 44);

б) принимая в качестве стержневого оборудования пескодувные и пескострельные машины, снабжать их системами местной вытяжной вентиляции;

в) принимая метод изготовления стержней по холодным ящикам, предусматривать меры, предупреждающие попадание токсичных смол и катализаторов на слизистые оболочки и кожу рабочих, обслуживающих технологические операции по приготовлению смесей и изготовлению стержней; предусматривать отсосы от мест засыпки и твердения смеси;

г) для сушки стержней выбирать способы с системой местных отсосов, исключающих выделение в рабочее помещение газов, пыли и большого количества теплоты;

д) принимать конструкции сушильных печей, оборудованных вентиляцией, обеспечивающей надежный отбор газов;

е) учитывая большое число грузопотоков с использованием различного подъемно-транспортного оборудования, в стержневых отделениях необходимы проходы и проезды достаточной ширины;

ж) при компоновке отделения принимать расстояния от стен и колонн до оборудования по принятым нормам;

з) на начальной стадии проектирования выделять организованные площадки для размещения оборудования общеобменной вентиляции.

## 8. КОМПОНОВКА СТЕРЖНЕВЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Стержневые отделения следует проектировать с учетом создания направленных кратчайших технологических потоков с расположением однотипного стержневого оборудования на отдельных участках (рис. 55—57).

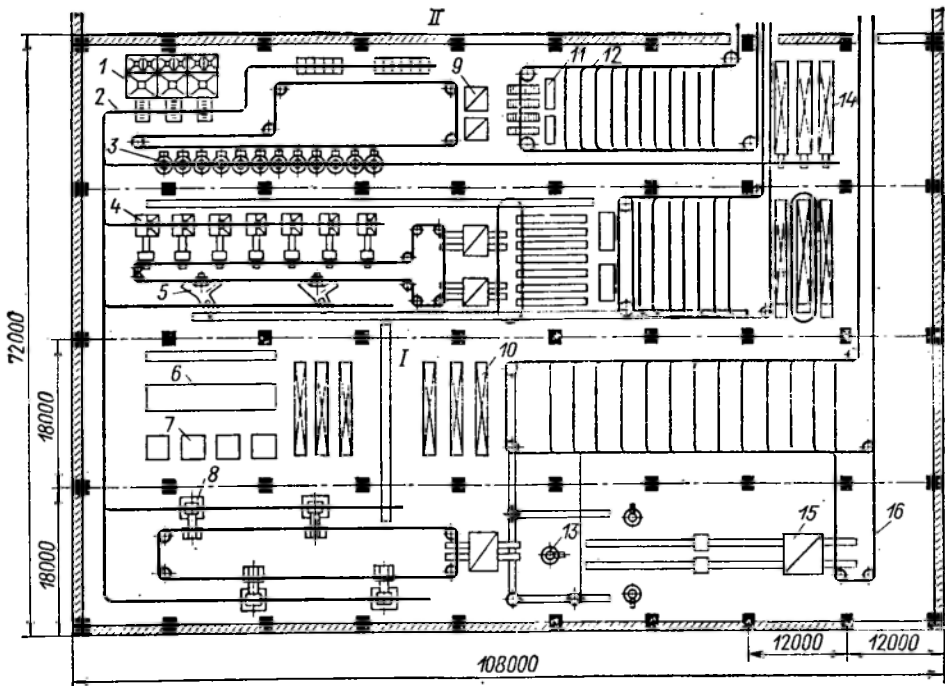


Рис. 55. Компоновка стержневого отделения в крупносерийном производстве мелких и средних чугуновых отливок:

1 — стержневое отделение; 11 — формовочное отделение; 1 — установки приготовления смеси; 2 — подвесной путь раздачи стержневой смеси; 3 — пескострельные машины; 4 — пескочувные машины; 5 — стержневые автоматы; 6 — стеллажи правки арматуры; 7 — пресс для резки проволоки; 8 — стержневые машины для изготовления средних стержней; 9 — вертикальные конвейерные сушила; 10 — стеллажи для хранения стержневых ящиков; 11 — столы контроля; 12 — склад стержней; 13 — шлифовальные зачистные станки; 14 — стеллажи для хранения ящиков; 15 — печь для подсушки окрашенных стержней; 16 — подвесной цепной конвейер для транспортировки стержней в формовочный пролет

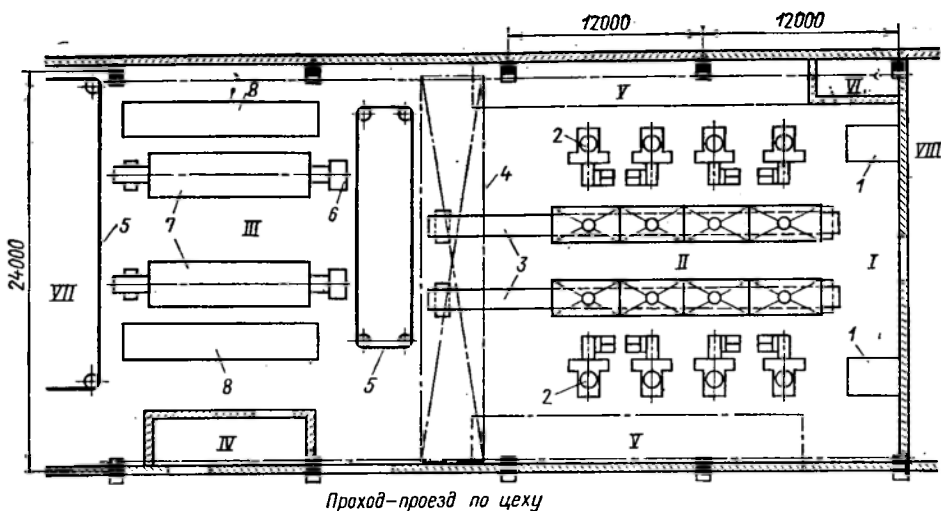


Рис. 56. Компонка стержневого отделения для производства мелких и средних стержней по горячим ящикам:

I — участок приготовления смеси; II — участок изготовления стержней; III — участок комплектовки стержней; IV — контора мастеров; V — склады стержневых ящиков; VI — кладовая вспомогательных материалов; VII — формовочное отделение; VIII — смесеприготовительное отделение; 1 — смесеприготовительные установки; 2 — пескодувные машины; 3 — ленточные конвейеры с вытяжными звонками; 4 — мостовой кран; 5 — подвесные цепные конвейеры; 6 — столы обработки и окраски стержней; 7 — проходные печи для подсушки окрашенных стержней; 8 — стеллажи готовых стержней

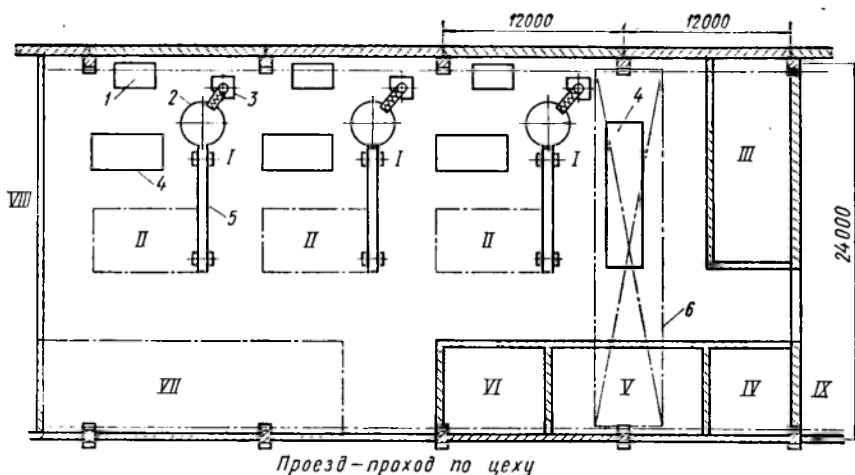


Рис. 57. Компонка стержневого отделения в серийном производстве мелких чугуновых отливок:

I — участки изготовления стержней из ХТС; II — участки окраски стержней; III — кладовая вспомогательных материалов; IV — участок приготовления противопригарной краски; V — каркасная; VI — контора мастеров; VII — участок хранения стержней на подвижных этажерках; VIII — формовочное отделение; IX — смесеприготовительное отделение; 1 — столы для каркасов; 2 — поворотные столы; 3 — шнековые смесители; 4 — стеллажи для стержневой оснастки; 5 — ленточные конвейеры; 6 — мостовой кран

Ниже приведены рекомендации, которые следует учитывать при компоновке — планировке стержневого отделения.

1. В целях создания четкой организации труда при эксплуатации проектируемого цеха при достаточном масштабе производства рекомендуется предусматривать для каждого формовочного отделения самостоятельное стержневое отделение.

2. Для упрощения подачи стержней на сборочные участки при производстве отливок массой  $>500$  кг стержневые отделения следует располагать параллельно и рядом с формовочными пролетами.

3. Технологические потоки стержневого отделения должны быть увязаны с технологическими потоками формовочного отделения и литейного цеха в целом.

4. Чтобы не загораживать и не перегораживать стержневой пролет, необходимо все крупное оборудование (сушила, установки для приготовления и раздачи ЖСС и др.) располагать у стен, между колоннами или в соседних вспомогательных пролетах.

5. При изготовлении стержней из ГТС желательно каждый стержневой участок снабжать собственной смесеприготовительной установкой. Для ускорения раздачи ГТС целесообразно смесители располагать на отметке площадки бункеров стержневых машин.

## СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

### 1. ФОРМОВОЧНЫЕ И СТЕРЖНЕВЫЕ СМЕСИ

Формовочные и стержневые смеси — основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовых песчаных формах. Свойства и составы смесей выбирают в зависимости от технологии изготовления форм и стержней, рода металла, конфигурации и массы отливок.

Формовочные смеси разделяют на три группы.

1. Сырые глинистые смеси малой прочности, приобретающие окончательную прочность на модели в процессе формовки после механического воздействия и не подвергающиеся какому-либо дополнительному тепловому или химическому упрочнению. Область применения — отливки массой до 100 кг и отдельные отливки массой до 250 кг.

2. Упрочняемые смеси средней прочности, приобретающие начальную прочность на модели в процессе формовки и окончательную после извлечения модели благодаря тепловой обработке. К этой группе относятся глинистые, сухие и быстросохнувшие (быстротвердеющие) смеси с добавкой различных связующих для сокращения времени на подсушку форм. Область применения — отливки массой  $>250$  кг и часть отливок массой  $\leq 100$  кг. Такие смеси применяют редко из-за сравнительно длительного теплового процесса упрочнения и искажения при этом геометрии формы.

3. Самоотвердеющие смеси высокой прочности, приобретающие достаточную для сохранения точного отпечатка прочность на модели в результате химического процесса. В зависимости от исходного состояния эти смеси делят на жидкие (ЖСС), пластичные (ПСС), для  $\text{CO}_2$ -процесса и холоднотвердеющие (ХТС). Область применения — та же, что и для упрочняемых глинистых смесей средней прочности. Эти смеси интенсивно вытесняют сухие глинистые смеси при производстве средних и крупных отливок, для которых требуются формы повышенной прочности.

Формовочные смеси в зависимости от их назначения еще делят на облицовочные, наполнительные и единые. К облицовочной смеси, непосредственно контактирующей с расплавленным металлом, предъявляют наиболее высокие требования. Облицовочную и наполнительную смеси можно заменять единой смесью. Форма из единой смеси стоит дороже формы из облицовочной и наполнительной смесей.

Применение сырых глинистых смесей обеспечивает наиболее высокую производительность и хорошую точность отпечатка. Основные компоненты глинистых смесей: оборотная смесь, кварцевый песок и главное связующее — бентонит или формовочная глина. При таком составе обеспечивается низкая стоимость смеси (табл. 26).

Упрочняемые смеси средней прочности делят на облицовочные и наполнительные (табл. 27). Смеси этой группы используют преимущественно для сухих и подсушенных форм, т. е. для форм, у которых высушивается только поверхностный слой облицовочной смеси. Сухие формы пригодны для производства любых отливок, а подсушенные только для отливок массой

≤1000 кг/шт, не имеющих массивных частей. Применение последних сокращает цикл изготовления отливок.

Сырые глинистые и упрочняемые смеси средней прочности можно транспортировать ленточными конвейерами на большие расстояния к местам изготовления форм и изготавливать в смесеприготовительных отделениях.

Формовочные самотвердеющие смеси, например ЖСС, ХТС, пока не могут обеспечить высокой производительности из-за длительности процесса химического упрочнения, но, как правило, обеспечивают высокую прочность формы, точный отпечаток модели и хорошую поверхность отливки. Основные компоненты самотвердеющих смесей: регенерированная или оборотная смесь, кварцевый песок, химическое связующее (жидкое стекло, синтетические смолы и пр.) и катализатор химического процесса затвердевания. Самотвердеющие смеси, в которых используют синтетические смолы, значительно дороже глинистых сырых и упрочняемых смесей, но стенки формы из этих смесей после завершения процесса затвердевания перед заливкой имеют более высокую прочность (20 кгс/см<sup>2</sup> и более).

Для ЖСС почти не требуется какого-либо уплотнения, ПСС и смеси для СО<sub>2</sub>-процесса уплотняют, так же как глинистые, на формовочных машинах или пескометом, а ХТС — посредством вибрации на вибростендах.

Из всех видов химических связующих наиболее технологичными являются различные синтетические смолы, так как они, разрушаясь после контакта с горячим металлом, легче выбиваются из опок, а отработанная смесь легко регенерируется. Жидкое стекло, наоборот, под воздействием

Таблица 26. Примерные рецепты и свойства сырых глинистых формовочных смесей

Смесь и их назначение	Количество, % по массе				Основные свойства		
	оборотной смеси	кварцевого песка	глины (или бентонита)	прочих добавок	Влажность, %	Газопроницаемость, единицы	Предел прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup>
<i>Чугунное литье</i>							
Единая . . . . .	85—90	10—5	3 (1—0,5)	1 сульфитной барды; 0,5 угля	4—5	70—80	0,4—0,6
Облицовочная	50—60	40—30	6,5—5,0 (2—1,5)	2 сульфитной барды; 3 угля	4,5—5,5	80—100	0,5—0,6
Наполнительная	96—98	3—1,5	1,0—0,5	—	5—5,5	60	0,3—0,4
Единая с повышенной прочностью (для автоматов) . . . . .	93—96	3,5—2	— (2—1,5)	1 угля; 0,1 крахмалита	3—3,4	120—150	1,5—1,7
<i>Цветное литье</i>							
Единая алюминиевая . . . . .	82—87	10—5	10—8	—	4,5—5,5	20	0,3—0,5
Единая бронзовая . . . . .	80—85	10—5	12—8	1,5 угля	4,5—5,5	30	0,3—0,5
<p>Примечание. Смеси для стального литья характеризуются отсутствием угольной добавки и высоким качеством кварцевого песка. В этих смесях необходимо применять бентонит вместо глины. Для повышения огнеупорности облицовочных смесей для стального литья в них добавляют пылевидный кварц.</p>							

Таблица 27. Примерные рецепты и свойства упрочняемых формовочных смесей средней прочности

Смеси и их назначение	Количество, % по массе					Основные свойства		
	оборотной смеси	кварцевого песка	глины	асбестовой крошки	прочих добавок	Влажность, %	Газопроницаемость, единицы	Предел прочности на разрыв, кгс/см <sup>2</sup>
<i>Чугунное литье</i>								
Облицовочная для сухих форм . . . . .	40—60	54—30	4—5	2—3	2 сульфитной барды	6—7	90	1,0—1,5
Облицовочная быстро-сохнущая для подсушиваемых форм . .	40—50	52—44	6—8	3—4	4—5 связующего СБ	6—7	80	< 10
Наполнительная для чугунного и стального литья . . . . .	94	1—2	3—4	—	—			На сжатие 0,5—0,6
<i>Стальное литье</i>								
Облицовочная для сухих форм . . . . .	25—30	72—65	3—5	4—5	3 сульфитной барды	5—6	60	3,0
Облицовочная быстро-сохнущая для подсушиваемых форм . .	30—50	62—42	3—4	—	5 связующего СБ	5—6	80	6,0

теплоты упрочняется, что затрудняет выбивку и регенерацию. Для облегчения выбивки в смесь на жидком стекле вводят органические добавки (табл. 28).

Особенность ЖСС, ХТС и ПСС заключается в малой живучести, что определяет невозможность их транспортировки. Самотвердеющие смеси, как правило, готовят на местах изготовления форм или стержней, куда доставляют все компоненты. При применении таких смесей смесеприготовительное отделение не требуется. Исключение составляют смеси для СО<sub>2</sub>-процесса и ПСС, для которых применяют базовую смесь, приготовляемую в смесеприготовительном отделении; эту смесь затем продувают газом или смешивают со связующими или катализатором на месте изготовления форм.

Стержневые смеси, как правило, находятся в более тяжелых условиях, чем формовочные, так как вся поверхность стержней обычно соприкасается с жидким металлом и испытывает высокие температуру и давление. В них содержатся компоненты более высокой стоимости, и поэтому они дороже формовочных смесей. Современные стержневые смеси по аналогии с формовочными делят на две группы (табл. 29).

1. Упрочняемые смеси средней прочности, приобретающие прочность в процессе тепловой обработки. К ним относятся смеси на различных связующих, сухие и быстро-сохнущие глинистые смеси. Раньше смеси этой группы применяли для любых отливок, сейчас их часто заменяют самотвердеющими смесями. Все упрочняемые смеси средней прочности изготавливают в смесеприготовительных отделениях и транспортируют к рабочим местам в специальной таре таями или погрузчиками.

Таблица 28. Примерные рецепты и свойства самотвердеющих смесей для форм и стержней

Смеси и их назначение	Количество, % по массе						Основные свойства		
	кварцевого песка	регенерата	феррохромового шлака	древесного песка	жидкой композиции состава	Влажность, %	Газопрооницаемость, единицы	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	
Жидкая для форм и стержней (ЖСС) Пластичная облицовочная для форм (ПСС) Сыпучая холоднотвердеющая для форм и стержней (ХТС)	57	38	4	<i>Чугунное литье</i> 1 7,5 жидкого стекла; 0,15 ДС—РАС; 2 воды			300—400	На сжатие 7—8	
	70	20	2,5	Глина 4—5			150	На разрыв 4—5	
	30	70	—	—			150	На разрыв 15	
Жидкая для форм и стержней (ЖСС)	50	30	5	<i>Стальное литье</i> Пылевидный кварц 15			300—400	На сжатие 7	
	60—50	Оборотная 20—35	Продувка СО <sub>2</sub>	Маршалит 10—15			80	На сжатие 10	
Сыпучая холоднотвердеющая для форм и стержней (ХТС)	40	60	—	2,5 смолы ОФ-1; 6—7 парато-луоласульфокислоты			150	На разрыв 15	

Таблица 29. Примерные рецепты и свойства стержневых смесей

Смеси и их назначение	Количество, % по массе						Основные свойства		
	оборотной смеси	кварцевого песка	глины	опилки или асбестовой крошки	связующих или других добавок	Влажность, %	Газопрооницаемость, единицы	Предел прочности на разрыв, кгс/см <sup>2</sup>	
Быстровсыхающая для мелких стержней Сухая для средних и крупных стержней Для СО <sub>2</sub> -процесса для средних и крупных стержней	—	94—92	3	—	<i>Упрочняемые смеси средней прочности для чугунного и стального литья</i> 2,5—3,5 связующих П, ПТ, КО; 2 сульфитной барды 3—4 сульфитной барды			130	7—10
	20—35	70—53	3—4	3	—			60	2—3
	20	65	—	3—4	4,5—5 жидкого стекла; 1—1,5 едкого натра; 4,5 графита			120	10—15
Горячтвердеющая (в горячем ящике) для мелких и средних стержней (ГТС) Быстрохолоднотвердеющая для мелких стержней (БХТС)	—	96	—	—	<i>Самотвердеющие смеси для чугунного литья</i> 2,5 смолы фурановой; 0,5 катализатора; 0,8 окиси железа			100—130	25—30
	—	96	—	—	2,6 фенолоформальдегидной смолы; 1,4 паратолауласульфокислоты			100—140	8—12

ФОРМА 19. Расчет расхода формовочных смесей по числу форм (пример)

Размер формы, мм	Выпуск отливок, т/год	Масса средняя отливок в форме, кг	Число форм в год	Объем одной формы, м <sup>3</sup>	Объем, м <sup>3</sup> /год			Годовой расход смеси, т/год			
					всех форм	в том числе		облицовочной	наполнительной	всего для одной смеси	
						металла	стержней				смеси
500×400×150	12 000	10	1 200 000	0,06	72 000	2600	1016	68 384	30 180	90 550	120 730
800×700×300	18 000	50	360 000	0,336	120 960	3900	3756	113 304	50 000	150 000	200 000

П р и м е ч а н и я: 1. Исходные данные для расчета (выпуск и средняя масса отливок, объемы стержней и металла) берут из расчета соответствующих отделений.  
 2. Годовой расход смесей определяют с учетом суммарного брака форм и отливок. При отсутствии данных эту величину принимают в размере 4—6% числа форм.  
 3. При отсутствии данных количество облицовочной смеси принимают равным 30—40% всего расхода.

Таблица 30. Средние нормы расхода формовочных смесей для серийного и мелкосерийного производства чугунного литья (формовка в опоках)

Группа отливок по массе, кг	Размер опоки в свету, мм	Высота формы, мм	Средняя масса годных отливок в форме, кг	Расход смесей на 1 т годных отливок, т		Группа отливок по массе, кг	Размер опоки в свету, мм	Высота формы, мм	Средняя масса годных отливок в форме, кг	Расход смесей на 1 т годных отливок, т		
				облицовочной	наполнительной					облицовочной	наполнительной	всего для одной смеси
≤20	500×400	300	10	3,8	5,7	500—1000	2000×1600	1100	700	2,9	4,3	7,2
20—100	800×700	600	50	4,2	6,3	500—1500	2500×1600	1200	1000	2,7	4	6,7
50—150	1000×800	700	90	3,9	5,8	1000—2000	2500×2000	1200	1250	2,6	3,9	6,5
50—250	1200×1000	800	160	3,7	5,5	1000—3000	2500×2500	1200	1600	2,5	3,9	6,4
100—500	1400×1000	900	250	3	4,4	2000—5000	4000×2500	1400	3000	2,4	3,6	6
100—1000	1600×1200	1000	400	2,8	4,1							

П р и м е ч а н и я: 1. Для стального литья приведенные данные нужно умножить на коэффициент 1,15—1,25 в зависимости от сложности литья.  
 2. Расход для смеси с объемной массой 1,65 кг/см<sup>3</sup>, для других смесей расход следует пересчитать по соотношению плотностей.  
 3. В нормах расхода смеси не учтены потери на просыпы, которые рекомендуются принимать в пределах 5—15% всего расхода.

2. Самотвердеющие стержневые смеси высокой прочности по рецептуре и свойствам аналогичны описанным выше формовочным смесям такой же группы, за исключением двух смесей, указанных в табл. 29.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА СМЕСЕЙ

Общий годовой расход формовочных смесей в массовом, крупносерийном производстве и для безопочной формовки определяют расчетом, исходя из размеров и числа изготавливаемых форм для всей номенклатуры отливок, за вычетом объема, занятого отливкой с литниковой системой и стержнями, по каждому виду смеси. Результаты расчета записывают в форму 19. По итоговой графе формы определяют годовой расход смеси на программу производства отливок в опоках данного размера с учетом брака отливок и форм. Эти данные являются основой для расчетов расхода формовочных материалов.

Во всех расчетах принимают следующие объемные массы ( $\text{т/м}^3$ ) формовочных и стержневых смесей: разрыхленные 1,25; нормально уплотненные 1,65; уплотненные при высоком давлении 1,8; ЖСС 1,35; ХТС 1,55.

При мелкосерийном производстве расчеты расходов формовочных смесей также рекомендуется вести по принятым размерам и числу изготавливаемых форм. Лишь при отсутствии технологических данных на большую часть или на всю номенклатуру проектной программы допускается определять расходы формовочных смесей на 1 т годных отливок в зависимости от их массы (табл. 30). По этим нормам определяют годовой расход формовочных смесей на программу цеха с подведением итогов по облицовочной, наполнительной и единой смесям.

Расход стержневых смесей определяют по технологической ведомости потребных стержней на всю программу с разделением по видам смесей. При серийном, мелкосерийном и единичном производстве, когда нет подробных технологических ведомостей, расход стержневых смесей находят по средним нормам расходов смеси на 1 т годных отливок в зависимости от их массы (см. гл. V). Расчет расхода различных стержневых смесей заносят в форму 20. Итоги граф этой формы суммируют по видам смесей и определяют их годовой расход.

Имея годовой расход формовочных и стержневых смесей по размерам форм и группам стержней и их рецепты, рассчитывают расход компонентов по форме 21 с учетом потерь при транспортировке и в процессе формообразования. Итоги граф этой формы используют в расчетах складов и смесеприготовительного оборудования. Количество смеси, определяемое разностью между суммой годовых расходов всех смесей и общей массой использованной отработанной смеси, должно удаляться из цеха системами удаления отходов в отвал, на регенерацию и вентиляцией в виде газов и пыли. В расчетах принимают, что системами вентиляции из цеха удаляется до 10% отходов.

Количество поступающих отходов в отделение регенерации принимают равным количеству используемого регенерата с учетом КПД регенерационной установки (0,75—0,8) и транспортных потерь (5%).

## 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ

**Подготовка оборотной глинистой смеси.** Основным компонентом всех глинистых формовочных смесей является оборотная смесь, т. е. смесь, выбитая из залитых опок и вновь направляемая для изготовления свежей формовочной смеси. В связи с тем, что все остальные компоненты подаются в смесеприготовительное отделение готовыми к употреблению, технологический процесс смесеприготовления начинается с подготовки оборотной смеси к использованию.

ФОРМА 20. Расчет расхода стержневых смесей по средним нормам

Группа отливок по массе, кг	Выпуск отливок, т/год	Расход смесей, т, по группам стержней по массе, кг										Общий расход, т/год
		≤ 16		16—40		40—100		100—1000		> 1000		
		на 1 т отливок	в год	на 1 т отливок	в год	на 1 т отливок	в год	на 1 т отливок	в год	на 1 т отливок	в год	
Итого		—		—		—		—		—		
Годовой расход	—	—		—		—		—		—		

Примечание. При определении годового расхода смеси учитывают возможный брак отливок и стержней. При отсутствии данных поправку на брак принимают в размере 8—10% массы стержней.

ФОРМА 21. Рецепты смесей и расчет расхода их компонентов

Смеси		Расход компонентов										
		оборотной смеси		кварцевого песка		регенерата		бетонита		связующего КО		
вид	годовой расход, т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%	т/год	%
	всего											

Примечание. При отсутствии данных потери на пути из смесеприготовительного отделения к потребителям и на просыпание при формовке учитывают коэффициентом 1,1—1,15 для наполнительной смеси и коэффициентом 1,05—1,1 для облицовочных и стержневых смесей.

Цель подготовки глинистой оборотной смеси — стабилизация ее физических свойств: температуры и влажности. Одновременно принимают меры к сохранению ценных компонентов этой смеси: активной глины, угля и др. Такая подготовка необходима для обеспечения постоянных свойств готовой смеси и для упрощения процесса смесеприготовления.

Подготовка сырых глинистых оборотных смесей для приготовления формовочных смесей, используемых в высокопроизводительных формовочных автоматах, включает следующие операции: раздавливание комьев, извлечение и удаление металлических включений, охлаждение и стабилизацию заданных температуры и влажности. Для раздавливания сухих комьев применяют гладкие валцы. За рубежом для этой цели применяют специальные дезинтеграторы. Дробление комьев смесей с малой прочностью во влажном состоянии осуществляется обычно одновременно с просеиванием в полигональных ситах. Смеси с большой прочностью дробят сначала в аэраторах отработанной смеси, установленных над ленточными конвейерами, затем в вибрационных ситах с дробящими кольцами или другими приспособлениями.

Металлические включения и мелкий скрап удаляют магнитными железоотделителями (сепараторами) двух типов: электромагнитными шкивами, устанавливаемыми вместо приводных барабанов ленточных конвейеров, и подвесными железоотделителями, размещаемыми над потоком смеси, движущимся на ленточном конвейере. Железоотделители первого типа лучше отбирают металл, находящийся внутри потока земли ближе к поверхности ленты, а второго типа — скрап, лежащий на поверхности, поэтому целесообразно на каждом потоке оборотной смеси устанавливать электромагнитные железоотделители обоих типов.

Для охлаждения смеси с широкими пределами ее влажности на выходе применяют аэрационные охладители, где смесь охлаждается при пересыпании и продувании холодным воздухом; башенные охладители, где смесь охлаждается циркулирующей водой при пересыпании ее по охлаждающим металлическим поверхностям и др.

Для современных технологических процессов приготовления смесей высокой прочности необходимо дополнительное выравнивание и стабилизация температуры и влажности в узких пределах — гомогенизация оборотной смеси. Комплект оборудования для этой цели обычно состоит из гомогенизатора и охладителя. Просеянная и прошедшая магнитную сепарацию, но еще горячая оборотная смесь попадает в гомогенизатор, куда добавляется вода, количество которой регулируется в зависимости от температуры и влажности поступающей смеси. В гомогенизаторе смесь перемешивается, и ее параметры стабилизируются.

Увлажненная в гомогенизаторе смесь поступает в охладитель и распределяется равномерным слоем по рабочему полотну конвейера. В рабочем полотне предусмотрены отверстия. Под рабочим полотном находится камера высокого давления, в которую нагнетается воздух, проходящий затем через слой горячей влажной смеси и охлаждающий ее благодаря интенсивному испарению излишней влаги. Изменяя количество воздуха, можно регулировать процесс охлаждения смеси.

На выходе из охладителя оборотная смесь должна иметь оптимальную влажность (~2%) и температуру (30—40° С).

В настоящее время применяют гомогенизаторы и охладители двух типов: американского и европейского. Гомогенизатор первого типа называют смешивающим охладителем, так как в нем помимо гомогенизации смесь охлаждается. Он представляет собой двоянные бегуны непрерывного действия, в которых катки заменены лопастями, перемешивающими смесь. Одновременно смесь продувается воздухом и частично охлаждается. Опытом установлено, что при соотношении массы смеси к массе залитого металла в форме >6 нагрев смеси невелик, и она достаточно охлаждается в смешивающем

охладителе, а при соотношении  $\leq 6$  смесь нагревается больше, и необходимо дополнительно устанавливать еще вибрационный охладитель, представляющий собой виброконвейер с перфорированным полотном, аналогичный описанному выше.

Гомогенизатор второго типа представляет собой наклонно установленную чашу, вращающуюся с частотой 20—30 об/мин (рис. 58). Для исключения налипания смеси поверхность барабана нагревается. Охладитель (рис. 59) включает пластинчатый конвейер. Пластины из коррозионно-стойкой стали имеют отверстия диаметром 3 мм.

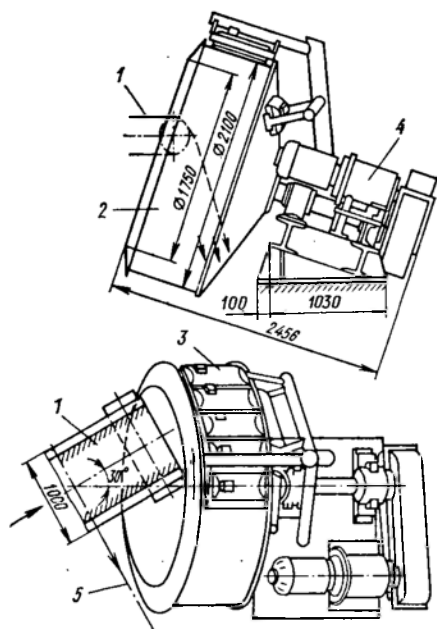


Рис. 58. Гомогенизационный и увлажняющий барабан производительностью 200 т/ч:

1 — подающий ленточный конвейер; 2 — барабан; 3 — нагреватель; 4 — привод; 5 — направление движения разгрузочного конвейера

применяют и для отработанных глинистых смесей формовки по-сухому). Благодаря простоте и компактности комплект оборудования для сухой регенерации устанавливают в литейном цехе.

Для самотвердеющих же смесей, содержащих жидкое стекло, процесс сухой регенерации не применяют. Для регенерации жидкостекольных смесей используют более дорогой процесс — мокрую регенерацию. Оборудование для этого процесса из-за громоздкости размещают обычно вне литейных цехов.

Ниже рассмотрен только процесс сухой регенерации оборотных смесей, содержащих синтетические смолы, процессы мокрой регенерации жидкостекольных и отвалных смесей см. в гл. VIII.

Процесс сухой регенерации оборотной смеси сводится к обработке зерен песка с целью восстановления утраченных ими свойств, необходимых для получения форм, по качеству не уступающих изготовленным из свежего песка и не требующих дополнительного расхода связующего. Для этого необходимы следующие операции: удаление металлического скрапа, измельчение комьев до размера зерен песка, удаление оставшихся оболочек и образовавшейся пыли, охлаждение до нормальной температуры. Удаление несо-

Для цехов, не имеющих автоматического формовочного оборудования, а также цехов со ступенчатым режимом работы при формовке средних и крупных отливок в сухие и подсушенные формы, когда время оборота формовочной смеси превышает 8 ч, оборотную смесь готовят по упрощенной схеме — без оборудования для ее охлаждения и гомогенизации.

**Регенерация самотвердеющих смесей.** Процесс подготовки оборотной самотвердеющей смеси проводят с целью освободить содержащийся в ней песок от остатков связующего и мелких фракций. Этот процесс называют регенерацией (восстановлением) песка. Регенерацию самотвердеющих смесей, в которых произошел необратимый химический процесс упрочнения, подразделяют на три вида: механическую (сухую), мокрую и термическую.

Наиболее простой процесс — сухую регенерацию — применяют для ХТС, так как большая часть связующего в них выгорает и разрушается под воздействием теплоты залитого в форму металла и поэтому удаляется из оборотной смеси (в отдельных случаях процесс сухой воздушной регенера-

ревших смоляных оболочек необходимо потому, что при накапливании их в смеси для повторного использования они могут быть источником дополнительного газообразования, т. е. причиной газовых раковин или пористости. Для полного удаления оболочек необходима еще термическая регенерация — прокаливание смеси при температуре 700—900° С. Однако в большинстве

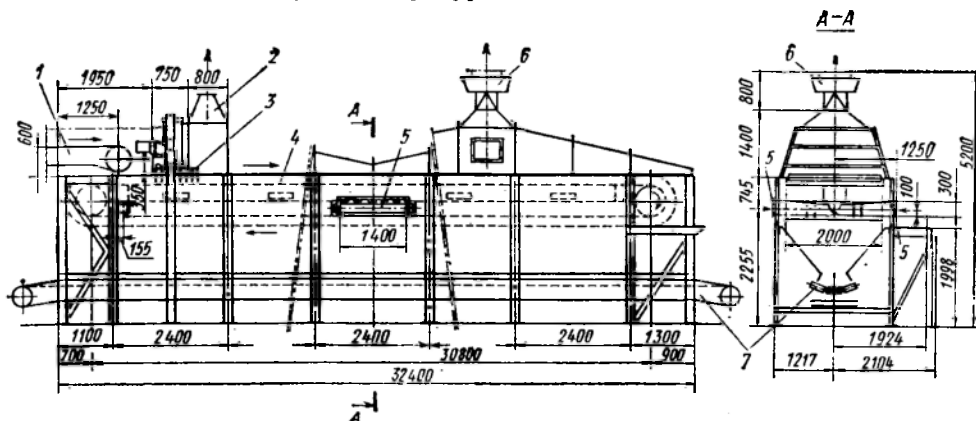


Рис. 59. Охладитель оборотной смеси производительностью 200 т/ч:

1 — ленточный конвейер подачи оборотной смеси; 2 — отсасывающее устройство; 3 — грабли для выравнивания слоя смеси; 4 — охлаждающий пластинчатый конвейер; 5 — патрубок для подачи воздуха в камеру высокого давления; 6 — патрубок вытяжного устройства; 7 — ленточный конвейер для просып и охлажденной смеси

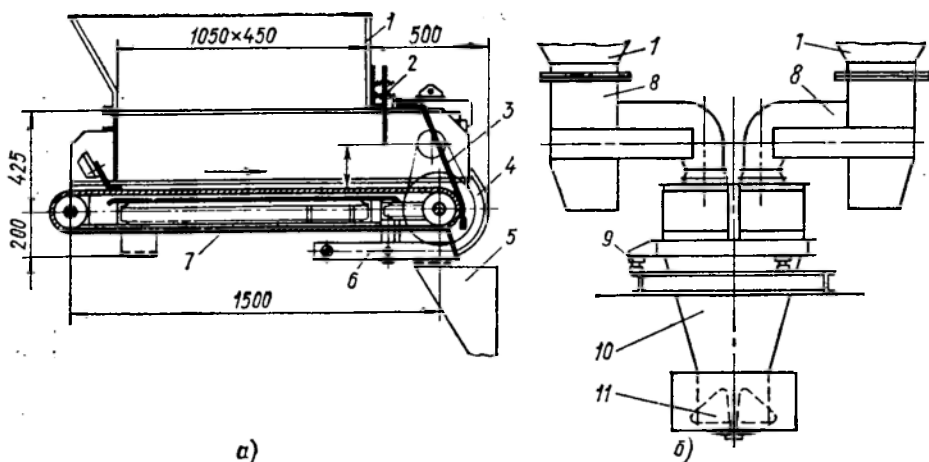


Рис. 60. Устройства для дозирования сыпучих компонентов смесей:

а — ленточный объемный дозатор; б — бункерный весовой дозатор; 1 — бункер для готовой смеси; 2 — регулирующий шибер; 3 — штора; 4 — привод; 5 — лоток для смеси; 6 — скребок; 7 — ленточный конвейер; 8 — ленточный питатель; 9 — тензометрические датчики; 10 — весовая емкость; 11 — челюстной затвор с пневмоприводом

случаев применяют только механическую регенерацию, причем, как показывает опыт, при наличии качественных связующих используют 70—85% регенерата в смеси.

**Приготовление формовочных и стержневых смесей.** Процесс приготовления смеси состоит из дозирования всех компонентов смеси, включая жидкие связующие и воду, загрузки их в бегуны в определенной последовательности, перемешивания для обеспечения однородности и заданных свойств готовых смесей.

Основным компонентом глинистых формовочных смесей (60—95%) является оборотная смесь, а стержневых — кварцевый песок. При объеме одного замеса 2,5 т и более доза этих материалов составляет 500—2000 кг.

Для таких крупных доз наиболее подходят ленточные дозаторы, отмеривающие заданный объем сыпучего материала по времени прохождения его слоем определенной толщины на ленточном конвейере шириной до 1000 мм. Рекомендуется скорость ленты 0,3 м/с и толщина слоя до 300 мм. Погрешность отмеривания не превышает 4—5%, что вполне достаточно. При необходимости большей точности дозирования применяют весовые бункерные дозаторы, которые следует предпочесть для отмеривания более мелких доз пылевидной глины, угля и др. Дозаторы ленточные и бункерные приведены на рис. 60. Промышленностью выпускаются весовые дозаторы с дистанционным управлением (табл. 31). Установлено, что наиболее эффективно введение пылевидных добавок в виде суспензий с отношением твердого к жидкому 1 : 3. Однако при этом следует проверить расчетом влажность готовой смеси с учетом влаги, содержащейся в оборотной смеси. В случае превышения заданной влажности суспензию нужно заменить сухими компонентами.

Для отмеривания жидких составляющих — связующих, суспензий и воды — применяют объемные дозаторы, представляющие собой градуированные цилиндрические емкости либо крыльчатки со счетчиком оборотов типа

Таблица 31. Весовые бункерные дозаторы

Модель	Взвешиваемый материал	Питатель	Пределы взвешивания, кг	Емкость чаши смесителя, м <sup>3</sup>	Модель смесителя
<i>Для сыпучих материалов</i>					
АД-500-2с	Песок, оборотная смесь	Ленточный	50—500	0,5	15101; 15102
АД-800-2с			80—800	0,8	116М2
АД-2000-2с			200—2000	2	15106; 15328
АД-2500-2с			250—2500	2,5	15107; 15108
<i>Для порошков</i>					
АД-20-2п	Глина, бентонит, угольная пыль	Шнековый	2—20	0,04	15101; 15102
АД-50-2п			5—50	0,08	15104; 116М2
АД-125-2п			12,5—125	0,16	15106; 15107; 15328
<i>Для жидкостей</i>					
АД-20-2ж	Вода, бентонитовая суспензия, сульфитная барда	Клапанный	2—200	0,02	15101; 15102
АД-125-2ж			12,5—125	0,125	15104; 116М2
АД-250-2ж			25—250	0,25	15103; 15107; 15328
<p>Примечания: 1. Время взвешивания для всех дозаторов 60 с.                  2. Погрешность дозирования всех дозаторов не превышает 1% максимальной дозы.                  3. Для всех дозаторов предусматривается возможность загрузки из двух бункеров или емкостей одним или двумя компонентами. Общая масса загрузки должна быть не более предела взвешивания.</p>					

водомеров, в этом случае для поддержания постоянного напора воды над бегунами устанавливают напорный бак. В последнее время появились предназначенные для этой цели весовые дозаторы. В табл. 32 приведены физические параметры основных составляющих смесей и рекомендуемые типы дозаторов.

Таблица 32. Физические параметры основных компонентов формовочных и стержневых смесей при температуре 18—20° С

Компоненты смеси	Состояние	Влажность, %	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Рекомендуемые дозаторы
Оборотная смесь	Зернистый порошок	2,0—2,5	1,2—1,4	—	Объемный ленточный
Кварцевый песок		0,5—2,0	1,5	—	Объемный ленточный или весовой бункерный
Феррохромовый шлак	Пылевидный порошок	До 1,0	1,05—1,10	—	Весовой бункерный
Формовочная глина (в порошке)		2,0—3,0	1,0	—	
Каменный уголь (в порошке)		2,0—3,0	0,7—0,8	—	
Древесные опилки	Влажная масса	20—25	0,3—0,4	—	Объемный шнековый
Глинистая суспензия	Густая жидкость	—	—	1,05—1,10	Объемный или весовой
Жидкое стекло		—	—	1,45—1,50	
Смолы синтетические		—	—	1,20—1,24	
Связующие различные		—	—	0,9—1,2	
Вода	Жидкость	—	—	1,0	Водомер или весовой

Наиболее простыми и компактными являются шнековые смесители непрерывного действия. Они могут быть одно- или двухвалковыми. В смесителях этого типа компоненты смесей хорошо перемешиваются и равномерно увлажняются, однако в них плохо происходит обволакивание зерен песка связующей оболочкой. Эти смесители применяют лишь в тех случаях, когда такого обволакивания не требуется, например при приготовлении наполнительной глинистой или холоднотвердеющих смесей.

Для приготовления формовочных глинистых смесей чаще всего применяют смешивающие бегуны, рабочим органом которых являются тяжелые катки, катящиеся по слою смеси на дне круглой чаши, и перемешивающие плужки. Комбинированным действием на смесь обеспечивается хорошее перемешивание и обволакивание зерен песка связующим. Более производительны сдвоенные бегуны, основанные на том же принципе, но непрерывного действия с двумя соединенными чашами и двумя парами катков. Увеличение производительности в этих случаях достигается благодаря последовательному смешению двумя парами катков.

Смесь лучшего качества получается все же в бегунах периодического действия, поэтому в большинстве случаев, особенно для облицовочных и стержневых смесей, применяют бегуны этого типа.

Маятниковые смесители периодического действия имеют катки, подвешенные на вертикальных осях. Катки двигаются по борту чаши, и смешивание происходит не на дне, а на цилиндрической поверхности чаши. Вследствие большей скорости вращения ротора производительность таких смесителей выше, чем бегунов. Ободы катков и рабочая поверхность чаши облицованы резиной, в результате чего раздавливающее действие катков значительно слабее, чем тяжелых катков бегунов, следовательно, их нельзя применять при изготовлении смесей для сухих или подсушенных форм. Маятниковые смесители применяют только для глинистых смесей сырой формовки.

В чашу смесителя периодического действия загружают все компоненты в определенной последовательности и затем их смешивают. Продолжительность смешивания зависит от вида смеси. После достижения заданных свойств готовая смесь выгружается и процесс повторяется. Типы и расчетная про-

Таблица 33. Смесители для формовочных и стержневых смесей

Модель	Замес		Диаметр чаши, мм	Мощность двигателя, кВт	Масса смесителя, кг
	объем, м <sup>3</sup>	масса, т			
<i>Периодического действия с вертикально вращающимися катками (бегуны)</i>					
15101	0,25	0,30	1350	11,0	—
15102	0,45	0,56	1615	15,0	2 400
15104	1,00	1,25	2020	37,0	5 000
15106	1,5	1,85	2285	55,0	7 700
15107	2,0	2,50	2540	75,0	9 980
<i>Периодического действия с горизонтально вращающимися катками (цетробежные)</i>					
116M2	0,63	0,80	2300	114	9 100
15328	1,60	2,00	2500	160	15 000
<i>Непрерывного действия с вертикально вращающимися катками (бегуны)</i>					
1524	1,25×2	3,1	2020	200	50 000
15204	1×2	2,5	2540	75	—

ФОРМА 22. Расчет числа смесителей (пример)

Смесь			Оборудование — смесители						
Вид	Количество, т/ч		Наименование, модель	Производительность, т/ч	Число			Загрузка, %	
	средне-часовое	расчетное			средне-часовое	расчетное	принятое	средне-часовая	расчетная
Наполнительная	35	44	Бегуны 15104	29	1,20	1,5	2	60	74

Примечания: 1. Среднечасовое количество смеси определяют по форме 19 делением годового расхода с учетом просыпи на действительный годовой фонд времени работы смесителей (оборудования).

2. При определении расчетных величин учитывают коэффициент неравномерности потребления  $k_n = 1,2 \div 1,4$  при серийном и мелкосерийном производстве;  $1,1 - 1,3$  при массовом и крупносерийном производстве. При расчете оборудования, устанавливаемого после выбивных решеток и смесителей, принимают  $k_n = 2 \div 3$  с учетом неравномерности выдачи смеси.

3. Расчетный коэффициент загрузки бегунов оборудования не должен превышать коэффициента загрузки автоматического или универсального формовочного оборудования при работе его с расчетной тактовой (цикловой) производительностью.

Таблица 34. Производительность смесителей

Смесь	Предел прочности смеси во влажном состоянии, кгс/см <sup>2</sup>	Время замеса, мин (числитель), и производительность, т/ч (знаменатель), для бегунов моделей				Производительность бегунов мод. 1524, т/ч
		15102	15104	15107	15328	
<i>Формовочные смеси</i>						
Единая для формовки по-сырому	0,7	$\frac{3-4}{11-8}$	$\frac{3-4}{25-19}$	$\frac{3-4}{50-38}$	$\frac{1,2-2}{100-60}$	75-60
	2	$\frac{3,5-4,5}{10-7}$	$\frac{3,5-4,5}{21-17}$	$\frac{3,5-4,5}{42-34}$	$\frac{2-3}{60-40}$	45-35
Облицовочная для формовки по-сырому	0,7	$\frac{4-5}{8-6,5}$	$\frac{4-5}{19-15}$	$\frac{4-5}{38-30}$	$\frac{1,5-2,5}{80-48}$	50-40
	2	$\frac{6-7}{5,6-4,8}$	$\frac{6-7}{12-10}$	$\frac{6-7}{24-20}$	$\frac{2,5-3,5}{48-35}$	40-30
по-сырому	0,5	$\frac{5-6}{6,5-5,6}$	$\frac{5-6}{15-12}$	$\frac{5-6}{30-24}$	—	—
	0,5	$\frac{2,5-3}{13-11}$	$\frac{2,5-3}{29-25}$	$\frac{2,5-3}{58-50}$	—	—
<i>Стержневые смеси</i>						
Для мелких и средних стержней, подвергаемых сушке	—	$\frac{7-10}{4,8-3,3}$	$\frac{7-10}{10-7,5}$	—	—	—
Для мелких стержней в горячих ящиках	—	$\frac{5-6}{6,5-5,6}$	$\frac{5-6}{15-12}$	—	—	—

Производительность основных смесителей в зависимости от вида смеси приведены в табл. 33 и 34. Расчет числа смесителей и другого оборудования ведут по форме 22 (см. также гл. II).

Для улучшения качества формовочных глинистых смесей на пути от смесителя к потребителю смеси подвергают вылеживанию в бункерах-отстойниках в течение  $\geq 0,5$  ч с целью более равномерного распределения влаги в оболочках зерен. Эти бункеры обычно являются одновременно и компенсаторами, уменьшающими неравномерность потребления смеси. Бункеры оборудуют питателями различных типов и устройствами, предотвращающими зависание смеси.

Для разрыхления смеси после выхода из бункеров-отстойников применяют аэраторы, которые разрыхляют смесь при ее движении на ленте конвейера либо при пересыпке с ленты на ленту. Самотвердеющие смеси вылеживанию и разрыхлению не подвергают.

#### 4. СХЕМЫ ЛИНИЙ ПОДГОТОВКИ ОБОРОТНЫХ СМЕСЕЙ И РЕГЕНЕРАЦИИ ПЕСКА

Схемы линий подготовки оборотных глинистых смесей приведены на рис. 61. В схеме для подготовки сырых смесей использовано оборудование европейского типа.

На рис. 62 показана замкнутая система приготовления и раздачи смеси при сырой формовке. На участке подготовки оборотной смеси использовано оборудование американского типа (два сита, два охладителя), рассчитанное на наиболее тяжелые условия нагрева смеси после заливки. Линии подготовки оборотных смесей размещают обычно на первом этаже при двух-

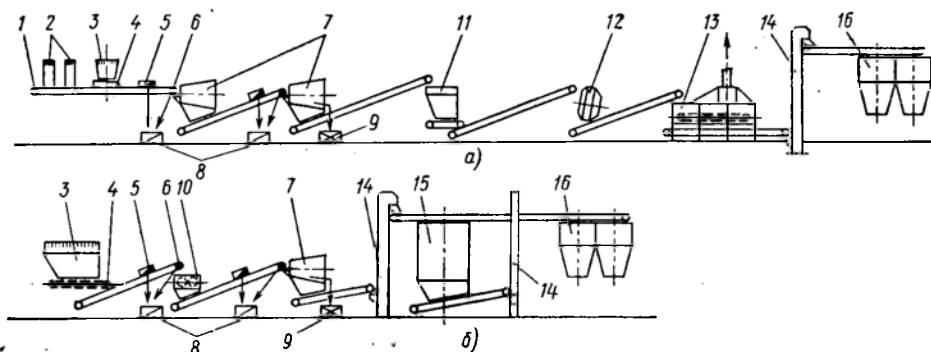


Рис. 61. Схемы транспортно-технологических линий подготовки оборотной глинистой смеси:

*а* — для сырой формовки; *б* — для сухой формовки; 1 — ленточные конвейеры; 2 — лотки для уборки просыпи; 3 — выбивная решетка с бункером; 4 — питатели; 5 — магнитный железоотделитель; 6 — магнитный шкив; 7 — полигональное сито; 8 — короб для магнитных отходов; 9 — короб для немагнитных отходов; 10 — дробильные валцы; 11 — бункер-компенсатор; 12 — гомогенизатор; 13 — охладитель; 14 — элеваторы; 15 — бункер для запаса смеси; 16 — бункеры над бегунами

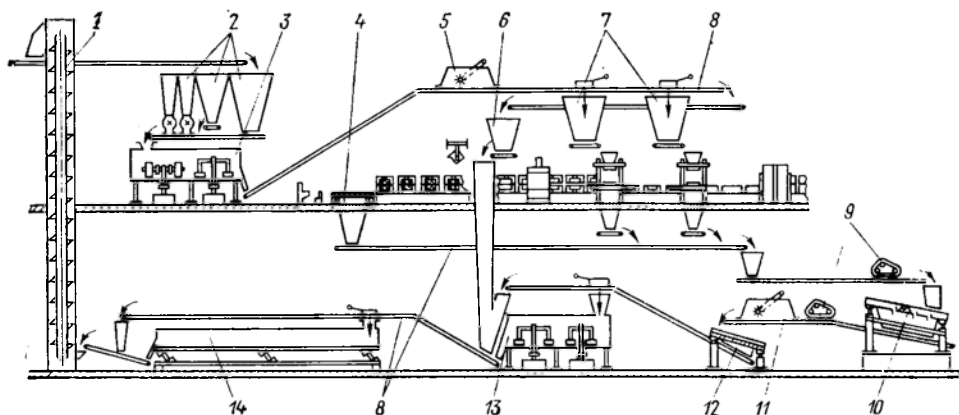


Рис. 62. Схема замкнутой транспортно-технологической системы смесеприготовления для сырой формовки:

1 — ленточный элеватор; 2 — бункеры для компонентов смеси над бегунами; 3 — бегуны непрерывного действия; 4 — выбивная решетка с бункером; 5 — аэратор готовой смеси; 6 — бункер для излишков смеси; 7 — бункеры над формовочными автоматами; 8 — системы ленточных конвейеров; 9 — магнитные железоотделители; 10 — сито тонкой очистки; 11 — аэратор для оборотной смеси; 12 — питатель; 13 — смешивающий охладитель; 14 — охладитель вибрационный

этажных зданиях под формовочными отделениями (см. гл. IV) или в подвальных помещениях в одноэтажных корпусах.

На рис. 63 приведена схема комбинированной механической и термической регенерации, рекомендуемая для ХТС. Согласно этой схеме, дающей представление об обоих видах регенерации, 60% всей оборотной смеси проходит только механическую, а остальные 40% механическую и термическую регенерации. В результате к смесителям на рабочих местах формовки поступают три компонента: механический регенерат, термический регенерат и свежий песок в пропорции 5 : 4 : 1.

Последовательность операций процесса регенерации ясна из приведенной схемы. Нужно отметить только, что из дробилки крупного дробления

выходят комья размером  $\leq 30-40$  мм, затем после второго дробления они превращаются практически в песок. От каждого аппарата и в местах пере-сыпок отсасывается воздух с мелкой пылью, который после этого проходит очистку в соответствующих фильтрах.

Вода для контактных холодильников охлаждается в холодильных уста-новках до  $10^{\circ}\text{C}$ .

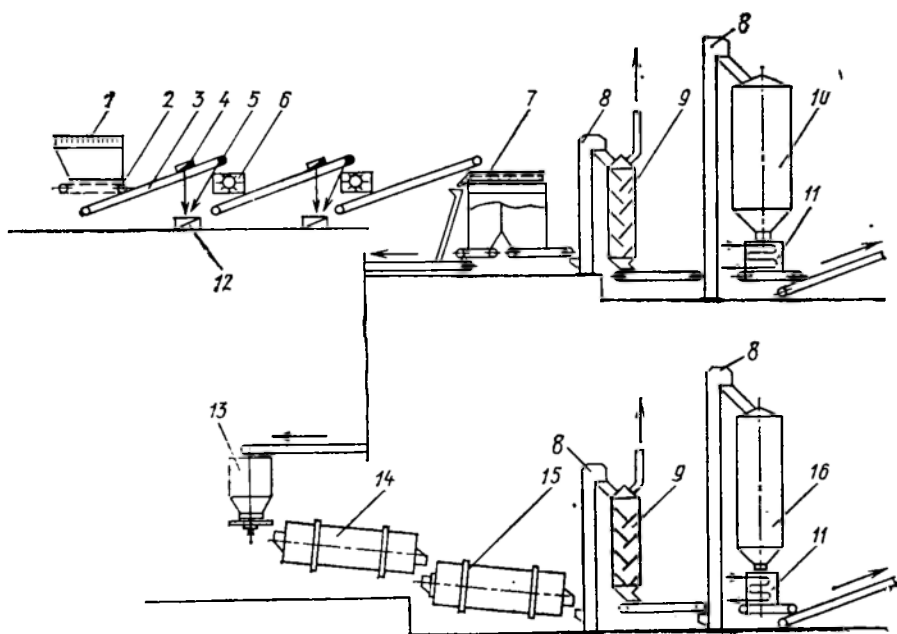


Рис. 63. Схема транспортно-технологической линии регенерации оборотных самодующих смесей:

1 — выбивная решетка с бункерами; 2 — питатели; 3 — ленточные конвейеры; 4 — магнитный железотделитель; 5 — магнитный шкив; 6 — роторная дробилка; 7 — вибросито; 8 — элеваторы; 9 — классификатор; 10 — силосный бункер для механического регенерата; 11 — контактный охладитель; 12 — короб для магнитных отходов; 13 — бункер с тарельчатым питателем; 14 — барабанная печь; 15 — барабанный охладитель; 16 — силосный бункер для термического регенерата

## 5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

С целью локализации помещений с повышенными выделениями пыли смесеприготовительные отделения рекомендуется изолировать от других помещений литейного цеха.

При подаче в отделение сухих материалов пневмотранспортом над приемными бункерами устанавливают пылеосадители. Рекомендуется до подачи пневмотранспортом молотый уголь смешивать с молотым бентонитом (формовочной глиной). Места дробления и пере-сыпки отработанных смесей должны быть герметизированы укрытиями с местными отсосами. Рекомендуется предусматривать централизованную подачу в смесители всех компонентов формовочных и стержневых смесей с обеспечением герметичности в местах подачи транспортируемых материалов. Необходимо обеспечить удаление и очистку вентиляционных выбросов от пыли и вредных при транспортировке и дозировании пылевидных отвердителей для ЖСС и ПСС — феррохромового шлака и других.

Температура песка или регенерата, подаваемых в смесители для ХТС, не должна превышать  $25^{\circ}\text{C}$ .

При применении в составе компонентов смесей легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) следует предусматривать меры по пожаро- и взрывобезопасности. В кладовых для оперативного хранения ЛВЖ должен быть запас

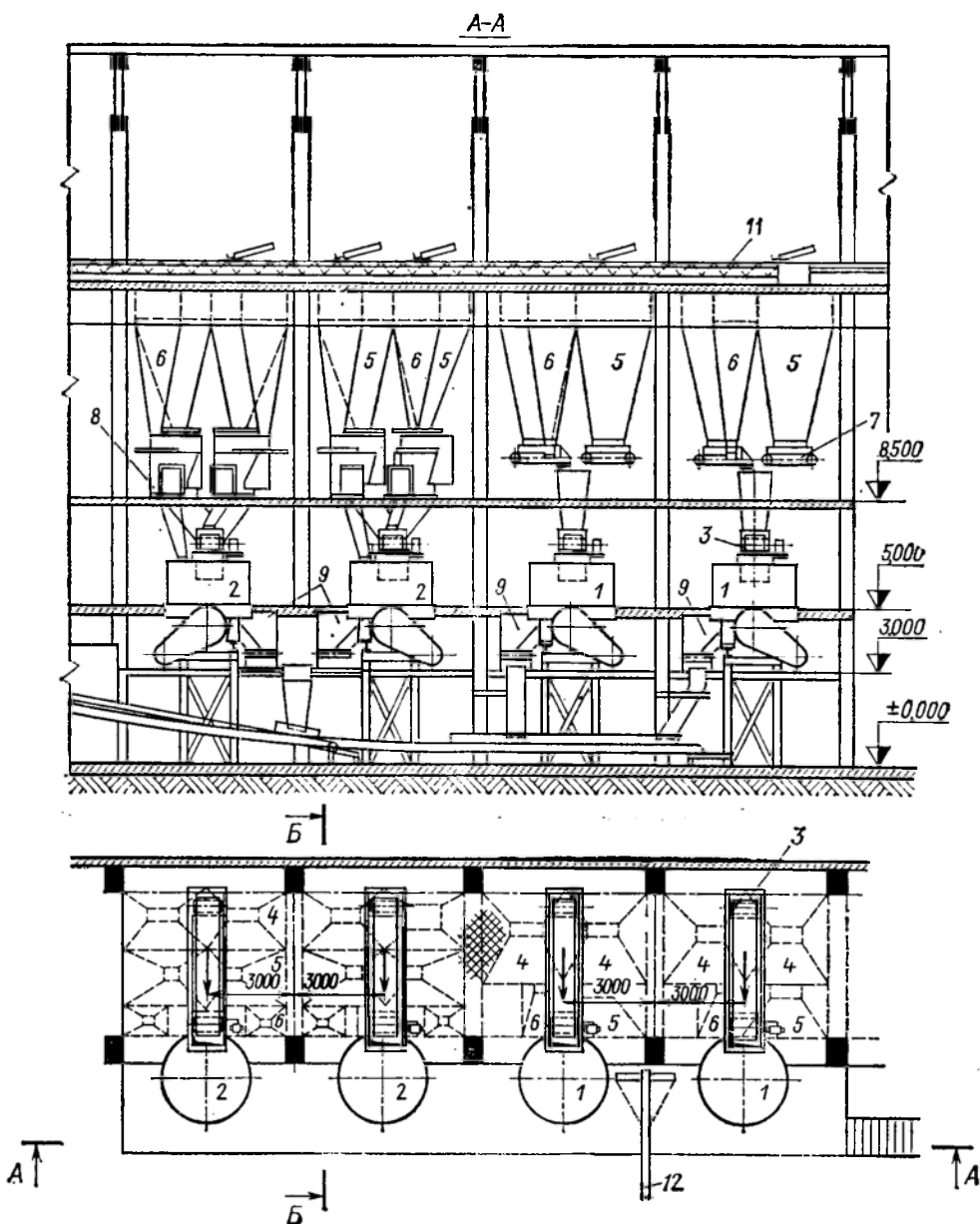
материалов не более чем на суточную потребность. Эти кладовые размещают в изолированных помещениях, у наружных стен здания (на верхних этажах двухэтажных зданий) и оборудуют автоматическими системами пожаротушения и сигнализации.

Для уборки просыпей проектируют транспортную уборочную систему. Для удаления пыли предусматривают пылеотсасывающие устройства или мокрую уборку смесеприготовительных отделений.

## 6. СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

При проектировании смесеприготовительных отделений необходимо учитывать некоторые рекомендации.

В литейных цехах единичного и мелкосерийного производства отливок различной массы с большой номенклатурой смесей обычно проектируют



центральное смесеприготовительное отделение, позволяющее маневрировать мощностями оборудования и получать различные смеси в необходимых количествах. Важно только не смешивать оборотные смеси с различных формовочных участков, предусматривая для них отдельные потоки и емкости. При проектировании центрального смесеприготовительного отделения важно правильно выбрать емкости и расположение бункеров-отстойников для готовой смеси. Их следует устанавливать возможно ближе к потребителям в начале каждой транспортной линии, снабжающей смесью тот или иной формовочный участок.

Емкость этих бункеров должна быть достаточной, чтобы обеспечить нормальную неравномерность потребления, и поэтому ее следует принимать равной расходу участка за 0,5—2 ч. Кроме того, необходимо предусматривать бункеры для хранения оборотной смеси перед бегунами для каждого вида смеси отдельно. Суммарная емкость этих бункеров вместе с емкостью бункеров над бегунами должна быть равна объему всей оборотной смеси, находящейся в системе после окончания работы.

В литейных цехах крупносерийного и массового производства, где формовка выполняется на современных высокопроизводительных автоматических линиях, проектируют отдельные смесеприготовительные установки для каждой формовочной линии. При таком решении полностью используется оборотная смесь, как наиболее подходящее сырье для производства данной высококачественной формовочной смеси. Для обеспечения легкости изменения рецептуры на автоматической формовочной линии в этих

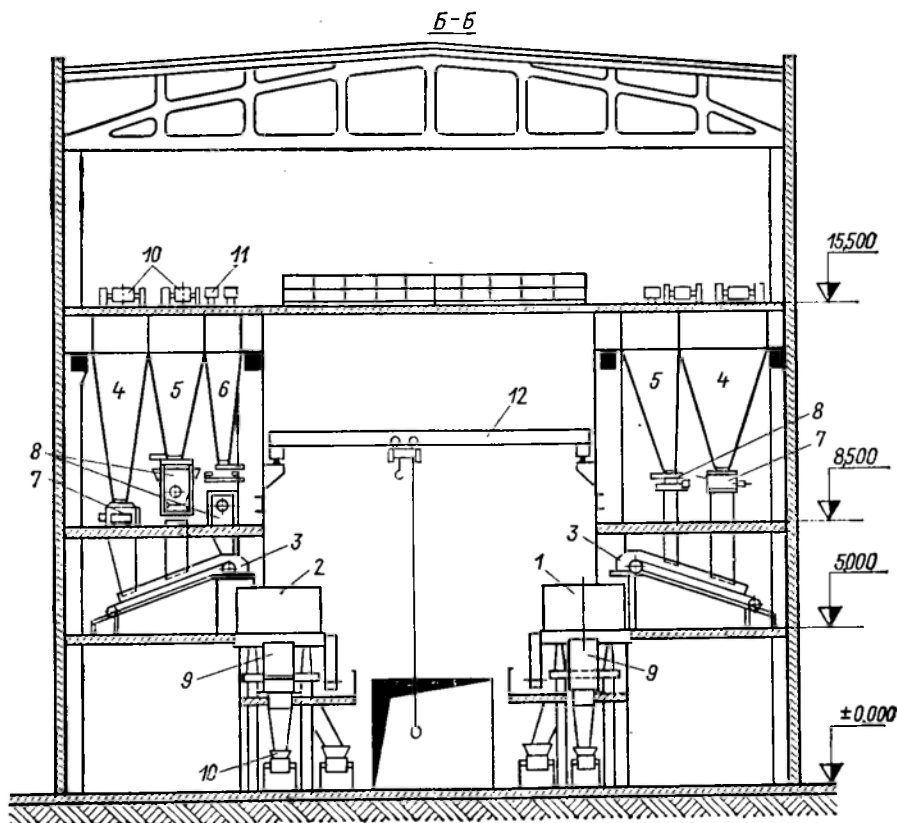


Рис. 64. Центральное смесеприготовительное отделение:

1 — смешивающие бегуны мод. 15104 для дополнительной смеси; 2 — то же, для облицовочной и стержневой смеси; 3 — ленточные питатели; 4 — бункеры для оборотной смеси; 5 — бункеры для свежего песка; 6 — бункеры для bentонита и угля; 7 — ленточные дозаторы; 8 — весовые дозаторы; 9 — промежуточные бункеры с дисковыми питателями; 10 — ленточные конвейеры; 11 — шнековые конвейеры; 12 — кран-балка для обслуживания бегунов

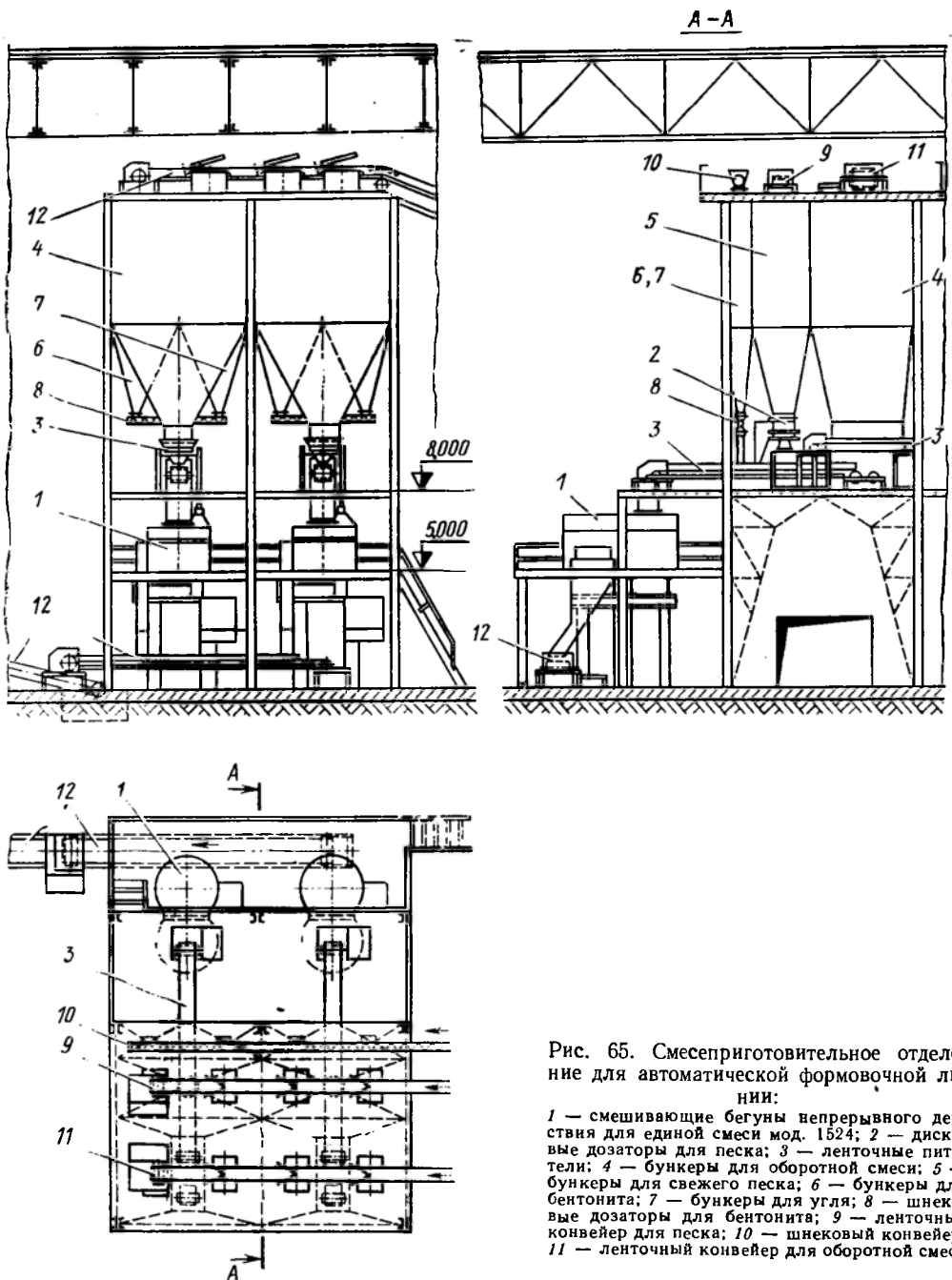


Рис. 65. Смесеприготовительное отделение для автоматической формовочной линии:  
 1 — смешивающие бегуны непрерывного действия для единой смеси мод. 1524; 2 — дисковые дозаторы для песка; 3 — ленточные питатели; 4 — бункеры для оборотной смеси; 5 — бункеры для свежего песка; 6 — бункеры для бентонита; 7 — бункеры для угля; 8 — шнековые дозаторы для бентонита; 9 — ленточный конвейер для песка; 10 — шнековый конвейер; 11 — ленточный конвейер для оборотной смеси

случаях ставят бункеры-отстойники для готовой смеси емкостью не более чем на 30 мин расхода, а весь запас оборотной смеси в подготовленном виде сосредотачивают в бункерах над смесителями или перед ними. Емкость этих бункеров должна быть равной объему всей смеси, находящейся в системе.

Число производственных рабочих (земледелов) определяют по следующим данным: при автоматической смесеприготовительной установке — 1 пультовщик + 1 рабочий на каждые двое бегунов для стержневой смеси; при механизированной установке — 1 пультовщик + 1 рабочий на каждые двое бегунов для стержневой смеси + 1 рабочий на батарею бегунов для формовочных смесей.

Число вспомогательных рабочих должно быть: обслуживающих механизированный поток оборотной смеси — 1 рабочий на 20—30 тыс. т/год смеси, но не менее 1 человека на транспортную систему длиной 100—120 м; обслуживающих транспорт готовых смесей — 1 рабочий на 15—20 тыс. т/год смеси.

На рис. 64 показано центральное смесеприготовительное отделение литейного цеха мелкосерийного производства с большой номенклатурой формовочных смесей. Выпуск отделения 100—120 т/ч наполнительной и 50—60 т/ч облицовочной смеси. Предусмотрена возможность одновременно готовить и подавать на рабочие места по четырем линиям ленточных конвейеров по два вида наполнительных и облицовочных смесей, а также менять в широких пределах их составы. В этом отделении восемь бегунов периодического действия мод. 15104 разделены на два одинаковых блока по четверо бегунов в каждом, двое из которых предназначены для изготовления наполнительных, а другие — для облицовочных смесей. Для приготовления наполнительной смеси используются ленточные дозаторы для оборотной смеси и весовые для остальных компонентов. Для приготовления облицовочной смеси применены только более точные весовые дозаторы. Бегуны одинакового назначения взаимозаменяемы. Кран-балка обеспечивает удобный ремонт всех бегунов.

На рис. 65 изображено отделение для снабжения единой смесью высокой прочности автоматической формовочной линии для производства чугуновых отливок. Выпуск отделения — 90 т/ч единой смеси. Отделение выпускает только один вид смеси, но имеется возможность менять ее состав. В отделении установлены двое одинаковых высокопроизводительных бегунов непрерывного действия мод. 1524, над которыми размещены одинаковые комплекты дозаторов непрерывного действия: ленточные для оборотной смеси, дисковые для песка и шнековые для прочих компонентов. Для отбора готовой смеси служит система ленточных конвейеров шириной 1000 мм.

Бегуны для приготовления стержневых смесей, как правило, размещают в стержневых отделениях для обеспечения наиболее коротких и удобных путей доставки этих смесей к рабочим местам. Установка бегунов и оснащение их дозаторами аналогичны установкам для приготовления облицовочных смесей, показанным на рис. 64.

При компоновке смесеприготовительных отделений предусматривают помещения для пультов управления, КИПа и автоматики электрооборудования, вентиляционных установок и экспресс-лабораторий.

## Глава VII

# ТЕРМООБРУБНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТЛИВОК

Фасонные отливки классифицируют по виду применяемого для их получения сплава, массе, сложности конфигурации, точности размеров и шероховатости поверхностей. По степени сложности в соответствии с преёскурантом Госплана СССР отливки подразделяют на пять групп: простые, несложные и средней сложности открытой коробчатой или цилиндрической формы, сложные и особо сложные — уникальные закрытой коробчатой и цилиндрической формы. С учетом точности получаемые в разовых песчано-глинистых формах отливки из серого чугуна и стали подразделяют на три класса, для которых согласно ГОСТ 1855—55 и ГОСТ 2009—55 установлены припуски на обработку резанием, а также допускаемые отклонения по размерам и массе. Классы шероховатости поверхностей отливок устанавливают по ГОСТ 2.309—73.

При выборе технологических процессов и оборудования литейного производства определяющей является масса отливки. При проектировании литейных цехов чугунные и стальные фасонные отливки принято подразделять по массе на мелкие, средние, крупные, тяжелые и особо тяжелые (см. гл. I).

## 2. ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА

При определении числа отливок, подлежащих обработке в термообрубном отделении, за основу принимают годовую производственную программу литейного цеха с учетом брака. При этом исходят из того, что при тщательном осмотре отливок выявляемый при обрубке и внешний (обнаруживаемый при обработке резанием) брак должен составлять  $\leq 2-3\%$  годовой программы цеха.

При определении объема производства термообрубного отделения также учитывают дефектные отливки, подлежащие исправлению на специализированном участке. Число дефектных чугунных и стальных отливок, подлежащих исправлению в термообрубном отделении, принимают в размере (%) от годового выпуска литейного цеха: для мелких отливок 15—20, средних 25—30, сложных и крупных 40—60.

## 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Отливки, выбитые из литейных форм, проходят определенный по длительности цикл охлаждения (табл. 35), после чего их передают в термообрубное отделение, где путем проведения ряда операций улучшают их физико-механические свойства и придают им товарный вид. Технологический процесс обработки отливок, характеризуемый числом, последовательностью и особенностями выполнения операций, устанавливают с учетом принятого для производства отливок литейного сплава, их габаритных размеров, массы и конфигурации.

Типовой технологический процесс обработки большей части чугунных отливок включает операции: отбивку литниковой системы и элементов питания отливок при их выбивке из формы; охлаждение; очистку и удаление из внутренних полостей стержней; обрубку и зачистку; исправление дефектов; термообработку; промывку, грунтовку и сушку; контроль и передачу отливок на склад. Технологический процесс обработки стальных отливок имеет специфические особенности, одной из которых является отрезка прибылей.

Для отливок из углеродистых сталей 25Л, 30Л и 35Л (рис. 66) эту операцию выполняют до термообработки, а для отливок из сталей 40Л—55Л — после

Таблица 35. Нормы времени охлаждения отливок (ч) после выбивки из форм (естественное охлаждение)

Масса отливки, кг	Серый чугун	Ковкий чугун	Углеродистая сталь	Легированная сталь
≤ 8	1,0—2,5	1—1,2	0,8—1,5	1,2—3
9—20	1,2—3	1,2—1,5	1—1,5	1,5—4
21—50	1,5—4	1,5—2,2	1,2—3	1,8—5
51—100	2—5	2—3	1,6—3,7	2,4—6
101—250	3—7,5	3—4,5	2,5—6	3,5—8
251—500	5—11	—	4—9	10—14
501—1000	9—18	—	7—14	14—20
1001—2000	15—24	—	12—20	—
2001—5000	24—35	—	18—28	—
5001—10 000	32—48	—	24—38	—
10 001—20 000	40—60	—	32—48	—
> 20 000	48—72	—	36—60	—

Примечание. Нижнее значение интервала времени принимают для отливок, получаемых без стержней.

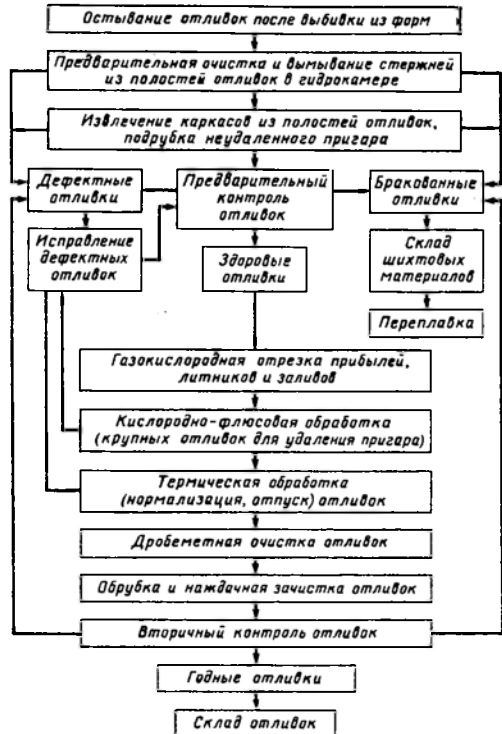


Рис. 66. Схема технологического процесса обработки отливок из углеродистых сталей 25Л, 30Л и 35Л

нее, когда температура отливок  $> 200^\circ \text{C}$ . Для отливок из углеродистых и легированных сталей, подвергаемых после термообработки заварке, необходим дополнительный высокий отпуск. Специфическими особенностями технологического процесса обработки отливок из ковкого чугуна является двойная очистка до и после отжига, а также их правка в штампах; последняя операция обуславливается короблением отливок в процессе термообработки — отжига.

Отделение от отливок элементов литниково-питающих систем. Учитывая хрупкость серого и ковкого (до отжига) чугуна, питатели и выпоры от мелких чугунных отливок отделяют во время их очистки в галтовочных барабанах, а от более крупных — ударами молотка в процессе выбивки форм. От мелких стальных, бронзовых и латунных отливок литники отрезают на кривошипных прессах и с помощью эксцентриковых пресс-кусачек, а от алюминиевых и магниевых — ленточными пилами. Питающие бобышки от отливок из серого и ковкого чугуна, а также прибыли от крупных стальных и медных (из латуни и бронзы) отливок отрезают на станках с дисковыми

пилами. Особо массивные прибыли от крупных отливок из углеродистой и низколегированной стали отрезают пламенем газокислородных резаков и специальными установками механизированной резки.

**Очистка отливок.** Для очистки чугунных и стальных отливок применяют различные методы: галтовочный, дробебетный, дробеструйный, вибрационный, гидравлический, электрогидравлический, электрохимический и газовый.

**Галтовочная очистка** происходит в результате соударения и трения отливок одна о другую в процессе их взаимного перемещения во вращающемся в горизонтальной плоскости барабане. Галтовочные барабаны просты по устройству, но малопроизводительны; их применяют для очистки мелких ( $\leq 60$  кг) отливок простой конфигурации.

**Дробебетная очистка** выполняется потоком чугунной дроби, направляемой на отливку специальными головками (мод. 2М392, 2М393) и аппаратами (мод. 42115, 42125 и др.). Большая производительность и хорошее качество очистки отливки достигаются благодаря высокой скорости потока дроби (70—80 м/с), создаваемой быстро вращающимся (2250 об/мин) рабочим колесом ротора. С учетом массы и размеров очищаемых отливок дробебетное очистное оборудование выпускают трех видов: барабаны (для отливок массой 25—400 кг), столы (для отливок массой 100—530 кг с развитыми поверхностями размером  $450 \times 400 \times 300 \div 900 \times 900 \times 600$  мм) и камеры (для отливок массой от 315 кг до 10 т).

**Дробеструйная очистка** выполняется потоком чугунной дроби, выбрасываемой сжатым воздухом (под давлением 5—6 кгс/см<sup>2</sup>) через сопло специальными дробеструйными аппаратами. Средние и крупные отливки очищают в камерах, исключающих распространение пыли в атмосферу цеха.

**Дробебетно-дробеструйная очистка** выполняется мощным потоком чугунной дроби, выбрасываемым одновременно дробебетными головками и соплами дробеструйных аппаратов. Применяют ее для очистки тяжелых и особо тяжелых (массой 10—30 т) отливок в камерах размером в плане  $6 \times 6$  м и более.

**Вибрационная очистка** выполняется абразивом, находящимся вместе с отливками в виброконтейнере, имеющем частоту колебаний 1000—2000 в минуту. Контейнер, снабженный электроприводом и упругой подвеской, установлен на четырех воздушных баллонах, позволяющих регулировать (в пределах 2—6 мм) амплитуду его колебаний при изменении давления воздуха. Во время работы в контейнер подается раствор для промывки отливок и удаления отходов.

Обрабатываемые отливки должны обладать магнитными свойствами, так как после обработки их извлекают магнитным барабаном, опускающимся в контейнер. Вибрационную очистку применяют для освобождения мелких отливок от пригара и окалины в условиях поточно-массового производства.

**Гидравлическая очистка** выполняется струей воды, направленной под высоким давлением ( $\geq 100$  кгс/см<sup>2</sup>) на отливку специальными устройствами — гидромониторами. Ее осуществляют в камерах (внутренними размерами в плане  $6 \times 6$  м и более), снабжаемых поворотными столами (диаметром 2500—2900 мм) и выкатной тележкой ( $Q = 30 \div 100$  т) для установки отливок. Такую очистку применяют для крупных и тяжелых (0,5—100 т) чугунных и стальных отливок. Преимущества гидравлической очистки — исключение пылеобразования, а также возможность сочетания очистки наружных поверхностей отливок с их освобождением от массивных крупногабаритных песчано-глинистых и жидкостекольных стержней. Интенсификация гидроочистки достигается повышением давления струи воды (100—200 кгс/см<sup>2</sup>), а также введением в нее абразива — кварцевого песка. Прошедшие гидроочистку отливки при необходимости сушат нагретым воздухом.

Электрогидравлическая очистка выполняется путем использования энергии высоковольтных электрических разрядов, создаваемых в воде между электродом и поверхностью отливки (электрогидравлический удар). Электрогидравлические установки (рис. 67) применяют для очистки разнообразных чугунных и стальных отливок массой до 25 т. В электрогидравлических очистных установках одновременно с очисткой поверхности отливок удаляются из внутренних полостей последних песчаноглинистые и жидкостекольные стержни.

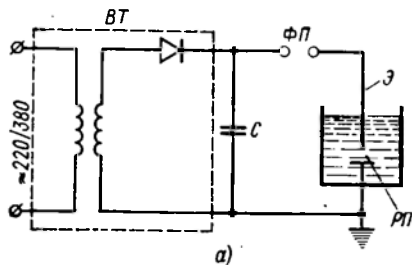
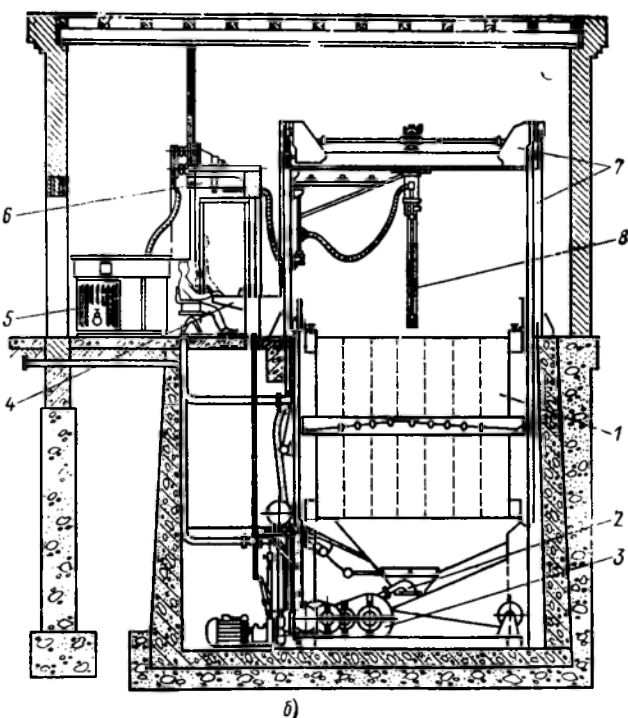


Рис. 67. Электрогидравлическая установка для удаления стержней из отливок:

*a* — принципиальная электрическая схема: *ВТ* — выпрямитель-трансформатор; *ФП* — формирующий промежуток; *РП* — рабочий промежуток; *б* — схема устройства установки: *1* — контейнер с отливками, расположенный на самоходной тележке; *2* — система шлакоудаления; *3* — редуктор механизма подъема контейнера; *4* — пульт управления; *5* — генератор импульсов тока; *6* — система вентиляции; *7* — механизм перемещения электрода; *8* — электрод



Электрохимическая очистка выполняется растворением пригара и восстановлением окалины в щелочном растворе под действием постоянного тока. Она предназначена для очистки наружных и внутренних поверхностей крупных ( $\leq 7,5$  т) стальных отливок.

Газовая очистка выполняется газокислородным пламенем, создаваемым горелками. В последние годы ее применяют в литейных цехах для очистки крупных, тяжелых и особо тяжелых чугунных и стальных отливок.

Удаление стержней из отливок. Мелкие и средние по массе чугунные и стальные отливки обычно освобождают от стержней в процессе их очистки. Для удаления стержней из отливок, имеющих большие замкнутые внутренние полости (в которых стержни остаются после очистки), используют вибрационные установки, дробеметные камеры с вращающимися подвесками, гидравлические и электрогидравлические камеры.

Таблица 36. Режимы термообработки стальных и чугуновых отливок

Материал	Вид термообработки	Толщина массивных частей отливки, мм	Температура нагрева печи, °С	Время термообработки, ч	
				всего	в том числе работы топки
Низкоуглеродистые стали	Нормализация	≤ 100 > 100	890—920	12—18 19—25	8—12 13—17
Высокоуглеродистые стали	То же		860—880	10—15 16—21	8—13 14—18
	Отпуск		580—650	8—16 14—23	6—11 9—16
Низколегированные стали	Отжиг		870—890	18—31 27—41	15—26 22—34
	Нормализация		880—900	10—15 16—21	8—13 14—18
	Отпуск		520—650	15—22 20—27	12—17 15—20
Легированные стали	Отжиг		860—880	22—31 31—41	19—26 25—34
	Нормализация		870—890	12—15 17—21	10—13 15—18
	Отпуск		520—650	29—25 24—31	16—20 19—24
Высокомарганцовистые стали 110Г13Л	Закалка в воде		1050—1100	17 24	17 24
Серый чугун	Низкотемпературный отжиг (искусственное старение)		520—570	17—20 18—21	13—17 13—17
Серый чугун прецизионный	То же		520—620	26—32 30—38	22—29 25—34
Высокопрочный чугун	Отжиг	Простая конфигурация Сложная конфигурация	900—950	19—27 24—30	14,5—20,5 18,5—23,5
	Снятие напряжений	Простая конфигурация Сложная конфигурация	500	12—16 21—25	10—13 19—22
Ковкий чугун	Отжиг	≤ 100	950—970	31—39 37—45	25—32 29—36
		> 100	1010—1030	39—58	38—57
		—	980	46	36

Примечания: 1. Чугунные отливки перед старением подвергают обработке резанием в наиболее полном объеме.  
 2. Для высоколегированных сталей режим термообработки устанавливают в зависимости от марки.  
 3. Время термообработки дано без учета времени на загрузку и выгрузку.

**Обрубка отливок.** Удаление заливов, швов и других неровностей на наружных и внутренних поверхностях средних и крупных отливок из чугуна и стали, а также вырубку дефектов для заварки, технологических (ложных) ребер в отливках из стали и ковкого чугуна обычно выполняют пневматическими рубильными молотками с зубилами (мод. МР-4, МР-5, МР-6, КЕ-22 и др.). В последнее время для обрубки и зачистки крупных и тяжелых чугунных отливок частично используют воздушно-дуговую резку.

**Зачистка отливок.** Для зачистки питателей, прибылей и других мелких неровностей на наружных поверхностях чугунных и стальных отливок применяют специальные установки, снабженные абразивными корундовыми или карборундовыми кругами. Установки подразделяются на стационарные маятниковые — подвесные и с гибким валом. Заусенцы, острые кромки и другие подобные неровности чугунных и стальных отливок удаляют на специальных вибрационных машинах и на заточных шлифовальных станках.

**Исправление дефектных отливок.** Современные методы позволяют исправлять разнообразные дефекты отливок без ухудшения их качества. Основными методами исправления дефектных отливок являются декоративная заделка мелких поверхностных раковин пастами — мастиками и замазками; пропитывание специальными составами (водным раствором хлористого аммония и др.) для устранения пористости отливок, подвергающихся гидравлическому испытанию; газовая или электрическая заварка. Дефектные отливки исправляют на специализированных участках термообрубных отделений.

**Термообработка отливок.** Основной целью термообработки является снятие внутренних напряжений и улучшение обрабатываемости отливок при обработке резанием, придание металлу определенной структуры и физико-механических свойств. При проектировании термообрубных отделений чугунолитейных и сталелитейных цехов операции и режимы термообработки (табл. 36) назначают с учетом требований к качеству получаемых отливок согласно техническим условиям.

**Грунтовка отливок.** Грунтовку применяют для предохранения отливок от коррозии при их длительном хранении или транспортировке. Окраске подвергают наружные и внутренние поверхности отливок, не подлежащие обработке резанием, специальной густой краской (грунтом). Перед грунтовкой поверхности отливки очищают от песка и пыли в моечных установках. Отливки массой < 500 кг очищают струей раствора едкого натра и тринатрийфосфата, а > 500 кг — протиркой уайт-спиритом. Мелкие и средние отливки грунтуют в проходных окрасочных камерах на подвесных конвейерах окунанием в бак с краской или пульверизатором, крупные — в камерах тупикового типа на решетках-стендах с нижним отсосом испарений. После грунтовки мелкие и средние отливки сушат в специальных камерах, а крупные выдерживают в атмосфере цеха.

**Контроль отливок.** В термообрубном отделении применяют два вида контроля — промежуточный и окончательный. Первый осуществляется в процессе очистки, обрубки и зачистки с целью изъятия из технологического потока бракованных и дефектных отливок, а второй — для приемки прошедших эти операции отливок. В зависимости от предъявляемых к отливкам требований окончательный контроль проводится на постах наружного осмотра отливок, на разметочном пункте или стенде гидравлических испытаний, а также в цеховых и заводских лабораториях: металлографической, механических испытаний, рентгеновский, ультразвуковой, и др.

#### 4. ОБОРУДОВАНИЕ

**Основное технологическое оборудование.** Для проектируемого термообрубного отделения оборудование следует выбирать на основе характеристик обрабатываемых отливок (сплава, массы, конфигурации, размеров) с учетом

серийности производства. Ниже приведены рекомендации по выбору основного технологического оборудования.

В литейных цехах массового и крупносерийного производства чугунных и стальных отливок массой  $\leq 500$  кг необходимо применять наиболее производительное автоматизированное

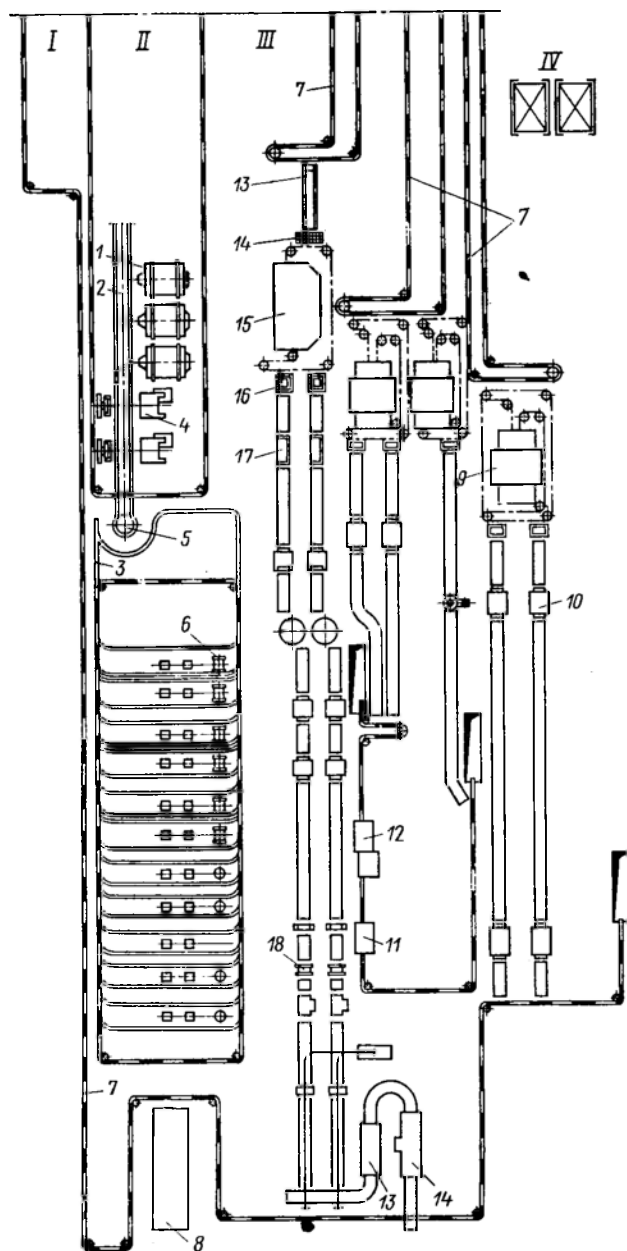


Рис. 68. Комплексно-механизированная линия очистного—обрубного отделения чугунолитейного цеха автозавода (массовое производство отливок):

1 — участок выбивки форм; 11 — участок обработки мелких отливок; 111 — участок обработки средних по массе отливок; 1V — склад отливок; 1 — очистные дробетельные барабаны непрерывного действия; 2 — ленточный конвейер; 3 — подвесные толкающие конвейеры; 4 — зачистные абразивные автоматы; 5 — сортировочный вращающийся стол; 6 — зачистные абразивные станки; 7 — подвесные цепные конвейеры; 8 — окрасочная камера; 9 — очистные дробетельные камеры; 10 — зачистные абразивные автоматы; 11 — моечная камера; 12 — окрасочная камера; 13 — подъемный стол; 14 — вибрационная решетка; 15 — очистная дробетельная проходная камера; 16 — кантователь; 17 — автоматы для зачистки заусенцев отливок; 18 — установки для гидротисания отливок

(предназначенное для обработки отдельных групп отливок) конвейерного или непрерывного действия технологического оборудования:

1) для отрезки литников и прибылей стальных и чугунных крупных отливок — ножовочные, пильные дисковые и шлифовальные отрезные станки, специальные установки механической, кислородно-ацетиленовой и воздушно-дуговой резки;

2) для очистки отливок массой до 16 кг (рис. 68—70) — вибрационные машины мод. ВМ-100, ВМП-25, ВМПВ-100 и др.; массой до 60 кг — галто-

вочные барабаны мод. 314, 41213; массой до 40 кг — дробеметные барабаны мод. 42322, 42313 и массой 40—400 кг — мод. 42213, 42215, 42223; массой 100—530 кг — дробеметные столы мод. 345М и 353М; массой > 315 кг — дробе-

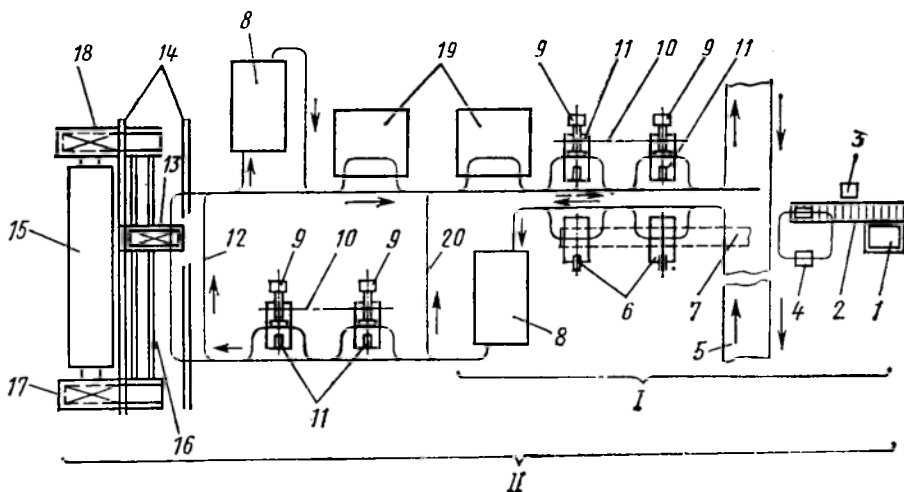


Рис. 69. Комплексно-механизированные линии обработки средних чугуновых отливок (крупносерийное производство):

I — участок для отливок, не подвергаемых термообработке; II — для отливок, подвергаемых термообработке: 1 — выбивная решетка; 2 — пластинчатый конвейер; 3 — тара для литников; 4 — электротали; 5 — подвесной толкающий конвейер; 6 — вибрационные станки для удаления стержней из отливок; 7 — система ленточных конвейеров, передающих стержневую смесь на регенерацию; 8 — очистные дробеметные проходные камеры непрерывного действия; 9 — зачистные станки; 10 — монорейсы; 11 — зажимные тиски для отливок; 12 — ветвь толкающего конвейера; 13 — мостовой кран; 14 — подкрановые пути; 15 — методическая термическая печь; 16 — путь тележек методической печи; 17 — трансбордер для подачи тележек с отливками в печь; 18 — трансбордер для выдачи тележек из печи после термообработки; 19 — столы исправления дефектных отливок; 20 — ветвь толкающего конвейера, передающая отливки на зачистку, окраску и склад

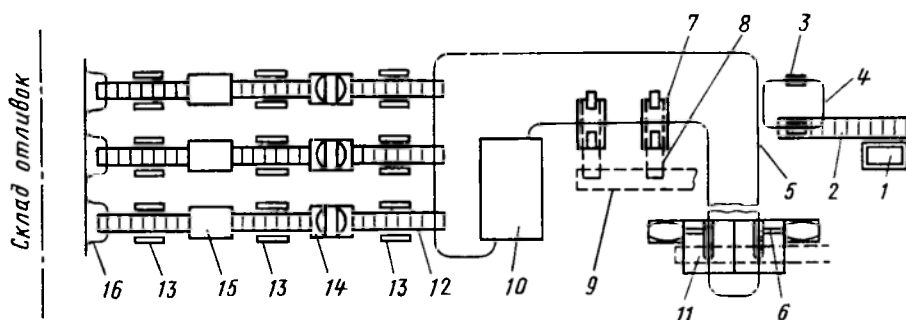


Рис. 70. Комплексно-механизированная линия обработки средних чугуновых отливок (массовое производство):

1 — выбивная решетка; 2 — пластинчатый конвейер; 3 — электротали; 4 — монорейс; 5 — подвесной цепной конвейер; 6 — молотки для отбивки литников; 7 — вибрационные машины для удаления стержней из отливок; 8, 9 — ленточные конвейеры; 10 — дробеметная проходная очистная камера; 11 — бункеры для отбитых литников; 12 — трактовые конвейеры; 13 — абразивные станки; 14 — поворотные столы; 15 — кантователи; 16 — подвесные толкающие конвейеры для передачи отливок на грунтовку и склад

метные камеры 376, 42713, 42723; массой 63—315 кг — электрогидравлические установки с пластинчатым конвейером мод. 36312, 36313 и подвесным конвейером мод. 36411, 36412, 36413;

3) для удаления стержней из мелких и средних отливок — вибрационные установки мод. 0—15 и 411, электрогидравлические установки мод. 36312, 36313, 36411, 36412, 36413 (для отливок массой 10—315 кг);

4) для зачистки отливок массой до 10 кг — вибрационные машины мод. ВМ-12, ВМП-50, ВМПВ-100 и др.; массой < 12 кг — специальные шли-

фовальные станки мод. МЗ-11В, МЗ-14Л, МЗ-214П; мелких и средних отливок — подвесные — маятниковые станки мод. 3374 и 3374С; отдельных групп отливок типа тел вращения, картера сцепления и др. — полуавтоматические зачистные машины мод. 4572, 4579, 4580, 4582 и др. конструкции НИИТавтопрома;

5) для термообработки отливок — проходные толкательные и элеваторные печи, механизированные и автоматизированные агрегаты;

6) для грунтовки отливок — комплексные установки, включающие моечную машину, окрасочную проходную и сушильную камеры.

В литейных цехах серийного, мелкосерийного и единичного производства чугунных и стальных отливок, когда масса отливок колеблется в широких пределах (от 0,5 кг до 100 т и

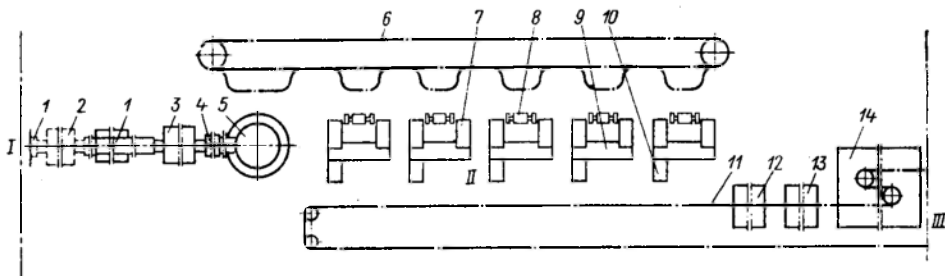


Рис. 71. Комплексно-механизированная линия обработки мелких чугунных отливок (мелкосерийное производство):

*I* — участок выбивки форм; *II* — участок обработки отливок; *III* — склад отливок; 1 — пластинчатые конвейеры; 2 — галтовочный барабан непрерывного действия; 3 — дробеметный барабан непрерывного действия; 4 — барабан для отсева дробы; 5 — сортировочный вращающийся стол; 6 — толкающий подвесной конвейер с адресной подачей; 7 — склизы; 8 — зачистные станки; 9 — столы обрубщиков; 10 — столы контролеров; 11 — подвесной цепной конвейер; 12 — моечно-сушильная камера; 13 — грунтовоочная камера; 14 — сушильная камера

более), следует применять универсальное оборудование периодического действия, которое по производительности уступает установкам конвейерного типа:

1) для отделения от отливок элементов литниковой системы и элементов питания отливок — кривошипно-шатунные прессы, пресс-кусачки, установки механизированной резки дисковыми пилами и станки типа «Марс» (для механизированной резки стали толщиной 300—600 мм); газовые резаки с водяным охлаждением мод. Р100, РЗП, УРЗ, РК-62 (для отрезки прибылей отливок из углеродистых и низколегированных сталей толщиной до 1360 мм) и др.;

2) для очистки отливок массой  $\leq 400$  кг — галтовочные барабаны мод. ОБ900, 42213, 42216, 42223; массой 630—1250 кг — дробеметные камеры мод. 377, 378 и массой 1,25—10 т — мод. 42815—42818; массой 10—30 т — дробеметно-дробеструйные камеры мод. 42612, 42634; массой 2,5—25 т — электрогидравлические установки мод. 36121А, 36131А, 36141А; массой 30—100 т — гидравлические камеры мод. ЛН408, 37113, ЛН415, 37116;

3) для удаления стержней из отливок массой 2,5—25 т — электрогидравлические камеры мод. 36121А, 36131А, 36141А; массой 30—100 т — гидравлические камеры мод. ЛН408, 37113, ЛН415, 37116;

4) для зачистки отливок массой  $\leq 20$  кг (рис. 71—73) — стационарные шлифовальные станки мод. ЗМ634, ЗМ635, ЗМ636; средних и крупных — подвесные маятниковые станки мод. 3374 и 3374С и переносные установки с гибким валом мод. 3382; крупных, тяжелых и особо тяжелых — установки кислородно-дуговой, воздушно-дуговой и плазменно-дуговой резки;

5) для термообработки — камерные печи с выкатным подом периодического действия;

6) для грунтовки отливок — камерные установки проходные — конвейерные и тупикового типа с окраской отливок на решетках-стендах (рис. 74, 75).

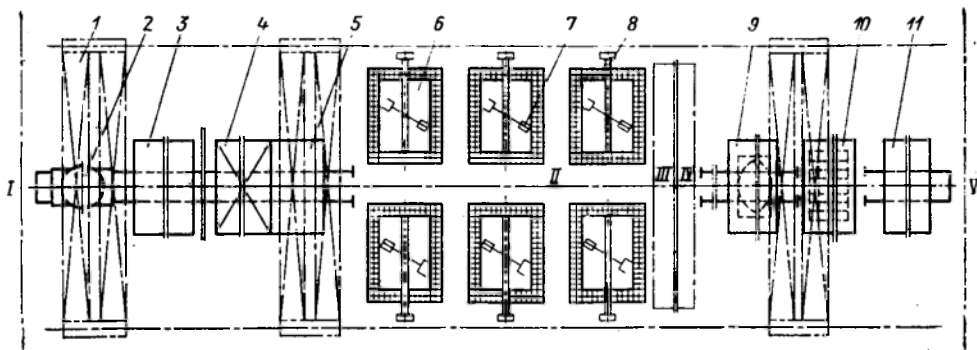


Рис. 72. Механизированная линия обработки средних и крупных чугуных отливок (мелкосерийное производство):

1 — участок выбивки форм; II — участок обработки отливок; III — участок контроля отливок; IV — участок исправления дефектных отливок; V — склад отливок; I — мостовые электрические краны; 2 — механизированная тележка; 3 — очистная гидравлическая камера; 4 — камера для подсушки отливок; 5 — дробеметная проходная камера; 6 — стелды для обрубки и зачистки отливок; 7 — подвесные маятниковые наждачные станки; 8 — консольно-поворотное приспособление; 9 — моечно-сушильная камера; 10 — грунтовочная камера; 11 — сушильная камера

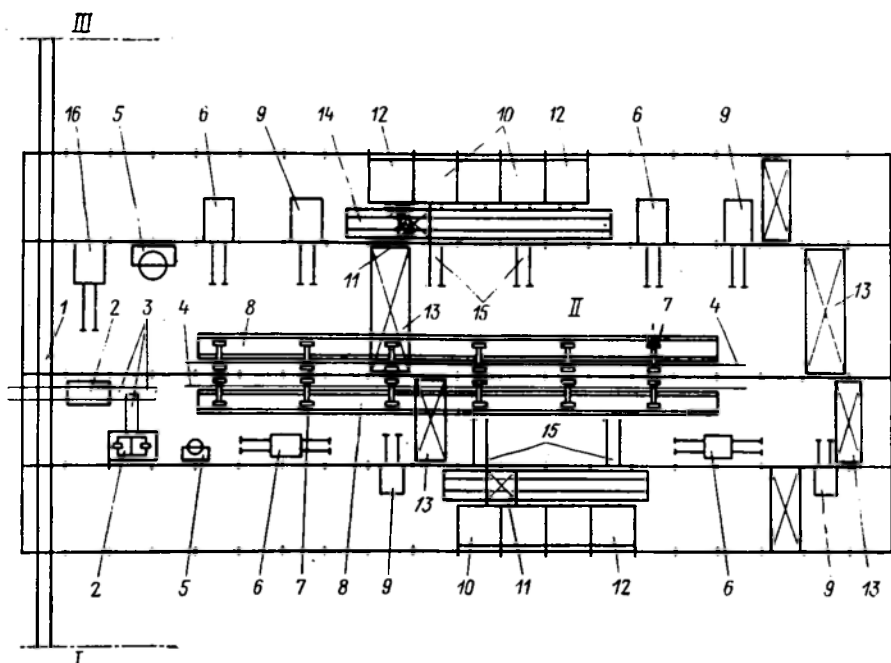


Рис. 73. Линии обработки крупных и тяжелых стальных отливок (мелкосерийное производство):

1 — участок выбивки форм; II — участок обработки отливок; III — склад отливок; I — путь электрифицированной тележки; 2 — установки для выбивки стержней; 3 — ленточные конвейеры для передачи стержневой смеси на регенерацию; 4 — монорельсы для перемещения подвесных заточных станков; 5 — дисковые пилы для отрезки прибылей от отливок; 6 — очистные дробеметные камеры; 7 — заточные станки; 8 — стеллажи; 9 — камеры исправления дефектных отливок; 10 — тупиковые термические печи; 11 — трансбордерные тележки; 12 — охлаждающие камеры; 13 — мостовые краны; 14 — пути трансбордерной тележки; 15 — пути передаточных тележек; 16 — гидроочистная камера

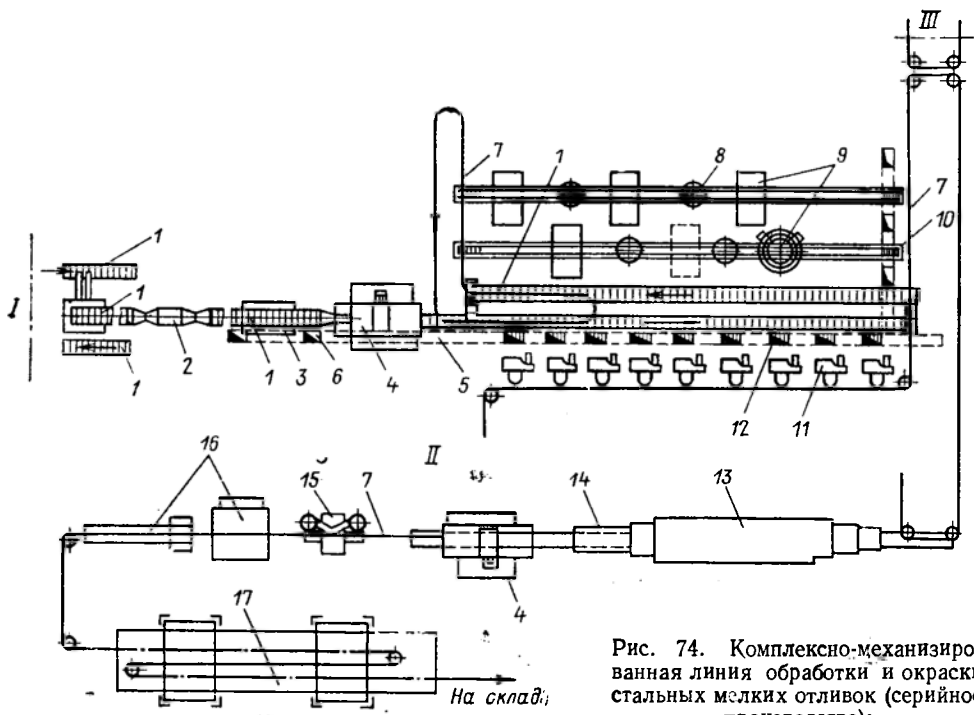


Рис. 74. Комплексно-механизованная линия обработки и окраски стальных мелких отливок (серийное производство):

*I* — участок выбивки форм; *II* — участок обработки отливок; *III* — участок заварки отливок; 1 — пластинчатые конвейеры; 2 — галтовочный барабан непрерывного действия; 3 — площадка для отделения и отбора литников; 4 — дробеметный барабан непрерывного действия; 5 — уборочный пластинчатый конвейер; 6 — люк уборки отходов; 7 — подвесные цепные конвейеры; 8 — поворотные устройства; 9 — зачистные полуавтоматы; 10 — рольганги; 11 — заточные станки; 12 — приемный стол со склизом; 13 — термическая печь; 14 — охлаждающий кожух; 15 — обдувочная камера; 16 — грунто-вочные камеры; 17 — сушильная камера

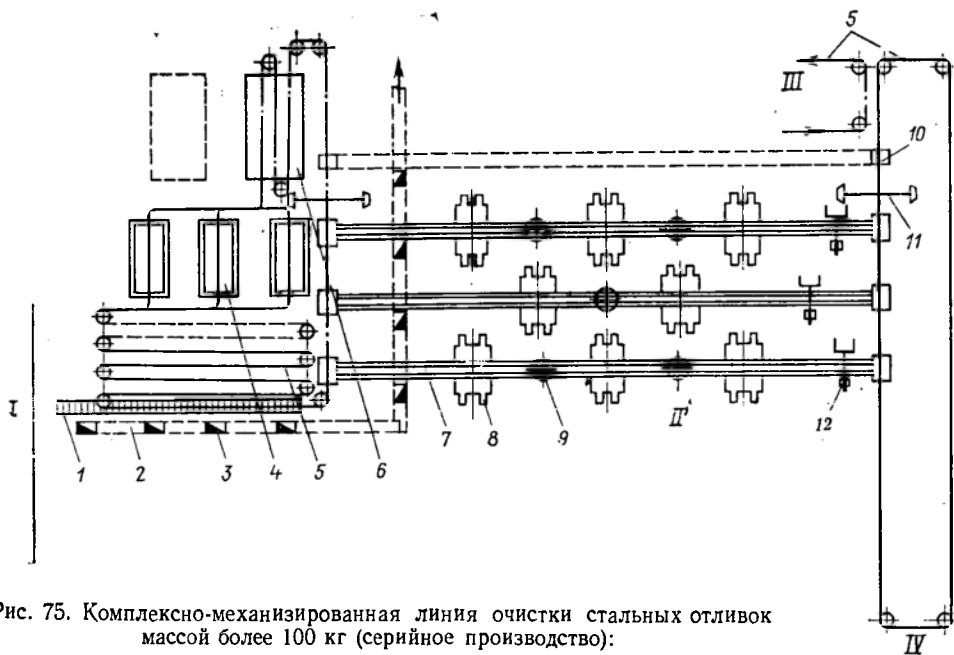


Рис. 75. Комплексно-механизованная линия очистки стальных отливок массой более 100 кг (серийное производство):

*I* — участок выбивки форм; *II* — участок обработки отливок; *III* — участок заварки отливок; *IV* — склад отливок; 1 — пластинчатый конвейер; 2 — пластинчатые уборочные конвейеры (расположенные под полом цеха); 3 — люк для отходов; 4 — электрогидравлические установки; 5 — подвесные цепные конвейеры; 6 — дробеметная камера; 7 — рольганги; 8 — зачистные полуавтоматы; 9 — поворотные устройства; 10 — подъемный пневматический стол; 11 — кран-балка; 12 — подвесные маятниковые заточные станки

**Вспомогательное технологическое оборудование.** В качестве вспомогательного оборудования в термообрубных отделениях литейных цехов применяют моечные, обдувочные и сушильные камеры, газовые горны для предварительного нагрева отливок перед заваркой, столы для обработки и окраски отливок и др.

**Расчет потребного числа технологического оборудования термообрубного отделения.** При расчете требуемого числа технологического оборудования термообрубного отделения годовой выпуск отливок (с учетом бракованных и дефектных отливок) распределяют по операциям принятого технологического процесса. В массовом и крупносерийном производстве оборудование распределяют на основании подетальных расчетов (форма 23), а в серийном, мелкосерийном и единичном — по укрупненным показателям для отдельных групп отливок. При подетальных расчетах отливки, обрабатываемые однотипными операциями, объединяют в группы (форма 24) или распределяют по поточным линиям. Учитывая характер и объем термообрубных операций, выбирают технологическое оборудование для их выполнения, расчет которого сводят в форму 25. При этом расчетную, а не паспортную производительность оборудования принимают по нормативам, рекомендуемым в табл. 37.

**Таблица 37. Нормы производительности оборудования для очистки чугунных и стальных отливок**

Оборудование	Производительность, т/ч	
	паспортная	расчетная
Бараны очистные: галтовочный мод. ОБ 900	3,5 (1,75)	1,5—2 (0,7—1)
галтовочный непрерывного действия мод. 314	5,0 (2,5)	4—5 (2—2,5)
дробеметный непрерывного действия мод. 42322 (317М)	5,0 (2,5)	4—5 (2—2,5)
Стол очистной дробеметный мод. 353	4 (2)	2,8—3,2 (1,4—1,6)
Камеры очистные дробеметные непрерывного действия моделей: 376В9	18,9—22,8 (9,45—11,4)	
377	31,5—107 (15,8—53,5)	
Камера гидравлическая проходная периодического действия с дистанционным управлением мониторами мод. ЛН-408	3—4	2—4 (1,5—3,3)
Установки электрогидравлические моделей: 36121А	3	2—3 (1,5—2,5)
36131А	3,6—4,7	3—4,7 (2,5—4)
36141А	4—6,5	4—6,5 (3—5,3)
<p>Примечания: 1. Меньшее значение производительности относится к отливкам сложной конфигурации, большее — к простым и тяжелым. 2. В скобках дана производительность при обработке стальных отливок.</p>		



Расчет потребного числа термических печей. Число термических печей периодического действия устанавливаются, исходя из норм продолжительности цикла термообработки (см. табл. 36) и удельной нагрузки на площадь пода печи. Число однотипных печей определяют по формуле

$$P_2' = \frac{B_2' k_n}{\Phi_d N_p' k_3},$$

где  $B_2'$  — масса термически обрабатываемых отливок на годовую производственную программу, т;  $k_n$  — коэффициент неравномерности производства;  $\Phi_d$  — годовой действительный фонд времени работы печи, ч;  $k_3$  — коэффициент загрузки оборудования;  $N_p'$  — производительность печи, т/ч;

$$N_p' = \frac{S_n \alpha_n}{T_n};$$

здесь  $S_n$  — площадь пода печи,  $m^2$ ;  $\alpha_n$  — удельная нагрузка на площадь пода печи, т/ $m^2$ ;  $T_n$  — продолжительность цикла термообработки, ч.

Требуемое число термических агрегатов непрерывного действия определяют по той же формуле на основании производительности ( $N_p'$ , т/ч), указанной в паспорте печи. При значительном числе групп отливок и нескольких моделях термических печей расчет их потребного числа сводят в ведомость (форму 25). Данные о типовых участках и оборудовании грунтовки отливок приведены в табл. 38 и 39.

Таблица 38. Типовые участки грунтовки отливок

Масса отливки, кг	Производительность		Транспортные средства	Метод грунтовки
	т/год	т/ч		
<20	1 800—5 400	0,4—1,4	Подвесной конвейер	Струйный облив
	2 200—8 000	0,6—2,1		
20—100	2 200—6 600	0,6—1,6	Подвесной конвейер с вращающимися подвесками	Распылительная конвейерная камера
	2 800—10 000	0,7—2,6		
100—500	3 200—4 800	0,9—1,2	Шагающий конвейер	Распылительная проходная камера
	4 200—7 000	1,1—1,8		
	7 000—10 500	1,8—2,7		
500—1000	2 800—4 200	0,7—1,1	Мостовой кран	Стенд двойной с нижним отсосом
	3 800—6 000	0,9—1,6		
	6 000—9 500	1,6—2,5		
500—2000	16 000—23 000	6		
>2000	27 000—36 000	7—10		

Подъемно-транспортное оборудование. При транспортировке межцеховой и на комплекточный склад мелкие отливки передают в унифицированной таре с помощью электро- и автокар. Более крупные отливки передаются мостовыми кранами общего назначения, кран-балками, электро-талями, подвесными цепными и толкающими конвейерами, электрифицированными тележками.

Для передачи тележек с отливками в термические печи предусматривают трансбордерные платформы.

Таблица 39. Оборудование типовых участков грунтовки отливок

Параметры	Участки отливок	
	мелких	крупных
<i>Моющие машины</i>		
Максимальные габаритные размеры отливок, мм	425×315×250	1700×850×700
Максимальная масса отливок, кг	20	1200
Производительность, отливок/мин	70	15
Продолжительность промывки отливок, мин	10	—
Температура моющей жидкости, °С	90	90
Емкость ванны, м <sup>3</sup>	3,3	5,0
Скорость передвижения отливок через камеры, м/мин	0,65	0,6
Мощность электродвигателей, кВт	11,4	14,1
<i>Проходные окрасочные камеры</i>		
Максимальные габаритные размеры окрашиваемых отливок, мм	370×360×250	1200×2300×1100
Количество отсасываемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	8000	25 400
Расход воды, л/ч	182	1100
Скорость воздуха в краскоуловителе, м/с	1,1	—
Мощность, кВт	4,7	19
<i>Сушильная проходная камера с конвейером</i>		
Максимальные габаритные размеры высушиваемых отливок, мм	2700×800×500	
Температура сушки, °С	90	
Производительность камеры, т/ч	28	
Установленная мощность, кВт	10,2	

Таблица 40. Нормы (в крано-часах на 1 т годных отливок), учитываемые при определении числа мостовых кранов термообрубных отделений

Группа отливок по массе, кг	Очистка, обрубка, обслуживание оборудования	Термообработка
50—250	0,8—0,95	0,2—0,3
100—500 100—1000	0,7—0,85	
500—1000 1000—2000	0,65—0,8	0,15—0,2
1000—5000 5000 и более	0,55—0,8	0,1—0,15
		—

Потребное число мостовых кранов термообрубного отделения (их рекомендуемая грузоподъемность в зависимости от массы обрабатываемых отливок колеблется в пределах 5—125/20 т, см. гл. IV) устанавливаются по нормативам (табл. 40) или из расчета длины участка, обслуживаемого одним краном: обрубного 20—30 м, грунтовочного 25—40 м и термического 25—30 м. Необходимое число кран-балок и электроталей (их рекомендуемая грузоподъемность 1—5 т), подвесных цепных конвейеров и другого подъемно-транспортного оборудования устанавливаются при компоновке отделения в зависимости

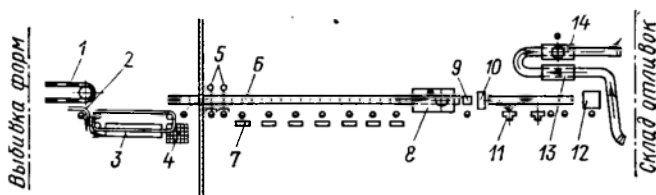
от производственной обстановки (число участков обработки отливок различной массы, типы применяемого технологического оборудования и др.), а их расположение и трассы — с учетом необходимости создания кратчайших технологических потоков.

## 5. КОМПОНОВКА АВТОМАТИЧЕСКИХ И КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ОБРАБОТКИ ОТЛИВОК

При организации труда термообрубных отделений современных литейных цехов необходимо создавать механизированные, комплексно-механизированные и автоматические линии (см. рис 68—76), представляющие собой сочетание основного, вспомогательного технологического и подъемно-транспортного оборудования. Организация труда на автоматической линии зачистки

Рис. 76. Поточная линия обработки отливок блока цилиндров автомобиля:

1 — подвесной цепной конвейер; 2 — монорельс; 3 — проходная дробеметная очистная камера; 4 — решетка; 5 — маятниковые заточные станки; 6 — рольганг; 7 — столы для инструмента; 8 — проходная дробеструйная очистная камера; 9 — поворотный



стол; 10 — станок для гидрониспытаний отливок; 11 — фрезерные станки; 12 — контрольные посты; 13 — грунтовочная камера; 14 — сушильная камера

отливок блока цилиндров автомобильного двигателя (рис. 76) характерна применением специализированного зачистного оборудования, позволяющего одновременно обрабатывать несколько поверхностей отливки.

## 6. РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕРМООБРУБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ В ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ, ИХ ПЛОЩАДИ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СКЛАДСКИЕ УЧАСТКИ, СЛУЖЕБНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Термообрубные отделения располагают в зданиях литейных цехов (табл. 41) в самостоятельных пролетах последовательно за формовочно-выбивным отделением параллельно или перпендикулярно к другим пролетам. В цехах сталелитейных и ковкого чугуна с большим масштабом производства термообрубное отделение может быть выделено в самостоятельное здание. При определении площади термообрубного отделения руководствуются следующими положениями:

1) в чугунолитейном производстве она должна составлять 40—70%, а в сталелитейном и ковкого чугуна 80—120% суммарной площади формовочно-заливочно-выбивного отделения цеха;

2) должны быть предусмотрены посты и лаборатории окончательного контроля отливок, участки их складирования и комплектования, подъемно-транспортное оборудование.

Для механизированных литейных цехов площади термообрубного отделения определяют компоновкой технологического оборудования, планировкой рабочих мест и установкой транспортного оборудования. Кроме того, предусматривают площади специализированных и складских участков, кладовых грунтов и инструмента, контрольных постов, служебных помещений, а также проезды и проходы.

**Вспомогательные участки.** К ним относятся участки грунтовки и исправления дефектных отливок.

Участок грунтовки (см. табл. 38, 39) располагают вблизи мест окончательного контроля и склада отливок. Площадь участка устанавли-

Таблица 41. Размеры пролетов зданий литейных цехов для размещения термообрубных отделений (м)

Масса отливка, т	Ширина пролета одноэтажного здания	Ширина пролета двухэтажного здания		Высота до головки подкранового рельса		Высота до низа конструкции перекрытия			
		основного	первого этажа	в одноэтажном здании от отметки $\pm 0,0$	в двухэтажном здании от отметки пола второго этажа	в одноэтажном здании от отметки $\pm 0,0$	в двухэтажном здании от отметки пола второго этажа		
0,5—1	18; 24	9; 12	—	—	—	9,6; 10,8			
2						8,15		10,8	
3—5	24	24	12	—	—	—	—		
10		—	—					9,65	12,6
20								16,2	
30								12,65	18
50		24; 30							

Примечания: 1. Расстояние от нижней габаритной точки крана до расположенного в зоне его действия оборудования должно быть  $\geq 400$  мм, а расстояние до рабочих площадок  $\geq 2000$  мм.  
 2. Шаг колонн 6 или 12 м.  
 3. Высота до уровня пола второго этажа 7,2; 7,8 или 8,4 м.

ливают в зависимости от габаритных размеров грунтуемых отливок и объема производства термообрубного отделения, компоновкой технологического оборудования, планировкой рабочих мест и транспортных средств с учетом ширины проездов и проходов. Для хранения грунтов в термообрубных отделениях предусматривают специальную кладовую, площадь которой в чугунолитейных и сталеплавильных цехах устанавливают из расчета на 1000 т выпускаемых отливок: 0,9—1,1 м<sup>2</sup> в мелкосерийном и единичном производстве, 0,7—0,9 м<sup>2</sup> в серийном и мелкосерийном производстве, 0,3—0,5 м<sup>2</sup> в массовом и крупносерийном производстве.

Участок исправления дефектных отливок оборудуют нагревательными печами, газовыми горнами и специальным технологическим оборудованием. Его площадь устанавливают, исходя из числа исправляемых дефектных отливок, принятой компоновки оборудования и рабочих мест, а также подъемно-транспортного оборудования.

**Посты контроля отливок.** В термообрубных отделениях с учетом характера выпускаемых цехом отливок предусматривают посты визуального их контроля, разметки и гидравлических испытаний. Эти посты располагают вблизи склада отливок. Площади контрольных постов определяют в зависимости от размеров отливок, а также числа и размеров размещаемого на них оборудования и инвентаря.

**Складские участки.** В термообрубных отделениях предусматривают промежуточные межоперационные склады для отливок до и после термообработки, а также комплекточный склад готовых отливок литейного

Таблица 42. Нормы для расчета площадей складов отливок

Склад	Отливки	Способ хранения отливок	Запас хранения, календарные сутки <sup>1</sup>	Рекомендуемая высота укладки, м	Подъемно-транспортное оборудование	Грузоподъемность полезной площади, т/м <sup>2</sup>	Коэффициент использования общей площади склада
Промежуточный до и после термообработки	Крупные и средние	На полу	1—1,5	1,5—2	Краны мостовые, подвесные цепные конвейеры	1,5—2,5	0,35—0,45
	Мелкие	В унифицированной таре	1—1,5	4,5	Электропогрузчики, штабелеры с напольным управлением	3,5—4,5	0,3—0,35
Комплектовочный готовых отливок в литейном цехе	Крупные и средние	На полу	1—1,5	1,5—2	Краны мостовые, подвесные цепные конвейеры	1,5—2,5	0,35—0,45
	Мелкие	В унифицированной таре	1—1,5	4,5	Электропогрузчики, штабелеры с напольным управлением	3,5—4,5	0,3—0,35

<sup>1</sup> В поточно-массовом производстве нормы запаса готовых отливок можно уточнять в зависимости от циклограммы выпуска их литейным цехом.

цеха. Комплектовочный склад мелких отливок обычно располагают в обрубном отделении. Крупные отливки перед отправкой заказчику рекомендуется хранить в штабелях на открытых или закрытых площадках крановой эстакады. Площади складов и условия хранения на них отливок устанавливаются по нормам (табл. 42). Площади оперативных складов отливок можно также определить по укрупненным показателям (табл. 43).

#### Инструментальная кладовая.

Кладовая предназначена для хранения и выдачи рубильных молотков, зубил и абразивных кругов. Располагают ее вблизи обрубного участка. Площадь инструментальной кладовой устанавливают по укрупненным показателям. В чугунолитейных и сталелитейных цехах на 1000 т выпускаемых отливок ее принимают равной 2,3—2,7 м<sup>2</sup> в мелкосерийном и индивидуальном производстве, 1,5—1,9 м<sup>2</sup> в серийном и мелкосерийном производстве, 0,8—1,0 м<sup>2</sup> в массовом и крупносерийном производстве.

Таблица 43. Площади (м<sup>2</sup>) оперативных складов

Годовой выпуск отливок, тыс. т	Склады отливок	
	до термической обработки	после термической обработки
До 10	20	10
10—20	30	15
20—30	40	20
30—50	50	30

## 7. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Специфическими, вредно отражающимися на здоровье рабочих условиями труда в термообрубных отделениях литейных цехов следует считать обильное пылеобразование при очистке отливок; превышающий допустимые пределы шум при работе галтовочных очистных барабанов; перенапряжение

рук и поясничной области, а также сотрясение во всем теле обрубщиков при удалении заливок рубильными молотками; травматизм от ударов кусочками металла, образующимися во время обрубки отливок; длительное тепловое облучение при термообработке отливок; воздействие вредных испарений при грунтовке отливок и др.

При проектировании термообрубного отделения для создания здоровых условий труда необходимо следующее:

а) обеспечить максимальную механизацию и автоматизацию производственных процессов с применением технологических процессов, при которых исключаются шум, выделение пыли, теплоты и вредных испарений;

б) изолировать в отдельных помещениях или в индивидуальных укрытиях галтовочные барабаны, дробеметное оборудование и электрогидравлические установки;

в) оборудовать местными пылеотсосами галтовочные очистные барабаны, дробеметное очистное оборудование, стационарные и подвесные станки для зачистки отливок;

г) изолировать в отдельные камеры рабочие места обрубщиков с устройством местной вентиляции; применять воздушно-дуговую резку и специальные инструменты с высокоскоростными армированными кругами вместо рубильных молотков для удаления заливок и неровностей на крупных и средних отливках;

д) использовать термические печи, оборудованные мощной вентиляцией, обеспечивающей надежный отбор газов;

е) предусмотреть проходы и проезды достаточной ширины (устанавливаемые по нормам), так как термообрубные отделения имеют большое число грузопотоков с использованием разнообразных подъемно-транспортных средств;

ж) назначать расстояния от стен и колонн до оборудования при компоновке отделения по принятым нормам.

В целях взрыво- и пожаробезопасности при проектировании грунтовочного участка необходимо:

1) размещать его на верхнем этаже многоэтажных зданий и у наружной стены здания с оконными проемами, изолируя от других участков и служб противопожарными стенами;

2) размещать участок грунтовки так, чтобы на нем не было движения людей;

3) запрещать на грунтовочном участке производство каких-либо других (кроме мойки, грунтовки и сушки отливок) работ;

4) оборудовать грунтовочные камеры, ванны окунания отливок в грунт, посты ручного окрашивания и сушильные камеры местной вытяжной вентиляцией;

5) выбирать электрооборудование во взрывозащитном исполнении;

6) предусматривать кладовые для хранения запасов грунтов, растворителей и других материалов на суточную потребность и размещать их на участках приготовления противопожарных красок;

7) предусматривать тамбуры с гарантированным подпором воздуха;

8) устанавливать автоматические системы пожаротушения или сигнализации.

## 8. КОМПОНОВКА ТЕРМООБРУБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Ниже приведены рекомендации, которые следует учитывать при компоновке термообрубного отделения.

1. Для предотвращения проникновения пыли и шума в зоны литейного цеха с более благоприятными условиями труда термообрубные отделения следует располагать в самостоятельных пролетах литейного цеха. При производстве крупных и тяжелых отливок в литейных цехах большой мощности допускается размещение термообрубных отделений в отдельных зданиях.

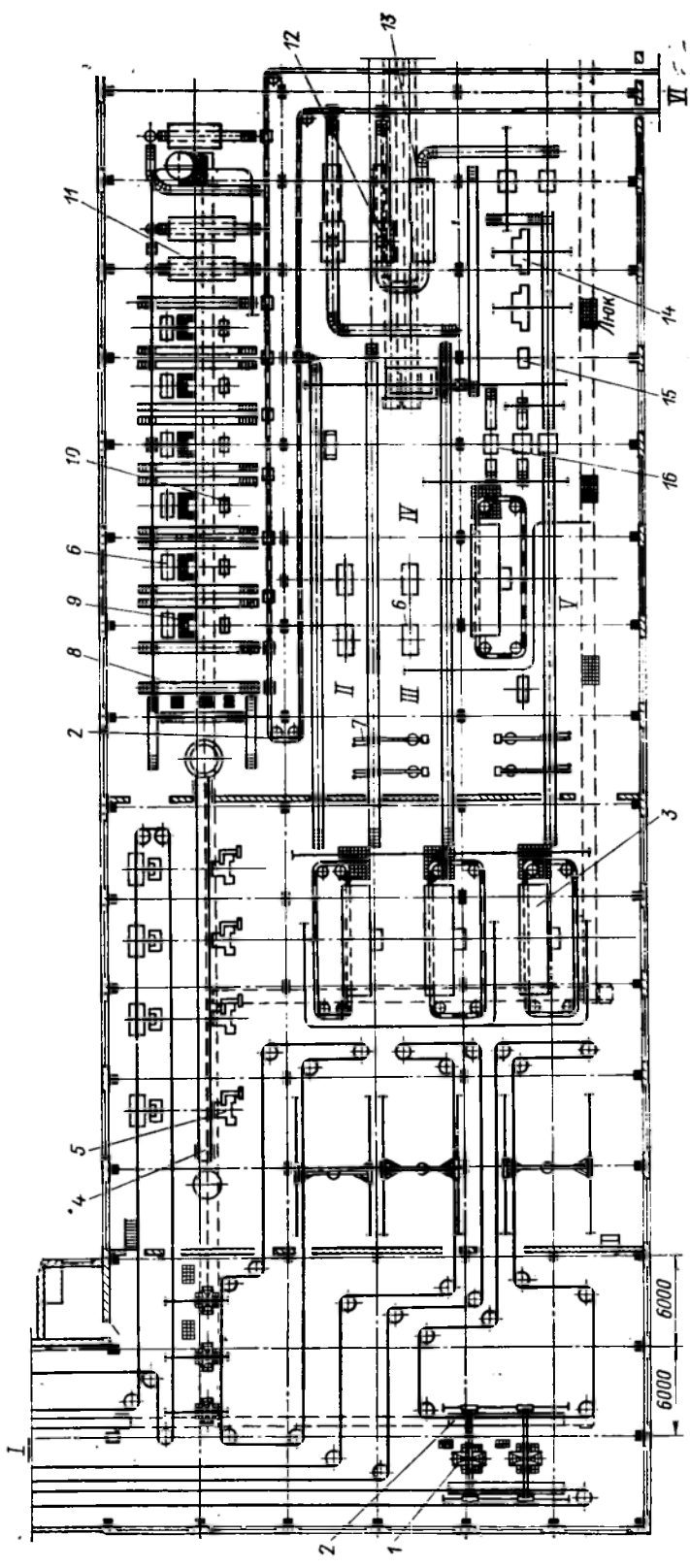


Рис. 77. Компоновка термообручного отделения чугунолитейного цеха автомобильного завода (массовое производство):

I — участок выковки форм; II — линия обработки отливок коллектора; III — линия обработки отливок картера; IV — линия обработки отливок тормозного барабана; V — линия обработки отливок блока цилиндров; VI — склад отливок; VII — линия обработки стержней из отливок; 1 — машины для выковки стержней из отливок; 2 — подвесные цепные конвейеры; 3 — проходные дробебетонные камеры; 4 — ленточный конвейер; 5 — дробебетонные очистные барабаны; 6 — стационарные заточные станки; 7 — малярные заточные станки; 8 — проходные станки; 9 — рольганг; 10 — стол для обрубки отливок; 11 — термические печи; 12 — окрасочная камера; 13 — моечная камера; 14 — фрезерные станки; 15 — пресс Бричелли; 16 — гидравлические прессы

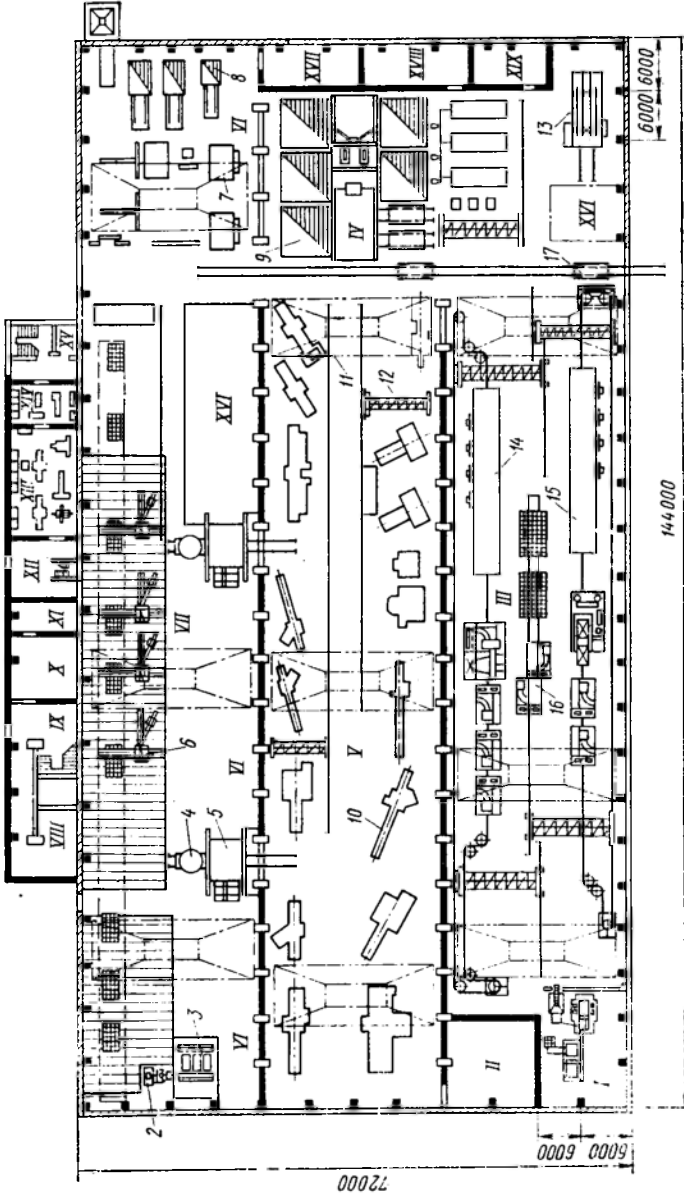


Рис. 78. Компонвка термообрубногo цеха чугуноднтейного завода (серийное и мелкосерийное производство отливок массой до 5 т). Участки, службы и помещения:

1 — брикетирование стружки; 11 — инструментально-раздаточная; 12 — окраска грунтовок и сушка отливок; 13 — термичекки; 14 — обработка резаньем отливок; 15 — заварка дефектных отливок; 16 — обрубка и зачистка отливок; 17 — административные помещения; 18 — вестибюль; 19 — бытовые; 20 — насосная; 21 — подсобные помещения и столовая; 22 — инструментальная мастерская; 23 — помещение ремонтной бригады; 24 — санузлы; 25 — склад отливок; 26 и 27 — мастерские; 28 — лежачие конвейеры для уборки отходов из-под решеток; 29 — пылесосывающая установка; 3 — стенд гидроснабжения; 4 — самоходные электротележки с поворотным кругом; 5 — проходные оодувочные камеры; 6 — консольные краны; 7 — газовые горны; 8 — газовые нагревательные печи; 9 — термические печи; 10 — металлорежущие станки; 11 — мастовые краны; 12 — полуколодовые краны; 13 — дробебетно-дробеструйная камера; 14 — линия очистки грунтовок и окраски отливок массой до 750 кг; 15 — линия окраски грунтовок и сушки отливок массой до 1200 кг; 16 — проходная сушильная камера; 17 — самоходные электрогрифированные тележки

2. При проектировании литейных цехов и заводов следует предусматривать участки предварительной механической и термической обработки базовых чугуновых отливок. Наличие таких участков позволяет обеспечить качественное искусственное старение (низкотемпературный отжиг) отливок после предварительной обработки их резанием, а также сократить транспортные и другие расходы.

3. В двухэтажных литейных цехах производственные участки термообручного отделения для мелких отливок обычно располагают на втором этаже. Первый этаж отводят под транспортные системы, склады отливок, кладовые, трансформаторные подстанции, вентиляционное оборудование и другие вспомогательные службы.

4. В литейных цехах массового и крупносерийного производства термообручные отделения компонуют на принципах разделения процессов обработки групп и отдельных отливок по поточным линиям с использованием наиболее высокопроизводительного оборудования и подъемно-транспортных средств непрерывного действия (рис. 77).

5. В условиях серийного, мелкосерийного и единичного производства термообручные отделения компонуют с учетом создания участков для обслуживания соответствующих формовочно-заливочных отделений, предназначенных для обработки определенных групп отливок по массе. При этом предусматривают групповое расположение однотипного технологического оборудования (рис. 78), располагаемого в последовательности выполняемых операций так, чтобы по возможности сократить протяженность межоперационных потоков. Используя подвесные цепные, пластинчатые и ленточные конвейеры, рольганги и перемещаемые по монорельсам электротали, организуют поточные линии обработки отдельных групп отливок.

6. Чтобы не загромождать и не перегораживать пролет, все крупное оборудование (тупиковые дробебетонные камеры, термические печи и др.) располагают у стен или между колоннами.

7. С целью исключения встречных грузопотоков технологические потоки термообручного отделения необходимо согласовывать с технологическими потоками литейного цеха.

## Глава VIII

# СКЛАДЫ ФОРМОВОЧНЫХ И ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ИХ ПОДГОТОВКИ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ

Литейные цехи потребляют большое количество разнообразных материалов для изготовления песчаных форм и получения жидких металлов. Для производства 1 т отливок нужно принять и переработать до 3,5 т различных материалов.

### 1. ФОРМОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Формовочные пески.** Пески из большинства карьеров отгружают круглый год. Основную массу песка доставляют в саморазгружающихся вагонах (гондолах) грузоподъемностью до 60 т. Обогащенные пески влажностью до 0,5% транспортируют в цементовозах.

**Формовочные глины и бентониты.** Сырые формовочные глины всех видов, кроме бентонитов, перевозят в открытых вагонах, бентониты — только в закрытых вагонах.

Молотые формовочные глины и бентониты в порошке упаковывают в бумажные мешки емкостью 30 кг и перевозят в закрытых вагонах. Допускается перевозка молотой глины и бентонита в цементовозах.

**Молотый каменный уголь** марок ГК, Г, ПЖ, просеянный через сито № 016 или гранулированный, поставляют в бумажных мешках. Порошок иногда приготавливают на складе из угля соответствующей марки, доставляемого в открытых вагонах.

**Пылевидный кварц** или маршалит поставляют в бумажных мешках.

**Графит** кристаллический или аморфный — порошок. Поставляют в бумажных мешках.

**Древесные опилки** или торфяную крошку влажностью до 25% поставляют обычно навалом автомашинами.

Ниже приведены характеристики наиболее часто потребляемых связующих.

**Концентрат сульфитно-спиртовой барды жидкий (КБЖ)** — густая жидкость темно-коричневого цвета плотностью 1,27—1,30 г/см<sup>3</sup>, наиболее употребительное и дешевое связующее, входит в состав многих связующих. Поставляют в железнодорожных цистернах.

**Связующие П, ПТ и ПТА** — раствор окисленного петролатума в уайт-спирите — огнеопасная маслянистая жидкость коричневого цвета плотностью 0,82—0,9 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в цистернах или металлических бочках.

**Связующее ГТФ** — тяжелая фракция генераторной сланцевой смолы — маслянистая темная жидкость плотностью 1,01—1,03 г/см<sup>3</sup>. Поставляют в цистернах или металлических бочках.

**Связующие СП и СБ** — жидкости темно-коричневого цвета плотностью 1,15—1,23 г/см<sup>3</sup>. Эмульсии сульфитно-спиртовой барды с петролатумом (СП) или со связующим ГТФ (СБ) поставляют в цистернах или металлических бочках.

**Связующее КО** — кубовый остаток синтетических кислот, растворенный в уайт-спирите, — огнеопасная маслянистая жидкость темно-коричневого цвета.

**Связующее ДП** — смесь древесного песка с формовочной глиной — порошок темно-серого цвета, поставляемый в бумажных битуминизированных мешках.

**Пulьвербакелит**, или связующее ПК104, — мелкий порошок светлого цвета. Смесь фенолоформальдегидной смолы с 12% уротропина. Применяют для изготовления оболочковых форм и стержней. Поставляют в герметичной металлической таре.

**Жидкое стекло содовое** марки Б, модуль 2,3—2,6, водный раствор силиката натрия. Густая светлая жидкость плотностью 1,47—1,51 г/см<sup>3</sup>. Применяют для приготовления жидких и пластичных самотвердеющих смесей. Поставляют в цистернах или металлических бочках.

**Раствор каустической соды NaOH** различной концентрации применяют для разбавления жидкого стекла. Каустическую соду поставляют либо в виде порошка в металлических барабанах, либо в виде светлой жидкости в металлических бочках.

**Феррохромовый шлак** — мелкий порошок светлого цвета — отход ферросплавного производства. Применяют в качестве отвердителя в жидкостекольных смесях. Поставляют в бумажных мешках или специальных контейнерах.

**Поверхностно-активные вещества** (контакт Петрова, ДС-РАС и др.) — светлые жидкости плотностью 1,19—1,25 г/см<sup>3</sup>. Применяют для увеличения подвижности самотвердеющих смесей.

**Синтетические смолы** (фурановые, фенолоформальдегидные, мочевинофурановые и др.) — густые жидкости плотностью 1,20—1,24 г/см<sup>3</sup>. Применяют для приготовления самотвердеющих смесей (ХТС, ГТС). Поставляют в бочках.

**Катализаторы** — технические кислоты: ортофосфорная, паратолуолсульфо кислота и др. Применяют для ускорения затвердевания смесей на синтетических смолах. Поставляют в стеклянной таре. Эти кислоты требуют специального хранения.

**Пасты противопожарные** — густая масса, поставляемая в деревянных бочках. Транспортируют в крытых вагонах или автотранспортом.

Выдача формовочных материалов в производство допускается только после их приемки ОТК.

На складах формовочных материалов хранятся только сыпучие и кусковые материалы. Жидкие материалы — связующие, химикаты, смолы — хранятся на специальных общезаводских складах. Там же эти жидкости готовят к использованию в случае надобности. В комплекс литейных цехов такие склады не входят, поэтому в дальнейшем не рассматриваются. Данные по химикатам и связующим, приведенные выше, используют для выдачи заданий на проектирование соответствующих складов.

## 2. ШИХТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Чушковые чугуны** выпускают передельные и литейные; передельные — в чушках массой 40 и 50 кг, литейные — в чушках массой 18 и 25 кг. Литейные чугуны в зависимости от содержания углерода и кремния делят на шесть марок.

Чушковые чугуны поставляют с сертификатом. В вагон загружают чугун только одного выпуска и одной марки. Все прибывшие на склад чушковые чугуны принимает ОТК.

Стальной и чугунный лом — привозной. Чугунный привозной лом по качеству и размерам делят на три класса:

I — куски размером 250 × 200 × 100 мм, массой до 35 кг;

II — куски размером до  $400 \times 250 \times 50$  мм, массой до 35 кг;

III — куски размером таким же, что и II класса, масса не ограничивается.

Стальной привозной лом по размерам делят на мартеновский, электродуговой и ваграночный. Лом, загружаемый в электродуговые печи, должен быть размером  $600 \times 350 \times 250$  мм и иметь массу  $\leq 800$  кг.

Для загрузки вагранок используют лом размером  $\leq 250 \times 200 \times 100$  мм. Следует иметь в виду, что наибольший допускаемый размер кусков чугуна и стального лома должен составлять 25—30% диаметра шахты вагранки.

Для обеспечения автоматического взвешивания шихты по особым техническим условиям применяют чугунный и стальной лом размером  $200 \times 200 \times 100$  мм, массой до 12 кг.

**Чугунная и стальная стружка.** Для вагранок, мартеновских и электродуговых печей обычно применяют брикетированную чугунную и стальную стружку, для индукционных тигельных печей — небрикетированную стружку россыпью, но очищенную от масла и неметаллических примесей.

**Ферросплавы.** Все электротермические ферросплавы поставляют в прочной упаковке — ящиках или бочках в кусках массой  $\leq 15$  кг, особо ценные ферросплавы — феррованадий, вольфрам, молибден — в кусках массой  $\leq 5$  кг.

Ферросилиций поставляют также и навалом в закрытых вагонах. Масса чушки  $\leq 25$  кг. Доменные ферросплавы выпускают в чушках массой  $\leq 45$  кг, отгружают навалом в закрытых вагонах.

**Металлическая шихта для плавки цветных металлов.** Первичные сплавы выпускают в чушках (алюминий, силумин, магний, олово, свинец, цинк, сурьма) массой 6—40 кг или в слитках (медь, никель) массой  $\leq 200$  кг, вторичные сплавы — в чушках массой 15—40 кг.

**Флюсы.** При плавке черных металлов в качестве флюсов применяют известняк дробленый в кусках 25—100 мм, доломит в кусках 30—150 мм, плавиковый шпат в брикетах. Флюсы отгружают навалом в открытых вагонах.

**Топливо.** В литейных цехах применяют твердое, жидкое и газообразное топливо.

Твердое топливо — кокс литейный или доменный, реже термоантрацит литейный. Жидкое топливо — сернистый (топливный) мазут. Газообразное топливо — естественные (природные) газы различных месторождений.

На складах шихтовых материалов хранится только твердое топливо, поступающее в саморазгружающихся вагонах.

Для снабжения литейных цехов жидким и газообразным топливом используют трубопроводы. Проектирование газо- и мазутоснабжения в проект литейного цеха не входит, так как выполняется в энергетической части проекта завода.

**Огнеупорные материалы.** Для кладки печей, футеровки вагранок и ковшей, а также для приготовления огнеупорных масс применяют огнеупорные материалы, которые делят на прямые и клиновые кирпичи, фасонные изделия и порошки. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы поставляют в контейнерах, пачках, порошки — в бумажных мешках, все в закрытых вагонах.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

Для расчета емкостей складов и систем механизации необходимо знать количество материалов, потребляемых цехом. Годовой расход материалов определяют, как правило, на основе итоговых данных расчетов количества и компонентов всех смесей (см. гл. VI) и компонентов различных шихт (см. гл. III), применяемых в цехе. Эти расчеты выполняют при проектировании смесеприготовительного и плавильного отделений.

Для определения расхода материалов, поступающих на склад, к указанным суммарным величинам добавляют потери их на складе и при транс-

портировке в цех; обычно эти потери принимают в количестве 4—5% годового расхода.

Количество потребляемых цехом неметаллических составляющих шихты (флюсов, топлива) и огнеупоров рассчитывают по постоянно пересматриваемым отраслевым нормам, а если норм нет, по данным аналогичных проектов с учетом принятых технологических процессов и оборудования. Если нет других данных, то расход флюсов можно принять по средним данным, приведенным в табл. 44, расход кокса при плавке в вагранках с холодным дутьем можно принять в количестве 14—16%, а при плавке с горячим дутьем 9—11% массы завалки.

Таблица 44. Средние нормы расхода шлакообразующих материалов (флюсов) при плавке черных металлов (% массы металлической завалки)

Материал	Сталь		Ваграночный чугун		
	ОЭ	КЭ	СЧ	МСЧ, ВЧ	КЧ
Железная руда . . . . .	4	1,8	—	—	—
Марганцевая руда . . . . .	0,7	1	—	—	—
Известняк . . . . .	—	—	4,8	5,2	6
Известняк металлургический . . . . .	6	1	—	—	—
Боксит . . . . .	0,1	—	—	—	—
Плавиковый шпат . . . . .	0,4	—	0,1	0,1	—
Кварцевый песок . . . . .	—	5,3	—	—	—

Обозначения: ОЭ — основная электропечь; КЭ — кислая электропечь; СЧ — серый чугун всех марок; МСЧ — модифицированный серый чугун; ВЧ — высокопрочный чугун; КЧ — ковкий чугун.

Расход шамотных огнеупорных изделий в среднем принимают 40—50 кг на 1 т годных чугунных или стальных отливок. Дополнительно для сталелитейных цехов принимают еще расход высокоогнеупорных материалов (магнезит, динас, хромомагнезит) в количестве 30—40 кг на 1 т годных отливок.

При приближенных расчетах, а также при невозможности применить описанный выше достаточно точный способ следует руководствоваться последними отраслевыми нормативами расхода формовочных материалов в кг на 1 т годных отливок. В этих нормативах учтены потери при хранении и транспортировке материалов, поэтому дополнительного учета потерь не требуется. Отраслевые нормы систематически пересматриваются, и в них отражены последние достижения технологии, освоенные отраслью.

Указанные нормы расхода шихтовых материалов даются в процентах к общей массе завалки, поэтому следует сначала по данным, приведенным в гл. III, определить выход годного литья в процентах от массы завалки, затем завалку и наконец по нормам вычислить расход компонентов.

Следует отметить, что в проектах можно использовать также прогрессивные нормативы смежных отраслей с соответствующим обоснованием.

#### 4. УСТРОЙСТВО, ОБОРУДОВАНИЕ И МЕХАНИЗАЦИЯ СКЛАДОВ

Все формовочные и шихтовые материалы поступают на склады, где должны быть минимальные, но достаточные для обеспечения нормальной работы цеха их запасы.

Величину запаса на складах определяют в календарных сутках в зависимости от климатического пояса, в котором размещен литейный цех (табл. 45), и от вида транспорта, доставляющего материалы. При доставке материа-

Таблица 45. Основные данные для расчета складов формовочных и шихтовых материалов

Материал	Запас в сучках	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Место хранения	Предельная высота хранения, м
Песок формовочный сухой . . . . .	45—75	1,5	Закром	10
Глина формовочная:			Силос	30
сырая . . . . .	60—90	1,8	Закром	10
сухая молотая . . . . .	30—45	1,5	Силос	20
Маршалит, феррохромовый шлак, бентонит, цемент . . . . .	20—30	1,0	Площадка	2
Опилки, торфяная крошка . . . . .	10—20	0,4	Закром	3
Огнеупорные изделия . . . . .	20—45	1,8	Площадка	2
Чугун чушковый, лом чугунный и стальной . . . . .	30—45	3,5—2	Закром	4
Отходы своего производства (литники, обрезки, стружка и др.) . . . . .	3—5	1,8—1,3	»	4
Стружка привозная . . . . .	10—15	1,0	»	3
Ферросплавы . . . . .	30—45	3,5—2	Площадка	2
Флюсы (известняк, шлак маргеновский, плавиковый шпат) . . . . .	30—45	1,7	Закром	4
Кокс литейный, уголь каменный . . . . .	30—45	0,5	»	4
Цветные металлы и сплавы . . . . .	20—30	5—1,5	Штабель	2
Огнеупорные порошки, раскислители . . . . .	30—45	1,7—1,5	Площадка	2

Примечание. Запас указан для среднего (III) климатического пояса от Харькова до Москвы.

лов водным транспортом принимают сроки хранения по данным местного судходства, при доставке автотранспортом — минимальные.

Склады формовочных материалов размещают, как правило, в закрытых отапливаемых помещениях (с температурой не ниже +10° С). Хранение шихтовых материалов и огнеупорного кирпича допускается в неотапливаемых помещениях. В малоснежных южных районах возможно хранение чушковых чугунов, стального и чугунного лома на открытых бетонированных площадках.

При проектировании складов формовочных и шихтовых материалов следует руководствоваться следующими основными положениями.

Для литейных заводов, имеющих в своем составе несколько литейных цехов, хранение и подготовку формовочных и шихтовых материалов, включая копровые установки, проектируют в общезаводских базисных цехах. Расположение базисных цехов по отношению к литейным цехам должно обеспечить рациональные грузопотоки материалов. При этом возможно размещение складов формовочных и шихтовых материалов с участками их подготовки как в одном здании, так и в отдельных зданиях. Для подачи сухого песка в литейные цехи рекомендуется использовать пневмотранспорт или систему ленточных конвейеров; порошкообразных материалов — пневмотранспорт, а шихтовых материалов, кокса и флюсов в специальных контейнерах — автотранспорт.

Такое решение позволяет исключить железнодорожные вводы в шихтовые отделения, сократить их площадь и разрывы между цехами, обеспечивает чистоту и порядок в них, но при этом увеличивается число грузоперевалок в связи с загрузкой контейнеров на базисном складе и требуется четкая организация работы межцехового автотранспорта.

Для литейных или машиностроительных заводов, имеющих в своем составе несколько литейных цехов большой мощности (> 80 000 т/год), склады шихтовых материалов проектируют при цехах, хранение же и подготовку формовочных материалов, кокса и известняка организуют в базисных складах. В составе таких заводов предусматривают отдельно стоящие скрапораз-

делочные цехи с копровыми отделениями для разделки негабаритного чугуна-ного лома, участками газовой и механической резки негабаритного стального лома, подготовки металлической стружки к переплаву и подготовки ферросплавов.

Для машиностроительных заводов с одним литейным цехом склады формовочных и шихтовых материалов проектируют при цехе. В этих случаях для подачи материалов к местам потребления используют внутрицеховой транспорт.

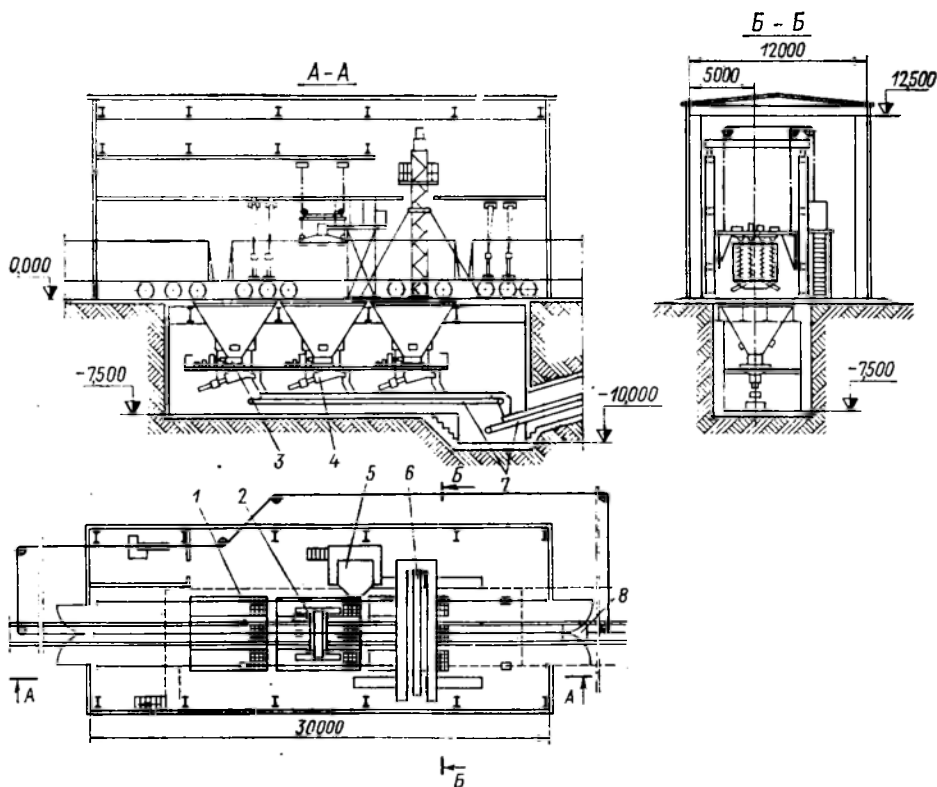


Рис. 79. Разгрузочное устройство для песка

Основные данные для расчетов складов шихтовых и формовочных материалов, а также способы хранения основных материалов приводятся в соответствующих справочниках (см. также табл. 45).

Ниже рассмотрены рекомендации по проектированию организации разгрузки и хранения материалов для базисных складов и складов формовочных материалов при литейных цехах мощностью  $> 20$  тыс. т/год отливок.

Сырые пески поступают в саморазгружающихся полувагонах: в течение всего года, за исключением складов, расположенных в IV климатическом поясе, которые снабжают только летом. Нормальная величина состава, поступающего на разгрузку, 8—12 вагонов емкостью 60, 90 или 125 т каждый. Для быстрой разгрузки такого состава проектируют высокомеханизированные устройства точечного типа (рис. 79), оснащенные бурорыхлительной машиной 6 для рыхления поступающего в зимнее время смерзшегося песка, виброзачистной плитой 2 для зачистки стенок вагонов, люкоподъемниками 1, пневмоочисткой для очистки от песка ходовой части вагонов, маневровым устройством 8 для передвижения состава в процессе разгрузки и пультом управления 5. Песок из вагонов поступает в подземные бункеры, оснащенные ножевыми рыхлителями 3, затем вибропитателями 4 подается на ленточные конвейеры 7, транспортирующие песок в бункеры отопляемого склада,

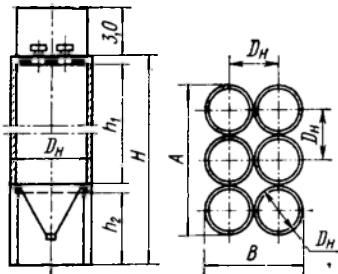
емкость которого должна позволить разместить в нем весь поступивший песок.

Производительность такой установки по разгрузке песка с прочностью смерзания до 50 кгс/см<sup>2</sup> составляет 60—180 т/ч. Разгрузочное устройство следует размещать в отдельном помещении или в пристройке к складу.

Емкость склада сырого песка должна составлять 900—1200 т. Склад представляет собой блок надземных железобетонных или металлических бункеров с затворами и питателями для выдачи песка из них. В отдельных случаях песок разгружают из железнодорожного состава в приемные подземные бункеры, расположенные под железнодорожным путем. Эти бункеры одновременно являются и складом сырого песка. Но для такой разгрузки и хранения сырых песков требуются большие капитальные затраты.

После просеивания и сушки песок доставляют конвейерным непрерывным транспортом на склад сухого песка, который обычно размещают в железобетонных силосных башнях (табл. 46), откуда подают потребителям системой ленточных конвейеров и элеваторов или пневмотранспортом.

Таблица 46. Основные размеры железобетонных силосных башен и показатели нормализованных силосных корпусов



Размеры башни, м				Показатели корпусов при числе башен									
D <sub>н</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	H	1		2		3		4		6	
				V, м <sup>3</sup>	A×B, м	V, м <sup>3</sup>	A×B, м	V, м <sup>3</sup>	A×B, м	V, м <sup>3</sup>	A×B, м	V, м <sup>3</sup>	A×B, м
6	10,8	3,6	15	250	6×6	500	12×6	750	18×6	1 000	12×12	1500	18—12
	15,6		370	740		1100		1 480		2220			
	20,4		500	1000		1500		2 000		3000			
12	18	6	24,6	1700	12×12	3400	24×12	—	—	—	—	—	—
	30		36,6	3000		6000		—		—		12 000	

Обозначение: V — объем силосной башни.

Сухие пески поступают в железнодорожных вагонах-цистернах и в вагонах-хопперах. Цистерны разгружаются системой пневмотранспорта непосредственно в силосные корпуса, вагоны-хопперы — в подземные приемные бункеры, откуда песок пневмотранспортом передается на склад сухого песка. В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к исходным материалам для приготовления формовочных и стержневых смесей, выбор вида транспорта сухих песков к потребителям имеет существенное значение.

Применение конвейерного транспорта (системы ленточных конвейеров и элеваторов) для подачи песка потребителям требует больших капитальных затрат на устройство закрытых межцеховых галерей, площадок в цехах.

На устройство пневматического транспорта требуются несколько меньшие капитальные затраты, но производительность его ниже, и, кроме того, возможно нарушение гранулометрического состава песка. Поэтому при выборе вида транспорта песка потребителям необходимо для каждого проектного решения проводить технико-экономический анализ (см. гл. IX).

Для складов при литейных цехах небольшой мощности с годовым поступлением песка  $\leq 20\ 000$  т/год рекомендуется упрощенная организация разгрузки и хранения сырых песков, при которой песок из вагонов разгружается в приемную яму, являющуюся частью склада сырого песка. Основная

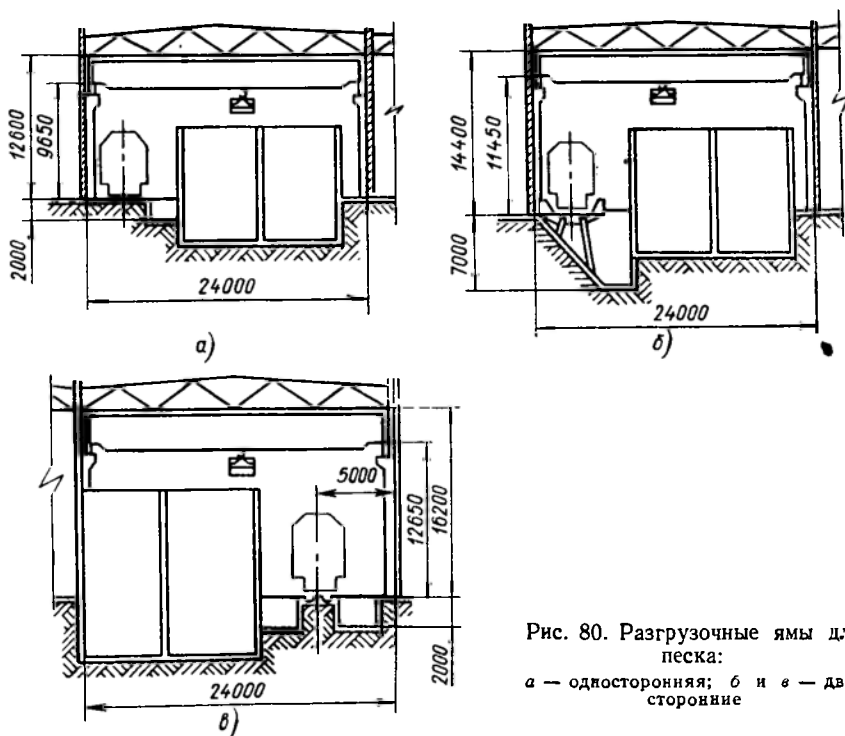


Рис. 80. Разгрузочные ямы для песка:  
 а — односторонняя; б и в — двусторонние

масса сырого песка хранится в закромах. Передачу его из приемной ямы в закрома и из закромов к сушильным установкам выполняют мостовыми кранами с подвесными грейферами. Высушенный песок хранится либо также в закромах, либо в металлических бункерах или силосах.

Приемные ямы (рис. 80) в зависимости от количества поступающего песка проектируют для односторонней или двусторонней разгрузки вагонов. Наиболее дешевая односторонняя яма, но в нее песок разгружается самотеком через люки вагона только частично, оставшийся песок выгружают грейфером или вручную. Двусторонняя яма требует большого заглубления и сложных строительных работ, что не исключает возможности зависания песка под эстакадой. Наиболее надежна и удобна двусторонняя яма, показанная на рис. 80, в, но при этом железнодорожный путь размещают ближе к середине пролета и площадь склада используется меньше. Чаще применяют варианты, приведенные на рис. 80, б и в.

Сырая формовочная глина поступает на склад в открытых полувагонах или на платформах, разгружают ее в односторонние приемные ямы или непосредственно в закрома грейфером. На участок подготовки глину также транспортируют грейфером.

Поступающий по железной дороге уголь разгружают через люки вагонов в приемные ямы, а из ям в закрома — грейфером.

Порошкообразные материалы, готовые к применению, поступают железнодорожным и автомобильным транспортом в герметичных контейнерах, установленных на платформах или низкорамных прицепах, или в бумажных пакетах массой 30 кг в закрытых вагонах, а также в вагонах или автомашинах — цементовозах.

Платформы и прицепы с контейнерами разгружают мостовыми электрическими кранами. В этих контейнерах хранят материалы, для чего предусматривают соответствующую площадь. Целесообразно подавать материалы к местам потребления в этих же контейнерах с целью сокращения перегрузок, потерь и пыления.

Для разгрузки материалов, поступающих в бумажных пакетах в закрытых вагонах или автофургонах, необходима разгрузочная площадка (рампа) высотой 1,2 м для работы электропогрузчиков. Для сокращения ручного труда пакеты должны поступать уложенными на поддоны. Хранение материалов в пакетах на поддонах предусматривается на рампе в многоярусных штабелях. Порожние поддоны возвращают предприятиям-поставщикам. Для разгрузки пакетов, поступающих без поддонов, используют передвижные ленточные конвейеры.

Для выгрузки материалов из бумажных пакетов требуются специальные герметичные установки, в которых пакет разрезается, а материал пневмотранспортом подается потребителям.

Для разгрузки вагонов-цементовозов и автоцементовозов, снабженных устройствами для пневмовыгрузки, предусматривают герметичные приемные бункеры. В эти бункеры порошкообразные материалы перекачивают пневмонасосом автомашины, а из вагонов-цементовозов — подключением к цеховой сети сжатого воздуха.

В связи с тем, что некоторые материалы (бентонит и др.) слеживаются при хранении, конусную часть бункеров выполняют с аэрацией сжатым воздухом.

Чушковые чугуны, чугунный и стальной лом, доменные ферросплавы прибывают на склады в открытых вагонах и на платформах. Разгрузку чушковых чугунов, лома и ферросплавов, имеющих магнитные свойства, из вагонов в закрома выполняют магнитными мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т с грузоподъемными магнитами М-62Б (подъемная сила 1800 кгс, диаметр 1600 мм), обеспечивающими быструю разгрузку вагонов.

Для чушковых чугунов необходимо предусматривать на складе такое число закромов, которое обеспечивает их повагонное хранение в течение всего нормативного времени.

Такое решение позволяет сократить число перегрузок и сразу передать материал на хранение, не дожидаясь результатов химического анализа.

Неразделанный чугунный и стальной лом доставляют магнитными кранами на участки разделки, а разделанный — в закрома для хранения.

Металлические шихтовые материалы рекомендуется транспортировать из базисного склада в цехи-потребители в специальных контейнерах емкостью до 10 т или в корзинах для загрузки электропечей. Для загрузки контейнеров и корзин на складах применяют магнитные мостовые краны. Для установки загруженных контейнеров на платформу автоприцепа и для съема их в литейных цехах предусматривают мостовые краны грузоподъемностью  $\geq 15$  т.

Ферросплавы немагнитные разгружают либо грейфером, либо непосредственно из вагонов через люки в контейнеры, устанавливаемые краном по всей длине вагона.

Чушки цветных металлов, поступающие в пакетах в закрытых вагонах, разгружают на рампе электропогрузчиками. Чушки цветных металлов, поступающие как исключение навалом, разгружают и штабелируют вручную.

Кокс поступает только в саморазгружающихся полувагонах (гондолах). Проектные решения по разгрузке и хранению кокса зависят от мощности

чугунолитейных цехов. При проектировании склада и системы транспортировки кокса следует иметь в виду, что этот материал легко крошится, а куски влажного кокса на морозе разрушаются. В связи с этим число перегрузок и пересыпок с конвейера на конвейер должно быть минимальным, высота падения кокса при пересыпках  $\leq 1-1,5$  м, грохот для просеивания необходимо устанавливать возможно ближе к местам потребления.

Для небольших цехов мощностью до 30 тыс. т/год отливок для разгрузки кокса необходима приемная яма, часто являющаяся и складом для него, и закрома-хранилища. Распределение кокса по закрому и яме и транспортировку его в бункер над грохотом для просеивания выполняют мостовым краном со съёмным моторным грейфером.

Для крупных литейных цехов хранение кокса предусматривают в подземных железобетонных или металлических бункерах ячеякового или щелевого типа. Кокс из полувагонов выгружается самотеком через люки, открывание и закрытие которых обеспечивается люкоподъемниками. По мере надобности кокс из бункеров выдается на ленточный или пластинчатый конвейер, подающий его в грохот, и далее в расходные бункеры у вагранок. Бункеры ячеякового типа оснащают вибропитателями для выдачи кокса. Щелевой бункер имеет по всей длине выходное отверстие в виде щели, ниже которой расположена специальная полка. Эта полка препятствует произвольному высыпанию кокса, который располагается на ней под углом естественного откоса. Кокс из такого бункера выдается специальным лопастным питателем, перемещающимся вдоль щели.

На машиностроительных предприятиях подземные бункерные склады кокса получили широкое распространение, так как обеспечивают механизацию складских работ с небольшим числом средств механизации и минимальные отходы. Существенный недостаток — высокая строительная стоимость складов вследствие большого заглубления бункеров.

Для крупных литейных цехов и базисных складов литейных заводов склады кокса проектируют также в надземных бункерах с отдельно стоящим разгрузочным устройством точечного типа, аналогичным устройствам для разгрузки формовочных песков.

Разгруженный в точечном устройстве кокс передается системой непрерывного транспорта в бункеры-хранилища, откуда по мере надобности доставляется к местам потребления.

С бункерных складов надземного и подземного типов, размещенных близко к плавильному отделению, кокс транспортируется системой ленточных или пластинчатых конвейеров в грохот и далее в расходные бункеры на участке шихтовки, откуда взвешенными порциями поступает в бадью для загрузки вагранки. В случае, когда хранение кокса организовано на базисном складе, общем для нескольких цехов, выбор решения по транспортировке зависит от мощности литейных цехов.

Для цехов большой мощности целесообразно проектировать транспортировку кокса ленточными конвейерами по межцеховым галереям, причем расположение склада кокса по отношению к литейным цехам должно обеспечивать минимальное число конвейеров, т. е. минимальное число пересыпок.

Для цехов небольшой мощности просеянный кокс транспортируют в контейнерах, которые автотранспортом доставляют со склада в плавильные отделения. Такие контейнеры служат одновременно расходными бункерами.

Известняк и другие флюсы поступают на склад в открытых полувагонах или на платформах, как правило, в дробленном виде; их разгружают в приемную яму, из которой грейфером передают в закрома для хранения и затем грейфером и системой ленточных конвейеров транспортируют в расходные бункеры для шихтовки.

Для разгрузки и транспортировки дробленого известняка на базисных складах и складах при литейных цехах большой мощности целесообразно использовать те же разгрузочные и транспортные устройства, что и для

кокса. Известняк хранится в бункерах (надземных или подземных), смежных с бункерами для кокса, откуда либо непосредственно ленточными конвейерами транспортируется в бункеры для шихтовки, либо в контейнеры, подобные контейнерам для кокса, только меньшей емкости.

Недробленный известняк выгружают грейфером на площадку у дробилки.

Огнеупорные изделия, прибывшие в пакетах и в контейнерах или на поддонах в крытых вагонах, разгружают с рампы электропогрузчиками, которые доставляют их к местам складирования и затем к потребителям.

Огнеупорные материалы, идущие на приготовление футеровочной массы (огнеупорная глина, песок, бой огнеупорного кирпича и др.), хранятся в закромах и транспортируются на участок подготовки грейфером.

Склады формовочных и шихтовых материалов рекомендуется располагать в пролетах шириной 24 и 30 м, высотой 12,6; 14,4; 16,2 и 18 м. В складах шихтовых материалов устанавливают магнитные краны грузоподъемностью 10 т, магнитно-грейферные краны со съёмным моторным грейфером и магнитом грузоподъемностью 5/5, 15/3 и 20/5 т; в складах формовочных материалов — грейферные краны грузоподъемностью 5 т.

## 5. ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Автоматизация процессов изготовления форм и стержней требует высокой стабильности всех показателей исходных материалов.

Литейное производство должно, как правило, обеспечиваться кондиционными материалами, подготовленными и обработанными в местах их добычи. Однако часто этого не делается, и пока приходится предусматривать необходимую обработку и подготовку в специальных отделениях при складах формовочных материалов или при литейных цехах.

Формовочные пески проходят следующие операции: просев сырого песка через сито с ячейками размером  $40 \times 40$  мм; сушку при температуре до  $600^\circ\text{C}$  для кварцевых песков и при температуре до  $200^\circ\text{C}$  для глинистых до влажности 0,5—1%; охлаждение до температуры  $30^\circ\text{C}$ ; просев сухого песка непосредственно при подаче его потребителям через сито с ячейками размером  $5 \times 5$  мм (для песка, проходящего сушку в барабанных сушилах).

Глина формовочная и бентонит комовые проходят следующие операции: измельчение комков на куски размером до  $70 \times 70$  мм; сушку при температуре до  $400^\circ\text{C}$  до влажности 4—5%; магнитную сепарацию для удаления случайных металлических включений; размол до частиц размером  $< 1$  мм.

Если в размольном оборудовании нет классификатора для отделения пылевидной фракции от более крупных частиц, предусматривают просев материала после помола через сито с ячейками размером  $1,5 \times 1,5$  мм. Опилки древесные, торфяную и асбестовую крошку просеивают через сито с ячейками размером  $20 \times 20$  мм. Высокоогнеупорные материалы — шамот, хромистый железняк, магнезит и др. — дробят, размалывают и просеивают через сито с ячейками размером до  $5 \times 5$  мм.

Каменный уголь подвергают следующим операциям: сушке при температуре до  $100^\circ\text{C}$ , предварительному измельчению, магнитной сепарации, тонкому помолу до 0,2 мм. Часто для уменьшения опасности самовозгорания угольную пыль перед подачей в цех смешивают с бентонитом, в этом случае необходим участок для смешивания.

Для порошкообразных материалов, получаемых в готовом размолотом виде в бумажных мешках (глина, бентонит, уголь, маршалит, графит, феррохромовый шлак, крахмалит и др.), не требуется никакой подготовки, кроме перегрузки в цеховые бункеры или контейнеры и удаления бумажной тары. Связующие жидкие, поставляемые в цистернах, в холодное время года подогревают при сливе. Их технологические параметры (концентрацию и состав)

доводят до заданных в баках и мешалках. Связующие густые, поставляемые в бочках, разводятся водой до заданных параметров в мешалках. Связующие твердые в кусках дробят и просеивают.

Песок просеивают в полигональных барабанных ситах производительностью 5—125 м<sup>3</sup>/ч, в этих ситах не только отделяются крупные инородные включения, но одновременно разбиваются непрочные комки сырого песка. Рыхлые материалы (опилки, торфяную крошку) обычно просеивают в инерционных грохотах, а для просеивания сухих пылевидных материалов (глины, угля, маршалита и др.) рекомендуются плоские вибрационные или механические сита.

Для сушки песка используют сушила трех типов разной производительности: барабанные, 3—43 т/ч; трубные или сушила пневмопотока, 3—25 т/ч; псевдокипящего слоя, 6—25 т/ч. Топливом этих сушил служат газ или мазут.

Наиболее прогрессивными являются сушила трубные и псевдокипящего слоя. Барабанные сушила требуют для установки значительных площадей. Трубные сушила более просты и надежны, но для их установки требуется значительная высота помещения (до 25 м). В этом отношении более компактны сушила псевдокипящего слоя.

Глину и глинистые жирные пески сушат только в сушилах барабанного типа. Производительность сушил всех типов рассчитана на начальную влажность песка 10%, конечную — 0,5%, для глины соответственно 25 и 3%. При других условиях производительность сушил меняется.

Для измельчения сырой глины применяют глинорезки, глиноструги, дробилки дисковые, валковые, зубчатые; для измельчения угля — валковые дробилки.

Для тонкого помола глины и угля используют мельницы шаровые и молотковые. Такие мельницы оборудуют, как правило, пневмотранспортными циркуляционными установками, осаждающими пылевидные фракции в приемные герметизированные бункеры и возвращающими крупные фракции для повторного измельчения.

Потребителям порошкообразные глину и уголь отправляют пневмотранспортом или в герметичных контейнерах.

Опилки после просеивания пневмотранспортом поступают в расходные бункеры, из которых пневмотранспортом подаются в литейные цехи. При небольших расходах опилки отправляют в закрытых контейнерах.

Участки подготовки формовочных материалов рекомендуется организовать при складах формовочных материалов. Нормальный режим работы отделений подготовки формовочных материалов — двухсменный.

## 6. ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ МОКРОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЕСКА

Прогрессивные способы формовки из различных самотвердеющих смесей (жидких, пластичных, сыпучих) предъявляют очень высокие требования к чистоте материала таких форм — от механических и химических примесей. В связи с этим возможность непосредственного использования оборотной смеси при изготовлении формовочных и стержневых смесей резко сократилась. В результате определилась необходимость регенерации (восстановления) песка, содержащегося в оборотных и отвальных смесях. Регенерация имеет большое народнохозяйственное значение, так как сокращает расход природных запасов песка и загрузку транспорта.

В гл. VI описан наиболее простой сухой способ регенерации, применяемый для восстановления песка из использованной смеси на синтетических смолах. Для регенерации песка, содержащегося в использованных смесях на глине и жидком стекле, применяют более сложные установки для мокрой и комбинированной регенерации, размещаемые в зданиях складов формовочных материалов.

Использованные глинистые и жидкостеклянные стержневые и формовочные смеси поступают на регенерацию в виде пульпы, образующейся при удалении стержней в гидравлических камерах или электрогидравлических установках (см. гл. VII), а также из сухих отвальных смесей. После завершения цикла регенерации получают сухой регенерированный песок, по качеству соответствующий свежему песку (до 1% глинистой составляющей); оборотную воду: предварительного осветления ( $\leq 4,0$  г/л взвешенных частиц) и полного осветления ( $\leq 0,2$  г/л взвешенных частиц); металлические магнитные отходы, крупные сухие отходы с размером частиц  $> 4$  мм и мелкие пылевидные

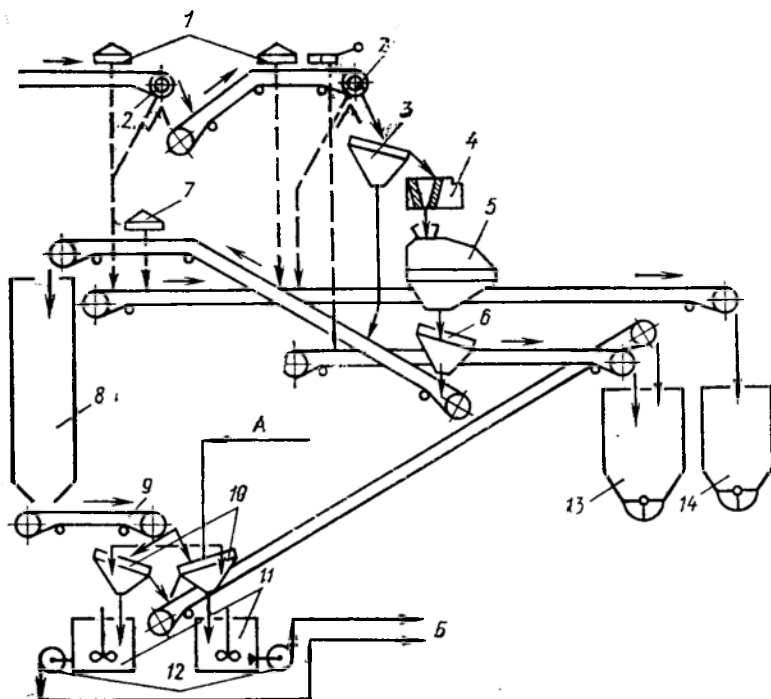


Рис. 81. Схема узла переработки отвальных смесей:

А — осветленная вода предварительной очистки; Б — пульпа

отходы в виде сгущенного шлама. Смеси, направляемые на регенерацию, проходят несколько последовательно связанных между собой участков (узлов) регенерации.

Узел переработки отвальных смесей (рис. 81), размещаемый в литейном цехе, предназначен для полного удаления из них магнитных и кусковых отходов, непригодных для регенерации и для приготовления пульпы, содержащей воду и песок и удобной для транспортировки песка в регенерационную установку.

Металлический скрап удаляется подвесными магнитными железотделителями 1 и магнитными шкивами 2. Затем отходы просеиваются на грохоте 3. Просеянный продукт накапливается в бункере 8, а крупные отходы дробятся в щековой 4, затем в роторной 5 дробилках и снова просеиваются на грохоте 6. Вторично просеянный продукт проходит контрольную магнитную сепарацию 7 и направляется также в бункер 8, откуда при помощи ленточного питателя 9 равномерно подается на грохоты 10 с отверстиями диаметром 4 мм, куда подается еще и вода.

Увлажненный и окончательно просеянный продукт попадает в агитчан 11, где разбавляется водой до соотношения 20 : 1, и затем насосом 12 перекачивается в узел получения регенерата, который размещается вне

литейного цеха. Кусковые отходы от грохотов 6 и 10 и в случае надобности аварийный сброс излишней смеси скапливаются в бункере 13 и вывозятся в отвал. Магнитные отходы собираются в бункере 14 и также вывозятся для использования.

Узел получения регенерата, размещаемый обычно на складе формовочных материалов, предназначен для промывки регенерируемого песка, удаления вредных оболочек и затем обезвоживания готового регенерата (рис. 82). Этот узел в зависимости от необходимой производительности состоит из нескольких линий промывки песка.

Подготовленная пульпа, поступающая из узла переработки смеси или из гидрокамер, проходит пульподелитель 1 и поступает на промывочные ли-

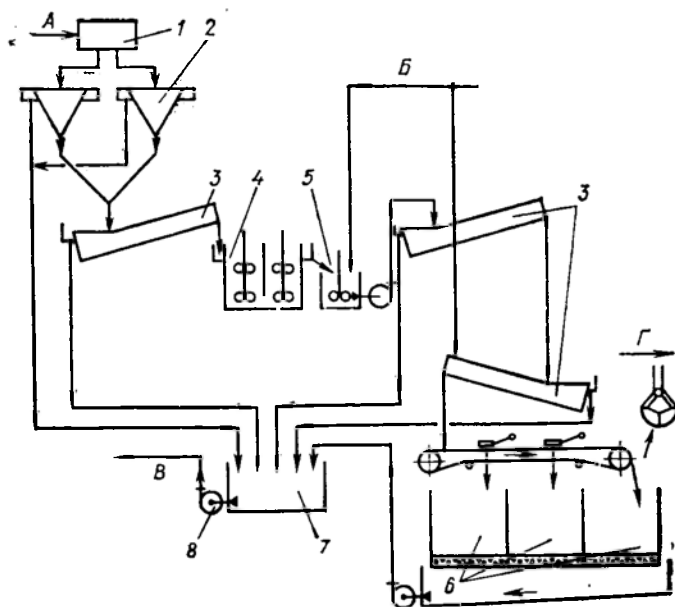


Рис. 82. Схема узла получения регенерированного песка:

А — пульпа; Б — осветленная вода; В — сливные воды; Г — регенерат на сушку

нии, в каждой из которых промывается и обезвоживается сначала на конусных 2, затем на спиральном 3 классификаторах, после чего попадает в оттирочную машину 4 уже с соотношением жидкого к твердому 3 : 1. Наиболее важным оборудованием этого узла является оттирочная машина, в которой удаляются оболочки, плотно приставшие к зернам песка.

Очищенный песок после промывки его чистой водой в агитчане 5 вновь подвергается процессу классификации и обезвоживания последовательно в двух спиральных классификаторах 3 и направляется в дренажные закрома 6 для удаления оставшейся воды в течение  $\geq 16$  ч. Перед употреблением регенерированный песок влажностью 6—8% необходимо подвергать сушке в сушилах, установленных в регенерационном отделении, либо в сушилах для сушки свежего песка. Сливные и дренажные воды с содержанием  $\leq 1\%$  твердых составляющих собираются в баке 7 и насосом 8 перекачиваются в узел осветления воды, который размещается на складе формовочных материалов или в отдельном здании. В этом узле вода сначала отстаивается в песколовках, где происходит ее предварительное осветление, затем часть воды может быть направлена в узел переработки отвальных смесей, а оставшая вода, продолжая процесс осветления, проходит через камеру реакции и поступает на реагентную очистку.

Полностью осветленную воду можно использовать для выбивки стержней в гидрокамерах и для промывки регенерата на последних стадиях классификации. В качестве реагентов, очищающих воду, применяют сернокислый алюминий и полиакриламид.

Твердые частицы, удаляемые в виде шлама из песколовки осветлителей с соотношением жидкого к твердому 7 : 1, транспортируются в узел сгущения шлама, который обычно размещается рядом с узлом осветления воды.

Шлам из песколовки сгущается в спиральном классификаторе, а шлам из осветлителей смешивается с раствором полиакриламида (фугат), поступающим из узла осветления, и обезвоживается в шнековой центрифуге. Весь сгущенный шлам из песколовки и осветлителей влажностью до 50% собирается в общий закрот и вывозится в отвал.

## 7. ОТДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Отделение для подготовки шихтовых материалов предназначено для дробления последних с целью придания им необходимых размеров, сортировки и грохочения для отбора мелочи и для очистки поверхности от ненужных примесей. В последнее время повысились требования к качеству подготовки материалов в связи с повышением требований к качеству отливок. Ниже рассмотрено оборудование, необходимое в этом отделении.

Для разделки негабаритных бракованных чугуновых отливок, машинного лома, мартеновских «козлов» и крупного скрапа применяют копры, действие которых основано на ударе падающей бабы по бракованной отливке, уложенной на шабот.

Механизированного оборудования для дробления чушковых чугунов и доменных ферросплавов, несмотря на необходимость этой операции, пока не существует. Имеется опыт применения гидравлических прессов с механизмами подачи и уборки разделанного лома.

**Аллигаторные ножницы** применяют для разделки длинномерного стального лома и бракованного проката. Ножницы типа Н2230 Азовского завода КПО могут разрезать сталь сечением до 90 × 90 мм, диаметром до 100 мм, швеллеры и двутавры до № 40 и т. д. Мощность двигателя 21 кВт. Производительность ножниц до 2 т/ч. Длинномерный лом подается к ножницам по рольгангам.

**Резаки газовые и бензорезы** применяют для разделки вручную более крупного стального лома, прибылей и литников. В качестве топлива для них используют ацетилен, природный газ или керосин. Литники и другой оборотный лом своего цеха и завода очищают в проходных галтовочных барабанах, аналогичных применяемым для очистки отливок.

**Дробилки щековые** применяют для дробления материалов с пределом прочности  $\leq 3000$  кгс/см<sup>2</sup> (электротермические ферросплавы, известняк, флюсы, шлак и др.). Эти дробилки можно также использовать для дробления тонкостенного чугунового лома и литников. Производительность их зависит от величины выходной щели между дробящими щеками.

**Валковые дробилки** применяют для получения мелкодробленых ферросплавов, предназначенных для присадки в жидкий чугун.

Для просева кокса, ферросплавов, известняка применяют грохоты различных конструкций. Грохоты выполняют с одним и несколькими ситами — только для отбора мелочи или для одновременного отбора и крупных кусков. Производительность инерционных грохотов изменяется в больших пределах в зависимости от свойств материала и угла наклона сита (оптимальный угол наклона 20°). Установки для дробления стальной стружки и для брикетирования чугуновой и стальной стружки обычно размещают в механических цехах и в состав литейных цехов не входят.

Для плавки в индукционных печах используют дробленую стальную и чугуновую стружку небрикетированную, россыпь. Такая стружка обычно загрязнена маслом и мусором, при загрузке в раскаленный тигель она вы-

делает много дыма и копоти. Для того чтобы избежать этого, небрикетированную стружку перед употреблением необходимо очистить от загрязнения.

Наиболее простой способ очистки стружки — прокаливание при температуре 300—400° С, после чего горячую стружку загружают в печь. Такой способ рекомендуется только для стружки с малой примесью масла; при большом содержании масла последнее, воспламеняясь, плавит и окисляет стружку.

Отделения для подготовки шихтовых материалов в зависимости от вида литейного производства и кондиции поступающих материалов могут включать все или некоторые из следующих участков: просева кокса, дробления и сортировки известняка, дробления и сортировки ферросплавов, разделки стального скрапа, копровой разделки чугунного лома. Программу отделения подготовки шихты рассчитывают по форме 26.

ФОРМА 26. Программа отделения подготовки шихты

Материал	Потребность, т/год	В том числе по операциям подготовки, т/год					
		Разбивка под копром	Очистка в барабане	Дробление	Газовая резка	Резка ножницами	...

При проектировании механизированный участок просева кокса обычно включают в состав проекта механизации, так как его в большинстве случаев встраивают в транспортную линию подачи кокса в контейнеры или непосредственно потребителям.

На участке копровой разделки чугунного лома рядом с копром предусматривают площадки для разделанного и неразделанного лома, оборудованные грузоподъемными средствами.

Копер состоит из шабота — массивной литой плиты, на которую укладывается разбиваемый лом, стального падающего на него бойного шара или каплевидной бабы и механизма для их подъема. Бабу и шабот отливают из мягкой стали. Мощность копра выражается в тонно-метрах — произведение массы бабы на высоту ее падения. Основные данные копров даны в табл. 47.

Таблица 47. Копры для разбивки лома

Параметры	Масса шара или бабы, т					
	1	2	3	5	8	10
Высота падения, м . . . . .	8—10	10—12	10—15	15—20	10—15	15—20
Мощность копра, т·м . . . . .	8—10	20—24	30—45	75—100	80—120	150—200
Максимальная масса разбиваемого лома, т . . . . .	2	5	10	15	20	30
Средняя производительность, т/ч . . . . .	0,5	1,0	1,2—1,6	1,7—2,3	2,4—2,8	3,0—3,5
Диаметр бойного шара, мм	625	785	900	1070	1250	1350
Шабот:						
масса, т . . . . .	12	20	30	40	60	75
диаметр, мм . . . . .	2000	2500	3000	3000	3500	3500
толщина, мм . . . . .	500	600	600	800	900	1100

По форме ограждения копровые установки делят на башенные и открытые. Башенные имеют ограждение в форме закрытой пирамиды. Мощность таких копров до 24 т·м. Эти копры обслуживаются лебедками для транспортировки отливок на шабот и для поднятия каплевидной бабы, для захвата

которой применяют клещи, размыкаемые вручную. В связи с малой производительностью и тяжелыми условиями труда такие копры проектируют редко.

Открытые копры размещают в крановых пролетах или на крытых эстакадах (рис. 83). Вся площадь участка обслуживается мостовыми магнитными кранами. Бойное место имеет ограждение, открытое сверху. Для разбивания лома применяют стальной бойный шар, поднимаемый специальным грузовым магнитом типа М-40Б (подъемная сила 10 тс), который подвешивается либо на крановую тележку,двигающуюся по неподвижным балкам, либо на специальный мостовой магнитный кран. Управление передвижением этих механизмов, а также подъемом и сбрасыванием шара выполняется дистанционно с пульта, размещенного в укрытии. Для уменьшения высоты крановой эстакады и большей безопасности бойное место рекомендуется заглублять ниже

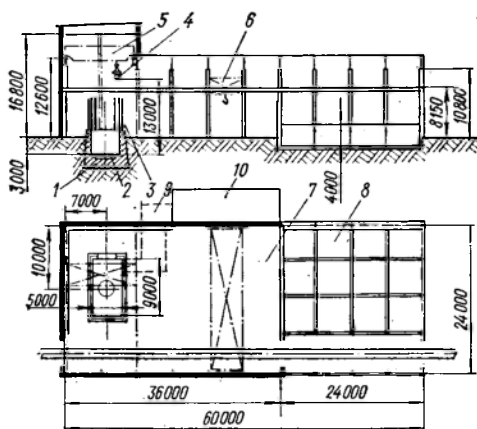


Рис. 83. Открытый копер:

- 1 — фундамент бойного места; 2 — шабот; 3 — подвесное ограждение; 4 — магнит с бойным шаром; 5 — магнитный кран с дистанционным управлением; 6 — магнитный кран; 7 — площадка для лома перед разбивкой; 8 — закрма для битого лома; 9 — укрытие; 10 — бытовые помещения

уровня пола. Его ограждают бетонными бронированными стенками на высоту 4—5 м. Выше идет ограждение из подвешенных бревен. Кроме того, часть пролета или эстакады, где размещен копер, огораживают глухими стенами с трех наружных сторон. С четвертой внутренней стороны оставляют проемы только для прохода крана и для транспортировки груза.

Отделение для подготовки шихты рекомендуется проектировать при складах шихтовых материалов, при этом участки копровой разделки стального скрапа размещают в одном или смежных пролетах. Участки дробления известняка и ферросплавов обычно размещают рядом с местами приемки или хранения этих материалов. Пролеты, где расположены эти отделения, можно не отапливать. В отдельных случаях при невозможности такого решения, например в реконструируемых заводах, копровые и скрапоразделочные участки допускается размещать в отдельном специальном здании, отдаленном от производственных зданий.

Число производственных рабочих отделения рассчитывают по рабочим местам, причем принимают для обслуживания копра три человека, среднюю производительность одного газорезчика 0,4—0,5 т/ч, число вспомогательных рабочих из расчета один человек на 2000—3000 т материалов в год. Примеры отделений по подготовке шихтовых материалов даны ниже.

## 8. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ

Вспомогательные службы литейных цехов включают следующие подразделения: ремонтную службу цеха, предназначенную для текущего ремонта и обслуживания оборудования, с участком ремонта футеровки ковшей, тигелей и различных печей; экспресс-лаборатории для оперативного контроля

свойств формовочных и стержневых смесей и химического состава жидких металлов; цеховые кладовые службы снабжения.

**Ремонтная служба цеха** (служба механика и энергетика). В действующей системе планово-предупредительного ремонта (ППР), учитываемой при проектировании литейных цехов, предусмотрено централизованное выполнение службами завода капитального, среднего и малого ремонта механического и электротехнического оборудования, КИПа и автоматики, а также ремонта инструмента и оснастки, при этом применяют метод поузлового ремонта. Цеховая служба обеспечивает только межремонтное обслуживание всего перечисленного оборудования и приборов цеха в течение всего времени (во всех сменах) работы оборудования, в связи с чем функции и состав этой службы значительно упрощаются и сокращаются.

Проектирование цеховой ремонтной службы сводится к определению числа дежурных слесарей, станочников, электриков, прибористов и затем в зависимости от их числа — размеров помещений мастерских и числа простейших станков.

Число рабочих, обслуживающих оборудование, рассчитывают по объему и ремонтной сложности всего комплекса оборудования цеха, выраженных в ремонтных единицах (см. гл. XIV табл. 87, 88).

Для текущего ремонта модельной оснастки предусматривают модельщиков и слесарей из расчета один рабочий на выпуск 6—7 тыс. т/год годного литья в цехах мелкосерийного производства и на 12—15 тыс т/год в цехах крупносерийного производства.

По числу станочников в одну смену определяют число сверлильных, токарных и универсально-фрезерных станков, а по числу станков и рабочих в наибольшую смену — площадь помещений, занимаемых ремонтной службой: на каждый станок необходимо приблизительно по 10 м<sup>2</sup>, на каждого дежурного слесаря и электрика по 4—5 м<sup>2</sup>. Дополнительно необходима кладовая запчастей и электрооборудования и инструментальная кладовая (см. ниже). Размеры помещений уточняют при разработке плана цеха.

Цеховая служба текущего ремонта оборудования должна иметь разветвленную систему контроля его работы и вызова дежурных слесарей и электриков. В больших цехах эта система является частью системы автоматического управления цехом.

**Экспресс-лаборатории.** Современные смесеприготовительные отделения большой производительности с высокой степенью автоматизации снабжают средствами автоматического непрерывного контроля основных технологических свойств изготавливаемых смесей. Такой контроль выполняют только для формовочных смесей либо косвенно через определение влажности поступающей оборотной смеси с целью ее корректировки, а следовательно, и формуемости каждого замеса смеси, либо непосредственно путем определения технологических свойств формуемости (пластичности) смеси.

Задача экспресс-лаборатории, обслуживающей автоматизированное отделение, — наблюдение за правильностью работы автоматических контрольных систем и систематическое определение основных физических параметров смесей по пробам, отбираемым через заданные интервалы времени при выходе смеси из бегунов и на рабочих местах. В смесеприготовительных отделениях, не имеющих устройств автоматического контроля, дозирование компонентов корректируется только по анализам проб, которые берутся чаще. Трудоемкость анализа составляет 0,1 или 0,2 ч.

По этим данным и числу анализов определяют количество лаборантов в одну смену и площадь, необходимую для лаборатории, считая по 8—10 м<sup>2</sup> на одного лаборанта, но в целом не менее 15 м<sup>2</sup>. Экспресс-лабораторию формовочных смесей, как правило, размещают на площади смесеприготовительного отделения с удобным выходом на площадку обслуживания бегунов.

Значение металлургических экспресс-лабораторий, систематически контролирующих химический состав выплавленного металла до разливки его

в формы и сигнализирующих о имеющих место отклонениях от заданного, значительно возросло, а объем работы увеличился. Принимают, что углерод и серу определяют химическим анализом, прочие элементы — спектральным.

При плавке чугуна из стальных отходов в электропечах необходимо брать три-четыре анализа от каждой плавки по большому числу элементов (12 и более), чтобы уловить присутствие нежелательных примесей от случайных отходов. Для этой цели предусматривают сложное автоматическое оборудование — квантометры. Такие лаборатории выполняют по специальным проектам.

Трудоемкость анализа обычными методами по трем и четырем элементам 0,4 чел.-ч, по большому числу элементов — 0,7 чел.-ч. По этим данным определяют число лаборантов в каждой смене, одного из которых назначают старшим, кроме того, в штате предусматривают одну уборщицу.

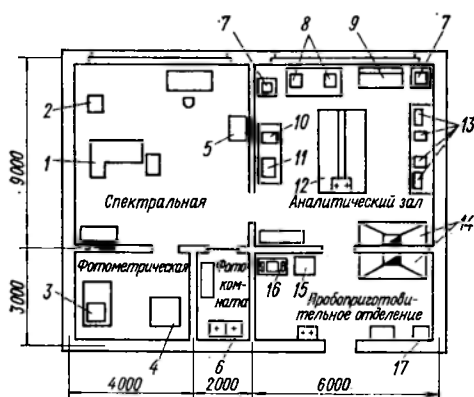


Рис. 84. Металлургическая экспресс-лаборатория:

1 — фотоэлектрический стилометр; 2 — генератор искры; 3 — микрофотометр; 4 — спектропроектор; 5 — твердомер; 6 — стол-мойка; 7 — весы аналитические; 8 — фотокалориметр; 9 — титровальная установка; 10 — печь муфельная; 11 — сушильный шкаф; 12 — стол химический; 13 — приборы для определения содержания углерода и серы; 14 — шкаф вытяжной; 15 — сверлильный станок; 16 — точило; 17 — пробоприемник пневмопочты

Металлургические лаборатории размещают возможно ближе к рабочей площадке печей. Если это невозможно, то лабораторию связывают с печами пневмопочтой для быстрой доставки проб. Результаты анализов сообщают по телефону и показывают на электротабло возле печей. Размер помещения определяется планировкой. Примерный состав основного оборудования и планировка лаборатории, располагающей спектрографическими и химическими методами исследования на четыре лаборанта, показаны на рис. 84.

**Цеховые кладовые.** Площади кладовых меняются в зависимости от принятого технологического процесса, выпуска цеха и серийности производства. Ориентировочно можно принимать следующие площади кладовых на каждые 1000 т выпуска цеха при серийном и мелкосерийном производстве: общей цеховой 1,3—1,7 м<sup>2</sup>, ремонтной службы механика и электрика 2,8—3,2 м<sup>2</sup>.

Для цехов крупносерийного производства приведенные величины принимаются с коэффициентом 0,6—0,75 в зависимости от мощности цеха.

Число кладовщиков определяют по числу кладовых и по сменности их функционирования. Цеховые кладовые, так же как и конторы мастеров, размещают в первом этаже бытовых и на площадях основных отделений в местах, удобных для посещения, но непригодных для производственных операций (площади, не обслуживаемые кранами, между колоннами здания, под площадками и пр.).

## 9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

При проектировании мест хранения ферросплавов следует учитывать, что повышенная влажность вызывает самопроизвольный распад ферромарганца и ферросилиция с выделением взрывоопасных газов. Хранение легковоспламеняющихся отходов магния и алюминия следует проектировать с соблюдением мер пожарной безопасности.

Уголь в гранулах и особенно в порошке взрывоопасен, поэтому для его хранения следует предусматривать отдельные помещения, отнесенные к категории взрывоопасных. Бункеры для угля рассчитывают на запас не более одних суток и оборудуют тепловыми датчиками и системой автоматической подачи в них углекислого газа при повышении температуры выше  $60^{\circ}\text{C}$  для предупреждения самовозгорания. С целью увеличения пожарной безопасности рекомендуется транспортировать в цех смесь порошков угля и бентонита. Бункеры и закрома для различных материалов должны иметь площадки для обслуживания шириной 1 м с ограждениями.

Между штабелями различных материалов в чушках или пакетах должны быть проходы шириной  $\geq 1$  м. Расстояние от головки рельса железнодорожного пути до ближайшего штабеля должно быть  $\geq 2$  м.

Проходы для людей не должны проходить в зоне действия магнитных и грейферных кранов. Расстояние между проходами на складах должно быть  $< 60$  м.

Разделку металлического лома, бракованных отливок и скрапа следует выполнять только на специально выделенных и огороженных площадках. Отдельно стоящие шахтные копры следует располагать на расстоянии  $\geq 100$  м от рабочих, жилых помещений и проезжих дорог. Доступ в зону копра посторонним воспрещается. Все копры, шахтные и открытые, должны иметь прочное ограждение высотой, равной 0,7 высоты падения бабы. Нижняя часть этих ограждений (стенок) должна быть бронирована или иметь внутреннюю стенку из бревен толщиной  $\geq 300$  мм, высотой 4 м. Рабочее место моториста, управляющего подъемом бабы, необходимо располагать в прочном помещении, предохраняющем его от осколков, и обеспечивать двусторонней сигнализацией или проволочной связью с бойным местом. В открытых копрах подход мостового крана к бойному месту блокируется с работой подъемного механизма, во время работы которого включается световая и звуковая сигнализация.

## 10. КОМПОНОВКИ СКЛАДОВ. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Компоновки складов шихты и формовочных материалов зависят от организации разгрузки и хранения материалов, от количества хранимых материалов и от общего решения литейного комплекса данного завода. Ниже приведены примерные компоновочные схемы рациональных проектных решений указанных складов и участков подготовки материалов для литейного производства.

Общезаводской базисный цех подготовки и хранения формовочных и шихтовых материалов (рис. 85) предназначен для снабжения чугунолитейных цехов общей мощностью 60—80 тыс. т/год и рассчитан на прием и подготовку 60 тыс. т/год песка, 17 тыс. т/год глины, 70 тыс. т/год металлических шихтовых материалов, 2 тыс. т/год ферросплавов, 25 тыс. т/год кокса и прочих материалов. Все покупные материалы доставляются на склад железнодорожным транспортом, возвратный лом — автотранспортом. Отправка подготовленных формовочных материалов в литейные цехи предусмотрена пневмотранспортом, шихтовых материалов, кокса и известняка — автотранспортом в специальных контейнерах.

В состав базисного цеха входит трехпролетное здание общей площадью 11 500 м<sup>2</sup>, в котором размещены бункеры и закрома для хранения формовочных и шихтовых материалов и участки их подготовки, и здание для «точечной» разгрузки песка, кокса и известняка. Эти здания связаны транспортными галереями.

Все пролеты оснащены магнито-грейферными мостовыми кранами грузоподъемностью 5/5 и 15/3 и магнитными кранами грузоподъемностью 20/5 т.



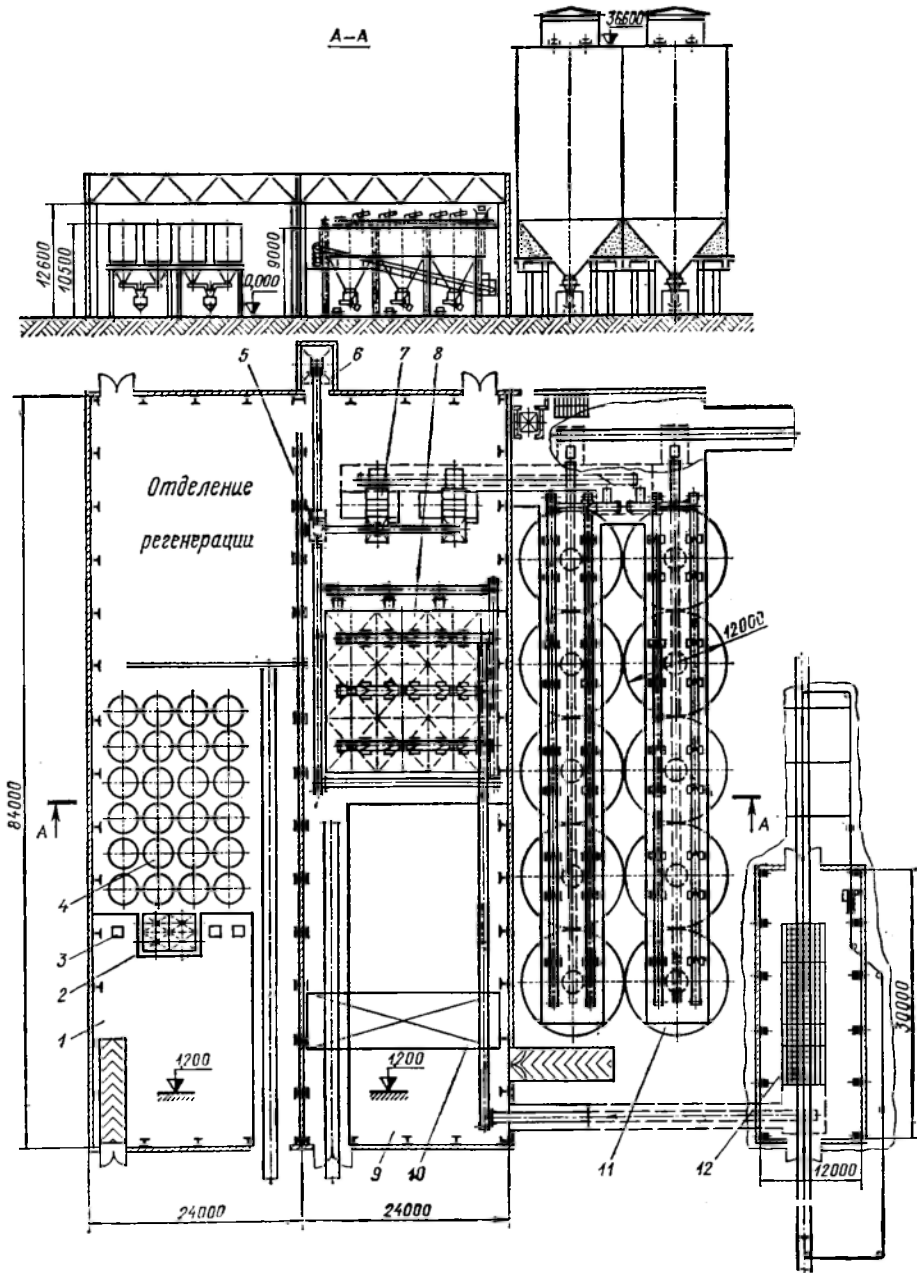


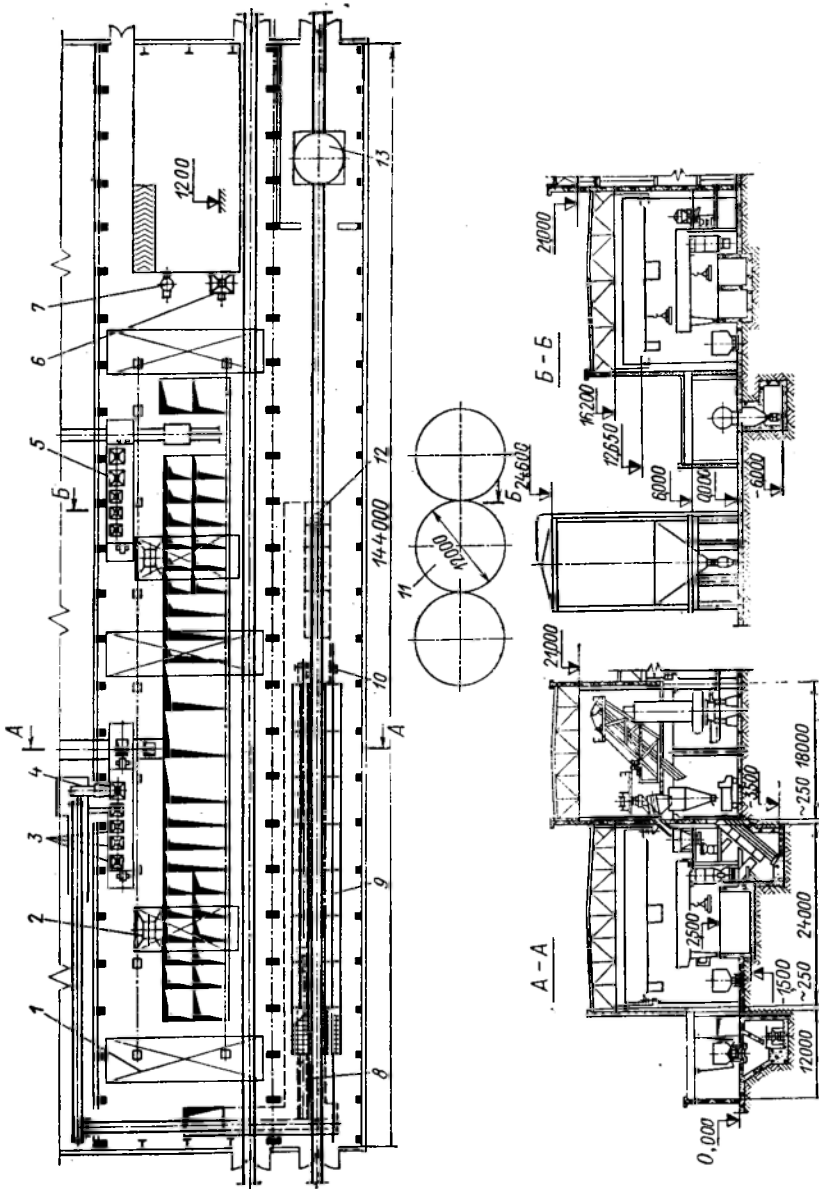
Рис. 86. Базисный склад формовочных материалов с отделением их подготовки:

1 — площадка (рампа) для разгрузки и хранения молотых бентонита и угля в мешках; 2 — установка для приготовления сухой смеси бентонита с углем; 3 — расторочная установка; 4 — бункерный склад бентонита, угля и других порошкообразных формовочных материалов; 5 — сито; 6 — бункер для отходов; 7 — сушка песка; 8 — бункерный склад сырого песка; 9 — площадка для разгрузки и хранения огнеупорных материалов; 10 — мостовой кран грузоподъемностью 10 т; 11 — силосный корпус для хранения сухого песка; 12 — точечное разгрузочное устройство для песка



Рис. 88. Склад формовочных и шихтовых материалов.

1 — мостовой магнитный кран; 2 — по-  
лукозловой магнитный кран с бункер-  
весами; 3 — установка для дозирования  
ферросплавов, кокса и известняка; 4 —  
грохот; 5 — установка для дозирования  
ферросплавов и стружки; 6 — бункер  
для стружки; 7 — бункер для кокса и  
известняка; 8 — бункер для кокса и  
известняка; 9 — люкоподъемники; 10 —  
силосные башни для сухого песка; 11 —  
бункеры с установками пневмотранспорта  
сухого песка для разгрузки вагонов-  
коптеров; 12 — бункер для цеховых от-  
кодов



Хранение сухого песка на этом складе предусматривается в бункерах, расположенных в помещении склада, в отличие от склада, показанного на рис. 96, где сухой песок хранится вне помещения в силосных башнях. Порошкообразные материалы подаются потребителям пневмотранспортом.

Для хранения шихты предусмотрены закрома, расположенные в отдельном пролете. Из вагонов шихту выгружают с помощью магнитной шайбы. Здесь же организовано хранение огнеупоров и участок подготовки футеровочных материалов, включающий щековую дробилку, размалывающие бегуны и смеситель для приготовления огнеупорных масс. Бадьи загружают мостовыми магнитными кранами.

**Склад формовочных и шихтовых материалов** (рис. 88) предназначен для снабжения чугунолитейного цеха мощностью 50 тыс. т/год. Он примыкает к пролетам цеха. Склад площадью 5200 м<sup>2</sup> размещается в двух пролетах. Склад рассчитан на прием только обогащенного, полностью подготовленного песка.

Обогащенный сухой песок поступает в вагонах-цистернах или в вагонах-хопперах. Из цистерн песок пневмотранспортом передается в силосные башни. Одновременно можно разгружать три вагона. Вагоны-хопперы разгружают в подземные приемные бункеры, откуда пневмотранспортом песок передается в силосы и затем направляется потребителям.

Хранение кокса и известняка в отличие от предыдущего склада предусмотрено в подземных бункерах-хранилищах, куда эти материалы разгружаются непосредственно из полувагонов через открывающиеся люки. Из бункеров материалы выдаются передвижным лопастным питателем и далее системой пластинчатых конвейеров транспортируются в грохот для просеивания и в бункер; известняк направляется непосредственно в расходный бункер.

Металлические шихтовые материалы поступают в пролет шириной 24 м и разгружаются в закрома с помощью магнитного крана.

Все закрома разбиты на два блока, каждый из которых рассчитан на двухнедельное хранение всех компонентов шихты. В то время как полукозловым магнитным краном происходит набор и взвешивание шихты из одного блока закровов, все поступающие шихтовые материалы разгружаются мостовыми магнитными кранами во второй блок. Таким образом обеспечивается независимая работа кранов при двухъярусном расположении.

Новое решение хранения шихтовых материалов непосредственно в раздаточных емкостях, примененное на этом складе, сокращает число перегрузок, но удлиняет путь шихтовочного устройства и время набора шихты.

Металлическая стружка, ферросплавы, огнеупоры и другие материалы поступают в таре, разгружаются и хранятся на площадке (рампе).

Пролет обслуживают мостовые магнитные краны грузоподъемностью 10 т с магнитными шайбами М-62Б.

## Глава IX

# МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА

### 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Литейное производство характерно многократным перемещением больших количеств различных насыпных и штучных грузов, поэтому транспортные операции в нем по трудоемкости являются важной составляющей производственного процесса. Следовательно, при проектировании литейных цехов механизации транспортных операций необходимо уделять большое внимание.

В зависимости от зоны действия транспортные средства литейного цеха подразделяют на межцеховые и внутрицеховые.

Межцеховые перевозки грузов литейного производства обычно выполняют автотранспортом, а также самоходными электро- и автотележками (карами), тягачами, авто- и электропогрузчиками с широким применением стандартной и специальной тары, позволяющей свести к минимуму число перегрузочных операций. Отходы формовочных смесей транспортируют автосамосвалами, а при дальних отвалах железнодорожным транспортом, который используют также для перевозки крупных отливок в отдельно расположенные здания обрубных отделений и в механические цехи.

Сухой формовочный песок, молотые уголь и глину транспортируют с базисных складов непосредственно к местам потребления пневматическими установками. Для транспорта песка, особенно при больших производительностях, применяют также ленточные конвейеры, устанавливаемые в галереях, и элеваторы.

Наиболее часто используемые машины тележечного безрельсового транспорта производства отечественной промышленности и завода «Балканкар» НРБ: аккумуляторные электротележки (электрокары) с подъемной платформой или вилами грузоподъемностью  $Q = 1 \div 2$  т, скоростью передвижения  $v = 4 \div 8$  км/ч; электропогрузчики,  $Q = 0,5 \div 3,2$  т,  $v = 6,5 \div 10$  км/ч; автопогрузчики,  $Q = 1 \div 3,2$  т,  $v = 18 \div 25$  км/ч; электротягачи тяговым усилием 75—800 кгс,  $v = 5 \div 10$  км/ч.

Электротележки с неподвижной платформой применяют редко из-за необходимости установки грузоподъемных механизмов в пунктах их загрузки и разгрузки.

Машины с двигателем внутреннего сгорания применяют преимущественно для транспорта между складами.

Для внутрицеховых грузопотоков литейного производства используют следующие подъемно-транспортные устройства: краны различных типов, подъемники, штабелеры, ручные и электрические тележки на подвесных рельсовых путях; машины непрерывного транспорта, т. е. различного типа конвейеры; установки трубопроводного транспорта; электротележки и погрузчики; вспомогательные устройства — питатели, бункеры, затворы и другие механизмы, предназначенные для совместной работы с подъемно-транспортным и технологическим оборудованием.

Указания по применению кранового оборудования и напольного тележечного транспорта на отдельных участках литейного производства приведены в соответствующих разделах гл. III—VIII.

Конвейерные машины, установки трубопроводного транспорта и отдельные вспомогательные устройства имеют широкий диапазон параметров, которые, как и отдельные размеры и схемы этих машин и устройств, определяют при проектировании конкретных установок и транспортных систем с учетом принятой планировки, местных условий и свойств грузов.

В настоящей главе приведены основные указания и рекомендации по выбору и проектированию наиболее часто применяемых для механизации внутрицехового и межцехового транспорта литейного производства конвейеров, установок трубопроводного транспорта и некоторых вспомогательных устройств.

## 2. КОНВЕЙЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

**Конвейеры тележечные (литейные).** Для транспортировки литейных форм при поточном производстве отливок наиболее распространено применение горизонтально-замкнутых тележечных конвейеров (рис. 89).

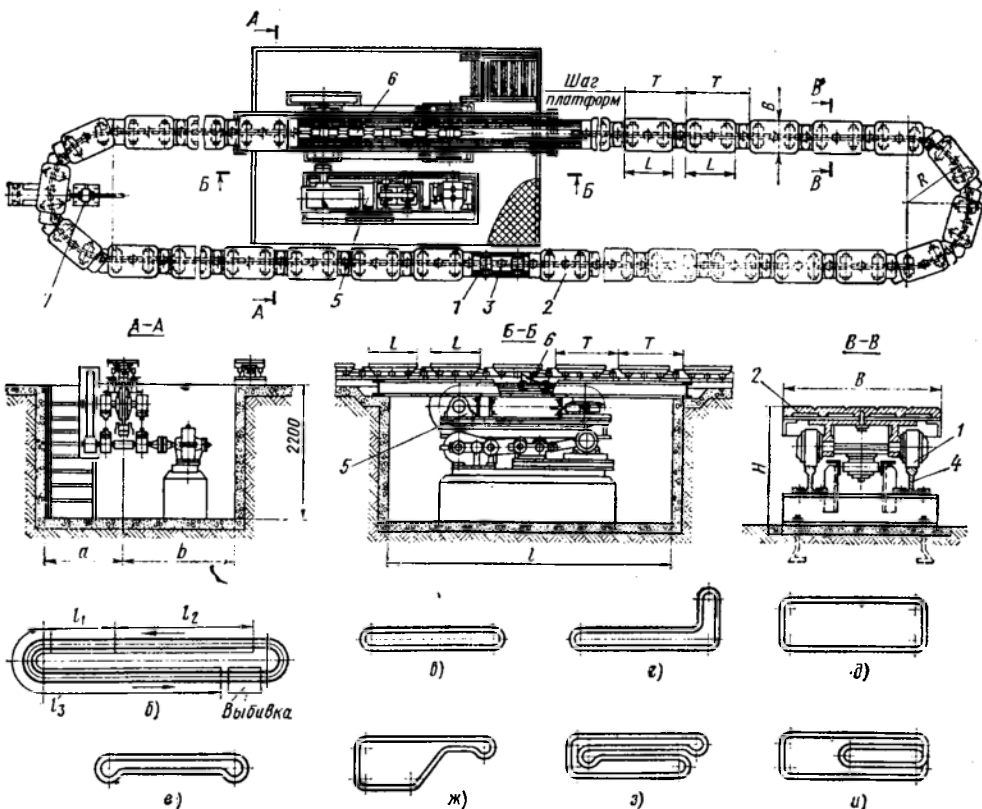


Рис. 89. Горизонтально-замкнутый тележечный конвейер:

*a* — общий вид; *б* — основные технологические участки; *в—и* — различные схемы конвейеров; *1* — тележка; *2* — платформа; *3* — тяговая цепь; *4* — рельсовый путь; *5* — привод; *6* — цепь привода с кулаками; *7* — натяжное устройство

Платформы, перекрывающие тележки конвейера, выполняют в виде плоской чугунной плиты (рис. 90, *a*) или с роликовым настилом (рис. 90, *б*), позволяющим накатывать формы на конвейер с рольганговых линий.

Конструкция ходовой части (тележек и тяговой цепи) конвейеров допускает выполнение их трасс по различным схемам, что позволяет наиболее

целесообразно планировать формовочные линии и участки. Наиболее распространенные схемы конвейеров приведены на рис. 89, в—з. Отдельные конструктивные решения ходовой части допускают перегибы трассы конвейеров также и в вертикальной плоскости, что при больших длинах конвейеров дает возможность располагать их охлаждательные участки в два яруса (рис. 89, и) или размещать их в подвальных помещениях или в первых этажах при двухэтажных зданиях. Рекомендуется углы наклона трассы при перегибах ее в вертикальной плоскости принимать  $\leq 6^\circ$ , радиусы сопряжения горизонтальных и наклонных участков — в пределах 5—10 м.

Схема и длина конвейера (развернутая) определяются компоновкой формовочно-заливочно-выбивного отделения, при этом в зависимости от скорости  $v$  конвейера длину заливочного участка  $l_1$  (см. рис. 89, б) принимают в пределах 12—20 м или проверяют специальным расчетом; длину участка сборки форм  $l_2$  определяют по времени, предусмотренному на эти операции; длину охлаждающего участка  $l_3$  проверяют по времени охлаждения отливки от заливки до выбивки,  $l_3 = \tau v$ . Данные по определению  $\tau$  приведены в гл. IV. Конвейеры высокопроизводительных формовочных линий имеют длину 300 м и более.

На тележечных конвейерах перемещают формы массой до 10 т, однако известны конвейеры и большей грузоподъемности.

Основными параметрами конвейера считают размеры ( $B$  — ширина и  $L$  — длина), грузоподъемность  $Q$  и шаг  $T$  его платформ. Эти параметры стандартизированы ГОСТ 5938—73 (табл. 48). При выборе конвейера размеры платформ принимают обычно на 100—150 мм больше наружных размеров опок и округляют до стандартных.

Конвейеры имеют, как правило, непрерывное движение, однако в ряде случаев они движутся пульсирующе.

Расчетную скорость конвейера (м/мин) при непрерывном движении определяют по максимальной часовой производительности формовочной линии по формуле

$$v = \frac{N_{п. расч} T}{60z k_1},$$

где  $N_{п. расч}$  — число форм, поступающих на конвейер в час;  $T$  — шаг платформ конвейера, м (по табл. 48);  $z$  — число форм на каждой платформе, обычно  $z = 1$  и реже  $z = 2$ ;  $k_1$  — коэффициент заполнения конвейера формами, при формовочных машинах  $k_1 = 0,8 \div 0,9$ , а при формовочном автомате, работающем в автоматическом режиме,  $k_1 = 1$ , так как скорость конвейера в этом случае должна строго соответствовать ритму выдачи автоматом готовых форм.

Применяемые скорости конвейеров обычно находятся в пределах 2—6 м/мин. Для плавного изменения скорости в приводе конвейера устанавливают вариатор скорости. Размеры прямиков для приводов (рис. 89, а):  $l = 5 \div 7$  м;  $a = 1,5 \div 2$  м;  $b = 2 \div 3,2$  м (большие размеры относятся к приводам конвейеров с большей шириной платформ). Приводы могут быть

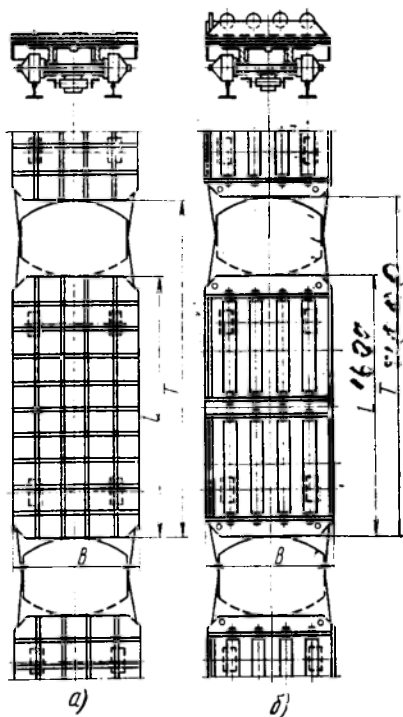


Рис. 90. Платформы конвейера

Таблица 48. Горизонтально-замкнутые тележечные литейные конвейеры

Размер платформы, мм		Шаг платформы Т, мм	Грузоподъемность платформы Q, кг	Наименьшие радиусы поворотов в горизонтальной плоскости R, мм	Скорость движения, м/мин	Размер платформы, мм		Шаг платформы Т, мм	Грузоподъемность платформы Q, кг	Наименьшие радиусы поворотов в горизонтальной плоскости R, мм	Скорость движения, м/мин
ширина В	длина L					ширина В	длина L				
500	650	800	500	1250	2—9,5	1000	1000	1260	2000	2000	1,5—6
	800	1000		1250			1600	2000	2000		
	1000	1260		1000			1600	2000	2500		
650	800	500	1250	1600	1600		2500				
650	800	1000	500	1250	2—9,5	1000	1600	2000	4000	1600	1,5—6
	1000	1260	1000	1600			2000	2500			
	1250	1600	1000	1250			2000	2000			
	800	1000	1000	1600			2000	2500			
800	1000	1260	1000	1600	2—7,5	1200	1250	1600	4000	2500	1,2—6
	1250	1600	1000	1600			2000	2500			
	1600	2000	2000	1600			2000	3150			
	1250	1600	2000	1250			2000	3150			
	1600	2000	2000	1600			2500	3260	8000	3150	

правого и левого исполнения. Размещать приводные устройства рекомендуется у зоны выбивки, где обычно наибольшее натяжение в тяговой цепи конвейера. Если развернутая длина конвейера  $> 150$  м, следует выполнять детальный тяговый расчет его с учетом конкретной нагрузки на платформы и при необходимости устанавливать на конвейере второе приводное устройство.

Высоту  $H$  платформ над полом цеха (см. рис. 89, сечение  $B-B$ ) принимают с учетом высоты форм и оборудования, примыкающего к конвейеру; обычно  $H = 450-650$  мм.

Литейные формы устанавливают на платформы конвейеров различными грузоподъемными средствами (пневматическими подъемниками, талями, кранами) или надвигают (или накатывают при платформах по рис. 90, б) с помощью пневматических толкателей. С формовочных автоматов формы перегружаются на конвейеры автоматически.

Мелкие и средние формы автоматически сдвигаются толкателями с платформ конвейера на выбивные решетки, а при наличии крестовин снимаются грузоподъемными устройствами или специальными механизмами.

Схемы формовочных линий и планировки формовочно-заливочно-выбивных отделений, оборудованных такими конвейерами, приведены на рис. 28 (I, V—XII) и на рис. 30, 33, 36.

На рис. 91 показан вертикально-замкнутый тележечный конвейер с пульсирующим движением. Верхняя его ветвь служит для сборки и заливки форм, нижняя — охлаждающая. Ветви конвейера замыкаются шахтами подъемников, последние передают тележки с формами с ветви на ветвь. Размеры платформ тележек этого конвейера: ширина 2600 мм, длина 2000 мм.

Грузоподъемность тележки 10 т. Шаг тележек 2500 мм. Скорость движения тележек 3,8 м/мин. Время полного цикла работы ~4 мин.

Конвейеры этого типа применяют для отливок средней массы (100—1000 кг) и преимущественно в двухэтажных литейных цехах, так как значительная часть их механизмов размещается ниже отметки пола формовочно-заливочно-выбивного отделения.

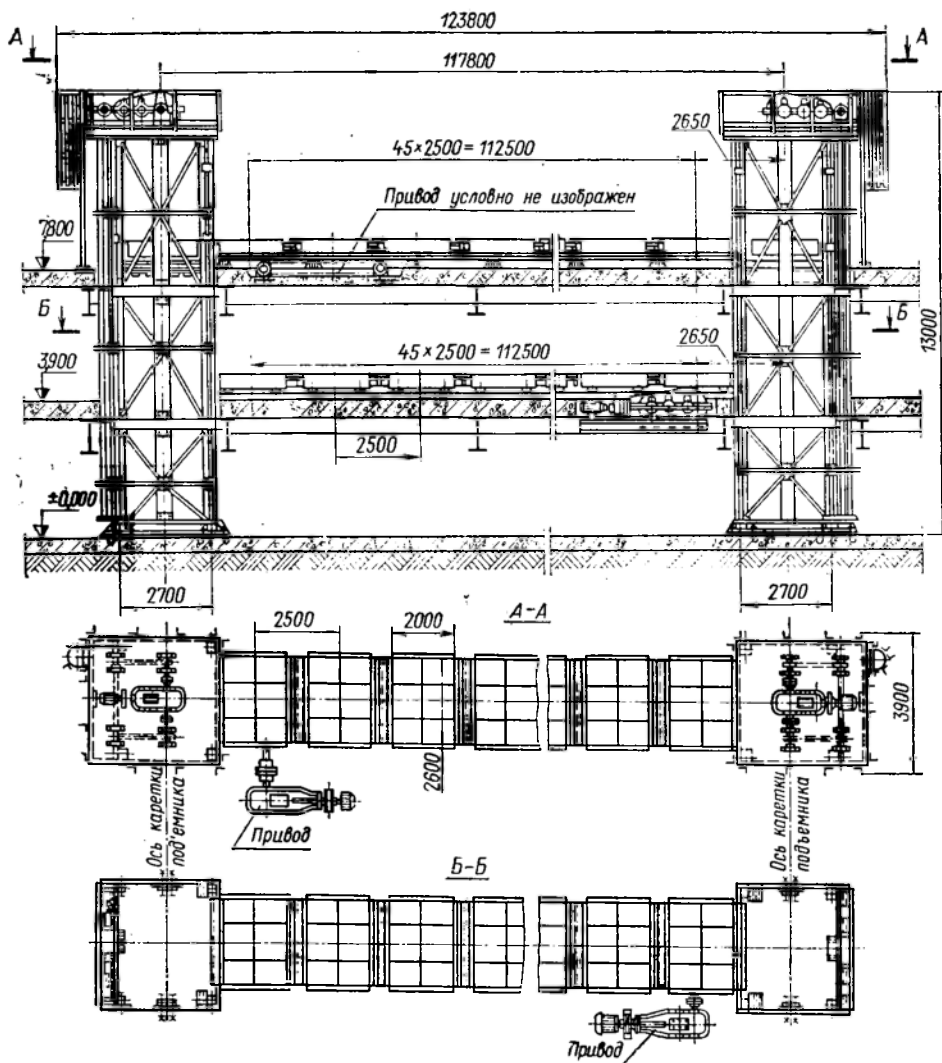


Рис. 91. Вертикально-замкнутый тележечный конвейер

**Роликовые конвейеры.** Роликовые конвейеры (или рольганги) применяют в литейных цехах для перемещения форм и стержней на поддонах, пустых опок, а также отливок в очистных отделениях — в таре, на поддонах или без них при наличии у крупных отливок ровных опорных поверхностей.

Роликовые конвейеры подразделяют на приводные, по которым грузы перемещаются проталкиванием (а при уклоне — гравитационно), и приводные — с вращением роликов от электропривода и передачи движения грузам трением.

Неприводные роликовые конвейеры с проталкиванием грузов вручную (рис. 92, а) применяют для межоперационных передач на небольшие расстояния (5—10 м) сравнительно легких грузов (до 200 кг

и реже более тяжелых) на участках с неинтенсивными грузопотоками; нередко их используют как рабочие столы. Эти конвейеры выполняют однорядными (рис. 92, б) и для грузов тяжелых и больших размеров — двухрядными (рис. 92, в). Комплектуют конвейеры из отдельных прямолинейных 1 и криволинейных 2 секций (рис. 92, г). Для передачи грузов с линии на линию применяют шариковые столы 3, роликовые поворотные столы 4 или рельсовые трансбордерные тележки 5.

Для облегчения перемещения грузов роликовые конвейеры часто выполняют с уклоном 1,5—2%, а при тяжелых грузах прямолинейные конвейеры

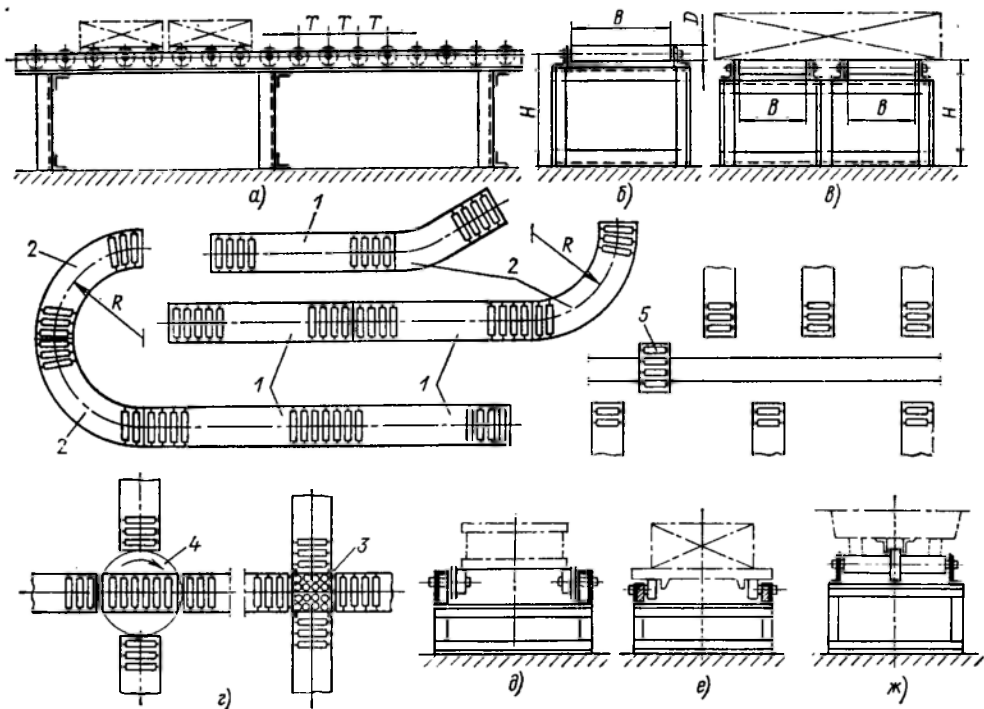


Рис. 92. Роликовые конвейеры неприводные

ры оборудуют толкателями — пневматическими или цепными с электроприводом.

В литейных цехах применяют неприводные роликовые конвейеры однорядные с роликами диаметром  $D = 73$  и  $105$  мм и длиной  $B = 400, 500, 650, 800, 1000$  мм; двухрядные с роликами диаметром  $D = 73, 105$  и  $155$  мм и длиной  $B = 300, 400, 500$  мм. Диаметр роликов выбирают с учетом масс перевозимых грузов; для литейных цехов можно рекомендовать для грузов массой до  $200$  кг ролик  $D = 73$  мм, массой  $200—800$  кг ролик  $D = 105$  мм, массой  $> 800$  кг ролик  $D = 155$  мм.

Шаги роликов выбирают в зависимости от длины  $l$  опорной поверхности груза по соотношению  $t = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right)l$  и округляют до стандартных по ряду  $80, 100, 125, 160, 200, 250$  мм.

Радиусы криволинейных секций (рис. 92, г) однорядных конвейеров рекомендуется принимать  $R \geq (3 \div 4) B$ .

Высоту выбирают по условиям удобной работы с грузами, обычно  $H = 400 \div 800$  мм.

Приводные роликовые конвейеры используют в механизированных и автоматизированных поточных линиях по производству отливок и стержней, а также на отдельных участках формовочных и очистных

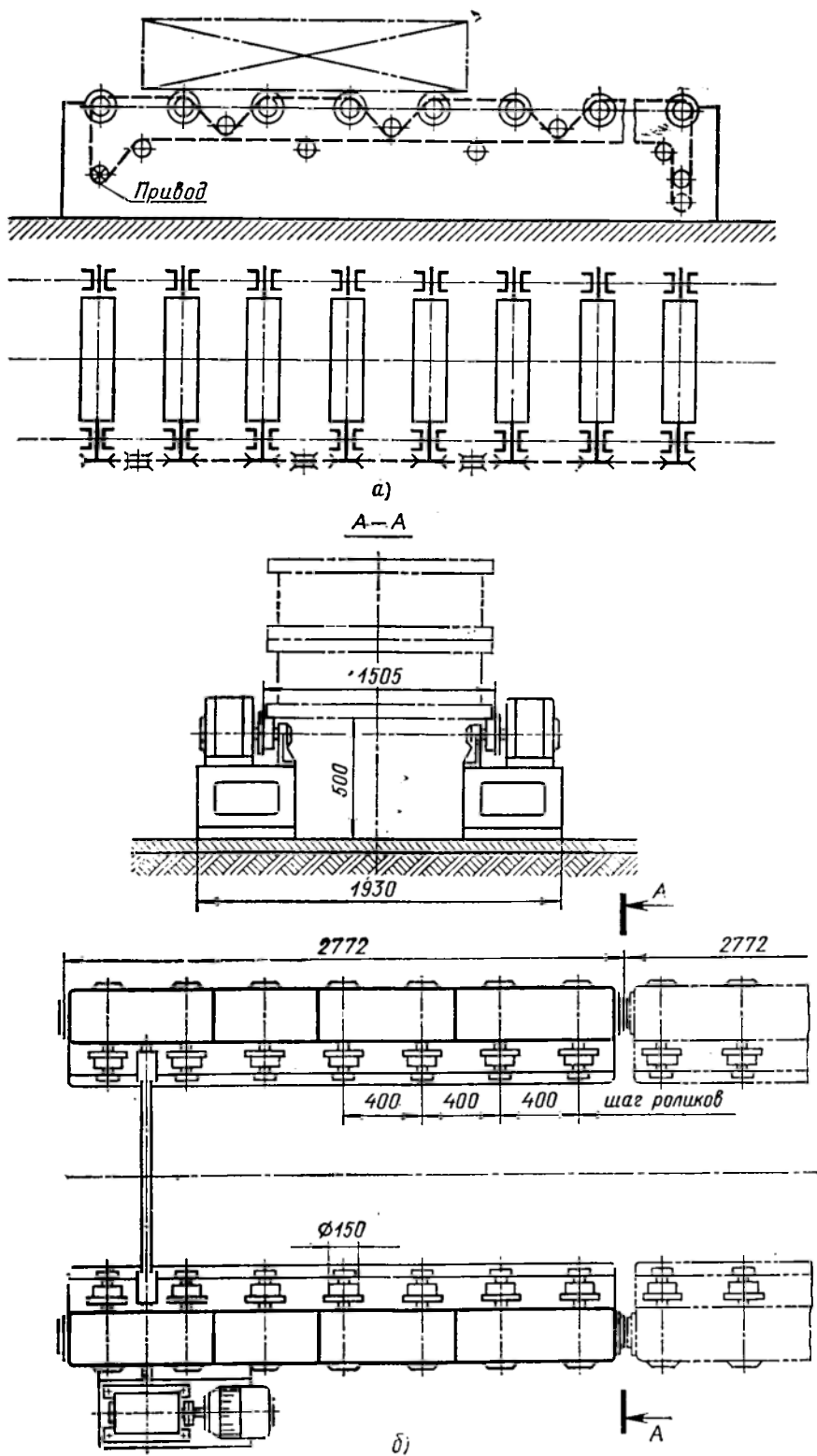


Рис. 93. Роликовые конвейеры приводные:  
а — схема; б — секция

отделений для транспортировки литейных форм, опок и отливок в таре. Эти конвейеры выполняют из отдельных, обычно прямолинейных, секций с однорядными цилиндрическими, а чаще с двухрядными дисковыми роликами. Ролики получают вращение от электропривода через цепные или зубчатые передачи (рис. 93, а).

На рис. 93, б приведена секция приводного роликового конвейера для транспортировки литейных форм размером  $1800 \times 1500$  мм. Ролики в секции получают вращение с помощью зубчатых передач, размещенных в закрытых корпусах, являющихся станинами секций.

Во многих конструкциях приводных роликовых конвейеров звездочки или зубчатые колеса не имеют жесткого соединения с осями роликов, и вращение последним от них передается трением, создаваемым пружиной, прижимающей звездочки или зубчатые колеса к фрикционным дискам, жестко закрепленным на осях роликов. Такая фрикционная передача вращения роликам дает возможность с помощью стопорных механизмов останавливать отдельные грузы на роликовой линии в нужных пунктах с сохранением движения грузов на других ее участках; при этом ролики под остановленными грузами тормозятся трением об опорные поверхности грузов.

Грузы с линии на линию передаются при параллельных линиях приводными трансбордерными тележками, а при пересекающихся линиях с помощью передаточных столов, имеющих подъемную (обычно пневматическим цилиндром) и неподвижную секции с приводными роликами.

Такие устройства в сочетании с системой электромеханической и пневматической блокировки всех механизмов обеспечивают автоматическое движение грузов по системе приводных роликовых конвейеров с определенным шагом, в заданных направлениях, их остановку и передачу на линии для накопления, например, форм на заливочных линиях в сталелитейных цехах.

На приводных роликовых конвейерах (или линиях) транспортируются формы размером  $3000 \times 2000$  мм и более. Скорость перемещения грузов составляет 5—15 м/мин.

На рис. 28, XV—XXI приведены схемы формовочных линий, а на рис. 33, 34 и 38 планировки формовочных отделений, оборудованных роликовыми конвейерами (рольгангами) для транспортировки форм и опок. Роликовые конвейеры в стержневых отделениях показаны на рис. 51, 55.

**Пластинчатые конвейеры.** Пластинчатые конвейеры применяют в литейных цехах для транспортировки по горизонтальному и наклонному направлениям мелких и средних горячих отливок от мест выбивки в очистные отделения (в этих случаях на конвейерах отливки остывают, и от них можно отбивать литники и сортировать); мелких и средних отливок в отделениях очистки, обрубки и термообработки; литников из выбивных и очистных отделений на склады шихты.

Пластинчатый конвейер, принимающий отливки из-под выбивных решеток, показан на рис. 94, а. Настил 1 конвейера замкнут в вертикальной плоскости и огибает на концах конвейера звездочки приводные 2, получающие вращение от приводного механизма 3 и сообщающие настилу движение, и натяжные 4. Настил состоит из металлических пластин, прикрепленных к двум тяговым цепям, он перемещается на роликах по направляющим путям.

В зависимости от назначения и места установки конвейеры выполняют по различным схемам (рис. 94, б—е). Углы наклона конвейеров к горизонту принимают для отливок и литников  $\beta \leq 25^\circ$ , для мелких отливок и литников при наличии на настиле перегородок допускается  $\beta = 30^\circ$ . Настилы конвейеров выполняют достаточно прочными для загрузки на них отливок и литников, поступающих с ударами. В зависимости от размеров грузов и их числа пластинчатые конвейеры применяют с настилами шириной  $B = 400, 500, 650, 800, 1000, 1200$  мм. В отдельных установках применены настилы шириной  $B = 1400$  и  $1600$  мм. Длины пластинчатых конвейеров могут достигать 200 м и более.



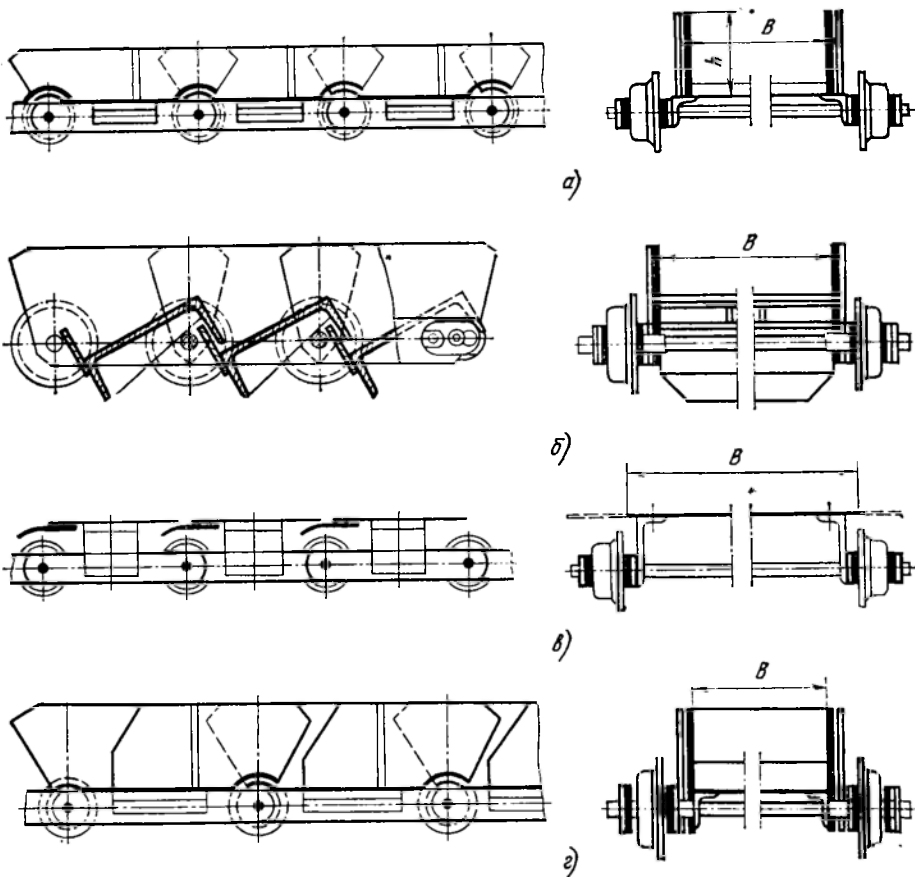


Рис. 95. Типы настилов пластинчатых конвейеров:

*a* — бортовой волнистый; *б* — бортовой усиленный из швеллеров; *в* — безбортовой плоский; *г* — бортовой глубокий

Таблица 49. Настилы пластинчатых конвейеров

Область применения конвейера	Характеристика настила				Скорость конвейеров, м/мин
	Тип	Ширина $B$ , мм	Высота бортов $h$ , мм	Примерная масса, $q_0$ , кг/м	
Транспортировка горячих мелких отливок и литников (до 20 кг)	Бортовой волнистый (рис. 95, <i>a</i> )	500	125	80	0,5—3,5
		650	125	110	
		800	160	150	
		1000	160	200	
Транспортировка горячих средних отливок (до 500 кг)	Бортовой усиленный из швеллеров (рис. 95, <i>б</i> )	800	160	230	0,5—3,5
		1000		255	
		1200		285	
Межоперационная передача отливок в очистных отделениях <sup>1</sup>	Плоский сомкнутый (рис. 95, <i>в</i> )	650	—	100	3,5—10
		800	—	130	
		1000	—	190	

<sup>1</sup> В очистных отделениях применяют также конвейеры с настилом бортового волнистого типа с бортами высотой 125 мм.

Настилы конвейеров применяют различных типов в зависимости от назначения и характера грузов (рис. 95, табл. 49).

Скорости охлаждающих конвейеров определяют с учетом времени, необходимого для охлаждения отливок, и длины пути. Горячие отливки загружают на конвейеры по лоткам из листовой стали с наклоном днищ 20—25°. Такая загрузка проста, надежна и происходит автоматически, что выгодно отличает пластинчатые охлаждающие конвейеры от подвесных, для загрузки которых обычно требуется участие рабочих.

При размещении пластинчатых конвейеров в подвальных помещениях высота последних в свету рекомендуется  $\geq 2,4$  м, а ширина проходов вдоль охлаждающих конвейеров  $\geq 2$  м при зазоре между конвейером и стеной  $\geq 0,8$  м, а для конвейеров прочего назначения проходы и зазоры  $\geq 1,2$  и 0,5 м. На участках отбивки литников и сортировки отливок высота рабочей ветви настила конвейера должна быть 750—800 мм от пола или рабочей площадки; движущиеся части конвейера должны иметь ограждение.

Ширину (м) бортового настила для отливок и литников, поступающих на конвейер навалом, определяют по формуле

$$B = \frac{B_{\text{расч}}}{3600h\gamma k_3 k_2},$$

где  $B_{\text{расч}}$  — производительность, т. е. наибольшее число отливок, поступающих на конвейер, т/ч;  $v$  — скорость движения настила, м/с;  $h$  — высота бортов настила, м;  $\gamma$  — объемная масса отливок или литников, т/м<sup>3</sup>;  $k_3$  — коэффициент заполнения настила, принимаемый 0,5—0,7 для отливок и 0,3—0,5 для литников;  $k_2$  — коэффициент, учитывающий наклон конвейера,  $k_2 = 0,9$  при  $\beta = 10\div 20^\circ$ ,  $k_2 = 0,8$  при  $\beta > 20^\circ$ .

Расчетную ширину настила округляют до стандартной и дополнительно проверяют по формуле  $B \geq (2a + 200)$ , где  $a$  — наибольший размер отливки, мм.

Мощность (кВт) электродвигателя привода конвейера можно определить по приближенной формуле

$$N_{\text{дв}} = 0,004q_0vL + \frac{B_{\text{расч}}}{180}(0,1L + H),$$

где  $q_0$  — масса 1 м настила, кг (по табл. 49);  $L$  — длина конвейера по горизонтали, м;  $H$  — высота подъема груза конвейером, м.

**Пример.** Конвейер для горячих отливок по схеме, показанной на рис. 94,  $L = 135$  м,  $H = 5$  м,  $B_{\text{расч}} = 10$  т/ч,  $\gamma = 2,0$  т/м<sup>3</sup>,  $a = 280$  мм, наибольшая масса отливки 18 кг, время охлаждения  $\tau = 90$  мин, угол наклона конвейера  $\beta = 25^\circ$ .

1. Скорость конвейера

$$v = \frac{L}{\tau} = \frac{135}{90} = 1,5 \text{ м/мин} = 0,025 \text{ м/с.}$$

2. По табл. 49 выбираем настил бортовой волнистый с высотой бортов  $h = 160$  мм = 0,16 м.

3. Принимая  $k_3 = 0,6$  и  $k_2 = 0,8$ , определяем ширину настила

$$B = \frac{10}{3600 \cdot 0,16 \cdot 0,025 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 0,8} = 0,73 \text{ м.}$$

Принимаем  $B = 800$  мм.

4. Проверяем ширину настила по наибольшему размеру отливки  $2 \cdot 280 + 200 = 760 < 800$ .

5. Потребная мощность электродвигателя привода конвейера при  $q_0 = 150$  кг/м (см. табл. 49)

$$N_{\text{дв}} = 0,004 \cdot 150 \cdot 0,025 \cdot 135 + \frac{10}{180}(0,1 \cdot 135 + 5) = 3,05 \text{ кВт.}$$

Принимаем двигатель ближайший больший типа А02-41-4 мощностью 4 кВт.

**Подвесные конвейеры.** В литейных цехах для транспортировки различных грузов применяют подвесные конвейеры двух основных типов: грузонесущие и толкающие.

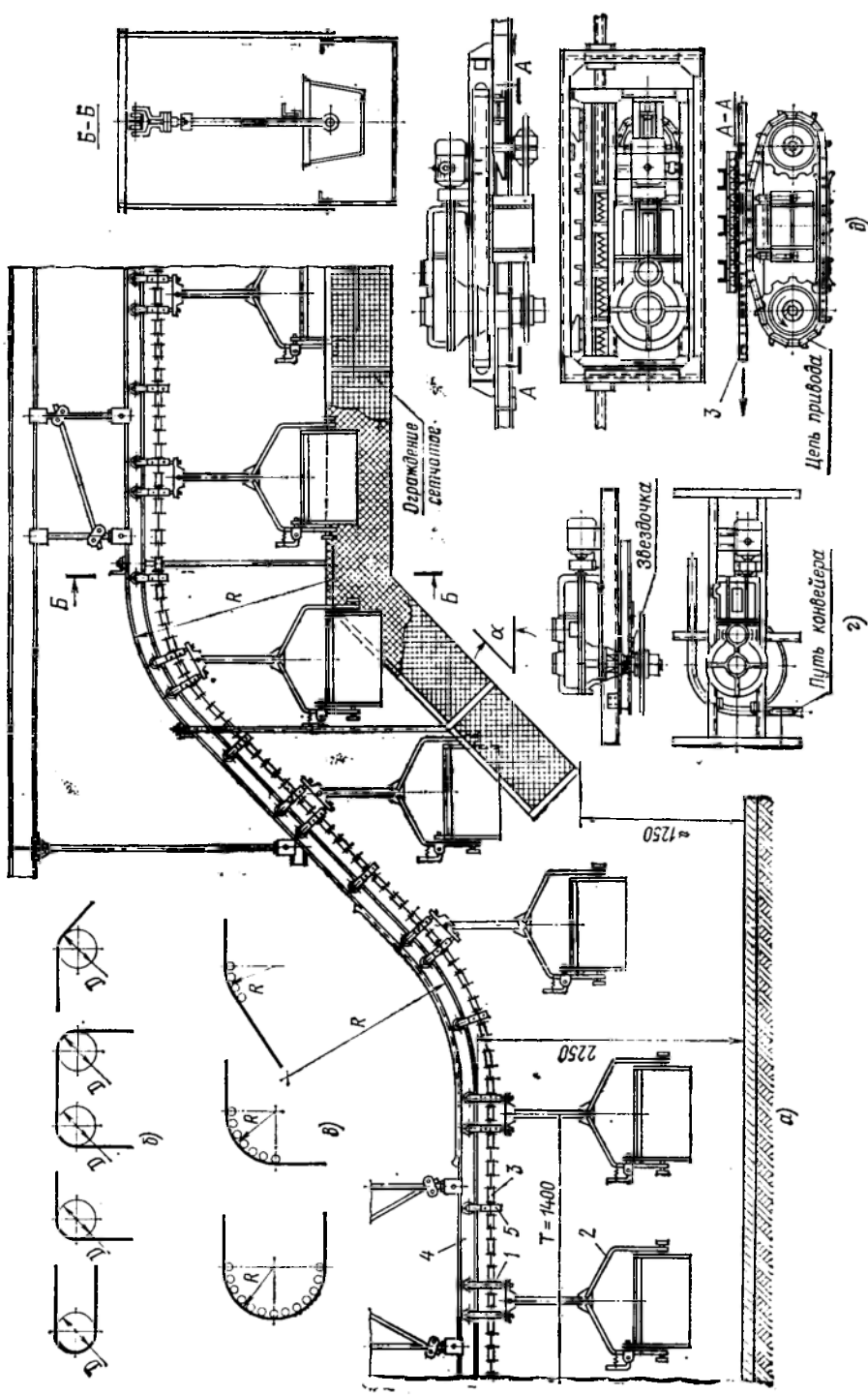


Рис. 96. Подвесной грузонесущий конвейер:  
 а — участок трассы; б — поворотное устройство со звездочками; в — поворотное устройство с роликовыми батареями; г — приводное устройство угловое со звездочкой; д — приводное устройство гусеничного типа

Этими конвейерами грузы транспортируются по подвесным путям на специальных подвесках: мелкие отливки и литники — навалом в металлических коробках и лотках, средние и крупные отливки — на лотках или крюковых и клещевых подвесках, стержни — на многополочных подвесных этажерках или на крюковых подвесках за подьемы.

Трассы подвесных конвейеров обоих типов могут быть выполнены по сложным пространственным контурам, т. е. с перегибами в горизонтальных и вертикальных плоскостях, проходить над оборудованием, над проходами и проездами, не занимая рабочих площадей. В пунктах загрузки и разгрузки конвейеров их пути располагают на высоте, удобной для выполнения этих операций. На участках, где конвейеры проходят на высоте, допускающей проход под ними людей, под их трассой делают защитное ограждение.

Подвесной грузонесущий конвейер. Устройство конвейера показано на рис. 96, а. Каретки 1 с подвесками 2 для грузов, прикрепленные к тяговой цепи 3, движутся по подвесному пути 4. Между каретками с грузовыми подвесками цепь поддерживают холостые каретки 5. Горизонтальные повороты трассы выполняют на звездочках, блоках (рис. 96, б) или роликовых батареях (рис. 96, в). Тяговая цепь приводится в движение от углового приводного устройства с ведущей звездочкой (рис. 96, г), устанавливаемого на горизонтальных поворотах, или от устройства гусеничного типа с ведущей цепью с кулаками (рис. 96, д), устанавливаемого на прямых участках трассы. Эти конвейеры загружают и разгружают на ходу: легкими штучными грузами вручную, тяжелыми — посредством различных подъемников. Загрузка мелких отливок и литников, перевозимых навалом, в опрокидных или с раскрывающимися днищами коробах и лотках, обычно механизирована, но выполняется с участием рабочих; разгрузка, как правило, автоматическая. Отдельные штучные грузы (отливки и стержни на поддонах) также удается загружать и разгружать автоматически.

Длина грузонесущих конвейеров достигает 1000 м и более. На длинных конвейерах устанавливают несколько приводов. Скорость движения конвейеров в зависимости от производительности, шага подвесок и назначения колеблется в пределах 0,5—4,0 м/мин для горячих отливок; 2,0—8,0 м/мин для стержней; 4—8 м/мин для межоперационных передач в очистных отделениях. При выполнении на конвейерах технологических операций (охлаждения, сушки и др.) скорости выбирают в соответствии с их режимом.

Расстояние между грузами, или шаг подвесок  $T$ , зависит от размеров грузов (или подвесок) и производительности конвейера. Наименьший шаг должен обеспечивать прохождение грузов без задевания на наклонных участках и горизонтальных поворотах трассы (рис. 97). Зазор  $e$  рекомендуется  $\geq 250$  мм для грузов размером до 800 мм и  $\geq 400$  мм для больших грузов. Шаг подвесок  $T$  обычно в пределах 1—2,5 м. Углы  $\alpha$  наклона трассы (рис. 97) к горизонту рекомендуются 15, 20, 30°, предельный угол 45°.

Грузонесущие конвейеры изготавливают трех типоразмеров по ГОСТ 5946—66: легкий ГН-80, средний ГН-100 и тяжелый ГН-160 (табл. 50).

Тип конвейера выбирают по массе груза с учетом длины конвейера. Ориентировочно можно рекомендовать: при массе груза  $< 50$  кг — конвейер ГН-80, 50—150 кг — ГН-100,  $> 150$  кг — ГН-160.

Тяжелые грузы обычно транспортируют на сдвоенных каретках с помощью траверсы (см. рис. 96, а).

Производительность конвейера  $V_{расч}$  т/ч или  $N_{расч}$  шт/ч, скорость  $v$  м/мин и шаг подвесок  $T$  м связаны зависимостью

$$V_{расч} = \frac{3,6Gvk_3}{60T}; \quad N_{расч} = \frac{60vzk_3}{T},$$

где  $G$  — масса груза на одной подвеске, кг;  $z$  — число грузов на подвеске;  $k_3$  — коэффициент загрузки конвейера,  $k_3 = 0,75 \div 0,9$ .

Для определения усилия в цепи выполняют тяговый расчет конвейера.

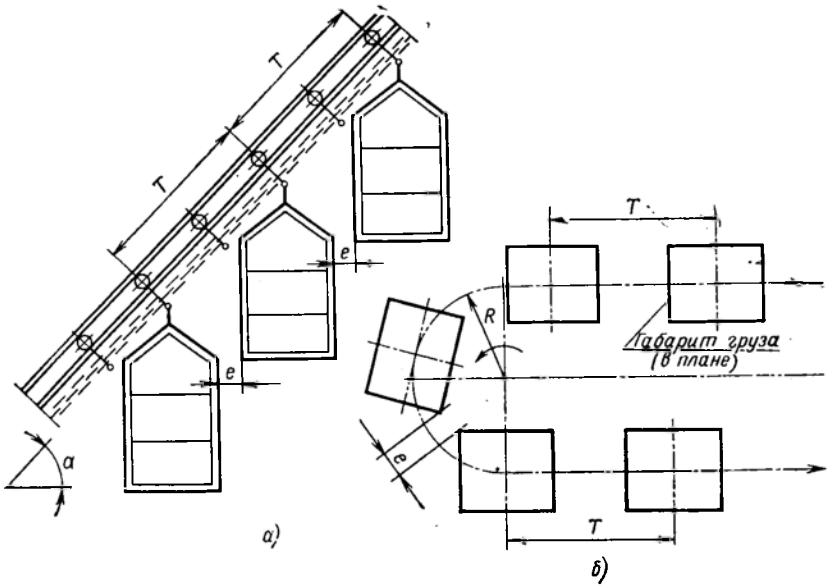


Рис. 97. Схемы размещения подвесок:

*a* — на наклонном участке трассы; *б* — на горизонтальном повороте трассы

Таблица 50. Оборудование подвесных грузонесущих конвейеров

Оборудование	Тип конвейера		
	ГН-80	ГН-100	ГН-160
<i>Цепь тяговая</i>			
Тип по ГОСТ 589—74 . . . . .	P2-80-10,6	Разборная P2-100-22	P2-160-40
Шаг цепи, мм . . . . .	80	100	160
Рабочая нагрузка, кгс . . . . .	600—700	1000—1200	2500—2800
<i>Каретка</i>			
Ориентировочная полезная нагрузка <sup>1</sup> на пространственной трассе, кгс . . . . .	30—40	40—100	100—175
Шаги кареток, мм . . . . .	480; 640	600; 800	640; 960
<i>Поворотные устройства</i>			
Радиус горизонтального поворота, мм: при звездочках и блоках . . . . .	254; 331	318; 414	406; 509
при роликовых батареях . . . . .	1000	1000; 1600	1000; 1600
<i>Ходовой путь</i>			
Профиль пути двутавровый . . . . .	№ 10	№ 14	№ 16 и 18
Радиусы вертикальных перегибов <sup>2</sup> , мм	1600—2000	3000—4000	4500—6300
<i>Приводное устройство</i>			
Скорость движения, м/мин, в пределах	0,6—19,0	0,95—19,0	0,95—19,0
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	0,6—2,2	1,1—5,5	1,5—13

<sup>1</sup> Нагрузка указана условная — только для выбора типа конвейера. Полная нагрузка на каретку на пространственной трассе конвейера определяется суммированием массы груза, массы подвески и составляющей натяжения цепи, действующей на каретку на вертикальных перегибах (выпуклых) трассы. Допустимую нагрузку на каретку проверяют по каталогу с учетом скорости конвейера.

<sup>2</sup> Радиусы вертикальных перегибов зависят от шага кареток и натяжения цепи: при больших шагах и натяжениях применяют большие радиусы.

Подвесной толкающий конвейер. Устройство конвейера показано на рис. 98. Грузовые тележки — головная 1 и хвостовая 2 — не прикреплены к тяговой цепи 3 и перемещаются по грузовым путям 4 с помощью закрепленных на цепи толкателей 5. Тяговая цепь поддерживается холостыми каретками 6, катящимися по отдельному пути 7. Цепь приводится в движение от приводного устройства с ведущей звездочкой или гусеничного типа, как показано на рис. 96, по грузонесущим конвейерам.

Тележки с грузом можно отключать от тяговой цепи и вновь подключать к ней, с помощью стрелок — выходной 8 и попутной 9 (рис. 98, б), направлять

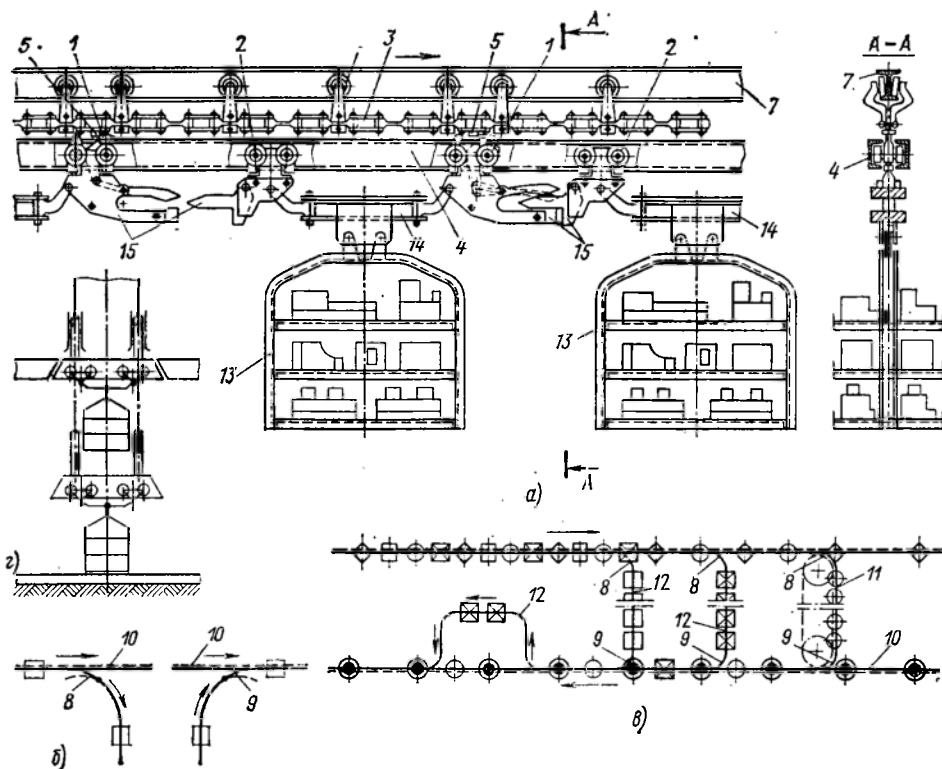


Рис. 98. Подвесной толкающий конвейер:

а — ходовая часть и пути; б — стрелки; в — схема распределения грузов при передаче с основного пути на вспомогательные; г — опускная секция

с основных путей 10 на их ответвления, распределять по ним в требуемом порядке, останавливать и накапливать на отдельных участках трассы (приводных 11 и неприводных 12, рис. 98, в), образуя без каких-либо перегрузочных операций подвесные заделы и склады грузов. Подвески с грузами 13 (рис. 98, а) шарнирно крепятся к сцепам 14, соединяющим головную и хвостовую тележки. Тележки снабжены специальными устройствами — автостопами 15 для автоматического самоотключения от тяговой цепи при наезде на тележку, стоящую впереди. Длину сцепов принимают по габаритам грузов и зазору между ними. При размещении трассы на значительной высоте погрузку и разгрузку конвейера выполняют с помощью опускных (или подъемных) секций (рис. 98, г), в которых на нужную высоту перемещаются короткие участки грузовых путей с находящимися на них тележками и подвесками с грузами.

Оснащение толкающих конвейеров электротехническими и механическими устройствами и приборами позволяет автоматизировать их работу и создавать транспортно-технологические конвейерные системы с автоматическим адресованием грузов в заданные пункты назначения по определенным

маршрутам конвейерной трассы, а также учитывать грузы, транспортируемые и хранящиеся на подвесных складах.

Системы автоматического адресования грузов, транспортируемых подвесными толкающими конвейерами, могут иметь децентрализованное (т. е. местное), централизованное (с единого пульта) или смешанное управление. Наибольшее применение получила система децентрализованного управления, которая состоит из следующих основных устройств:

а) адресоносителей, устанавливаемых обычно на тележках и содержащих адрес, по которому должен следовать груз;

б) адресователей (или настройщиков адреса), с помощью которых оператор при загрузке (обычно нажимом соответствующей кнопки) фиксирует на адресоносителе адрес следования груза;

в) считывающих устройств, т. е. приборов, «читающих» адрес, зафиксированный на адресоносителе, и дающих (через блоки управления) команды на срабатывание соответствующих исполнительных механизмов (стрелок, разгрузочных устройств и т. п.);

г) устройств, снимающих адрес с адресоносителей, т. е. приводящих их в нейтральное положение.

Децентрализованные системы адресования выполняют контактными (с механическим взаимодействием элементов адресоносителя с элементами считывающих и других устройств) и более совершенными — бесконтактными магнитными, в которых адрес фиксируется на специальных пластинках со встроенными магнитами. Помимо указанных устройств адресования на трассе конвейера устанавливают датчики путевой автоматики, которые обеспечивают строгую последовательность и согласованность работы всех механизмов конвейера. На щупы путевых датчиков воздействует ходовая часть конвейера, т. е. цепь с толкателями, и грузовые тележки с подвесками. Датчики дают сигналы на пульт управления конвейерной системой, с которого следуют команды на срабатывание исполнительных механизмов в нужной очередности, исключающей столкновение тележек и создание других аварийных ситуаций.

В стержневых отделениях на подвесных толкающих конвейерах стержни проходят окончательную обработку, комплектуются, без перегрузок складываются на путях конвейерной системы и по мере надобности выдаются к пунктам сборки форм с созданием необходимых заделов. Пустые этажерки по той же системе возвращаются в заданные пункты стержневого отделения.

Охлаждение отливок может быть на специальных путях конвейерных систем в неподвижном состоянии с размещением грузовых подвесок с минимальным шагом и автоматической выдачей отливок в очистное отделение в требуемой последовательности.

На рис. 99 дан план системы подвесных толкающих конвейеров для транспортировки и складирования комплектов стержней, а также участок трассы толкающих конвейеров для горячих отливок в цехе крупносерийного производства. Грузонесущие и толкающие подвесные конвейеры в стержневом отделении показаны также на рис. 55.

При загрузке и разгрузке толкающих конвейеров грузовые тележки с подвесками обычно находятся в неподвижном состоянии на ответвлениях грузовых конвейерных путей, что значительно облегчает выполнение этих операций (например, при погрузке горячих отливок или крупных стержней) и в ряде случаев упрощает их автоматизацию.

Длины трасс систем толкающих конвейеров практически неограничены, учитывая возможность автоматической передачи грузов с одного конвейера на другой. Расстояние между грузами или шаг грузовых подвесок  $T$  на отдельных участках трассы толкающих конвейеров может быть различен. Наименьший шаг принимают на складских путях; он равен габаритному размеру грузов (или подвески)  $a$  и зазору между ними  $\delta = 0,3 \div 0,6$  м, т. е.  $T_c = a + \delta$ , при этом  $T_c$  должен быть не меньше минимального шага складиро-

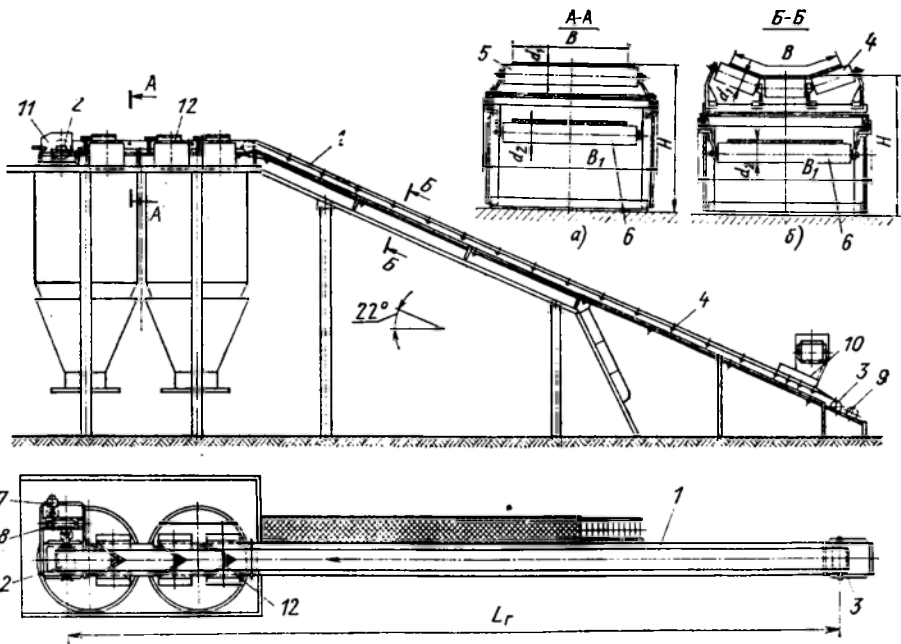


Рис. 100. Ленточный конвейер:

1 — лента; 2 — приводной барабан; 3 — концевой барабан; 4 — желобчатая роликкопора; 5 — плоская роликкопора верхняя; 6 — плоская роликкопора нижняя; 7 — электродвигатель; 8 — редуктор; 9 — натяжное устройство; 10 — загрузочная воронка; 11 — разгрузочная воронка; 12 — плужковый сбрасыватель (размеры  $B_1, H$  см. табл. 52)

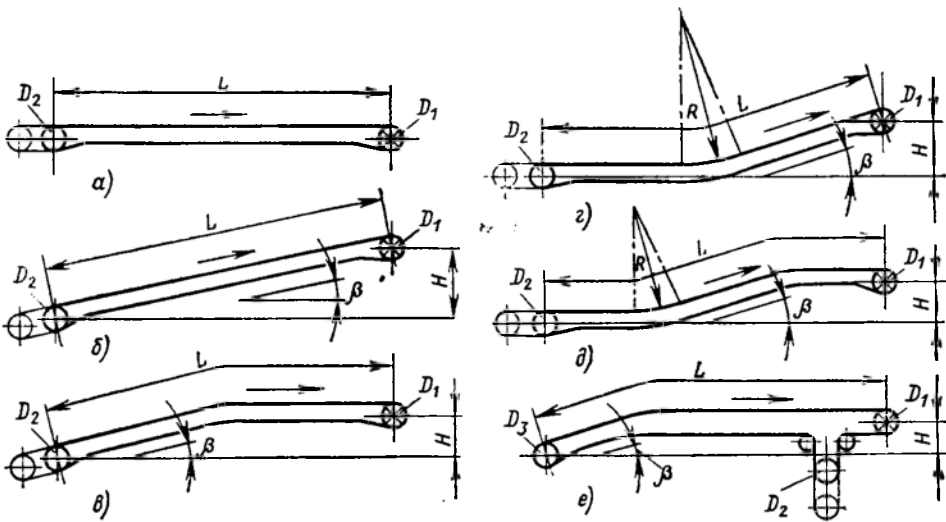


Рис. 101. Основные схемы ленточных конвейеров:

а — горизонтальный; б — наклонный; в—е — комбинированные. Барабаны приводной  $D_1$ , натяжной  $D_2$  и концевой  $D_3$ .

вания, допускаемого конструкцией конвейера и указываемого в каталогах (см. табл. 51).

Шаги грузов на транспортных участках трассы, обеспечивающие большие зазоры между грузами, чем на складских путях, определяют с учетом конструктивных особенностей конвейеров, а также проходимости грузов на наклонных участках и горизонтальных поворотах трассы, как указывалось выше для грузонесущих конвейеров. Скорости толкающих конвейеров обычно в пределах 5—15 м/мин

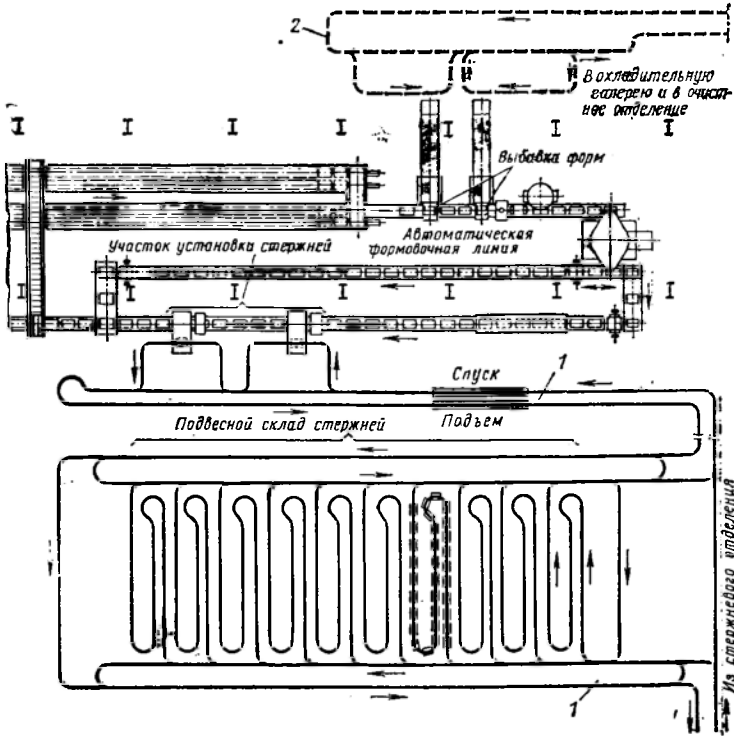


Рис. 99. План подвесных толкающих конвейеров:

1 — для транспортировки и складирования стержней; 2 — для транспортировки горячих отливок

Углы наклона путей на подъемах и спусках трассы находятся в пределах 15—30°. Толкающие конвейеры выпускают трех типоразмеров: легкий ТП-80, средний КТ-100 и тяжелый КТ-160 (табл. 51).

Тип конвейера выбирают по массе груза и грузовой подвески с учетом скорости и углов подъема трассы, при этом из-за тяжелых условий работы оборудования в литейных цехах наибольшие допускаемые нагрузки, указанные в табл. 51, рекомендуется принимать с понижающим коэффициентом 0,6—0,7.

Системы толкающих конвейеров характеризуются сложностью, высокой стоимостью, а также необходимостью квалифицированного исполнения и обслуживания, поэтому их применяют только в литейных цехах массового производства.

**Ленточные конвейеры.** Ленточные конвейеры (рис. 100) широко применяют для транспортирования формовочных песков, готовых формовочных смесей, оработанных смесей, кокса и известняка на складах шихты и различных отходов формовочных смесей.

Ленточные конвейеры надежны в эксплуатации и просты по конструкции; они являются основным средством для транспорта формовочных материалов и смесей. Недостатком конвейеров следует считать просыпи прилипающих

Таблица 51. Оборудование подвесных толкающих конвейеров

Оборудование	Тип конвейера		
	ТП-80	КТ-100	КТ-160
<i>Цепь тяговая</i>			
Тип по ГОСТ 589—74 . . . . .	P2-80-10,6	P2-100-22	P2-160-40
Шаг цепи, мм . . . . .	80	100	160
Рабочая нагрузка, кгс . . . . .	600—700	1000—1200	2000—2500
<i>Грузовые цепи на двух тележках</i>			
Наибольшая нагрузка при пространственной трассе, кгс . . . . .	150—200	500	1250
Наименьший шаг грузов при складировании, мм . . . . .	520	1675	1855
<i>Пути</i>			
Для кареток цепи — двутавровый . . . . .	№ 8	№ 10	№ 10
Для грузовых тележек — швеллерный коробчатый (т. е. стенками наружу)	№ 8	№ 10	№ 16
Наибольшие углы подъема, градусы	45	30	30
Радиусы горизонтальных поворотов, мм	510; 1000	610; 915	922
Радиусы вертикальных перегибов, мм	2500; 3150	3000; 3500	6097
<i>Стрелочные переводы</i>			
Приводное устройство . . . . .	Электромагнитное	Пневматическое	
Радиусы стрелочных переводов, мм . . . . .	410; 670	457	610
<i>Приводное устройство конвейера:</i>			
с ведущей звездочкой:			
скорость, м/мин . . . . .	1,2—18,0	1,1—19,6	1,1—18,2
мощность, кВт . . . . .	0,8—4,0	1,1—7,5	1,1—13,0
гусеничные:			
скорость, м/мин . . . . .	0,45—17,0	0,61—12,2	0,5—18,25
мощность, кВт . . . . .	0,6—3,0	0,8—3,0	1,1—17,0

к ленте материалов с нижней ее ветви и неэффективность действия применяемых устройств для очистки лент.

Для насыпных грузов (песок, формовочные смеси, кокс и др.) применяют конвейеры только с желобчатыми лентами независимо от производительности. Плоская лента допускается лишь на горизонтальных или с небольшим наклоном участках конвейеров, где материалы разгружаются с ленты плужковыми сбрасывателями при раздаче по бункерам.

На рис. 101 приведены основные схемы ленточных конвейеров.

Углы  $\beta$  (градус) наклона к горизонту конвейера с гладкой стандартной лентой рекомендуются не более

Для песка:	
сырого . . . . .	22
сухого . . . . .	16
Для готовых формовочных смесей . . . . .	
. . . . .	23
Для отработанной смеси:	
влажной . . . . .	22
сухой . . . . .	20
Для выбитых стержней, отходов, кокса . . . . .	
. . . . .	16

Радиусы  $R$ , по которым лента с горизонтальных участков конвейеров переходит на наклонные (рис. 101,  $g$ ,  $d$ ), зависят от массы ленты (кг/м) и ее натяжения, и определяются специальным расчетом, обеспечивающим необходимый провес ленты и надежное ее прилегание к роликам на этих

участках под действием собственной силы тяжести. У конвейеров, применяемых в литейных цехах, обычно  $R = 100 \div 200$  м.

В литейных цехах применяют конвейеры с лентами шириной  $B = 500, 650, 800, 1000$  мм.

В табл. 52 приведены характеристики конвейеров и лент, применяемых в литейных цехах. Скорость этих конвейеров рекомендуется в пределах  $0,8-1,25$  м/с, шаг роликкоопор: верхних  $1000$  мм, нижних  $2500-3000$  мм. В пунктах загрузки ролики устанавливают с шагом  $300-400$  мм. Ленты для конвейеров применяют прорезиненные по ГОСТ 20—76, тип 2, с числом тканевых прокладок  $3-5$ , с резиновыми обкладками толщиной  $3$  мм на рабочей и  $1$  мм на нерабочей стороне.

Таблица 52. Ленточные конвейеры и ленты

Ширина ленты $B$ , мм	Тип конвейера	Диаметры барабанов, мм		Наибольший крутящий момент на валу приводного барабана, кгс·см	Число прокладок ленты	Ширина станины $B_1$ , мм	Высота станины $H$ , мм
		приводного	концевого				
500	Б-5040	400	320	9 500	3	788	700
	Б-5050	500	400	16 000	4		
650	Б-6540	400	320	9 000	3	906	700 или 850
	Б-6550	500	400	21 000	4		
	Б-6563	630	500	30 000	5		
800	Б-8040	400	320	9 300	4	1136	850 или 1000
	Б-8050	500	400	25 000	4		
	Б-8063	630	500	37 000	5		
1000	Б-10050	500	400	32 000	4	1344	850 или 1000
	Б-10063	630	500	45 000	5		

На конвейерах, устанавливаемых под выбивными решетками, применяют ленту повышенной теплостойкости, допускающую транспортировку материалов с температурой до  $200^\circ$  С.

Концы лент рекомендуется соединять методом вулканизации с помощью специальных плит с электрическим нагревом.

Большую часть конвейеров в литейных цехах устанавливают в туннелях, галереях, на площадках и эстакадах, ширину которых рекомендуется принимать с учетом обеспечения проходов с одной стороны конвейера в туннелях  $\geq 1200$  мм, на площадках и эстакадах  $1000$  мм и ремонтных зазоров с другой стороны конвейера шириной  $400-500$  мм. Высота туннелей должна быть  $\geq 2400$  мм, высота проходов над площадками и эстакадами  $\geq 2000$  мм. У приводных и натяжных механизмов конвейеров должны быть предусмотрены проходы для их обслуживания.

При транспортировке отработанных смесей и сухих песков над рабочей ветвью ленты должно быть укрытие с вентиляционными отсосами с целью локализации газо- и пылевыведения. Вентиляционные отсосы необходимы также в узлах перегрузки указанных материалов с конвейера на конвейер.

На рис. 102 и в табл. 53 приведены основные размеры узлов перегрузки формовочных материалов с конвейера на конвейер.

Углы наклона днищ и стенок перегрузочных воронок и лотков рекомендуются  $\geq 60^\circ$  для влажного песка и отработанной смеси;  $50^\circ$  для сухого песка и отработанной смеси;  $65^\circ$  для готовых формовочных смесей. Разгрузка материалов с ленты конвейера плужковыми сбрасывателями может быть на одну или на обе стороны, полная или частичная. Привод сбрасывателей может быть пнев-

матический, электрический или ручной. Сбрасыватели с пневматическими и электрическими приводами могут управляться дистанционно или быть включенными в систему автоматического распределения формовочных материалов по бункерам. Установка на конвейере в качестве приводного барабана магнитного шкива позволяет удалить из отработанной смеси мелкие магнитные включения. При передаче материалов системой нескольких конвейеров электроблокировка их приводов должна обеспечивать последовательность их

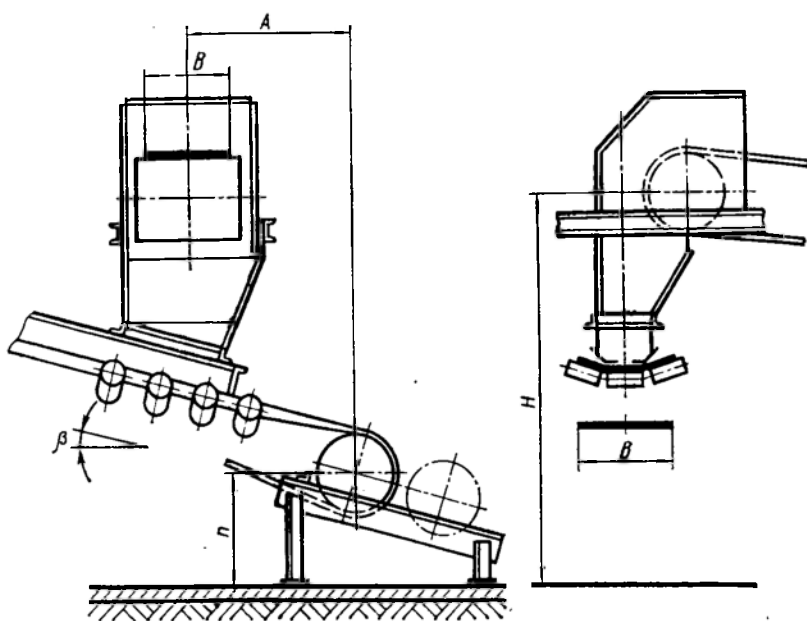


Рис. 102. Узел перегрузки формовочных материалов с конвейера на конвейер

Таблица 53. Размеры (мм) узла перегрузки формовочных материалов с конвейера на конвейер

Угол наклона конвейера $\beta$ , градус	$B = 500$ мм			$B = 650$ мм			$B = 800$ мм		
	$H$	$A$	$h$	$H$	$A$	$h$	$H$	$A$	$h$
0	1500	1000	500	1500	1150	500	1700	1250	650
До 6	1600	950	500	1700	1000	500	1750	1200	650
св. 6—12	1800	800	600	1900	900	600	2000	1100	650
св. 12—18	2000	700	600	2050	800	600	2200	1000	650
>18	2200	700	650	2250	800	650	2350	900	700

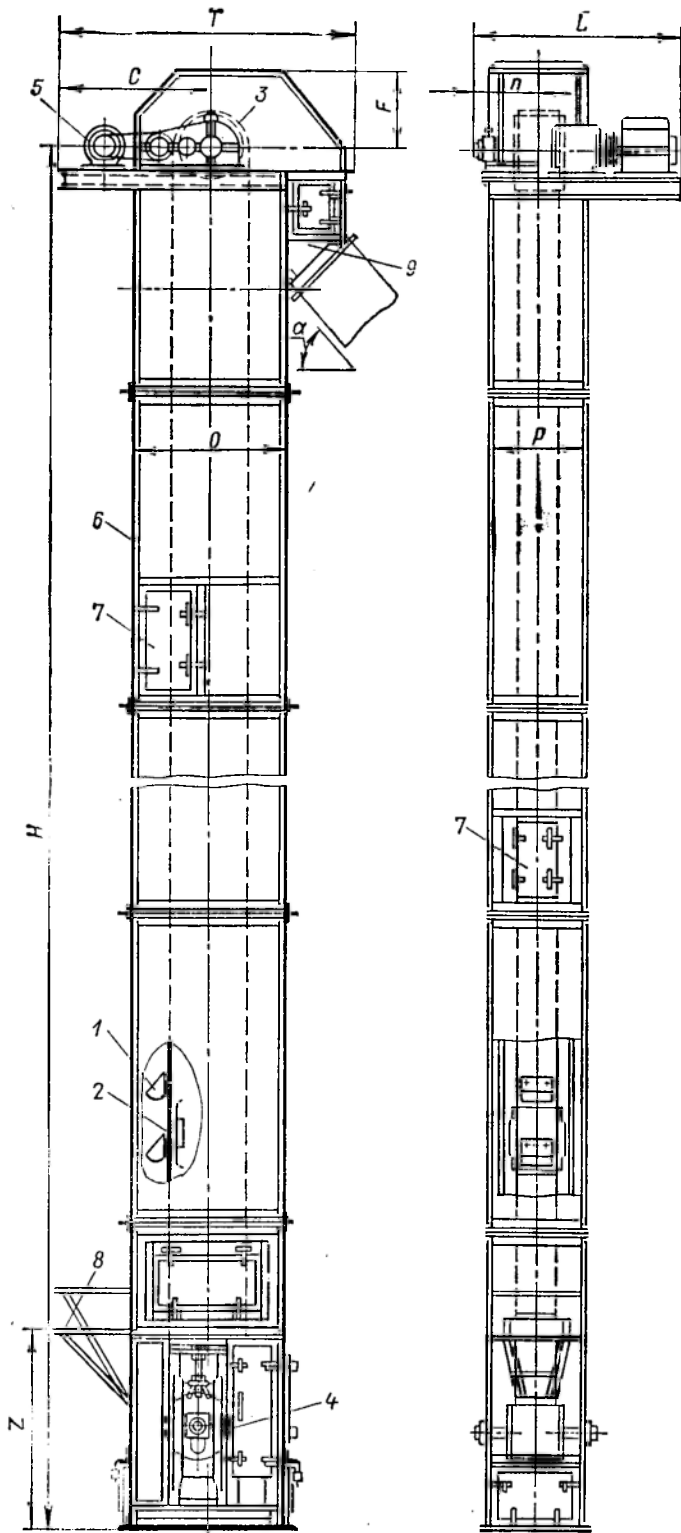
пуска, начиная с последнего конвейера в системе (по ходу движения материала), и остановку в обратном порядке. При аварийной остановке одного из конвейеров должны автоматически останавливаться все предыдущие конвейеры системы.

Для аварийной остановки конвейера у его привода предусматривают кнопку «Стоп» и по всей длине станины со стороны прохода протягивают тонкий трос, конец которого соединен с электровыключателем привода.

Ширину (м) желобчатой ленты конвейера определяют по формуле

$$B = \sqrt{\frac{V_{расч}}{k_4 v \gamma}} = \sqrt{\frac{V_{расч}}{k_4 v}},$$

где  $V_{расч}$ ,  $V_{расч}$  — наибольшие производительности, определенные по максимальной загрузке технологического оборудования, т/ч и м<sup>3</sup>/ч;  $v$  — скорость



Фиг. 103. Элеватор ленточный ковшовый:

1 — ковши; 2 — лента; 3 — приводной барабан; 4 — натяжной барабан; 5 — привод; 6 — кожух; 7 — смотровые люки; 8 — загрузочный лоток; 9 — разгрузочный лоток

движения ленты, м/с;  $\gamma$  — объемная масса транспортируемого материала, т/м<sup>3</sup>;  $k_4$  — коэффициент, учитывающий свойства транспортируемого груза, неравномерность загрузки конвейера, наклон конвейера и прочие условия его работы.

Следует отметить тенденцию (в отечественной и зарубежной практике) к применению в литейных цехах лент со значительными запасами по производительности, чтобы максимально уменьшить просыпание транспортируемых материалов с ленты, получающееся, например, при неравномерной загрузке лент. Поэтому для основных формовочных материалов при непрерывной загрузке конвейеров, например, питателями рекомендуются следующие коэффициенты  $k_4$ : для готовой формовочной смеси  $k_4 = 190 \div 210$ ; для отработанной смеси влажной  $k_4 = 175 \div 195$ ; для сухого песка и сухой отработанной смеси  $k_4 = 150 \div 165$ .

Большие значения  $k_4$  следует применять для более широких лент.

Для наклонных конвейеров коэффициент  $k_4$  следует умножить на 0,97—0,92 при угле наклона конвейеров до 15° и на 0,9—0,85 при больших углах.

Приближенная формула для определения мощности (кВт) электродвигателя привода ленточного конвейера

$$N_{дв} = 1,5 [(L_г v k' + 0,00015 B_{расч} L_г + 0,0027 B_{расч} H) k'' + N_{раз}],$$

где  $L_г$  — длина конвейера по горизонтали, м (см рис. 100);  $H$  — высота подъема материала, м, для горизонтальных конвейеров  $H = 0$ ;  $N_{раз}$  — мощность, расходуемая на плужковые сбрасыватели, кВт,  $N_{раз} = 0,007 B B_{расч} n$ , но не менее 0,4 кВт, здесь  $B$  — ширина ленты, м;  $n$  — число сбрасывателей, одновременно находящихся в рабочем — опущенном положении;  $k'$  — коэффициент, зависящий от ширины ленты; для лент  $B = 500, 650, 800, 1000$  мм соответственно  $k' = 0,02; 0,025; 0,03; 0,04$ ;  $k''$  — коэффициент, зависящий от длины  $L$  конвейера:

$L, м$ . . . . .	$\leq 15$	15—30	30—45	$> 45$
$k''$ . . . . .	1,3	1,2	1,1	1,0

Крутящий момент (кгс·см) на валу приводного барабана

$$M = \frac{51 D N_{дв} \eta}{v},$$

где  $D$  — диаметр приводного барабана, см;  $\eta$  — КПД привода,  $\eta = 0,9 \div 0,95$ .

**Элеваторы ковшовые ленточные.** Ковшовые ленточные элеваторы применяют в литейных цехах для перемещения по вертикальному направлению (подъема) следующих формовочных материалов: сухих и влажных песков, сухой мелкокусковой глины, отработанных смесей, отходов. На подаче готовых смесей элеваторы работают недостаточно надежно, поэтому их применяют лишь в тех случаях, когда местные условия не допускают установку наклонных ленточных конвейеров (рис. 103).

В системах для транспорта отработанных смесей элеваторы рекомендуется размещать после дробилок, сит и металлоотделителей. Для хорошо сыпучих сухих материалов применяют элеваторы типа ЛГ с глубокими ковшами и загрузочным лотком с углом наклона днища 45°; для материалов влажных — элеваторы типа ЛМ с мелкими ковшами и загрузочным лотком с углом наклона днища 60°.

Техническая характеристика и основные установочные размеры ленточных элеваторов приведены в табл. 54 и на рис. 103.

При выборе элеватора по табл. 54 его рабочую производительность следует определять умножением наибольшей (теоретической) производительности

Таблица 54. Ленточные ковшовые элеваторы (см. рис. 103)

Типо-размер элеватора	Ширина ковша, мм	Наибольшая производительность <sup>1</sup> , м <sup>3</sup> /ч	Мощность привода, кВт при H, мм			Основные размеры, мм							
			≤ 18	≤ 23	≤ 30	p	O	Z	F	L	T	C	n
ЛМ-160 ЛГ-160	160	4 7	2,8	2,8	2,8	426	900	1050 1310	423	1340	1573	460	45С
ЛМ-250 ЛГ-250	250	17 25	4,5	8	8	552	1112	1250 1510	523	1460	1890	570	480
ЛМ-320 ЛГ-320	320	28 40	6	8	11	676	1226	1380 1650	620	1610	1933	620	560
ЛМ-400 ЛГ-400	400	47 70	10	13	17	800	1400	1600 1720	650	1750	2312	710	640
ЛГ-650	650	180	22	22	40	1210	1760	2000	1120	2505	3282	1802	720
ЛГ-950	950	325	30	55	55	1508	1958	2550	1213	3051	3811	2015	875

<sup>1</sup> Указанные теоретические производительности следует умножать на понижающий коэффициент ф, данный в тексте.

сти, приведенной в таблице, на коэффициент ф, учитывающий условия работы элеватора и свойства материала. Коэффициент ф рекомендуется принимать:

- Для сухих песков и просеянных отработанных смесей при установке до элеватора в транспортной системе питателя . . . . . 0,65—0,75
- Для влажных отработанных смесей при установке перед элеватором сита и влажных песков при установке питателей . . . . . 0,5—0,6
- Для готовых формовочных смесей в чугунолитейных цехах при установке перед элеватором питателей . . . . . 0,4—0,5

**Винтовые конвейеры.** Винтовые конвейеры (шнеки) в литейных цехах применяют для транспортировки молотой или мелкокусковой просушенной глины, молотого угля и для раздачи этих материалов по бункерам.

Устройство винтового конвейера показано на рис. 104.

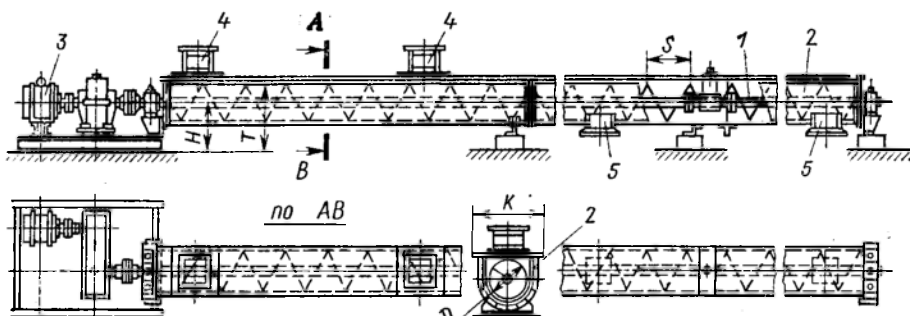


Рис. 104. Винтовой конвейер:

- 1 — вал с винтовой поверхностью; 2 — желоб; 3 — привод; 4 — загрузочный патрубок; 5 — разгрузочный люк с задвижкой

В табл. 55 приведены основные параметры и размеры конвейеров, применяемых для горизонтальной и наклонной ( $\leq 10^\circ$ ) транспортировки.

Длина винтовых конвейеров обычно  $\leq 50$  м. Для нормальной работы

Таблица 55. Витовые конвейеры (см. рис. 114)

Диаметр винта $D$ , мм	Шаг винта $S$ , мм	Основные размеры, мм			Производительность, м <sup>3</sup> /ч при частоте вращения винта, об/мин			
		$K$	$H$	$T$	23,6	30	37,5	47,5
200	160	296	200	330	1,4	1,8	2,3	2,9
320	250	412	240	420	5,7	7,2	9,0	11,5
400	320	516	310	540	11,0	14,5	18,0	23,0

этих конвейеров необходима равномерная загрузка, в ином случае конвейер должен иметь большой (в 1,5—2,5 раза) запас по производительности. При кусковых материалах (немолотой глине) диаметр винта конвейера проверяют по неравенству  $D \geq 6a$ , где  $a$  — наибольший размер куска.

Мощность (кВт), потребную для привода конвейера, можно определить по формуле

$$N_{дв} = 0,005B_{расч}(L\omega + H),$$

где  $B_{расч}$  — производительность конвейера, т/ч;  $L$  — длина конвейера, м;  $H$  — высота подъема материала, м, при наклонном конвейере, для горизонтального конвейера  $H = 0$ ;  $\omega$  — коэффициент сопротивления движению, для угольной пыли  $\omega = 2,5$ , для глины кусковой и молотой  $\omega = 4$ .

По расчетной мощности подбирают электродвигатель привода конвейера.

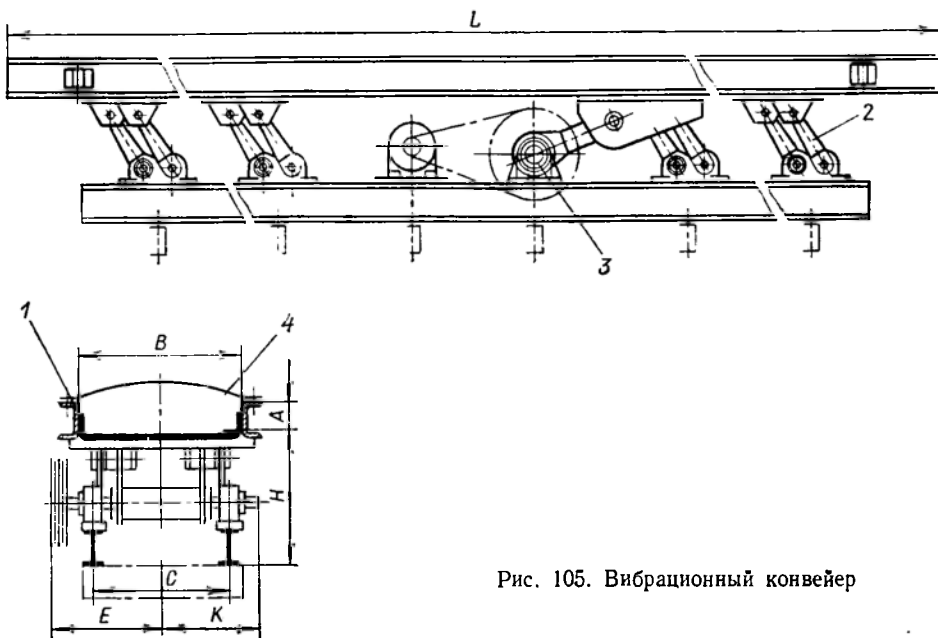


Рис. 105. Вибрационный конвейер

**Вибрационные конвейеры.** Вибрационные конвейеры применяют и в ряде вновь строящихся крупных литейных цехах отечественного автостроения, а также за рубежом для транспорта отработанной смеси, отливок (массой до 200 кг) после выбивки и литников.

Устройство вибрационного конвейера показано на рис. 105. Транспортируемые грузы перемещаются в открытом или закрытом металлическом желобе 1 вследствие его колебательных движений, при которых штучные грузы

или частицы сыпучих материалов отрываются от дна желоба и определенную долю периода как бы пролетают (совершают микрополет), перемещаясь в направлении движения. Для вибрационных конвейеров характерны малые амплитуды и высокие частоты колебаний.

Желоб конвейера опирается на специальные упругие опоры 2 и получает движение от электромеханического привода 3. Днище желоба может быть футеровано износостойкими и другими специальными материалами. Желоб конвейера можно закрывать пылеплотным вентилируемым кожухом 4.

Устанавливаются конвейеры горизонтально или наклонно до  $\pm 10^\circ$ . Производительность их достигает 500 т/ч и более; ширина желоба  $\leq 2000$  мм. Скорость движения материала по желобу горизонтального конвейера 0,25—0,35 м/с. При транспортировке по наклону скорости и производительности изменяются: при движении вниз увеличиваются, а при движении вверх уменьшаются примерно на 3—5% на каждый градус уклона. Длина желобов конвейеров на один привод обычно в пределах 13—35 м. При большей длине транспортировки устанавливаются последовательно несколько конвейеров.

С желоба одного конвейера на желоб последующего грузы перегружаются с малым высотным перепадом, что является положительной особенностью виброконвейеров. Основное преимущество конвейера заключается в возможности надежного пыле- и газонепроницаемого укрытия их желоба и отсутствия просыпи перемещаемого материала, что важно при транспортировке пылящих, газующих и горячих материалов.

В табл. 56 приведены основные параметры и размеры виброконвейеров, применяемых в литейных цехах, по данным американской фирмы «Линк-Белт», причем наибольшая производительность указана для материалов с объемной массой  $\gamma = 1,2 \div 1,25$  т/м<sup>3</sup>. При увеличении длины конвейера производительность его соответственно снижается.

Таблица 56. Вибрационные конвейеры

Тип <sup>1</sup>	Ширина желоба, В, мм	Наибольшая производительность, т/ч	Длина L, м	Мощность привода, кВт	Скорость движения материала, м/мин	Размеры, мм				
						A	C	H	E	K
I	610	65	7—35	3,7—15	15	152	590	430	470	480
	760	85	7—35				740		545	555
	915	95	6—35				890		625	635
	1070	110	5—22				1040		700	710
II	915	150	7—32	3,7—20	15	204	780	705	635	630
	1220	200		3,7—20	15	204	780	705	635	630
	1220	270		7,3—20	20	305	1090	810	810	785

<sup>1</sup> Тип I — для тяжелого режима работы на спиральных пружинах, тип II — для особо тяжелого режима работы на торсонах.

Для приема отливок непосредственно от выбивных устройств фирма изготавливает виброконвейеры с двухъярусными желобами; по верхнему — перфорированному перемещаются отливки, где от них происходит интенсивное отделение отработанной смеси, которая через отверстия проваливается в нижний желоб и с него поступает на конвейеры системы отработанной смеси.

### 3. ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

<sup>1</sup> Установки пневматического транспорта. В пневмотранспортных установках порошкообразные, мелкозернистые и мелкокусковые материалы перемещаются по трубопроводу в воздушной струе. Воздух движется по трубо-

проводу вследствие разности давлений в начале и в конце трубопровода, создаваемой нагнетательными или вакуумными насосами. Соответственно пневмотранспортные установки подразделяют на нагнетательные и всасывающие (вакуумные).

В литейных цехах пневматический транспорт применяют для пылевидных глины, бентонита, угля, а также для сухого формовочного песка. По трубопроводам эти материалы подаются со складов к смесеприготовительным установкам.

Пневмотранспортными системами оборудуют установки для размола глины и угля с пневматическим отбором продуктов помола. Установки всасывающего типа можно применять в литейных также для пневмоуборки пыли.

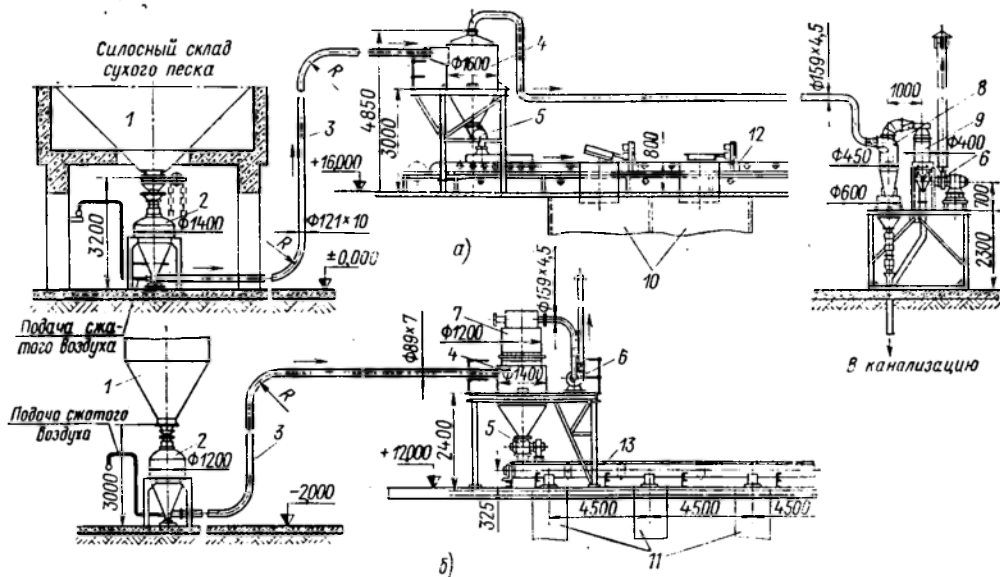


Рис. 106. Нагнетательные пневмотранспортные установки с камерными питателями:  
а — для сухого песка; б — для молотой глины

Для подачи молотых глины, угля, бентонита и сухих песков обычно применяют нагнетательные установки с камерными питателями (рис. 106). Из бункера 1 материал загружается в резервуар камерного питателя 2. После заполнения питателя загрузочное отверстие его закрывается клапаном и в резервуар из сети (от компрессорной) подается воздух с избыточным рабочим давлением  $\leq 5$  кгс/см<sup>2</sup>. В нижней части питателя материал насыщается воздухом, перемешивается с ним и в виде аэросмеси благодаря перепаду давлений поступает в трубопровод 3, перемещается по нему к разгрузителю 4, в котором вследствие потери скорости и трения о его стенки оседает. Из разгрузителей 4 материал выдается шлюзовыми питателями 5. По бункерам 10 и 11 песок раздается ленточными конвейерами 12, оборудованными плужковыми сбрасывателями, а глина, уголь и бентонит — винтовыми конвейерами 13.

Запыленный воздух отсасывается из разгрузителя 4 вентилятором 6 и перед выбросом в атмосферу проходит очистку в рукавных фильтрах 7 от пыли угля, глины и бентонита, в циклонах 8 и в мокрых скрубберах 9 от песчаной пыли. При опорожнении резервуара питателя 2 давление в нем падает, подача воздуха из сети прекращается, открывается загрузочный клапан и питатель загружается новой порцией материала. Камерные питатели обычно имеют автоматическое управление, осуществляемое пневматическими и электромеханическими приборами и устройствами.

При больших производительностях устанавливают несколько камерных питателей и применяют спаренные двухкамерные питатели, в которых во время загрузки одной камеры из второй материал выдается в трубопровод.

В табл. 57 приведены технические характеристики установок с камерными питателями диаметром 1200 и 1400 мм.

Наибольшему износу подвержены места изгибов трубопровода, т. е. колена, которые изготовляют из стали и чугуна с утолщенными или сменными стенками. В целях уменьшения износа колена рекомендуется выполнять радиусом  $R \geq 20d$  ( $d$  — внутренний диаметр трубопровода).

Ответвление трубопроводов выполняется с помощью переключателей, имеющих местное или дистанционное управление.

Скорость движения воздуха в трубопроводе изменяется обратно пропорционально его давлению, а давление уменьшается от начального участка

Таблица 57. Нагнетательные пневматранспортные установки с камерными питателями

Показатели	Диаметр питателя, мм	
	1200	1400
Полезная емкость питателя, м <sup>3</sup>	1,0	2,5
Внутренний диаметр транспортного трубопровода, мм	75—100	100—125
Длина транспортировки, м	≤ 300	
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	7—10	11—15
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	10—12	12—16
Рабочее давление воздуха, кгс/см <sup>2</sup>	3—5	

к конечному; следовательно, скорость воздуха в трубопроводе соответственно возрастает. Как показывает опыт, большие скорости потока (50 м/с и более), получающиеся в конечных участках длинных трубопроводов, приводят к дроблению песка и ухудшению его технологических качеств, а также повышенному износу колен и других частей установок. С целью уменьшения скорости воздушного потока примерно до 20—30 м/с при транспортировке песка по длинным трассам (> 150 м) трубопровод рекомендуется выполнять из труб разного диаметра, например, начальный участок  $d = 100$  мм, а конечный  $d = 122$  мм.

Для преодоления местных сопротивлений, которые могут вызвать закупорку трубопровода, на отдельных его участках (например, перед коленами) устанавливают дополнительные сопла (или бустеры) для подачи в трубопровод дополнительного воздуха из сети. При выборе трассы транспортного трубопровода следует стремиться к сокращению общей его длины, уменьшению числа колен и углов их поворотов, а также к размещению колен и другой арматуры в местах, доступных для обслуживания.

На рис. 107 показана установка для размола глины с маятниковой мельницей СМ-493 и пневматическим отбором продуктов помола.

Перед загрузкой в мельницу глина должна пройти глинорезку и сушку, а уголь — дробление до фракции  $\leq 30$  мм. Эта установка работает по замкнутому циклу. Из бункера 1 подлежащий размолу материал поступает в мельницу 2. Продукт помола засасывается из мельницы в трубопровод 3 вентилятором 5 и поступает в циклон 4, где основная его часть осаждается, и через шлюзовый питатель поступает в бункер 6 готового продукта. Из циклона 4 воздух вентилятором 5 возвращается в мельницу. Излишний воздух, удаляемый из системы вентилятором 7 по трубопроводу 8, проходит очистительные устройства 9, состоящие из группы циклонов или матерчатого фильтра. Ниже приведена техническая характеристика этой установки.

Тип мельницы	СМ-493
Производительность, кг/ч, при размоле:	
угля	2000—2300
глины	≤ 3000
Наибольшая длина замкнутого трубопровода, м	≤ 30

Диаметр транспортного трубопровода, мм . . . . .	550—650
Количество воздуха, циркулирующего в системе, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	15 000—20 000
Тип вентилятора:	
циркуляционной системы . . . . .	ЦП7-40 № 8
отсасывающей системы . . . . .	Ц10-28, № 4
Установочная мощность, кВт:	
мельницы . . . . .	55
вентиляторов . . . . .	35

В подобных размольных установках рекомендуется не допускать горизонтальных участков трубопроводов, где оседает продукт помола, чем нарушается работа установки. Молотый уголь при хранении в бункерах может

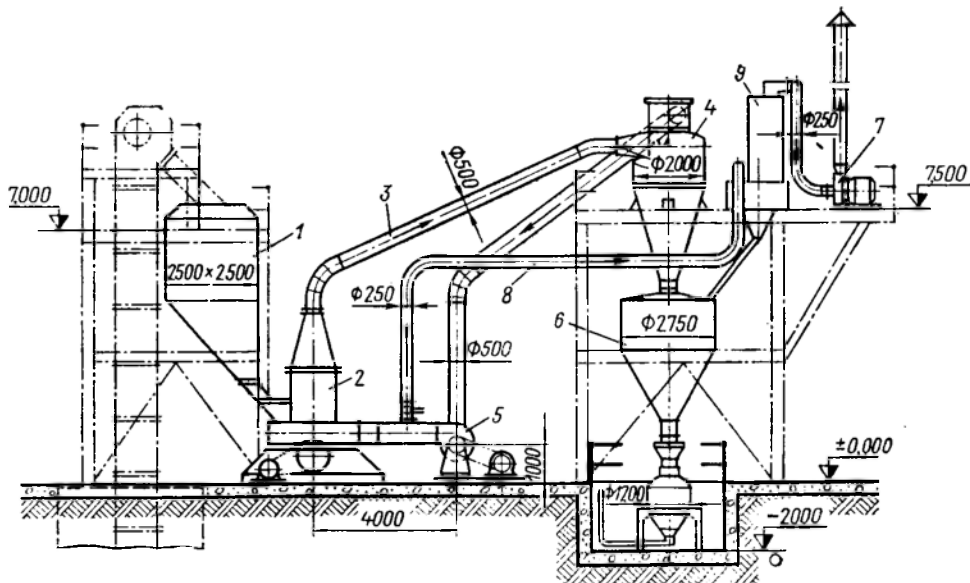


Рис. 107. Размольная установка с маятниковой мельницей SM-493 и пневматическим отбором продуктов помола

самовозгораться, кроме того, смесь угольной пыли с воздухом в определенной концентрации может взрываться от случайного запала или при повышении температуры от самовозгорания угля. Мерами предупреждения самовозгорания и взрывов являются: установка внутри бункеров специальных приборов (термопар), которые измеряют температуру угля в бункере и при ее повышении свыше 60° С дают сигнал на автоматическую подачу в бункер инертного газа из баллонов; устройство в крышках бункеров специальных патрубков, выходящих из здания цеха через его перекрытие и оканчивающихся взрывными клапанами; наблюдение за всеми участками пневмотранспортной установки, где может быть накопление угольной пыли, и систематическая ее уборка.

В литейном производстве применяют также всасывающие и реже нагнетательные пневматические установки для передачи в лабораторию на анализ литейных проб. Пробы транспортируют по трубопроводу диаметром до 80 мм в специальных патронах массой брутто ~1,5 кг. Длина транспортировки до 1200 м, скорость передвижения патрона 8—10 м/с.

**Пневматическая уборка пыли.** Пневматическая высоковакуумная установка, спроектированная для уборки пыли в смесеприготовительном отделении, показана на рис. 108. С пола, рабочих площадок и с оборудования пыль собирают с помощью сопла 1, подсоединяемого гибким шлангом 2 к находящемуся под разрежением транспортному трубопроводу 3, проложенному вдоль рабочих площадок и оборудования. На трубопроводе через 6—10 м

устанавливают запорно-присоединительные патрубки 4 с заглушками, к которым подсоединяется гибкий шланг с соплом. Все патрубки на трубопроводе, кроме одного (или двух), к которому подсоединено сопло, должны быть плотно закрыты заглушками.

Пыль, засасываемая соплом, по транспортному трубопроводу 3 подается в разгрузитель 5, где вследствие падения скорости основная часть пыли осажается и периодически выгружается на ленточный конвейер 9. Запыленный воздух из разгрузителя поступает для очистки в фильтр 6 и далее, пройдя

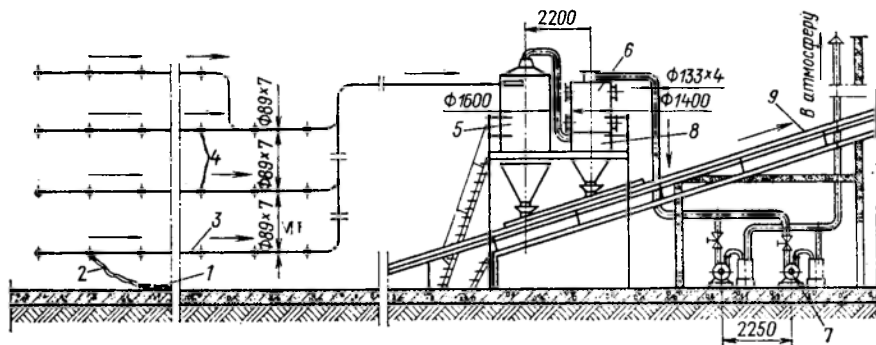


Рис. 108. Пневматическая установка для уборки пыли

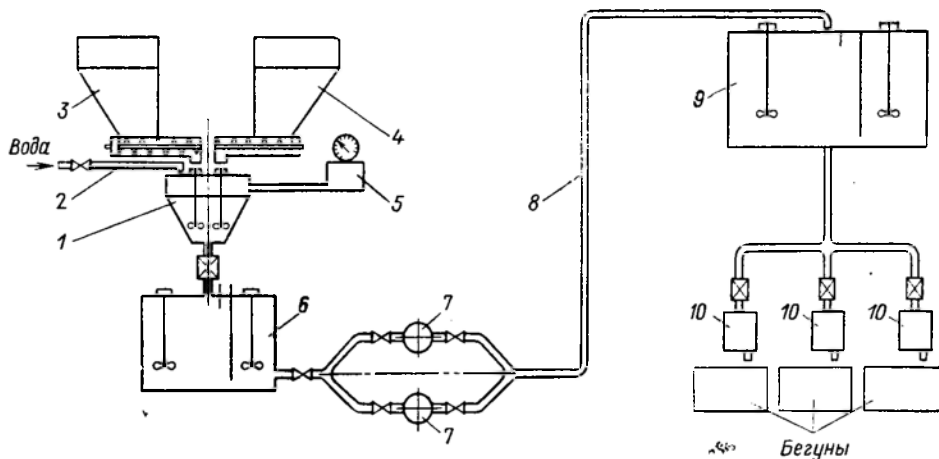


Рис. 109. Схема трубопроводного транспорта глинисто-угольной суспензии

через водокольцевые вакуумные насосы 7, создающие разрежение в системе, выбрасывается в атмосферу. Пыль, осевшая в фильтре 6, пересыпается в бункер 8 и из него также выгружается на ленточный конвейер 9.

Производительность установки до 2,5 т/ч. Максимальная развернутая длина трубопровода до 150 м. Вакуумных насосов два, параллельно работающих типа ВВН-12, потребляемая мощность  $2 \times 22 = 44$  кВт, расход воды  $2 \times 1,8 = 3,6$  м<sup>3</sup>/ч.

Обязательным условием нормальной работы установки является герметичность всех соединений системы, т. е. отсутствие подсосов воздуха. Уборку пыли следует выполнять при неработающем оборудовании.

Транспорт глинисто-угольной суспензии. На рис. 109 показана принципиальная схема автоматизированной установки для приготовления глинисто-угольной суспензии и подачи ее к бегунам в смесеприготовительное отделение.

В бак 1 предварительного смешения емкостью 0,6 м<sup>3</sup> последовательно подаются вода по трубопроводу 2, молотый уголь и бентонит винтовыми пи-

тателями из бункеров 3 и 4. Автоматические весы 5 бака 1 обеспечивают дозирование всех компонентов. Из бака 1 суспензия поступает в накопительный бак 6 емкостью около 4 м<sup>3</sup>, оборудованный постоянно действующими мешалками и сигнализаторами верхнего и нижнего уровней. Из бака 6 суспензия насосом 7 по трубопроводу 8 подается в распределительный бак 9 емкостью 25 м<sup>3</sup>, установленный в смесеприготовительном отделении. Бак 9 также оборудован непрерывно действующими мешалками и указателями уровней. Из бака 9 суспензия самотеком поступает в дозирующие устройства 10 емкостью до 80 л, установленные непосредственно над бегунами.

Производительность установки ~6 м<sup>3</sup>/ч. Диаметр трубопровода 80 мм. Установлено два насоса, из которых один резервный. Насосы применяют грунтовые типа Гр (например, ЗГр-8), однако на ряде установок работают также и фекальные насосы. Длина транспортировки 300 м и более.

По окончании работы установки трубопроводы ее тщательно промывают водой.

В отдельных установках вместо баков 1 и 6 применяют рамную мешалку объемом 1,2 м<sup>3</sup> с объемной дозировкой компонентов по времени работы винтовых питателей или весовой — дозаторами типа ДПЛ-120.

#### 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

**Бункеры.** Применяемые в литейных цехах бункеры изготовляют сварными круглого или прямоугольного сечения из листовой стали толщиной 4—8 мм для формовочных и 6—12 мм для шихтовых материалов.

Углы наклона стенок бункеров рекомендуется принимать не менее 45° для сухого песка и кокса; 50° для сырого песка, сухой отработанной смеси и отходов; 60° для отработанной смеси над бегунами; 65° для формовочных смесей; 70° для стержневых смесей.

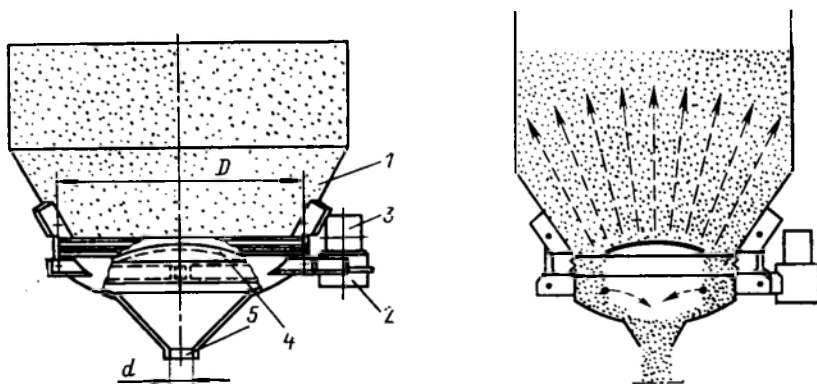


Рис. 110. Виброактиватор:

1 — бункер; 2 — вибратор; 3 — электродвигатель; 4 — вибрирующая диафрагма, воспринимающая основное давление материала; 5 — разгрузочное отверстие

Расходные бункеры для готовых смесей рекомендуется выполнять с одной, лучше с двумя вертикальными стенками для предотвращения зависания смесей в них. С этой же целью в бункерах для готовых смесей и влажной отработанной смеси внутренние поверхности стенок облицовывают листовой коррозионно-стойкой сталью, устанавливают на них вибраторы, применяют сводоразрушение смесей в бункерах сжатым воздухом, а также оборудуют бункеры специальными виброактиваторами.

На рис. 110 показан виброактиватор американской фирмы «Вибраскрев». Фирма изготовляет активаторы диаметром 900—3000 мм, производительностью по выдаче из бункера до 175 т/ч формовочной смеси. Мощность электродвигателя активатора ≤ 4,5 кВт. Виброактиваторы позволяют получить

достаточно устойчивый поток материала из бункера при относительно малых разгрузочных отверстиях ( $d = 200 \div 300$  мм), а также значительно уменьшить высоту установки бункера. Наполнение бункера может фиксироваться верхним и нижним указателями уровней, автоматически подающих сигнал на пульт управления транспортной системой на отключение или включение загрузающего бункера конвейера или его разгрузочного устройства.

Разгружаются бункеры с помощью затворов и питателей, а также виброактиваторов, которые иногда заменяют питатели.

**Питатели.** Для непрерывной и порционной выдачи материалов из бункеров применяют питатели.

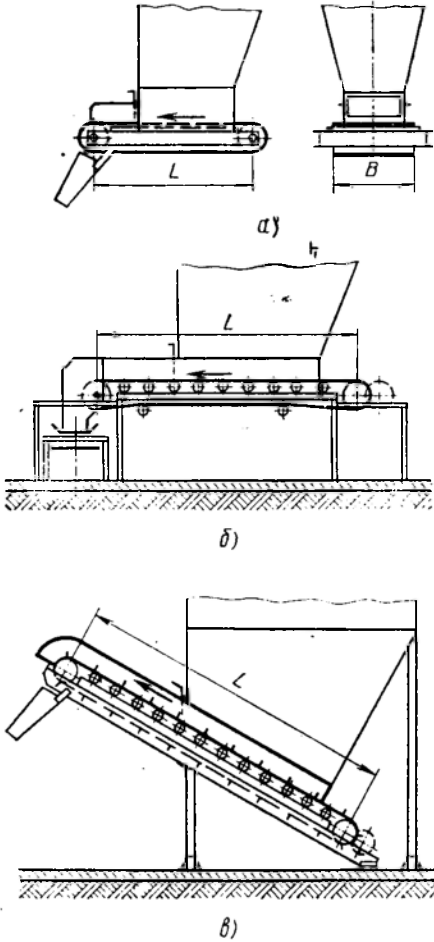


Рис. 111. Ленточные питатели стационарные:

*a* — подвесной; *б* — опорные горизонтальные; *в* — опорные наклонные

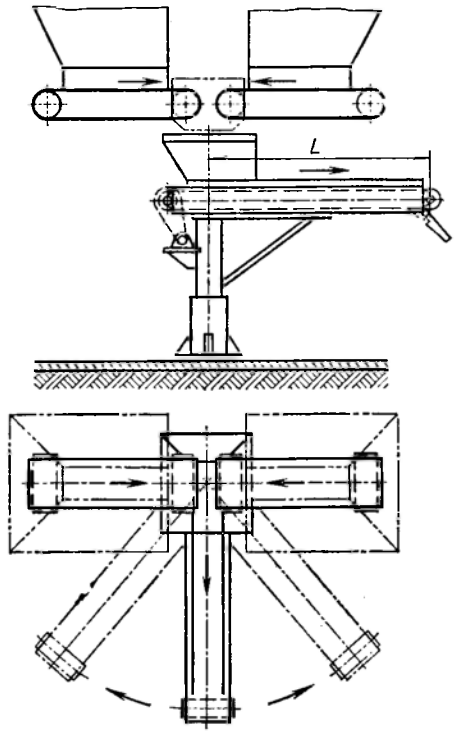


Рис. 112. Ленточные питатели поворотные

В литейном производстве используют различные типы питателей; основные из них: ленточные, пластинчатые, дисковые, вибрационные.

Ленточные питатели применяют для выдачи из бункеров готовых смесей и реже для песка и просеянной отработанной смеси. По своему устройству эти питатели аналогичны ленточным конвейерам. Рабочую ветвь ленты поддерживают часто поставленные ролики или столы из листов стали. Боковые направляющие (или лотки) по всей длине питателя удерживают материал от рассыпания. Производительность питателей регулируется заслонкой на загрузочной воронке. Питатели выполняют стационарными — подвесными, и опорными (рис. 111) и поворотными (рис. 112). Опорные питатели применяют горизонтальные и наклонные, подвесные и поворотные — обычно горизонтальные.

При выдаче из бункеров готовых смесей в опоки ленточные питатели с кнопочным управлением имеют преимущество перед затворами, так как

позволяют увеличить разгрузочное отверстие бункеров, а следовательно, уменьшить возможность зависания материала и получить более равномерную выдачу его из бункера. Поэтому подвесные и опорные наклонные питатели широко применяют для бункеров над формовочными машинами. Поворотными питателями готовые смеси подаются в крупные опоки и кессоны.

Длина  $L$  питателей обычно  $\leq 10$  м, а мощность двигателей приводов  $\leq 5$  кВт. Ширина ленты  $B$  и скорость  $v$  питателей: стационарных  $B = 500, 650, 800$  мм;  $v = 0,2 \div 0,5$  м/с; подвесных  $B = 500, 650$  мм,  $v = 0,2 \div 0,3$  м/с;

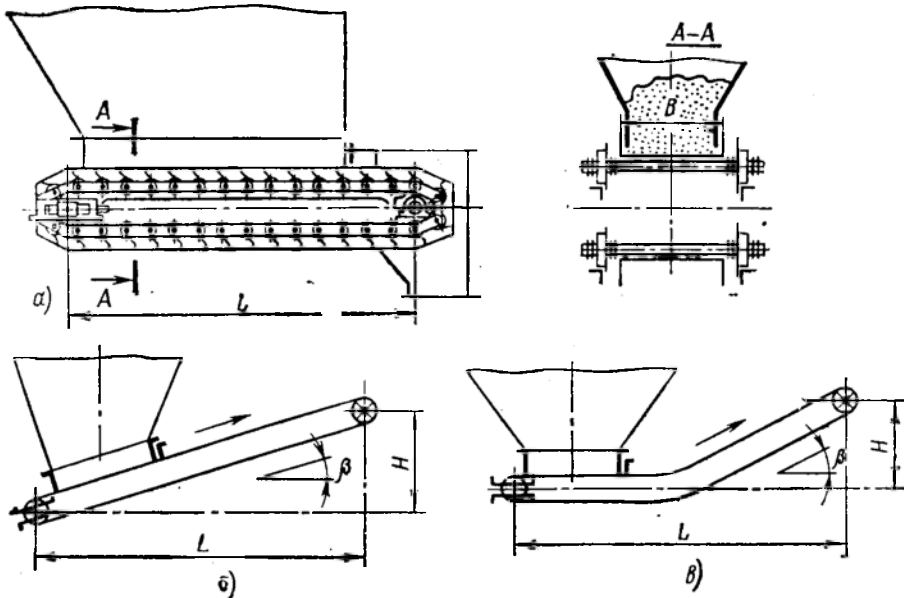


Рис. 113. Пластинчатые питатели:  
а — горизонтальный; б, в — наклонные

поворотных  $B = 400, 500, 650$  мм,  $v = 1,0 \div 2,5$  м/с. Производительность питателей достигает  $150$  м<sup>3</sup>/ч и более и может быть определена по формуле

$$V_{\text{расч}} = 3600Bhv\varphi,$$

где  $h$  — высота слоя материала на ленте, м,  $h = (0,06 \div 0,2) B$  ( $B$  — ширина ленты, м); меньшие значения  $h$  применяют для сухих и хорошо сыпучих материалов;  $\varphi$  — отношение ширины лотка к ширине ленты,  $\varphi = 0,65 \div 0,7$ .

Пластинчатые питатели по своему устройству аналогичны пластинчатым конвейерам. Питатели легкого типа по ГОСТ 7424—71 со штампованным бортовым настилом (рис. 113) применяют для выдачи из бункеров непросушенной глины. Выполняют их с настилом шириной  $B = 500, 650, 800$  мм, длина  $L$  питателей в пределах 2—6 м, скорость движения  $v = 0,05 \div 0,16$  м/с.

Питатели со специальным настилом из литых стальных пластин (траков) применяют для выдачи из бункеров крупнокусковых компонентов шихты (скрапа, пакетов и т. п.). На рис. 114 показан такой питатель 1 и бункер 2 емкостью  $3,5$  м<sup>3</sup>. Бункер оборудован встряхивающим механизмом 3, который включается автоматически, когда шуп 4 при отсутствии шихты на полотне питателя занимает вертикальное положение. На бункер может быть установлен контейнер 5 с шихтой. Ширина тракового питателя  $B = 800$  мм. Двухскоростной электродвигатель привода мощностью  $8,3/10,2$  кВт обеспечивает скорость полотна питателя  $0,075$  и  $0,15$  м/с и производительность  $\leq 160$  т/ч.

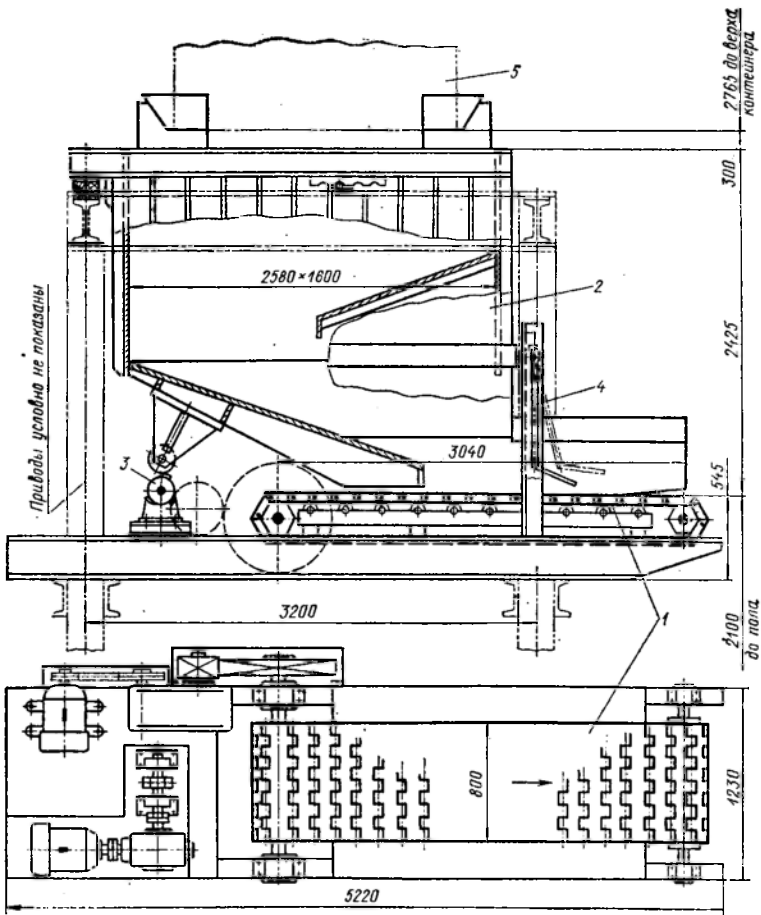


Рис. 114. Питатель и бункер для шихты

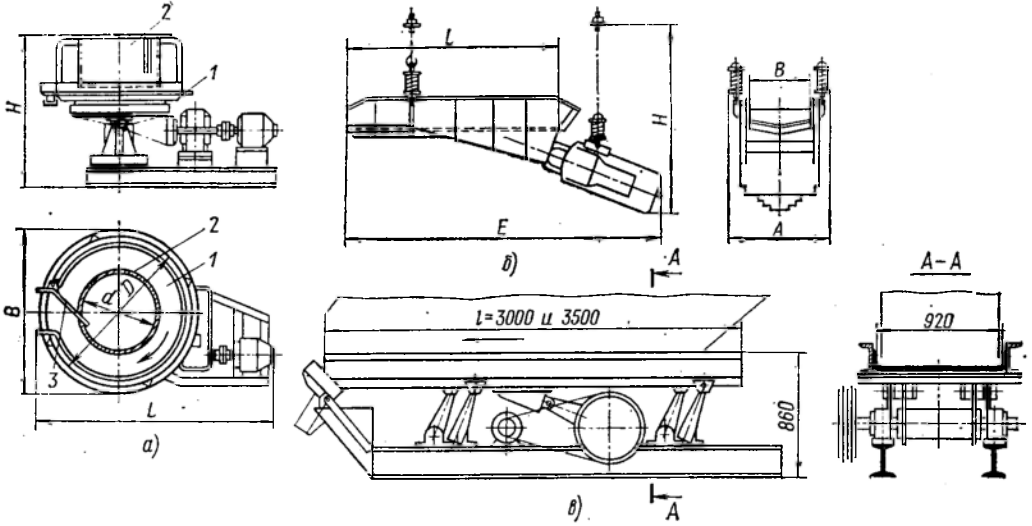


Рис. 115. Питатели:

а — дисковый; б — вибрационный с электромагнитным приводом; в — вибрационный с электромеханическим приводом; 1 — диск; 2 — патрубок; 3 — скребок

Таблица 58. Дисквые питатели

Тип питателя	Диаметр диска $D$ , мм	Наибольшая производительность, м <sup>3</sup> /ч	Мощность двигателя, кВт	Размеры, мм			
				$L$	$B$	$H$	$d$
ДЛ-10	1000	25	2,2	1850	1250	1250	550
ДЛ-16	1600	110	5,5	2550	1900	1650	900
ДЛ-20	2000	220	10,0	2900	2200	2300	1200

Таблица 59. Вибрационные питатели по ГОСТ 11217—66

Тип питателя	Размеры лотка, мм		Производительность <sup>1</sup> , м <sup>3</sup> /ч	Мощность привода, кВт	Размеры, мм		
	$B$	$L$			$E$	$A$	$H$
ПЭВ1-1×5	500	1400	60	1	2000	900	1125
ПЭВ2-1×7	700	1800	60	1	3150	1000	1535
ПЭВ2-2×9,5	950	2000	90	2	5470	1400	1800
ПЭВ2-4×12	1200	2500	150	4	5580	2400	2100

<sup>1</sup> Производительность указана для песка  $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$ , влажность 3—4% при горизонтальном лотке.

Дисквые питатели (рис. 115, а, табл. 58) используют для песка, отработанной и готовой смесей. Производительность питателей регулируется в широких пределах изменением зазора и положением скребка. Эти питатели просты в обслуживании и надежны в работе.

В и б р а ц и о н н ы е п и т а т е л и (рис. 115, б, табл. 59) применяют в литейных цехах для песков, отработанных смесей, кокса, известняка, мелких отливок. Работают они аналогично вибрационным конвейерам. Лоток (или желоб) питателей из листовой стали обладает достаточной прочностью и износостойкостью. Привод питателей электромагнитный.

На рис. 115, в показан вибропитатель с электромеханическим приводом, применяемый для выдачи из бункеров металлических компонентов шихты. Ширина лотка питателя 920 мм, длина 3500 мм, производительность до 150 т/ч, мощность электродвигателя привода 3 кВт.

## Глава X

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Обеспечение производства энергетическими ресурсами является важнейшей частью проекта. Расходы различных видов энергии определяют с учетом всех конкретных потребителей для обоснования мощности и числа устанавливаемого энергетического оборудования и для проверки решений по энергообеспечению, принятым в ТЭО. При решении этих вопросов следует предусматривать реальную перспективу развития предприятия, эффективное и экономное использование топливно-энергетических ресурсов.

В современных чугунолитейных цехах расход электрической энергии в среднем равен ~30%, природного газа ~35% и кокса ~35% общего количества потребляемой энергии. В сталелитейных цехах расход электрической энергии достигает 70%, природного газа ~30%. Для выработки 1 кВт·ч электрической энергии расходуют 0,34 кг условного топлива (кгут).

#### 1. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Схема теплоснабжения — это составная часть ТЭО строительства предприятия. Источниками теплоты являются в основном котельные и ТЭЦ (теплоэлектроцентрали), которые сооружают большой мощности для обслуживания обычно нескольких предприятий. На ТЭЦ осуществляется комбинированное производство тепловой и электрической энергии.

На вводах магистральных тепловых сетей на территории завода сооружают тепловые пункты, в которых происходит распределение, учет и контроль за параметрами теплоносителей, отпускаемых котельной или ТЭЦ.

В качестве теплоносителя для литейных производств, как правило, применяют горячую (перегретую) воду с температурой до систем теплопотребления 150° С и после систем 70° С. Давление в тепловых сетях при температуре воды 150° С поддерживается на уровне 5 кгс/см<sup>2</sup>.

На рис. 116 приведена принципиальная схема теплоснабжения от водогрейной котельной. Трассы тепловых сетей, которые могут быть подземными или надземными, приводят в проекте на сводном плане инженерных сетей предприятия. Предусматривают теплоизоляцию и коррозионную защиту сетей.

Расход теплоты на теплоснабжение завода (цеха) складывается из расчетных потоков на отопление, вентиляцию (см. гл. XI) и горячее водоснабжение, Вт:

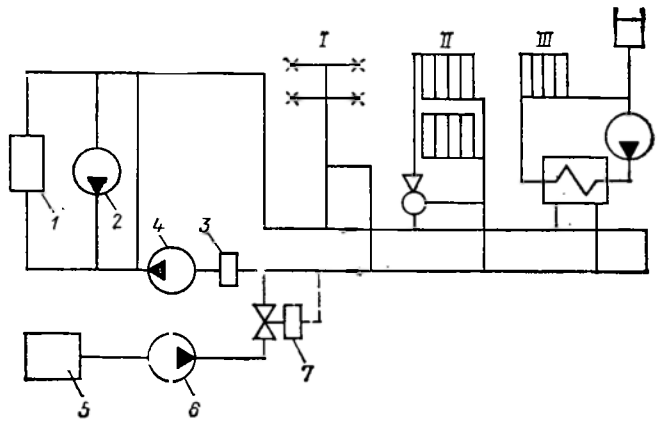
$$\Phi = \Phi_{от} + \Phi_{в} + \Phi_{гв},$$

Для укрупненных расчетов в ТЭО принимают количество теплоты на 1 м<sup>3</sup> отапливаемых производственных зданий

$$q = (60 \div 130) \text{ Вт/м}^3.$$

Рис. 116. Принципиальная схема теплоснабжения от водогрейной котельной:

*I* — система горячего водоснабжения; *II* — система отопления и вентиляции; *III* — система отопления и теплоснабжения других видов (присоединение к тепловой сети через поверхностные теплообменники); 1 — котельная с водогрейными котлами; 2 — рециркуляционный насос; 3 — грязевик; 4 — сетевые насосы; 5 — химводоочистительная установка; 6 — подпиточный насос; 7 — регулятор подпитки



Верхний интервал относится к помещениям литейных цехов, требующих высокой кратности вентиляции.

В проекте определяют и приводят данные о количестве и качестве возвращаемой воды (конденсата).

## 2. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Использование в литейном производстве природного газа вместо мазута или твердого топлива существенно улучшает условия труда. Возможность применения природного газа определяют в ТЭО по согласованию с Госпланом СССР. При определении потребности в природном газе принимают, что 1 м<sup>3</sup> природного газа равен 1,17 кгуг.

Расход природного газа определяют по потребителям (см. форму 27 задания).

ФОРМА 27. Задание на проектирование газоснабжения

№ оборудования по плану	Потребители по отделениям цеха	Число потребителей	Давление газа у потребителей, кгс/см <sup>2</sup>	Коэффициент использования оборудования	Расход газа, м <sup>3</sup> /ч				Годовой фонд времени, ч	Годовой расход газа, м <sup>3</sup>
					на единицу		общий			
					наибольший	средний	наибольший	средний		

Ориентировочно суммарный расход природного газа (с учетом отопления) при производстве чугуновых отливок составляет 150—180 кгуг/т, а при производстве стальных отливок 140—170 кгуг/т.

К предприятиям газ подводится распределительными газопроводами обычно среднего давления (0,05—3 кгс/см<sup>2</sup>). Для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне служат газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ). ГРП размещают в отдельно стоящих зданиях (категория производства А) или в пристройках снаружи зданий, ГРУ — в помещениях цехов. В цехе газ распределяется к агрегатам-потребителям по внутрицеховым надземным газопроводам (рис. 117).

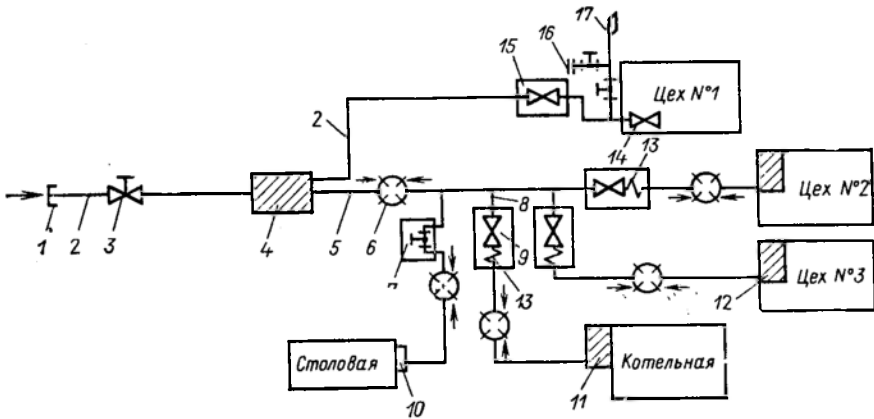


Рис. 117. Принципиальная схема межцеховых газопроводов:

1 — ввод газопровода на территорию завода; 2 — газопровод среднего давления; 3 — отключающее устройство с электроприводом; 4 — центральный ГРП; 5 — межцеховой газопровод низкого давления; 6 — сборник конденсата; 7 — отключающее устройство в колодце; 8 — ответвление газопровода к цеху; 9 — отключающее устройство с компенсатором в колодце; 10 — шкафная редуцирующая установка; 11, 12 — цеховые ГРУ низкого давления; 13 — линзовые компенсаторы; 14 — задвижка на вводе газопровода в цехе; 15 — отключающее устройство в колодце; 16 — штуцер для отбора пробы газа; 17 — продувочный газопровод и свеча в атмосферу

Герметичность газопроводов и всех элементов газового хозяйства должна отвечать требованиям техники безопасности по испытаниям на плотность.

### 3. СЖАТЫЙ ВОЗДУХ

Расход сжатого воздуха определяют для условий его всасывания компрессором в м<sup>3</sup>/ч (при температуре 15°С и при абсолютном давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>).

Расход сжатого воздуха определяют по отдельным потребителям с указанием максимального (паспортного), среднечасового и годового расхода.

Среднечасовой расход сжатого воздуха для однотипного оборудования

$$V_{\text{ср}} = nV_n k_n k_o,$$

где  $n$  — число единицы однотипного оборудования;  $V_n$  — расход сжатого воздуха при работе оборудования (по паспорту);  $k_n$  — коэффициент использования оборудования;  $k_o$  — коэффициент одновременности работы однотипного оборудования.

Годовой расход сжатого воздуха по цеху

$$V_{\text{цех. год}} = \sum V_{\text{ср}} \Phi_d,$$

где  $\Phi_d$  — годовой действительный фонд времени работы однотипного оборудования.

Увеличение расхода сжатого воздуха объясняется применением пневмотранспорта (50—100 м<sup>3</sup>/т) для сухих песков и других сыпучих материалов.

С учетом превышения максимальных нагрузок над среднечасовой и имеющих утечек сжатого воздуха расчетный расход его для компрессорной станции

$$V_{\text{год}} = \sum V_{\text{цех. год}} k_{\text{э. п.}}$$

где  $k_{\text{э. п.}}$  — коэффициент, обычно  $k_{\text{э. п.}} = 1,6 \div 1,8$ .

Укрупненно расход сжатого воздуха для производства отливок из СЧ составляет 1000—1300 м<sup>3</sup>/т; из КЧ 1200—1500 м<sup>3</sup>/т; из стали 1400—1800 м<sup>3</sup>/ч. Абсолютное давление сжатого воздуха на компрессорной станции 7—8 кгс/см<sup>2</sup>, у потребителей, как правило, 6—3 кгс/см<sup>2</sup>.

При определении числа компрессоров предусматривают резерв для обеспечения работы предприятия (цеха) при остановке одного из агрегатов.

Для охлаждения компрессоров применяют оборотную систему водоснабжения с искусственными охладителями (градирни, брызгальные бассейны).

Для автоматических формовочных линий обычно требуется сухой сжатый воздух, поэтому перед воздухоприемником устанавливают осушитель.

Для выравнивания давления в сети, сепарации воздуха от масла и воды применяют воздухохранилища (ресиверы). Последние, например, требуются перед участком установки камерных насосов для пневмотранспорта формовочных материалов. Ресиверы, обычно, устанавливают вне цеха.

Объем воздухохранилища, м<sup>3</sup>

$$V = 0,5 \sqrt{10N_{\text{н}}}$$

где  $N_{\text{н}}$  — производительность компрессора, м<sup>3</sup>/мин.

#### 4. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ, КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

До начала проектирования необходимо оформить разрешение и технические условия на присоединение объекта к сетям энергоснабжающей организации, согласовать применение электропечей и других электронагревательных устройств мощностью более 50 кВт.

В электротехнической части ТРП (ТП) определяют установленную мощность электроприемников и расходы электроэнергии по корпусам, число трансформаторных подстанций, распределительных устройств, высокочастотных станций и общую потребляемую мощность по заводу. Согласовывают размещение трансформаторных подстанций, пультов управления и других устройств на планировках оборудования и разрабатывают цеховые сети электроснабжения и электроосвещения. На генплане размещают сооружения электроснабжения и составляют схемы и проекты электроснабжения, освещения и слаботочного хозяйства предприятия.

Проекты внешнего электроснабжения обычно разрабатывают специализированные проектные институты (Энергосетьпроект и др.).

**Электроснабжение.** Распределение электроэнергии к главным понижающим подстанциям (ГПП) осуществляется высоковольтными линиями электропередач (ЛЭП). На ГПП устанавливают, как правило, два трансформатора. Межцеховые кабельные линии прокладывают в траншеях, каналах или тоннелях.

В цехах комплектные распределительные устройства (КРУ) совмещают с комплектными трансформаторными подстанциями (КТП) и комплектными конденсаторными установками (ККУ), которые выпускаются промышленностью. КТП имеют один-два трехфазных трансформатора с первичным напряжением 6—10 кВ (реже 35), мощностью 1000, 1600 и 2500 кВ·А. Для питания дуговых электропечей применяют специальные трансформаторы. Для ограничения токов коротких замыканий при расщеплении шихты в кожух печного трансформатора встраивают реактор. Обеспечивается возможность выкатки трансформаторов из помещения подстанции в зону, обслуживаемую грузоподъемными средствами. Питание цеховых КТП ведется КРУ от заводской магистральной сети 6—10 (35) кВ.

Внутрицеховые электрические сети прокладывают скрытым или (преимущественно) открытым способом. Во взрыво- и пожароопасных помещениях электросиловое оборудование сети и другие электроустановки применяют в специальном взрывобезопасном исполнении.

Среднюю активную нагрузку (кВт) за максимально загруженную смену определяют исходя из установленной (номинальной) мощности электроприемников  $P_{\text{н}}$

$$P_{\text{см}} = k_{\text{н}} P_{\text{н}}$$

где  $k_{\text{н}}$  — коэффициент использования.

Средняя реактивная нагрузка (квар)

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \operatorname{tg} \varphi,$$

где  $\operatorname{tg} \varphi$  соответствует коэффициенту мощности  $\cos \varphi$ .

Получасовые максимальные активные нагрузки (кВт) определяют умножением средних нагрузок на коэффициент максимума  $k_{\text{max}}$

$$P_{\text{max}} = k_{\text{max}} P_{\text{см}}$$

Максимальные реактивные нагрузки  $Q_{\text{max}} = Q_{\text{см}}$ .  
При эффективном числе электроприемников  $< 10$

$$Q_{\text{max}} = 1,1 Q_{\text{см}}$$

Общую электрическую нагрузку определяют сложением силовых и осветительных нагрузок с добавлением потерь в трансформаторах. Полная максимальная нагрузка (кВ·А)

$$S_{\text{max}} = \sqrt{P_{\text{max}}^2 + Q_{\text{max}}^2}$$

Для обычных осветительных электроприемников учитывают максимальную активную нагрузку  $P_{\text{max}}$ , а для люминесцентных ламп и реактивную нагрузку.

Для компенсации реактивных нагрузок с резкопеременным режимом (сварочные аппараты и др.) и для повышения  $\cos \varphi$  предусматривают установку статических конденсаторов, применение синхронных двигателей (для поршневых компрессоров, насосов) и других компенсирующих устройств. Обычно выгодной бывает частичная компенсация реактивных нагрузок (несколько больше  $1/2 Q_{\text{max}}$ ).

Для наиболее характерных групп электроприемников значения  $\cos \varphi$ ,  $k_n$ ,  $k_c$  (коэффициента спроса) приводят в справочных материалах. Соотношение коэффициентов  $k_c = k_{\text{max}} k_n$ . Величину  $k_{\text{max}}$  также определяют по справочным таблицам в зависимости от эффективного числа электроприемников  $n_s$  и  $k_n$ . Упрощенно  $n_s$  определяют делением общей установленной мощности электроприемников на половину мощности максимального приемника.

Пример расчета электрических нагрузок цеховой сети приведен в форме 28.

Мощность конденсаторов и реактивные нагрузки синхронных двигателей берут со знаком минус.

Число цеховых КТП при  $k_s = 0,67$  составит

$$2140 : 0,67 = 2 \times 1600 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Кроме того, устанавливают трансформаторы для дуговых электропечей  $2 \times 1800 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ .

Годовой расход активной энергии

$$W_r = P_{\text{max}} T_{\text{max}} = 4966 \cdot 3200 = 15,8 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $T_{\text{max}}$  ( $T_{\text{max p}}$ ) — годовое число часов использования максимума электрических нагрузок при двухсменной работе.

Годовой расход реактивной энергии на стороне 6 кВ

$$V_r = Q_{\text{max}} T_{\text{max p}} = 1782 \cdot 3500 = 6,2 \cdot 10^6 \text{ квар}.$$

Средние значения на стороне 6 кВ

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{6,2}{15,8} = 0,39; \cos \varphi = 0,93.$$

В ТЭО общую потребность в активной электроэнергии (кВт·ч) можно определять по удельному расходу на 1 т годных отливок. Для СЧ 300—

ФОРМА 28. Пример расчета электрических нагрузок цеховой сети

Узлы питания и группы электроприемников	Число электроприемников, $n$ Рабочих/резерв	Установленная мощность, кВт		$m = P_{н\max}/P_{н\min}$	$k_n$	$\cos \varphi / \lg \varphi$	Средняя нагрузка за наиболее загруженную смену		Эффективное число электроприемников $n^3$	$k_{\max}$	Максимальная нагрузка		
		одного max/min	$P_n$ общая/резерв				$k_n P_n = P_{см}$ , кВт	$P_{см} \lg \varphi = Q_{см}$ , квар			$k_{см} P_{см} = P_{\max}$ , кВт	$Q_{\max} = Q_{см}$ при $n^3 \geq 10$ , $Q_{\max} = 1,1 Q_{см}$ , квар	$V \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = S_{\max}$ , кв·А
Смесприготовление . . .	92/—	—	655/—	—	0,55	0,75/0,88	360	315	—	—	—	—	—
Различные машины . . .	76/—	—/5	800/—	—	0,12	0,5/1,73	96	166	—	—	—	—	—
Краны . . . . .	70/—	100/—	1560/—	100/5	0,26	0,5/1,73	406	705	4 490	—	—	—	—
Печи сопротивления . . .	14/—	—	420/—	—	0,5	0,95/0,33	210	69	2	—	—	—	—
Вентиляторы . . . . .	52/—	—	845/—	—	0,65	0,80/0,75	550	413	100	—	—	—	—
Освещение . . . . .	—	—	210/—	—	0,95	1,0/0,0	200	—	—	—	—	—	—
Итого по цеху . . .	304/—	100/5	4490/—	20	0,41	0,74/0,92	1822	1668	90	1,09	1986	1668	—
Конденсаторы 0,38 кв	—	—	—	—	—	—	—	—909	—	—	—	—900	—
Итого нагрузка 0,38 кв	—	—	—	—	—	0,92/0,42	1822	768	—	—	1986	768	2140
Потери в ТП (2X 1600 кв·А) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	132	—	—	—	132	—
Всего на стороне кв ТП цеха . . . . .	—	—	—	—	—	0,90/0,49	1822	900	—	—	1986	900	2170
Дуговые печи (2X 1800 кв·А) . . . . .	—	—	3240	—	0,65	0,90/0,49	2100	1015	—	1,16	2440	1130	2680
Компрессор с синхронным двигателем 6 кв	—	—	600	—	0,77	0,90/0,49	463	—226	—	1,17	540	—248	—
Всего на стороне 6 кв цеха . . . . .	—	—	8330	—	0,53	0,93/0,38	4385	1689	—	1,14	4966	1782	5300

500 кВт·ч/т при плавке в вагранках, для стали 1600—2200 кВт·ч/т (большие значения интервала относятся к основному процессу при плавке в дуговых электропечах). При использовании индукционной плавки удельный расход равен 1100—2100 кВт·ч/т (большие значения интервала относятся к КЧ и ВЧ).

**Электроосвещение.** Для общего освещения отделений и участков литейных цехов применяют газоразрядные источники света типа ДРЛ или ДРИ. Для общего освещения пультовых помещений, цеховых лабораторий, а также для местного освещения участков изготовления форм и приемки отливок применяют люминесцентные лампы типа ЛБ и ЛХБ. Аварийное освещение для продолжения работы предусматривают в плавильном отде-

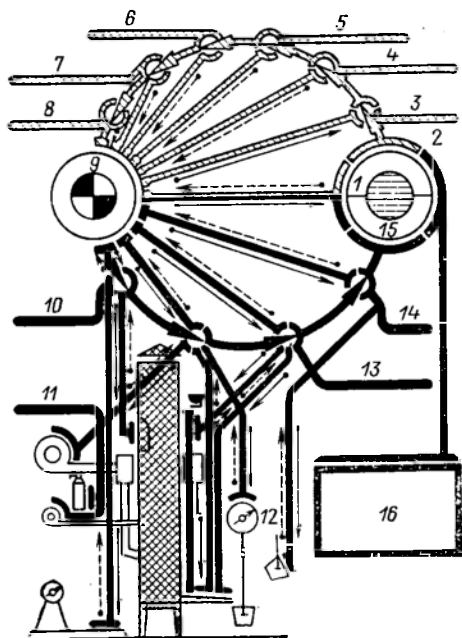


Рис. 118. АСУП оптимизации выплавки серого чугуна в вагранке холодного дутья (Франция). Ввод информации в ЭВМ показан тонкими штриховыми линиями. Схема расчета оптимального состава шихты (заштрихованные линии):

1 — задаваемая марка чугуна, структура, обрабатываемость; 2 — время охлаждения заливки отливки в форме и диаметр контрольного образца; 3 — интервалы химического состава чугуна; 4 — состав и количество модификатора; 5 — угар; 6 — науглероживание; 7 — возврат и добавляемые материалы, сорта, цены; 8 — имеющиеся шихтовые материалы (сорт, цена); 9 — калькуляционный расчет и выбор оптимального состава шихты. АСУ показана тонкими сплошными линиями. Общая схема АСУП плавки чугуна (толстые сплошные линии); 10 — загрузка вагранки, последовательность по сортам; 11 — обеспечение температуры (дутье, кислород, газ); 12 — производительность вагранки; 13 — анализы чугуна, регулирование модифицированием через дозирующие устройства; 14 — разливка — начало, конец; 15 — расчетные и полученные результаты; 16 — марка, свойства, цена чугуна

лении, на пультах управления. Проектируют аварийное освещение для эвакуации людей из помещений.

Для общего освещения используют напряжение 380/220 В. Лампы местного стационарного и переносного освещения должны иметь напряжение 36 В. Питание осветительных и силовых потребителей может быть от общих или отдельных трансформаторов.

**Слаботочное хозяйство.** Кроме телефонной станции, производственной громкоговорящей связи, промышленного телевидения, документальной связи (телетайпа) в проекте предусматривают электрочасификацию, тревожную сигнализацию (пожарную, охранную), звонковую сигнализацию и др. Схему организации связи завода, на основании которой ведут проектирование, выполняют на одном чертеже с решением административно-хозяйственной, диспетчерской и технологической связи. При необходимости предусматривают фототелеграфные связи.

**Автоматизация производственных процессов.** При поставке современного оборудования контрольно-измерительные приборы и средства автоматики (КИП и А) входят в состав комплектов этого оборудования.

Основой задания на проектирование КИП и А является функциональная производственная схема автоматизации (блокировки), в дополнение к которой дается перечень контролируемых и регулируемых параметров с учетом характеристики приборов (сигнализация, показания, запись, счет и т. д.) Автоматизированные системы управления технологическими процессами,

агрегатами на базе современных средств вычислительной техники (АСУТП) применяют в тех случаях, если они оговорены в ТЭО и в задании на проектирование. Для разработки проекта АСУТП привлекают специализированные организации.

На рис. 118 приведена поэтапная схема АСУТП оптимизации производства СЧ, выплавляемого в вагранке.

При проектировании литейных цехов преобладает организация различных поточно-транспортных систем (ПТС) и других установок из отдельных или целых групп механизмов и оборудования, изготовляемых различными заводами. В этом случае разрабатывают проекты автоматизации управления и предусматривают укомплектование ПТС или других установок КИП и А. На щитах диспетчерского пульта управления предусматривают мнемонические схемы, показывающие расположение механизмов и транспортных связей между ними. Рекомендуется установка светового табло, на котором автоматически указывается остановившийся механизм ПТС с одновременной фиксацией продолжительности простоя того или иного оборудования на самозаписывающих приборах.

## УКАЗАНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

### 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Важнейшими проблемами строительного проектирования промышленных предприятий являются выбор места для строительства, планировка, организация и застройка территории, определение строительного типа производственного здания, в наибольшей степени обеспечивающего возможности оптимального размещения технологического процесса.

Учитывая необходимость выполнения большого объема строительства в нашей стране, следует ориентироваться на индустриализацию строительства: унификацию, типизацию и стандартизацию элементов зданий.

Основные направления в строительном проектировании литейных предприятий определяют следующие факторы:

- 1) удовлетворение требованиям технологии;
- 2) учет климатических условий района;
- 3) рациональная экономия затрат на строительство и эксплуатацию зданий;
- 4) сокращение сроков проектирования и строительства;
- 5) экономное использование земель под строительство;
- 6) широкое применение каркасных зданий преимущественно из унифицированных железобетонных конструкций;
- 7) создание производственных и вспомогательных зданий (административно-бытового назначения), отвечающих не только экономическим, но и эстетическим требованиям.

При разработке ТЭО выявляют строительные решения объектов, основные габариты производственных и вспомогательных цехов, зданий культурно-бытового и административного назначения. Территории, отводимые под строительство, изучают с целью выбора промышленной площадки, отвечающей специфическим требованиям производства и интересам народного хозяйства.

Часто представляют несколько вариантов генерального плана, а также объемно-планировочных и конструктивных решений. Окончательный вариант определяют в процессе рассмотрения комплекса задач, связанных с техническими, строительными и экономическими вопросами, с учетом социальных, градостроительных, организационных и эксплуатационных факторов.

После утверждения ТЭО последующие стадии ТП или ТРП разрабатывают на основании архитектурно-планировочного задания (АПЗ).

В АПЗ указывают особенности территории и природных условий, характеристики существующих ближайших населенных пунктов и промышленных предприятий, архитектурно-планировочные требования к планировке и композиции промышленного комплекса, требования санитарной, пожарной инспекции и коммунального хозяйства.

Одновременно согласовывают строительные конструкции и материалы, освоенные промышленностью данного района, и при необходимости дают разрешение на дефицитные фондируемые строительные материалы и оборудование.

ТП или ТРП разрабатывают по уточненной технологической планировке и прилагаемым к ней строительным заданиям, характеризующим специальные требования, предъявляемые к строительным конструкциям. В задании указывают нагрузки от технологического и транспортного оборудования на фундаменты, колонны, фермы, перекрытия, покрытия, полы и т. д.

Строительная часть проекта на стадии ТП, ТРП включает следующие разделы: генеральный план и транспорт (см. гл. XV), архитектурно-строительный и санитарно-технический.

РЧ являются последующей стадией разработки ТП (ТЭО) и основными документами для производства строительного-монтажных работ (СМР).

Отступления от утвержденного ТП (ТЭО), ухудшающие технико-экономические показатели, условия труда и архитектурно-строительные и эксплуатационные качества сооружения, в рабочих чертежах не допускаются.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

Производственные здания подразделяют на основные, обслуживающие (энергетического, складского, санитарно-технического и транспортного назначения), а также вспомогательные. К последним относятся здания, в которых размещают помещения санитарно-бытовые, общественного питания, здравоохранения, культурного обслуживания, управлений, конструкторских бюро, учебных занятий и общественных организаций.

Производственные здания делят на три класса капитальности (I, II, III), удовлетворяющие повышенным, средним и минимальным требованиям; по степени огнестойкости — на шесть категорий.

Строительные материалы и конструкции, отвечающие степени огнестойкости здания, выбирают в соответствии со строительными нормами и правилами.

Архитектурно-строительная унификация и типизация зданий развивается в направлении применения унифицированных габаритных схем (пролетов, высот), типовых конструкций, изделий и деталей, предназначенных для массового строительства. В основу типизации положена каркасная схема здания. Размеры строительных параметров зданий, строительных изделий и оборудования устанавливают на основе единой модульной системы (ЕМС), что обеспечивает возможность взаимозаменяемости строительных элементов зданий.

В строительной унификации за единицу принят модуль, равный 100 мм. Модульная сетка, на которой строят план, разрез, фасад здания, должна быть универсальной. Модуль определяет не только шаг колонн, пролеты, высоту помещений, но и расстояния в осях между несущими конструкциями, размеры плит покрытий и перекрытий, проемы окон, ворот, дверей.

Ширину пролетов и шаги принимают кратными укрупненным модулям 60М (6 м) и 30М (3 м), высоту этажей производственных зданий — кратной укрупненным модулям 12М (1,2 м) и 6М (0,6 м), зданий административно-бытового назначения — кратной модулю 3М (0,3 м).

В практике проектирования и строительства установилась следующая терминология параметров производственных зданий:

объемно-планировочный элемент — часть здания с определенными длиной, шириной, высотой пролета и шагом колонн;

объемно-планировочные параметры — основные линейные размеры объемно-планировочных элементов: пролетов, шагов колонн, высот и др. (рис. 119);

высота помещения — расстояние от пола до низа перекрывающих конструкций;

пролет — расстояние между разбивочными осями отдельных опор в направлении, соответствующем основной несущей конструкции перекрытия;

шаг колонн — расстояние между разбивочными осями — рядами ко-

лонн, определяющими расположение опор основных несущих конструкций в направлении, перпендикулярном пролету;

сетка колонн — расположение разбивочных осей и рядов колонн в плане.

Разбивочные оси здания на плане обозначают, как правило, снизу вверх по оси координат последовательно заглавными буквами русского алфавита (З и О не употребляют из-за графического сходства с цифрой три и нулем).

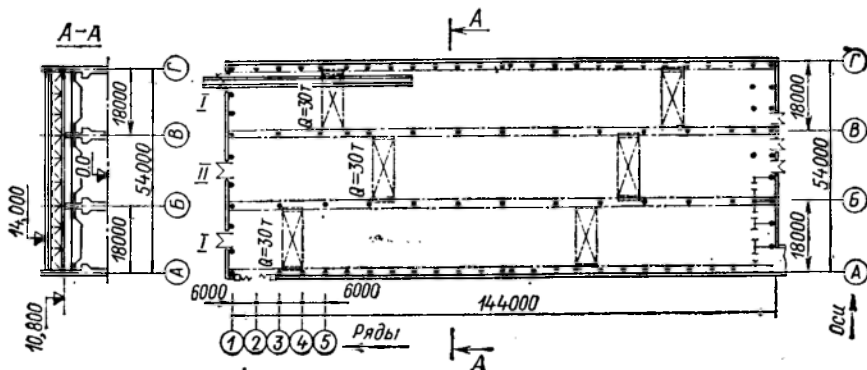


Рис. 119. Схема плана продольных пролетов (сетка колонн 18×6 и 18×12 м; через 72 м по длине пролета — температурный шов (т. ш.):

I — крайние пролеты; II — средний пролет

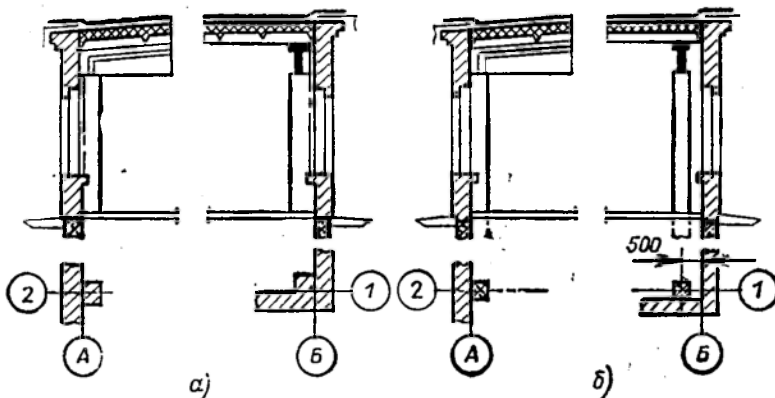


Рис. 120. Привязка элементов здания к разбивочным осям бескрановых зданий:

а — несущие стены с пилястрами, нулевая привязка внутренней грани стены;  
б — нулевая привязка со смещением осей торцовых ферм на 500 мм

Ряды шагов колонн нумеруют слева направо по оси абсцисс последовательно арабскими цифрами, начиная с единицы.

Ширину и высоту пролетов устанавливают в зависимости от расстановки и высоты технологического оборудования и типа подъемно-транспортных средств, массы и размеров деталей, высоты их подъема.

В бескрановых пролетах можно применять подвесные кран-балки грузоподъемностью  $Q = 0,5 + 5$  т, подвесные конвейеры, а также напольный транспорт. Кран-балки  $Q \leq 3,2$  т располагают в один или два ряда по ширине пролета, при  $Q > 3,2$  т — в один ряд.

В крановых пролетах высота до нижнего пояса фермы зависит от грузоподъемности мостовых кранов и их числа.

Унифицированные высоты пролетов для крановых цехов принимают следующие: 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18,0; 19,6 м; для бескрановых 6; 7,2; 8,4; 9,6 м.

Ширина пролетов  $l$  должна быть больше расстояния между подкрановыми путями мостового крана  $l_k$  на определенную величину  $l - l_k$ , зависящую от грузоподъемности мостового крана:

$Q, \text{ т}$ . . . . .	5—50	80—125	>125
$l - l_k, \text{ мм}$ . . . . .	1500	2000	2500

При установке кранов различной грузоподъемности на общих подкрановых путях ширину пролета принимают по наибольшей грузоподъемности.

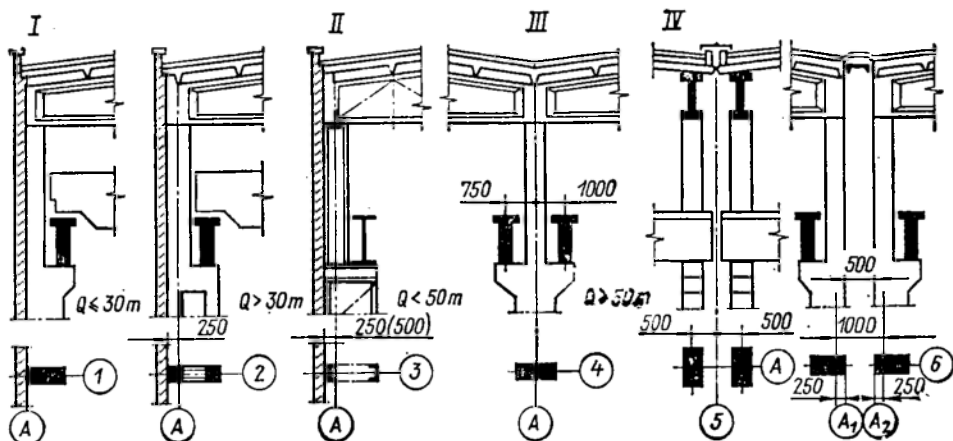


Рис. 121. Привязка элементов зданий к разбивочным осям зданий, оборудованных кранами: I — железобетонные колонны с шагом 6 и 12 м; II — стальные колонны; III — средние ряды колонн; IV — температурные швы; продольные оси показаны буквами, поперечные оси (ряды) — цифрами

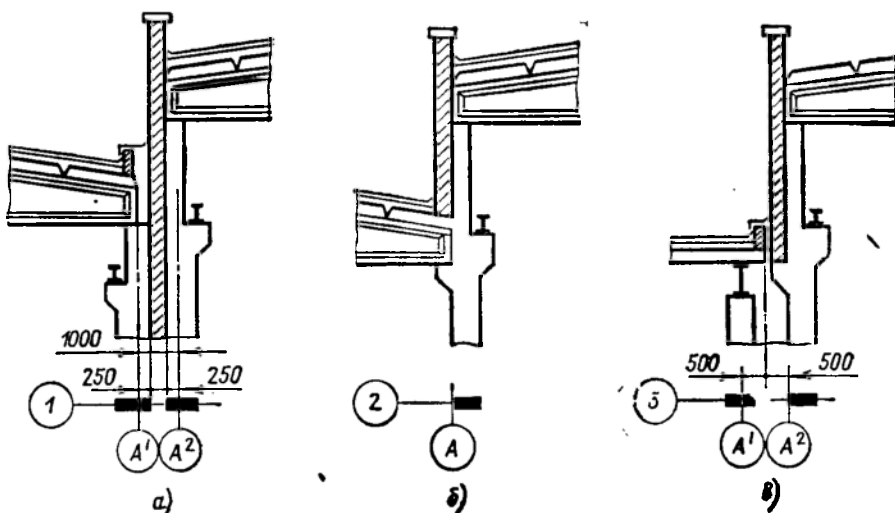


Рис. 122. Примыкание пролетов различных высот:

параллельные пролеты: а — перепад совмещен с температурным швом; б — перепад без температурного шва, нулевая привязка оси; взаимно перпендикулярные пролеты: в — перепад высот, температурный шов обязателен

Привязка элементов к разбивочным осям зданий показана на рис. 120 и 121.

Унифицированные типовые пролеты в зависимости от их блокирования подразделяют на средний и крайний при продольно-последовательном расположении, а также на продольные и поперечные (см. рис. 119). Продольные и поперечные пролеты в литейных цехах имеют различную высоту (в поперечных повышенных пролетах, как правило, размещают плавильные отделения, в пониженных — склады шихты).

Между продольными и поперечными пролетами, как правило, предусматривают температурный шов; примеры примыкания пролетов различной высоты и направления указаны на рис. 122.

### 3. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

**Каркасные здания.** Для литейных цехов проектируют здания каркасного типа. Несущий каркас состоит из колонн, установленных на фундаментах и связанных балками и фермами. Колонны и опирающиеся на них фермы образуют поперечные рамы, которые связаны в продольном направлении фундаментными обвязочными балками, подкрановыми балками, а также связями жесткости. Каркасы зданий бывают железобетонные сборные, монолитные и сборно-монолитные, а также металлические (стальные).

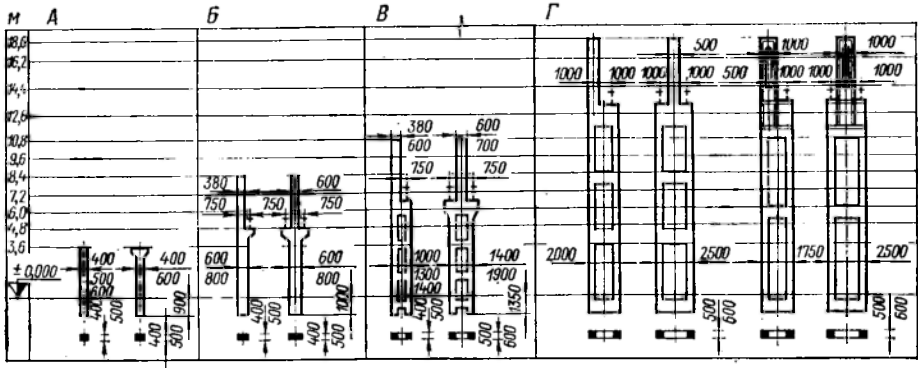


Рис. 123. Типовые унифицированные сборные железобетонные колонны (кратно 1,2 м; свыше 10,6 м —кратно 1,8 м):

А — колонны для бескрановых пролетов; Б — для кранов  $Q = 10, 20$  т; В — для кранов  $Q = 10, 20, 30, 50$  т; Г — колонны специального назначения для кранов с тяжелым режимом работы

Выбор строительных конструкций зданий зависит от назначения литейного цеха: массы выпускаемой продукции, применяемого технологического оборудования, способов механизации производства, нагрузок от технологического и кранового оборудования, а также объемно-планировочного решения здания.

Капитальное строительство в нашей стране ориентировано на максимальное применение унифицированных сборных железобетонных конструкций, дающих значительное сокращение трудоемкости работ и сроков строительства.

Применение стальных конструкций для несущего каркаса здания обеспечивает более широкие возможности формирования объема здания, упрощает конструктивные решения междуэтажных перекрытий с нагрузками  $> 3$  тс/м<sup>2</sup> (т. е. для цехов средних и крупных отливок), подвеску транспортного и технологического конвейерного оборудования к колоннам и фермам, а также улучшает интерьер цеха. Однако использование металла разрешается при обосновании технической необходимости и целесообразности.

**Элементы зданий.** Фундаменты и фундаментные балки применяют, как правило, сборные, железобетонные. При больших нагрузках на колонны фундаменты имеют достаточно большие размеры, что оправдывает использование монолитного железобетона.

Колонны подразделяют на наружные и внутренние. Шаг колонн по наружной оси принимают равным 6 м, по внутренней 12 м, что предопределено длиной ограждающих конструкций (стеновых панелей длиной 6 м). Сечение колонн зависит от воспринимаемых ими нагрузок. В зданиях с мо-

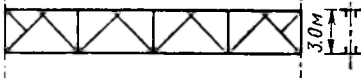


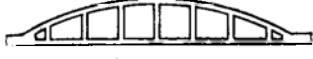

стовыми кранами колонны имеют консоли для опирания подкрановых балок. Колонны обычно имеют прямоугольное сечение для бескрановых пролетов размерами 40×40 и 40×60 см, для крановых 60×80 и 80×100 см. Для пролетов, обслуживаемых кранами  $Q \geq 50$  т, при тяжелом режиме работы кранов применяют двухветвевые колонны, поперечное сечение которых может достигать 100×250 см (рис. 123).

Подкрановые балки для кранов  $Q \leq 20$  т применяют железобетонные таврового сечения, для кранов  $Q > 20$  т при шаге колонн 12 м — металлические. При больших грузоподъемностях кранового оборудования в пролетах в качестве подкрановых балок используют стальные фермы.

Покрытие здания зависит от объемно-планировочного решения и применяемого материала. В отечественной практике для строительства литейных цехов применяют сборные железобетонные и металлические балки и фермы.

Фермы бывают плоские с параллельными поясами, скатные — раскосные и безраскосные. Для литейных цехов, имеющих большое число вентиляционных коммуникаций, рекомендуют безраскосные фермы (табл. 60). Фермы устанавливают на колонны и на подстропильные фермы в случаях, когда длина плиты перекрытия 6 м. Подстропильная ферма поддерживает стропильную и опирается на колонны средних рядов, расположенные через 12 м.

Таблица 60. Типы покрытий

Фермы	Схемы
Стропильные:	
плоская с параллельными поясами <sup>1</sup>	
скатная <sup>1</sup>	
сегментная раскосная <sup>2</sup>	
сегментная безраскосная <sup>2</sup>	
Подстропильная <sup>2</sup> (употребляется при шаге колонн 12 м)	
<sup>1</sup> Фермы стальные. <sup>2</sup> Унифицированные железобетонные фермы.	

В зарубежной практике, где широко используют металлические конструкции и монолитный железобетон, применяют своды-оболочки и пространственные структуры, позволяющие значительно увеличивать шаг колонн.

Ограждающие конструкции. Стены производственных зданий подразделяют на несущие, самонесущие, фахверковые.

Несущие стены, воспринимающие нагрузку от перекрытия, выполняют в основном из кирпича.

Самонесущие стены несут функцию ограждающей конструкции и воспринимают нагрузки от силы тяжести, гибко связаны с каркасом здания. Стены этого типа наиболее употребительны в практике строительства.

Фахверковые стены, как правило, применяемые для ограждения торцов пролетов, не воспринимают никаких нагрузок, сила тяжести передается на каркас, к которому эти стены крепятся. Торцовые стены пролетов часто

имеют значительную высоту и ширину и воспринимают горизонтальную ветровую нагрузку. Для обеспечения устойчивости кирпичные стены усиливают пилястрами, в каркасных зданиях устанавливают дополнительные стойки фахверка на самостоятельных фундаментах.

В качестве стенового материала в отечественной практике наиболее широко используют керамзитобетонные панели. К прогрессивным типам стен относятся облегченные крупнопанельные листовые и многослойные конструкции. Листовые материалы применяют для неотапливаемых зданий. Многослойные конструкции получили широкое распространение за рубежом и внедряются в отечественную практику строительства. Эти конструкции состоят из наружной и внутренней облицовки и имеют внутреннее эффективное теплозаполнение. В качестве облицовки применяют асбоцемент, алюминий, эмалированный или оцинкованный металл.

**Кровли.** Кровельное покрытие зависит от типа покрытия здания (фермы плоские, скатные, структурное покрытие и т. д.), климатических условий местности и внутреннего режима помещения. В зависимости от принятых решений вентиляции и освещения кровли проектируют фонарными или бесфонарными. В каркасных зданиях по сборным железобетонным или металлическим фермам укладывают сборные железобетонные плиты покрытия длиной 6 или 12 м или стальной штампованный настил.

Наиболее употребительны рулонные многослойные кровли из водостойких материалов, которые укладывают по битумной мастике на слой утеплителя.

В многопролетных зданиях устраивают внутренний отвод воды через воронки в кровле и стояки в ливневую канализацию.

**Фонари производственных зданий.** Тип фонарей назначают в соответствии с технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями и климатическими условиями района строительства. Устраиваемые на кровлях производственных зданий фонари подразделяют на световые, аэрационные и светоаэрационные, по расположению относительно пролетов — на ленточные и точечные, по конструктивному решению — на надстройки с двусторонним и односторонним остеклением и зенитные фонари (плафоны). Для центральной климатической зоны рекомендуются двусторонние фонари с вертикальным остеклением либо зенитные плафоны. Для южных районов — односторонние фонари (шеды), ориентированные на север, что защищает помещения от теплового и светового действия прямых солнечных лучей. В помещениях с большими тепловыделениями применяют светоаэрационные фонари. Типы светопрозрачных устройств на кровле приведены в табл. 61.

Для обеспечения непрерывной естественной вентиляции цехов необходимо использовать специальные незадуваемые фонари или фонари с ветрозащитными щитами.

Расстояние от торцов фонарей до наружных стен здания или до стен в местах перепадов высот здания следует принимать равным шагу стропильных конструкций (6 или 12 м). Фонари проектируют длиной  $\leq 84$  м.


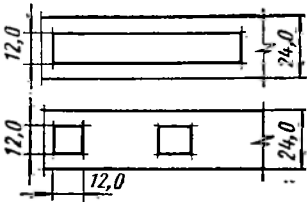

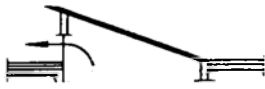

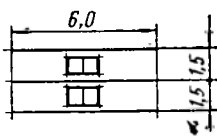
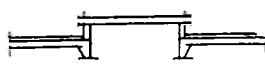
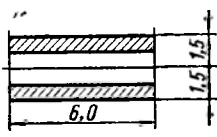
Фонарная надстройка сложна в эксплуатации, увеличивает стоимость здания, затрудняет эксплуатацию кровли, имея в виду водный и снеговой режим покрытия, увеличивает теплопотери здания, поэтому в СССР ведутся разработки новых типов фонарей, размещаемых в плоскости кровли (световых куполов, скатных и плоских плафонов из оргстекла, стеклопакетов и стеклопластиков и пр.).

**Полы.** Одним из важных элементов здания являются полы. Ввиду большой трудоемкости и стоимости изготовления (в производственных зданиях они составляют 10—20% стоимости здания) наиболее рационально применять такие полы, которые можно изготавливать промышленными способами.

Конструкции полов состоят из покрытия, прослойки, стяжки и основания (в отдельных случаях — гидроизоляции).

В литейных цехах полы должны обладать высокой прочностью и стойкостью к износу и воздействию агрессивных средств, расплавленных материа-

Таблица 61. Типы светопрозрачных устройств на кровле

Устройства и схемы	Размеры, м	Варианты установки на кровле
<p>Светоаэрационные: фонари</p> 	<p>6×12 12×12 12×18,24 и более</p>	
	<p>6×12 12×12 12×18,24 и более</p>	
<p>шеды</p> 	<p>6×12; 18; 24 и более</p>	
<p>Светопрозрачные: фонари</p> 	<p>1,2×1,2</p>	
<p>плафоны</p> 	<p>6×1,5 6×3 12×3</p>	

лов, а также раскаленных деталей. В зависимости от вида производства нагрузки на полы колеблются от 0,5 до 5—10 тс/м<sup>2</sup> и более, поэтому высокие требования предъявляются не только к устройству особо прочных покрытий, но и их подготовке (прослойки и стяжки).

В двухэтажных зданиях литейных цехов дополнительные динамические нагрузки на полы оказывает передвижной напольный транспорт. Для придания прочности полам по перекрытиям из сборных железобетонных плит предусматривают слой из монолитного бетона толщиной 100 мм, конструктивно армированного рулонными арматурными сетками. Наиболее устойчиво монолитное железобетонное перекрытие.

Участки полов, подвергающиеся значительным механическим воздействиям, целесообразно облицовывать стальными штампованными перфорированными плитами толщиной 1,5 или 3 мм, а в особых случаях рифлеными плитами толщиной 8 мм с анкерами.

В зависимости от характера производства и нагрузок на полы и перекрытия в отделениях литейного цеха применяют различные типы полов (табл. 62).

Динамические и вибрационные нагрузки, а также нагрузки от стационарного оборудования указывают дополнительно в строительном задании.

При проектировании необходимо учитывать коэффициенты перегрузки: 1, 2 для междуэтажных перекрытий и 1, 5 для перекрытий тоннелей.

Таблица 62. Расчетные нагрузки на полы и перекрытия, материалы полов

Отделения и участки цеха	Расчетная нагрузка, т/м <sup>2</sup> , при максимальной массе отливок, кг			Варианты рекомендуемых типов материалов полов
	< 1000	≤ 5000	> 5000	
Плавильное отделение . . . . .	3—4	8—10	10—15	IV, V, VI
Формовочное отделение:				
формовки в почву . . . . .	—	5—6	10—15	IV, V, VI
машинной и пескометной формовки . . . . .	3—4	5—6	10—15	I, II, VI
Участок заливки на конвейере . . . . .	3—4	5—6	—	IV
Выбивное отделение . . . . .	3—4	5—6	10—15	I, II, VI
Стержневое отделение . . . . .	2—3	2—3	3—4	I, II, VI
Смесеприготовительное отделение	3—4	3—4	3—4	I, II, III, VI
Отделение обрубки . . . . .	3—4	5—6	10—15	I, VI
Склады шихты и формовочных материалов . . . . .	5	5	5	I, V
Закрома формовочных материалов	10—15	10—15	10—15	I, VI
Магистральные проезды . . . . .	5	5	5	VI
Железнодорожный путь . . . . .	5	5	5	VII

Примечания: 1. Типы материалов полов: I — бетонные плиты с железобетонным покрытием; II — плиты из высокопрочного бетона, изготавливаемые методом прессования; III — сборные железобетонные плиты; IV — плиты из жаростойкого бетона; V — стальные рифленые плиты толщиной 8 мм с анкерами; VI — стальные перфорированные плиты толщиной 1,5—3 мм; VII — брусчатка.

2. Предельные нагрузки на междуэтажное перекрытие второго этажа 5 тс/м<sup>2</sup>.

Обязательным является устройство прочных и гладких полов для удобной уборки помещений централизованными и передвижными пылесосными установками.

#### 4. ЭТАЖНОСТЬ ЗДАНИЙ

**Одноэтажные здания.** В практике промышленного строительства наиболее распространены одноэтажные здания. Этот исторически сложившийся тип здания предопределен условиями производства, размещаемого на одном уровне. Одноэтажные здания подразделяют на здания павильонной и сплошной застройки, пролетные и зальные типы.

Здания павильонной застройки имеют небольшое число пролетов, обеспечивающих боковое остекление и естественное проветривание с забором воздуха через проемы в стенах и вытяжку через аэрационные фонари.

Здания сложной застройки — многопролетные корпуса большой ширины, рассчитываемые на искусственную вентиляцию, имеют многоскатную или плоскую кровлю с внутренним водоотводом.

В зданиях сплошной застройки рекомендуется параллельное расположение пролетов. Однако по условиям производства к ряду параллельных пролетов с одной или с двух сторон могут примыкать перпендикулярные пролеты. При проектировании следует сохранять идентичность размеров пролетов и высот, если это не нарушает технологического потока.

Пролетный тип здания характеризуется применением унифицированных конструкций, т. е. для зданий без мостовых кранов ширина пролетов может быть 12, 18 и 24 м, для зданий, оборудованных кранами, 18, 24, 30 и 36 м.

При проектировании здания зального типа с пролетами большой ширины с увеличенным шагом колонн (24 × 24, 24 × 36, 36 × 36 м) требуется применение специальных индивидуальных конструкций (монолитного железобетона, сводов, оболочек и пр.). Такие решения не являются массовыми, однако следует отметить, что за рубежом для литейных цехов используют такие здания. В этих случаях один или два пролета имеют мостовые краны, остальная часть обслуживается напольным транспортом.

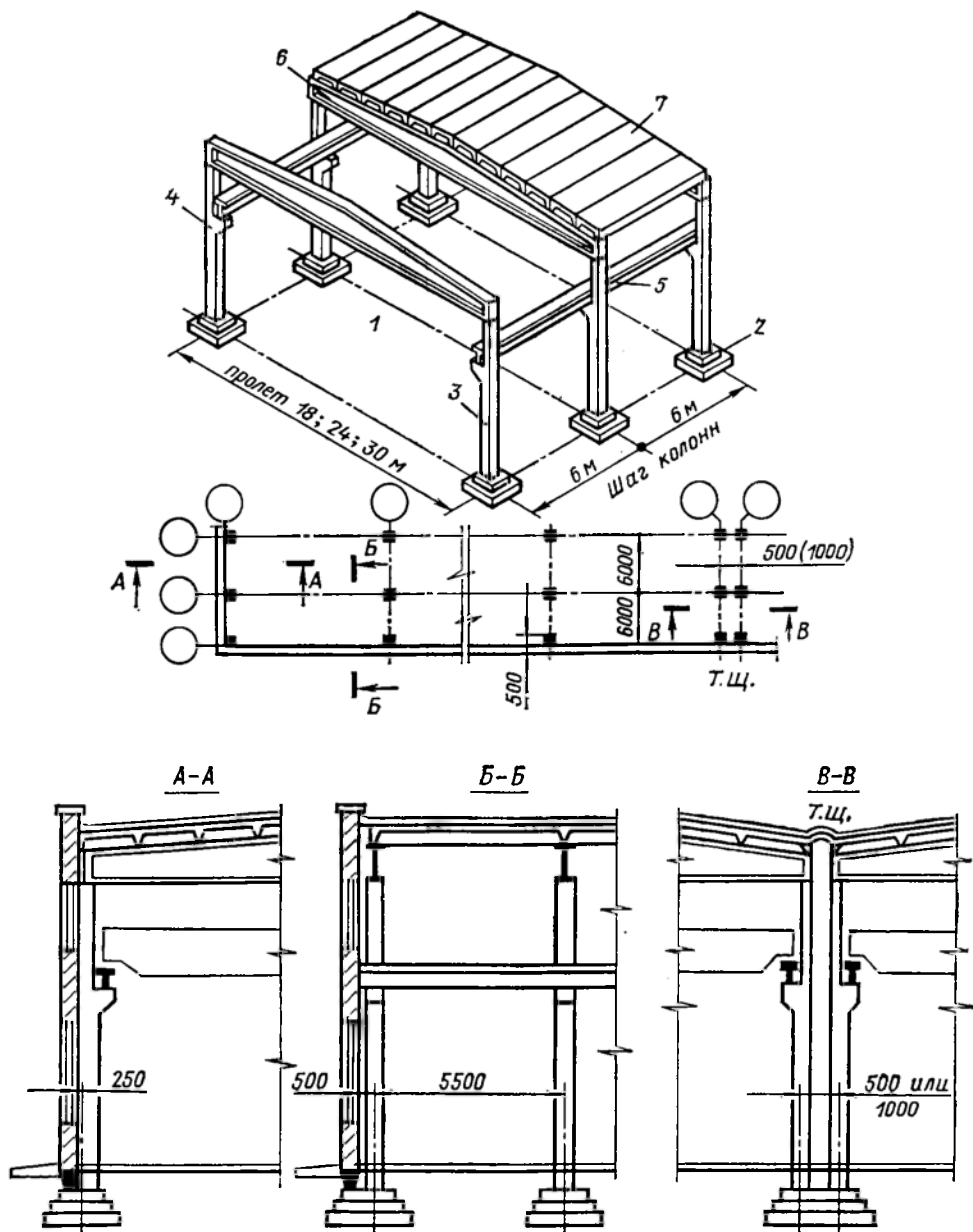


Рис. 124. Конструктивная схема производственного здания, оборудованного кранами:

1 — разбивочные оси; 2 — сборные железобетонные фундаменты; 3 — сборные железобетонные колонны; 4 — консоли колонн; 5 — подкрановые балки; 6 — стропильные балки; 7 — плиты покрытий

В одноэтажных производственных зданиях рекомендуется крупная сетка колонн  $18 \times 12$ ,  $24 \times 12$  м и более. Применение мелкогабаритной сетки колонн не позволяет рационально использовать производственную площадь, затрудняет реконструкцию цехов при модернизации технологического оборудования. Вспомогательные службы, технологические и санитарно-технические разводки в одноэтажных цехах размещают, как правило, на антресолях, в подвалах, в тоннелях, во вставках между пролетами.

Одноэтажные здания проектируют в соответствии с действующими каталогами сборных железобетонных конструкций для промышленного строительства (рис. 124). Стальные каркасы применяют для цехов, имеющих

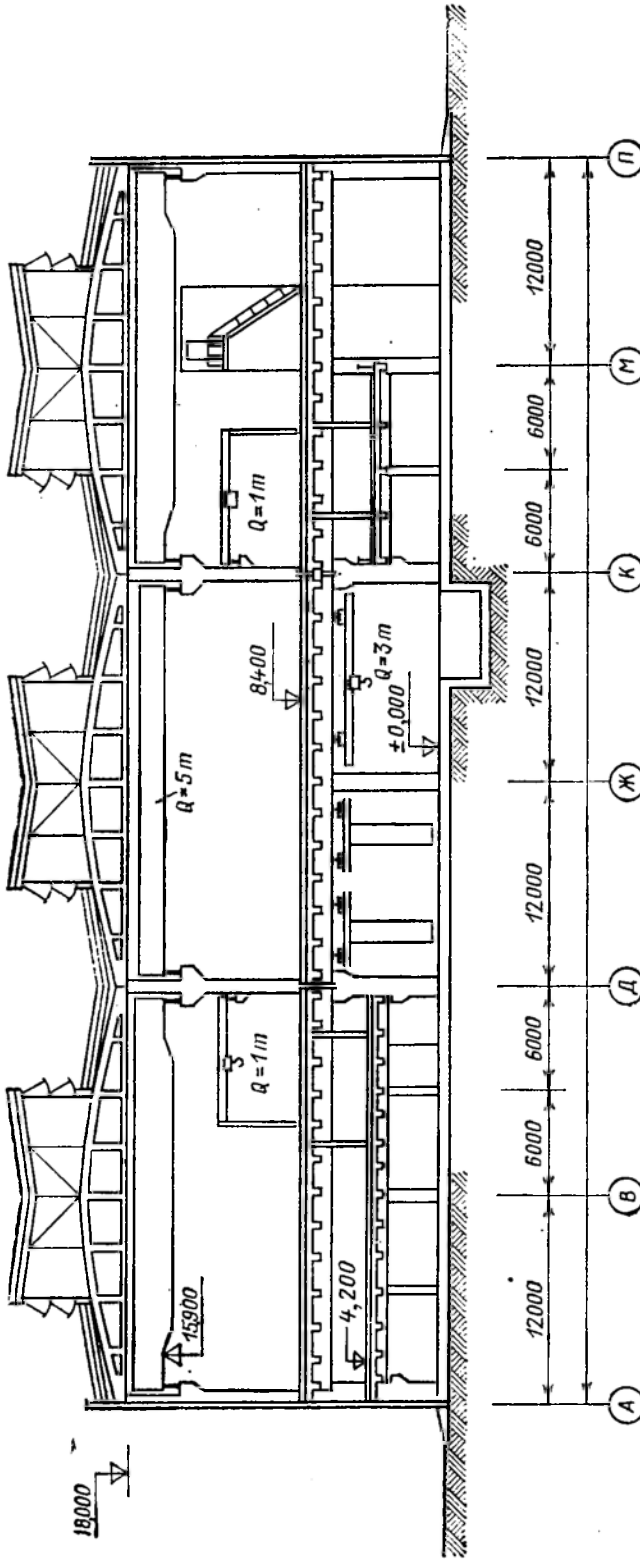


Рис. 125. Разрез двухэтажного литейного цеха, выполненного из сборного железобетона. Пол второго этажа на отметке 8400 мм. Промежуточные площадки на отметке 4200 мм для размещения конвейеров охлаждения отливок. Здание перекрыто сборными железобетонными безраскосными фермами, на кровле светоаэрационные фонари

крупногабаритное оборудование и краны со значительной грузоподъемностью и динамическими нагрузками.

**Многоэтажные производственные здания.** Такие здания проектируют для производств с размещением производственного потока в вертикальном направлении или в двух-трех уровнях. На первом этаже рекомендуется располагать производства с мокрыми процессами, вспомогательные и складские службы, на втором — основные производственные отделения, требующие увеличенной сетки колонн, крановое оборудование, производства с высокими требованиями к естественному освещению, а также со значительными тепло- и газовойделениями, взрывоопасные, пожароопасные помещения и участки.

В последние годы для легких производств, в первую очередь для конвейерных цехов поточного производства, проектируют двухэтажные здания с размещением основных производственных отделений на втором этаже. Горизонтальная разводка коммуникаций и транспортных технологических средств осуществляется в пределах объема первого этажа с использованием промежуточных площадок, вертикальная разводка — в специальных шахтах, размещаемых в пределах колонн или совмещаемых с узлами вертикального транспорта, лестничными клетками, лифтами, подъемниками и т. п.

Строительные параметры второго этажа идентичны строительным параметрам одноэтажных зданий (ширины и высоты пролетов, шаги колонн).

На первом этаже применяют более частую сетку колонн:  $6 \times 9$  м при пролете 18 м,  $6 \times 12$  или  $6 \times 6$  м в зависимости от нагрузок на перекрытие и конструкций при пролете 24 м (рис. 125). Конструкции

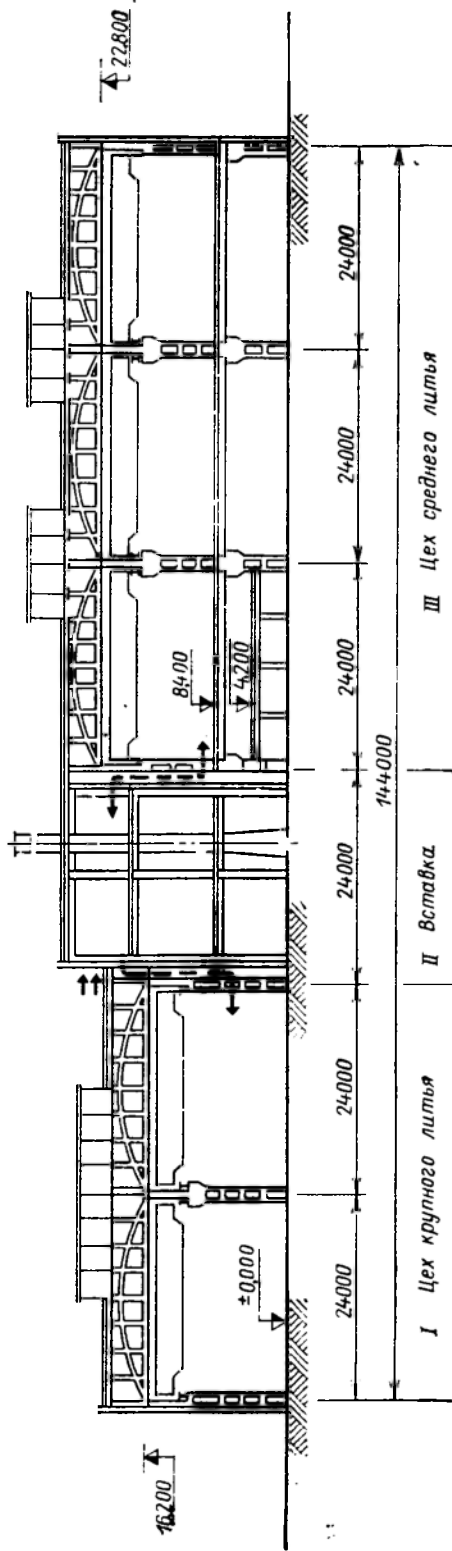


Рис. 126. Здание смешанной этажности:

I — одноэтажная часть — цех крупного литья; II — многоэтажная вставка между пролетами — вспомогательные, вентиляционные помещения, трубы вентиляции; III — двухэтажная часть — цех среднего литья

многоэтажных зданий выполняют из сборных железобетонных и из стальных конструкций. Однако при сборном железобетонном каркасе для междуэтажных перекрытий целесообразно использование металлических балок, учитывая, что при нагрузках на перекрытия порядка  $3 \text{ тс/м}^2$  сечения железобетонных балок достигают метровой высоты. Нередки случаи применения различных конструкций и для несущего каркаса здания: продольные пролеты в железобетонных конструкциях, поперечные, для размещения плавильных отделений, в стальных.

Такие решения обуславливаются конкретными проектными проработками. При нагрузках на перекрытие  $>5 \text{ тс/м}^2$  и при наличии кранов большой грузоподъемности целесообразно применение стальных конструкций для несущего каркаса здания.

**Здания смешанной этажности.** В практике проектирования литейных цехов иногда применяют здания смешанного типа, т. е. скомпонованные в продольном или поперечном направлении из пролетов различной этажности. Применение таких объемно-планировочных решений обусловлено следующими причинами: рациональным использованием объема здания; блокированием цехов различного назначения (цехов по производству мелких, средних и крупных отливок); использованием рельефа местности.

На стыке многоэтажной и одноэтажной частей здания целесообразно устройство многоэтажной вставки между пролетами для размещения вспомогательных служб, коммуникаций, проездов, проходов, а также лестниц и лифтов (рис. 126).

Независимо от типа здания — одноэтажного или двухэтажного — характерным для литейных цехов является применение зданий с пролетами различных направлений — продольных и поперечных. В последних размещаются, как правило, плавильные и шихтовые отделения, причем для складов шихты используются только одноэтажные пролеты.

## 5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Литейные цехи строят по индивидуальным проектам в соответствии с специально разработанной технологией для каждого цеха. Специфические условия литейного производства в настоящее время не позволяют унифицировать объемно-планировочное решение здания. В строительном проектировании типизация касается отдельных частей здания и конструктивных деталей.

Проектировщики разрабатывают и выпускают комплект чертежей архитектурно-строительной части следующих марок: архитектурные — АР, конструктивные: КЖ — железобетон, КМ — металл, КМД — металл, детали.

Архитектурно-строительные чертежи выполняют отдельно для каждого этажа здания в масштабе  $1 : 200$ ,  $1 : 400$ , реже  $1 : 500$  и  $1 : 100$ , технологические планировки разрабатывают в масштабе  $1 : 100$ .

Среди специальных мероприятий строительного проектирования литейных цехов с учетом специфики производства следует отметить, что при значительных подвесных нагрузках от транспорта и оборудования целесообразно использование металлических ферм покрытия. С целью уменьшения уровня шума в рабочих помещениях до нормируемого наряду с совершенствованием шумящего технологического оборудования следует предусматривать общестроительные мероприятия, например изолирование оборудования в отдельные помещения, устройство кабин, а также применение звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов для стен, полов, перегородок и потолков.

Особое место в проектировании литейных цехов занимает устройство фундаментов под оборудование, которые должны быть достаточно прочными и выдерживать статистические и динамические нагрузки. Воздействие сотря-

сений и вибраций на машину непосредственно, на ее фундамент и на конструктивные элементы зданий не должно влиять на точность работы машины, на устойчивость стен, колонн и перекрытий зданий.

Тяжелое технологическое оборудование — плавильные печи, формовочные и выбивные машины, галтовочные барабаны, прессы, а также оборудование, вызывающее большие вибрации, следует располагать на специальных фундаментах. В двухэтажных зданиях литейных цехов такие фундаменты следует выполнять так, чтобы они проходили сквозь перекрытие и опирались на грунт. Фундаменты не должны давать значительной и особенно неравномерной усадки, вызывающей перекос машины.

## 6. КУЛЬТУРНО-БЫТОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В соответствии с действующими нормативами на современных промышленных предприятиях предусматривается культурно-бытовое обслуживание. С этой целью проектируют вспомогательные здания и помещения: санитарно-бытового назначения, общественного питания, здравоохранения, культурного обслуживания, управлений, конструкторских бюро, учебных занятий и общественных организаций. Вспомогательные здания и помещения рекомендуется размещать в местах с наименьшим воздействием шума, вибраций и других вредных факторов. Помещения для обслуживания работающих (бытовые) следует максимально приближать к рабочим местам, учитывая при этом, что работающие не должны проходить через производственные помещения с вредными выделениями, если они в этих помещениях не работают.

Помещения культурно-бытового назначения можно размещать внутри производственного здания, в пристройке к нему либо в отдельном стоящем здании, соединенном с цехом отопливаемым переходом (см. гл. XII). Площади вспомогательных помещений по видам культурно-бытового обслуживания литейных цехов указаны в табл. 63.

К объектам санитарно-гигиенического обслуживания относятся следующие бытовые помещения и устройства: гардеробные, душевые, умывальные, уборные, помещения для личной гигиены женщин, устройства питьевого водоснабжения, специальные помещения, требуемые по условиям производства, комнаты обогрева, раздачи молока, подсушки и обеспыливания одежды и т. п.

Состав специальных помещений и устройств зависит от санитарно-гигиенических условий производственных процессов.

Санитарная характеристика производственных процессов работающих устанавливается технологами, и по их заданиям рассчитывают необходимое оборудование, определяя планировочные решения административно-бытовых помещений. Преобладающими группами производственных процессов в литейных цехах являются IIб, IIв, IIг (табл. 64), для которых требуется устройство двух гардеробных помещений (одно для рабочей и другое для домашней и уличной одежды). Между гардеробными помещениями расположены блоки душевых с преддушевыми (рис. 127). Домашняя и уличная одежда

Таблица 63. Укрупненные показатели потребной общей площади по видам обслуживания

Вид обслуживания	Площадь на одного работающего по списочному составу, м <sup>2</sup>	
	рабочая	полезная
Санитарно-гигиеническое	2,7	3,5
Общественное питание . . .	0,6	0,78
Медицинское . . . . .	0,07	0,09
Культурно-массовое и цеховые общественные организации . . . . .	0,23	0,3
Местное бытовое обслуживание . . . . .	0,25	0,33
<b>Итого . . .</b>	<b>4,05</b>	<b>5,0</b>

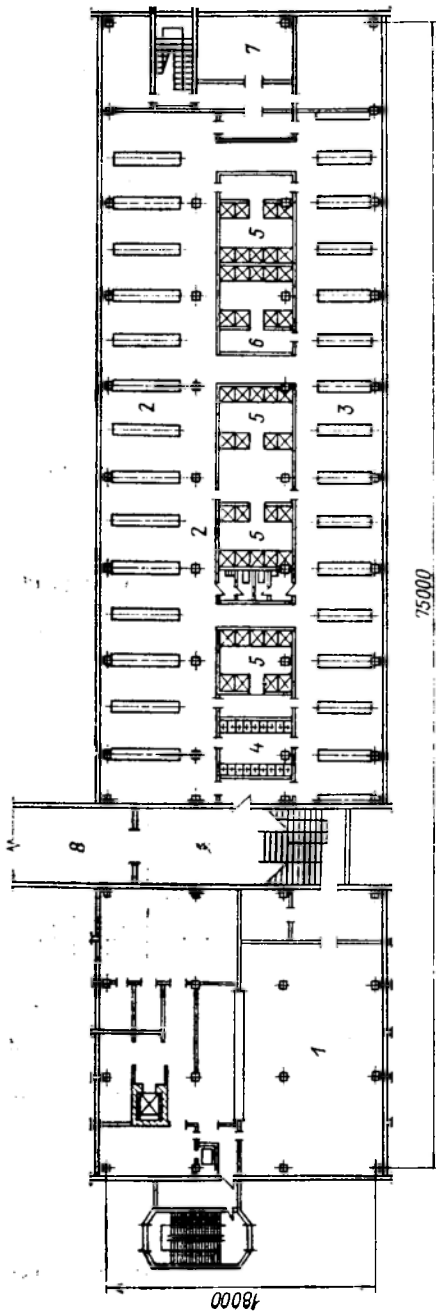


Рис. 127. Отдельно стоящее вспомогательное здание (административно-бытовое), план второго этажа:

1 — столовая; 2 — готовочная на 250 посадочных мест; 3 — гардеробная; 4 — домашней и уличной одежды на 340 человек; 5 — гардеробная рабочей одежды; 6 — умывальная; 7 — душевые; 8 — преддушевые; 9 — конторы; 10 — ставилеваемый переход в цех

Таблица 64. Расчет санитарно-бытовых помещений литейного цеха (примерный)

Группы производственных процессов, рабочие категории	Списочный состав работающих			Число шкафов в гардеробах						Максимальная смена работающих			Число душевых сеток		
	м	ж	всего	одинарных		двойных		м	ж	всего	норма на I смену	м	ж		
				м	ж	м	ж								
I б	—	21	21	—	—	21	—	—	—	11	15	—	—	1	
I в	3	—	3	3	—	—	—	—	—	1	5	—	—	—	
II б	66	43	109	66	66	43	66	1	43	52	3	10	7	7	
II в	21	16	37	21	16	16	21	30	16	19	3	3	2	2	
III г, II е	206	46	252	206	43	206	43	11	43	28	36	36	7	7	
III б	5	—	5	5	—	—	5	108	—	3	3	1	—	—	
III а	—	18	18	—	—	—	—	3	61	9	3	—	—	3	
III е	—	43	43	—	—	—	—	—	—	22	—	—	—	7	
Итого	301	187	488	301	184	301	184	150	184	245	50	50	27	27	

Примечания: 1. Число работающих по категориям выдают технологи.  
2. Приняты обозначения: м — мужчины, ж — женщины.

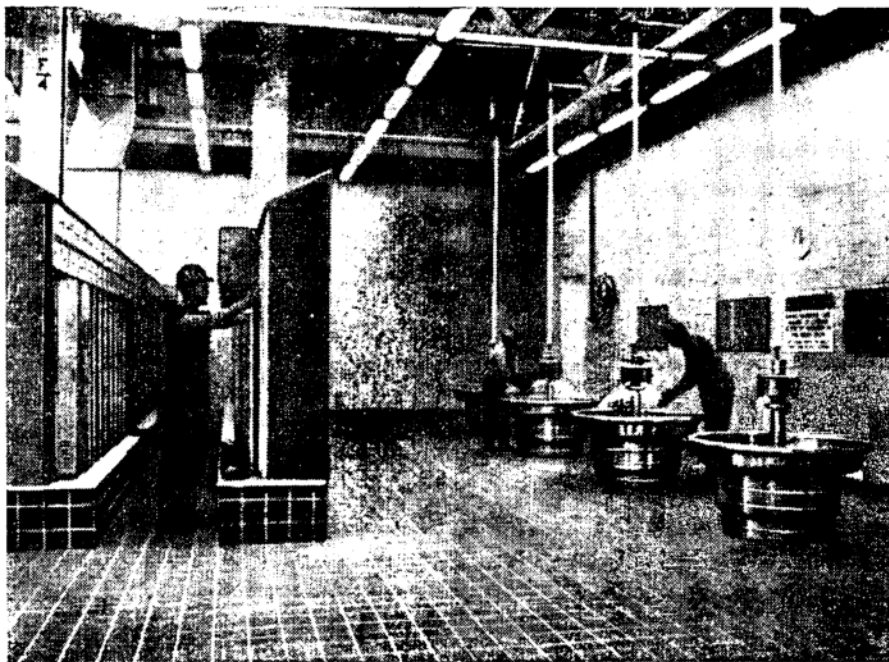


Рис. 128. Гардеробное помещение, оборудованное шкафами для спецодежды. К шкафам подведена вытяжная вентиляция

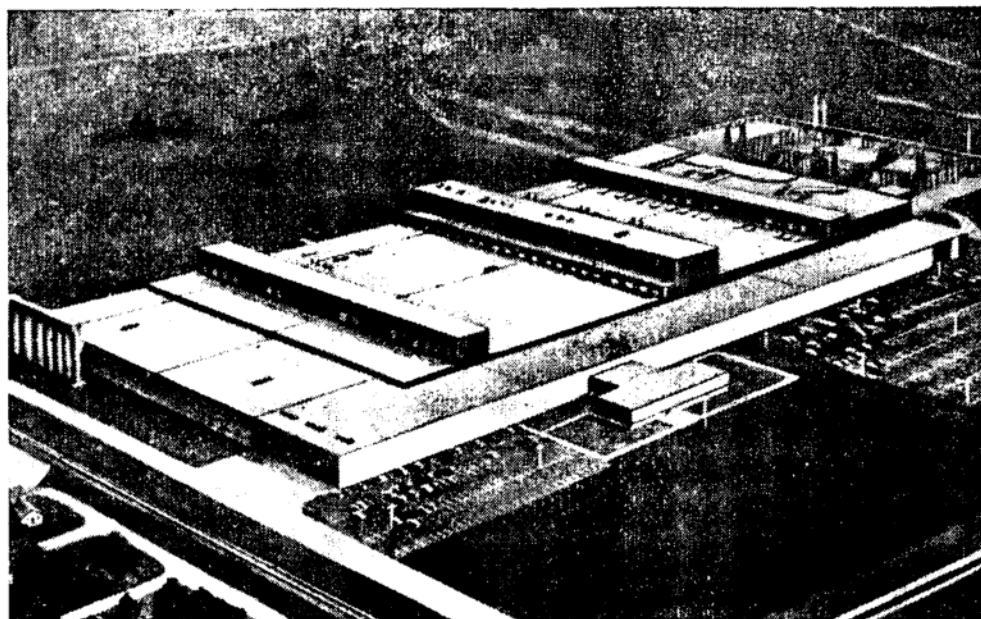


Рис. 129. Пример решения современного зарубежного литейного цеха; многопролетное одноэтажное здание сплошной застройки. На кровле размещены приточные вентиляционные центры

должна храниться в двойных шкафах, спецодежда — в одинарных. В случае сильного загрязнения спецодежды и пропитки резкими запахами к шкафам подводят приточно-вытяжную вентиляцию (рис. 128).

Характер производственной среды и выполняемой работы влияет на физическое состояние работающих (работа у источников теплоты, вибраций, пылящего и шумящего оборудования, конвейерное производство и т. д.), в связи с этим в литейных цехах часть санитарно-гигиенических устройств проектируют вблизи рабочих мест и объединяют в блоки местного бытового обслуживания. Здесь размещают комнаты отдыха, раздачи молока, помещения для полудушей, питьевые устройства с подсоленной водой и пр.

Помещения общественного питания и медицинского обслуживания рассчитывают на максимальную смену работающих литейных предприятий. Общественное питание предусматривают в столовых, размещаемых при бытовых или в отдельно стоящих зданиях. Расстояние от рабочих мест до столовой должно быть  $\leq 200$  м.

## 7. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Литейное производство в машиностроительной промышленности отличается от других производств неблагоприятными условиями труда из-за избыточных выделений газов, пыли, теплоты и резких запахов. Задача нормализации условий труда в литейных цехах решается комплексно, т. е. не только совершенствованием технологических процессов и определением рациональных объемно-планировочных решений, но и санитарно-техническими средствами: применением наиболее эффективных способов удаления и очистки выделений, вентилирования и отопления рабочих помещений.

Показатели производственных выделений теплоты, влаги, вредных веществ и пыли, поступающих в воздушную среду помещений, сведения о конструкции местных отсосов и характеристике их работы, об интенсивности теплоты облучения рабочих мест, необходимые при выборе и расчете систем отопления и вентиляции, принимают по заданию технологической части проекта.

**Отопление.** В качестве теплоносителя для промышленных зданий используют перегретую воду и пар. Системы отопления компенсируют теплотери через строительные ограждения. При расчете отопления и вентиляции литейного цеха исходят из определения расчетных температур различных отделений, определяемых в соответствии с санитарными нормами или по технологическим нормам проектирования. Тепловую мощность систем отопления рассчитывают с учетом среднечасовых тепловыделений от технологического оборудования, от нагретых материалов и полуфабрикатов, от людей, искусственного освещения и других источников.

При определении максимального расчетного часового расхода теплоты на отопление и вентиляцию литейного цеха применяют данные, приведенные в табл. 65 и 66.

В литейных цехах, как правило, устраивают систему воздушного отопления, совмещенную с приточной вентиляцией, с подогревом приточного воздуха в калориферах. Раздача воздуха в зависимости от назначения помещения и выполняемой работы осуществляется в рабочую зону или к рабочему месту. В литейных цехах на участках с большими тепловыделениями и тяжелой физической работой дополнительно предусматривают воздушное душирование.

При воздушном душировании на участках со значительными тепловыделениями [ $>20$  ккал/(м<sup>3</sup>·ч)] принимают температуры и скорости движения воздуха в теплый период года в пределах 20—22° С со скоростью 2—3 м/с, в холодный период 16—18° С со скоростью 1—2 м/с. В помещениях с выделением пыли и теплоты рециркуляция воздуха не допускается.

Таблица 65. Укрупненные тепловые характеристики на отопление и вентиляцию

Здания	Кубатура, тыс. м <sup>3</sup>	Удельная тепловая характеристика, ккал/(м <sup>3</sup> ·ч·°С)	
		для отопления	для вентиляции
Чугуно- и сталелитейные	≤ 100	0,55	2,2
	≤ 500	0,35	1,8
	> 500	0,3	1,35
Инженерно-лабораторные	< 25	0,45	0,85
	< 50	0,4	0,8
Бытовые	< 25	0,35	0,55
	< 50	0,3	0,45

Бытовые и административно-конторские помещения отапливают с помощью местных нагревательных приборов независимо от системы отопления производственных цехов.

**Вентиляция.** В промышленных зданиях применяют естественную, механическую и совмещенную вентиляцию, общеобменную и местную.

При естественной вентиляции (аэрации) движение воздуха создается посредством давления, возникающего из-за разности объемных масс наружного (холодного) и внутреннего теплого воздуха. При искусственной механической вентиляции движение воздуха создается за счет разности давлений, создаваемых приточными и вытяжными вентиляторами. Совмещенная система вентиляции — это искусственная механическая вентиляция, учитывающая применение на отдельных участках естественного побуждения для притока и вытяжки. Общеобменная вентиляция поддерживает воздушную среду во всем объеме помещения, обеспечивая соответствующую кратность обмена воздуха, т. е. смену его в течение часа. Кратность обмена зависит от степени загрязнения воздуха. Местная вентиляция предусматривает подачу воздуха в некоторые ограниченные места рабочей зоны помещения или удаление загрязненного воздуха от мест выделения вредных веществ.

Естественную (аэрацию) и совмещенную системы вентиляции долгие годы считали основными средствами, обеспечивающими санитарно-гигиенические условия воздушной среды. Аэрация осуществлялась притоком воздуха через оконные проемы, а вытяжка — через П-образные светоаэрационные фонари, широко применяемые в отечественной практике. При эксплуатации зданий, рассчитанных на аэрацию, выявлены следующие недостатки: производственные вредности попадают непосредственно в атмосферу цеха, откуда недостаточно быстро и не полностью удаляются; потоки неочищенного воздуха сильно загрязняют поверхности стен и конструкций, приводя цехи в неблагоприятное состояние; стекла фонарей в процессе эксплуатации литейных цехов очень скоро загрязняются, покрываясь темной несмываемой пленкой, не пропускающей естественный свет. Кроме того, при аэрации в зимний период холодный воздух создает опрокидывающие потоки, препятствующие естественной вентиляции. Все это приводит к неблагоприятным условиям

Таблица 66. Наружные расчетные отопительные и вентиляционные температуры, продолжительность отопительного периода

Пункты	Наружные расчетные температуры, °С			Продолжительность отопительного периода в днях за год	Средняя температура отопительного периода, °С
	Средняя наиболее холодная пятидневка	Вентиляционные			
		Средняя наиболее холодного периода	Средняя летняя		
Архангельск	-32	-19	20,8	25	-6,5
Баку	-6	-1	30	119	5,1
Владивосток	-24	-14	24	171	-6,3
Вильнюс	-23	-9	23,4	122	-0,9
Днепропетровск	-21	-8	27	153	-2,2
Ереван	-19	-4	32,5	114	-0,9
Иркутск	-38	-28	23	219	-10,8
Киев	-20	-9	24	164	-2,5
Куйбышев	-31	-17	25	190	-7,4
Ленинград	-24	-12	20	193	-3,7
Москва	-30	-14	21	194	-5,3

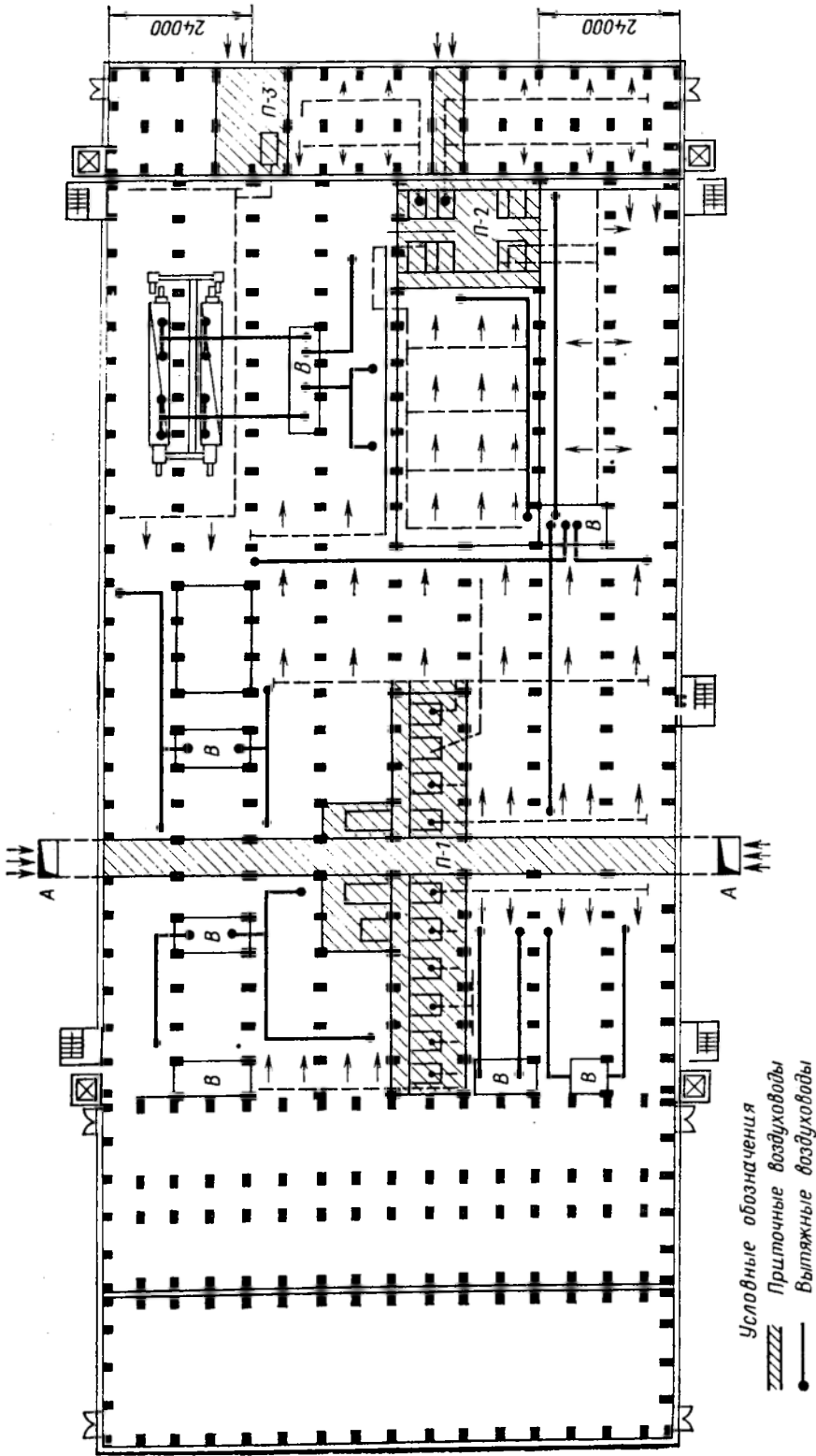


Рис. 130. Схема расположения установок общедоменной вентиляции в двухэтажном здании литейного цеха: П-1 — приточная камера обслуживает помещения первого этажа и формовочно-заливочное отделение, размещенное на втором этаже. К камере воздух подается через отдельно стоящие воздухозаборные шахты и подпольные каналы; П-2 — приточная камера для смешериготовительного и грунтовочного отделений; П-3 — приточная камера для термообрубиного отделения; В — вытяжные камеры с системами очистки воздуха и выбросом через трубы; А — воздухозаборные шахты

внутри здания, а удаляемый из цеха воздух, не подвергаясь очистке, загрязняет воздушную среду.

Применение аэрации в литейных цехах послужило основанием для ограничения ширины здания до 96 м.

Специализация производства обуславливает проектирование крупных механизированных и автоматизированных цехов, для которых необходимы крупногабаритные многопролетные здания сплошной застройки. Естественно, что для таких зданий аэрацию невозможно применять как средство, обеспечивающее заданные параметры воздуха в цехе. Для создания нормальных условий труда в многопролетных зданиях применяют механическую приточно-вытяжную вентиляцию с современным технологическим оборудованием и местными отсосами, удаляющими вредности и пыль на месте их выделения.

Однако для ряда цехов мелкосерийного и единичного производства особенно крупных и тяжелых отливок, имеющих относительно небольшой выпуск продукции, применяют здания с небольшим числом пролетов (3—4 пролета). В таких зданиях, учитывая небольшую ширину и значительную высоту, на участках с большими тепловыделениями целесообразно использование в летнее время аэрации в сочетании с механической вентиляцией (совмещенная система вентиляции). При этом следует иметь в виду, что аэрация эффективна только для участков, размещенных на расстоянии <math><30\text{ м}</math> от наружных стен (согласно действующим санитарным нормам СН 245—71).

Для обеспечения стабильных параметров воздуха и надежности работы механической приточно-вытяжной вентиляции необходимо создавать повышенное давление внутри здания (увеличение приточной вентиляции над вытяжной на 10%), что возможно в зданиях, не имеющих аэрационных проемов в стенах и кровле. Повышенное давление внутри здания уменьшает неорганизованное перемещение воздушных масс в горизонтальном направлении и гарантирует надежную работу местных отсосов.

Механическая приточно-вытяжная вентиляция требует значительных площадей для размещения приточного и вытяжного оборудования. В среднем от развернутой площади цеха вентиляционные установки занимают  $\leq 17\%$  в цехах чугунного литья,  $\leq 20\%$  в цехах стального литья.

Кроме того, рекомендуется предусматривать резервы для развития вентиляционных систем, надобность в которых выявляется при внедрении новых технологических процессов и реконструкции цехов.

В состав приточной вентиляции входят следующие основные конструктивные элементы: воздухозаборные устройства; приточные камеры, в которых воздух очищается от пыли в фильтрах, подогревается в калориферах, при необходимости увлажняется; воздухопроводы для транспортировки; приточные насадки для раздачи (воздухораспределители) воздуха; регулирующие устройства.

Вытяжные системы состоят из следующих элементов: вытяжных устройств — решеток, местных отсосов, укрытий; воздухопроводов; вытяжных камер, в которых установлен вентилятор с электродвигателем; устройства для очистки воздуха (при подаче воздуха на рециркуляцию или перед выбросом в атмосферу).

Эффективность работы механической вентиляции во многом зависит от рационального размещения вентиляционных устройств в объеме здания и кратчайших магистралей воздухопроводов. Приточные вентиляционные камеры рекомендуется группировать и размещать вне производственных площадей, располагая их на антресолях, во вставках между пролетами, на первом этаже в двухэтажных зданиях, а также на кровле. Расположение установок на кровле над участками, куда требуется подача того или иного количества воздуха, позволяет отказаться от протяженных магистральных воздухопроводов.

В основных производственных отделениях воздух подается в рабочую зону (на высоте 3,5—5 м от пола), за исключением отделений обрубки, очистки отливок и складов, где воздухораздача осуществляется на уровне нижнего пояса ферм. На рис. 130, 131 показаны примеры рационального

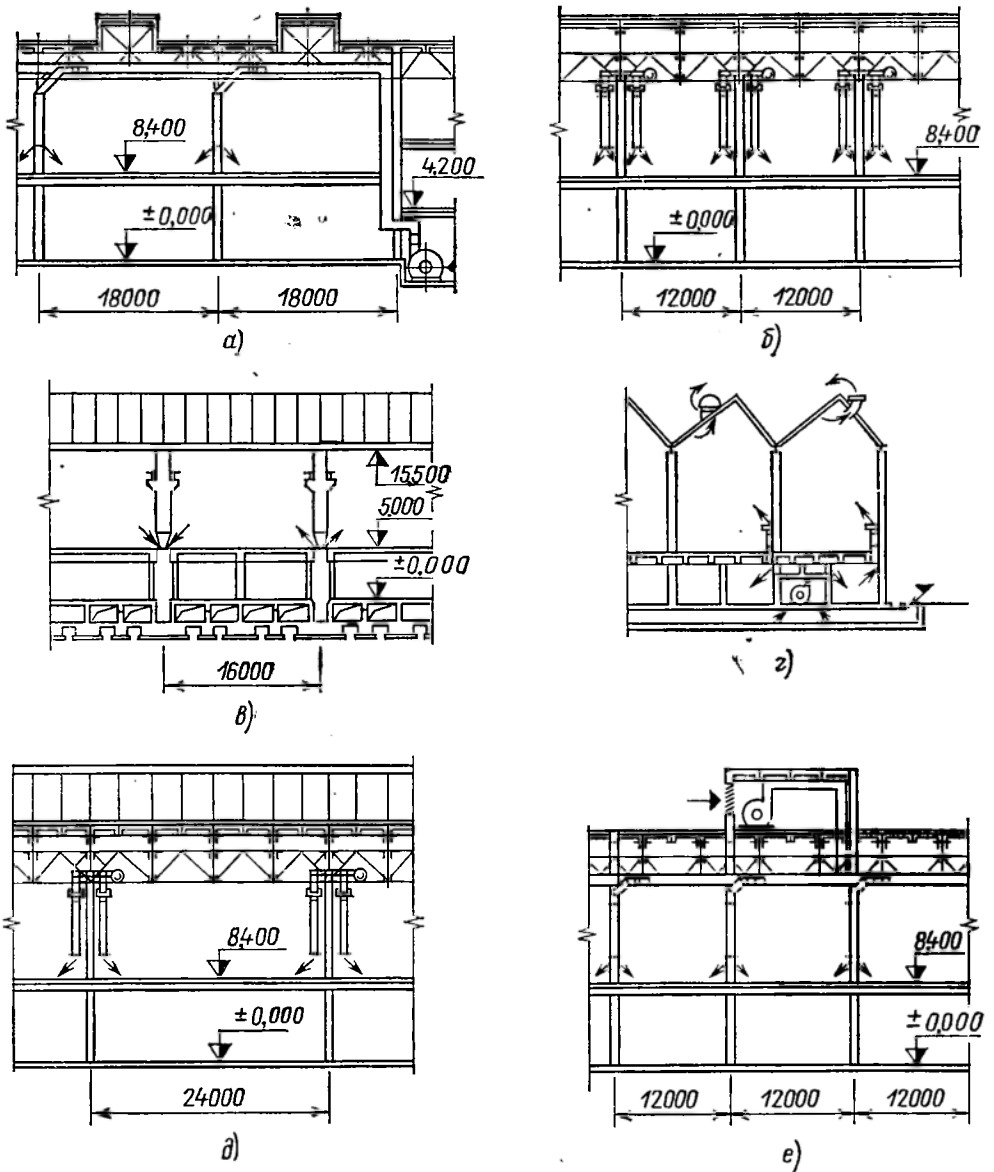


Рис. 131. Схемы размещения приточных вентиляционных установок в литейных цехах:  
*а, б* — чугунолитейный цех Волжского автомобильного завода; *в, г* — цех алюминиевого литья автомобильного завода «Фольксваген» в Касселе (ФРГ); *д, е* — чугунолитейный цех отечественного литейного завода

размещения вентиляционных систем и промышленных проводок в объеме двухэтажных зданий.

При расчетах систем вентиляции учитывают характер производственных вредностей в различных отделениях литейного цеха. Показатели вредностей уточняют в технологической части проекта в каждом отдельном случае.

Для предварительного определения общего расхода вентиляционного воздуха при искусственной механической вентиляции литейного цеха используют данные, приведенные в табл. 67.

Местную вытяжную вентиляцию применяют в виде местных отсосов, укрытий типа шкафов, специальных пылеуловителей, очистителей и т. д. (рис. 132). Местные отсосы, поставляемые как составная часть технологического оборудования, удаляют пыль и вредности на месте их выделения.

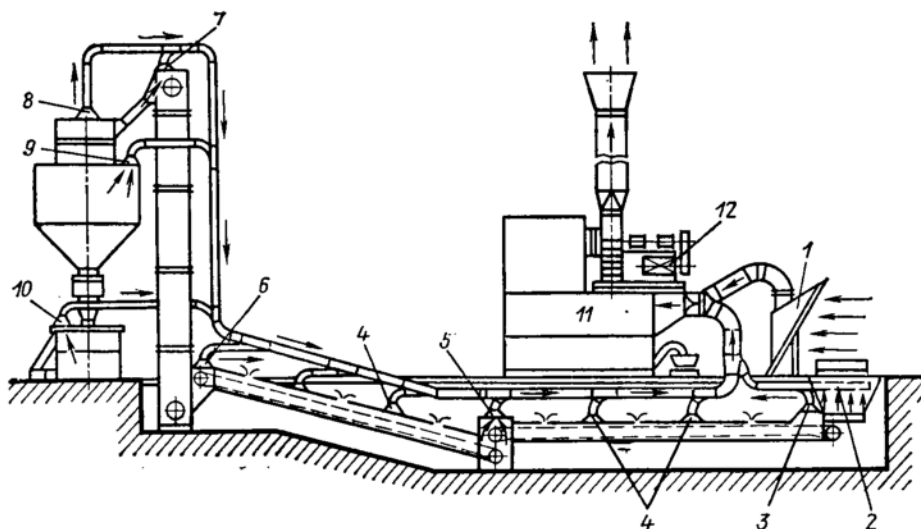


Рис. 132. Пылеулавливающая установка в системе смесеприготовления:

1 — над выбивной решеткой; 2 — от приемной воронки выбитой смеси; 3 — на участке выдачи смеси на ленту; 4; 5 — на участке передачи смеси с ленты на ленту; 6 — на участке перегрузки смеси в элеватор; 7 — на элеваторе; 8 — на помпональном сите; 9 — от бункера отработанной смеси; 10 — от смесителя; 11 — мокрый скруббер; 12 — вентилятор

В помещениях с одновременным выделением вредных газов и теплоты или только вредных газов, кроме устройства местных отсосов от производственного оборудования, предусматривают общеобменную вытяжку из верхней зоны помещения.

Технологические выбросы и воздух, содержащий пыль, газы и пары, удаляемые местными отсосами, перед выбросом в атмосферу подвергают очистке в масляных, сухих, матерчатых или водных фильтрах.

Воздух, отсасываемый от оборудования смесеприготовительного и выбивного отделений, очищается, как правило, мокрым способом в агрегатах различного типа.

**Кондиционирование воздуха.** В связи с широким развитием производства точных отливок методом литья по выплавляемым моделям и других аналогичных способов на отдельных участках изготовления моделей и керамических оболочек требуется создание строго регламентированных параметров воздуха. Заданные параметры температурного и влажностного режима для указанных отделений обычно равны  $22 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $55 \pm 5\%$ .

К отделениям, в которых необходимо соблюдать заданный термоконстантный режим, предъявляют особые требования. Эти отделения и участки не должны иметь внешних помех — вибраций и солнечной инсоляции, последнее достигается ориентацией окон на север или устройством специальных заградительных экранов и жалюзи. Для поддержания стабильных параметров воздуха необходима герметизация помещения, а также применение стеновых материалов с малой теплопроводностью. Предпочтительно применение многослойных панелей или стен из кирпича толщиной 640 мм.

К интерьерам этих помещений предъявляют повышенные требования: необходимо избегать излишних промышленных проводов и воздуховодов

Таблица 67. Укрупненные и усредненные показатели расхода воздуха на приточную вентиляцию (без учета аэрации)

Материал	Удельный расход воздуха на 1 т отливки, тыс. м <sup>3</sup> /т, при массе отливки, кг		
	≤ 100	100—1000	> 1000
Чугун . . . . .	300	260	230
Сталь . . . . .	330	300	280

(для чего делают подвесные потолки), отделка должна быть улучшенная, для сообщения с соседними помещениями должны быть предусмотрены тамбуры с двойными воротами или дверями.

## 8. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ

На литейных заводах при наличии открытых источников технического водоснабжения предусматривают следующие системы водоснабжения: хозяйственно-противопожарную; производственную (речной воды); оборотного и повторного использования воды.

Противопожарный водопровод можно объединять также с производственным водопроводом речной воды.

В литейных цехах производственную воду расходуют на следующие нужды: водоохлаждение оборудования; гидрорегенерацию песка; очистку удаляемого вентиляционного воздуха; очистку ваграночных газов; гидротранспорт отработанных смесей; приготовление формовочных и стержневых смесей; гидравлическую и электрогидравлическую выбивку стержневых смесей; приготовление красителей и пр.

Вода питьевого качества, кроме хозяйственно-питьевых нужд, расходуется на очистку и увлажнение приточного воздуха, душирующие установки, пылеподавление в рабочих помещениях.

Расходы воды, режимы водопотребления, потребные напоры и требования к качеству воды для производственных нужд принимают по технологическим заданиям.

Ниже приведены укрупненные ориентировочные расходы воды ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) на единицу продукции — 1 т отливок.

Оборотная и повторно используемая . . . . .	110
Производственная . . . . .	14
Питьевая:	
для бытовых целей . . . . .	2
для производственных целей . . . . .	0,1

Для регулирования неравномерностей водопотребления на литейных заводах устанавливают водонапорные баки и башни. В целях экономного использования воды применяют оборотные системы водоснабжения, число которых определяют технико-экономическим расчетом. Оборотные системы водоснабжения следует группировать по признакам качества воды, температурным параметрам и требуемым напорам с учетом расположения водопотребителей на генеральном плане.

В литейных цехах необходимо предусматривать средства автоматического пожаротушения на складе горючих связующих и гранул полистирола; в отделении (участке) изготовления моделей и модельных блоков из пенополистирола; на участках растворения моделей из пенополистирола, расплавления и приготовления модельной массы из парафина, изготовления моделей и модельных блоков из парафина, выплавления модельной массы из парафина и в отделениях краскозаготовительном, грунтовочном и окрасочном.

На литейных заводах, как правило, должны быть предусмотрены следующие системы канализации: хозяйственно-бытовая, дождевая и промышленная различного назначения.

Основные промышленные сточные воды литейных цехов объединяют в водооборотные системы и в водоемы не сбрасывают, поскольку они содержат технические примеси.

Расчетное количество, характеристику и режим сброса производственных сточных вод принимают по данным технологической части проекта. Незагрязненные сточные воды образуются при охлаждении плавильного, компрессорного и другого оборудования.

Основное количество загрязненных сточных вод в литейном производстве образуется при промывке отходящих ваграночных газов и газов электроплавильных печей, очистке вентиляционных выбросов, грануляции шлака, гидрорегенерации песка, промывке агрегатов по приготовлению жидких самотвердеющих смесей.

Очистка воды от механических примесей, как правило, производится методом отстаивания, в необходимых случаях с применением реагентов. Сточные воды, загрязненные токсичными компонентами, сбрасываются в обще-заводскую (в отдельных случаях непосредственно в общегородскую) канализацию после очистки на специальных локальных очистных установках с соблюдением установленных нормативных требований по предельно допустимым концентрациям.

Отходы производства и осадки из отстойников рекомендуется удалять с помощью системы гидротранспорта, в которую входит шламонакопитель соответствующей емкости, расположенный вблизи территории завода. Отходы производства и осадок можно также вывозить с территории завода автомобильным или железнодорожным транспортом. Места вывоза согласовывают с органами санитарного надзора при выборе территории под строительство.

## Глава XII

# ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Основой объемно-планировочного решения является технологическая схема цеха, определяемая его назначением, составом, мощностью; в ней учитывается принятый технологический процесс и средства внутрицехового транспорта. В соответствии с этой схемой разрабатывают основные архитектурные решения здания, определяющие его габаритные размеры, этажность, размеры пролетов и размещение производственных, вспомогательных и административно-бытовых помещений.

На это решение оказывает влияние выбор основных несущих строительных конструкций здания, а также принципиальные схемы вентиляции и освещения.

### I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ЦЕХА

Состав производственных и вспомогательных участков и оборудования, входящих в комплекс литейного производства, должен обеспечить выполнение всего технологического процесса производства отливок, предусмотренных программой, начиная со складов формовочных и шихтовых материалов и кончая грунтовкой отливок. Однако в состав литейного цеха не всегда входит полный комплекс производства.

При наличии нескольких литейных цехов на одной заводской площадке для ускорения разгрузки вагонов, лучшей организации складирования, подготовки и распределения по цехам шихтовых и формовочных материалов, хранение и подготовку их выносят из цехов и размещают в едином для всего завода базисном цехе. Грунтовочные отделения иногда также выносят за пределы литейного цеха, в частности, это целесообразно при необходимости искусственного старения ответственных чугунных отливок, выполняемого после первичной обработки резанием. В этом случае последовательные операции первичной обработки резанием, термообработки и грунтовки отливок выполняют вне литейного цеха.

Следовательно, обязательными производственными отделениями любого литейного цеха являются плавильное с промежуточным складом шихтовых материалов и участком дозирования и набора шихты, формовочно-заливочное, стержневое, смесеприготовительное с промежуточным складом формовочных материалов и обрубно-очистное. Кроме того, в здании каждого литейного цеха должны быть размещены вспомогательные отделения и участки, в том числе промежуточные склады моделей, ремонтные и энергетические службы.

После определения состава цеха разрабатывают технологическую схему цеха, т. е. взаимное размещение его производственных, вспомогательных отделений и участков. При необходимости определить ориентировочно общую площадь цеха и площади его основных отделений и при отсутствии детальных проработок главных отделений средние площади для составления технологических схем цехов различного назначения можно принимать по

табл. 68. При разработке этих схем рекомендуется унифицировать ширину пролетов.

В технологической схеме должно быть предусмотрено размещение наиболее людных и ответственных производственных отделений и участков (формовочные, стержневые) в наиболее комфортных помещениях, просторных, с хорошим естественным освещением, предпочтительно у наружных стен здания.

Следует также учитывать особенности транспортных связей отделений цеха, объем и транспортабельность перемещаемых материалов. Необходимо обеспечить кратчайшие и удобные передачи жидкого металла, температура которого быстро снижается и одновременно теряются его литейные свойства; готовых формовочных и использованных смесей, грузопотоки которых самые большие, и готовых стержней — наиболее хрупких предметов в литейном цехе. Поэтому во всех схемах литейных цехов располагают рядом плавильное отделение и заливочные участки формовочных отделений, формовочные и смесеприготовительные отделения, стержневые отделения и сборочные участки формовочных отделений. Транспортировку отливок в обрубное отделение часто совмещают с их охлаждением, поэтому приближение обрубного отделения к формовочному необязательно.

Расходные склады свежих сухих и регенерированных песков обычно размещают в силосных башнях вне цеха около основных потребителей этих материалов. Промежуточные склады моделей и стержневых ящиков должны находиться в непосредственной близости от формовочных и стержневых машин и рабочих мест, причем должен быть обеспечен удобный и бесперебойный транспорт этой оснастки. Это условие особенно важно для литейных цехов, в программе которых большая номенклатура разнообразных отливок.

Пример технологической схемы с грузопотоками приведен на рис. 133, где предусмотрены наиболее короткие важнейшие грузопотоки жидкого металла и стержней. Возможны и другие варианты схем литейных цехов, описанные ниже.

Таблица 68. Средние удельные показатели выпуска отливок с площади цеха, т/год

Сплав, назначение отливок	Мощность цеха, тыс. т/год	Выпуск отливок с 1 м <sup>2</sup> площади			
		общей	формовочной	стержневой	термо-обрубной
<i>Серый чугун</i>					
Детали автотракторные	50—100	1,8	10	12	8
Детали станков, машин:					
мелкие . . . . .	40—60	1,5	7	11	8
средние . . . . .	40—60	1,3	5,2	6	6
крупные . . . . .	30—40	1,2	4,3	4,8	5
<i>Ковкий чугун</i>					
Детали автотракторные	50—100	1,6	8	12	5,5
<i>Сталь</i>					
Детали автотракторные	50—100	1,5	9	11,5	7
То же . . . . .	>100	2	11	12	9
Детали станков, машин:					
мелкие . . . . .	40—50	1,4	6	10	6
средние . . . . .	40—50	1,2	5	5,5	5
крупные . . . . .	30—40	1,1	4	4,5	4
Примечание. Мелкие отливки <100 кг/шт, средние <1000 кг/шт, крупные <5000 кг/шт.					

Одновременно с проработкой схемы цеха, исходя из технологических и строительных соображений, определяют этажность здания литейного цеха. При этом учитывают, что в современных условиях производства рационально размещать на уровне одного этажа весь необходимый комплекс помещений и оборудования технологического, транспортного, санитарно-технического и энергетического назначения. Поэтому целесообразно выделять для оборудования (транспортного, сантехнического, энергетического и др.) и помещений, требующих периодического обслуживания или минимального числа персонала, менее комфортную площадь, чем для основных технологических операций, выполняемых большим числом работающих.

Менее удобную площадь ранее предоставляли в подвалах, тоннелях, на площадках и антресолях. Однако сейчас потребность в таких сооружениях настолько возросла, что площадь подвалов под современными одноэтажными литейными цехами составляет 40—60% площади застройки,

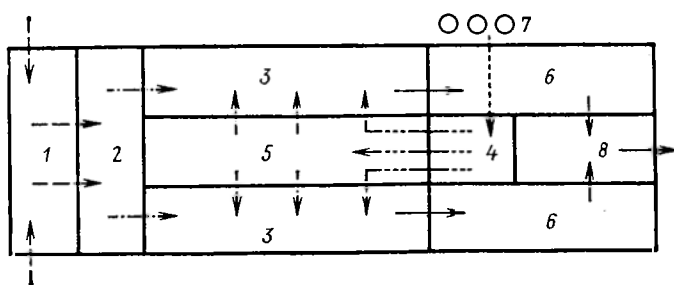


Рис. 133. Технологическая схема литейного цеха:

1 — склад шихты; 2 — плавильное отделение; 3 — формовочное отделение; 4 — смешеприготовительное отделение; 5 — стержневое отделение; 6 — обрубное отделение; 7 — силосы для песка; 8 — грунтовочное отделение. Грузопотоки: — — — шихта; — · — · — жидкий чугун; · · · · · стержни; — · · · · · формовочные смеси; · · · · · песок — — — — — отливки

кроме того, часть приточных устройств и трансформаторных помещений приходится размещать на кровле здания. Устройство глубоких подвалов и мощных перекрытий цеха обходится очень дорого, поэтому в отечественной и зарубежной практике для большинства литейных цехов с массой отливок до 1000 кг и более применяют двухэтажные, а иногда и многэтажные здания, на втором этаже которых размещают основные производственные отделения (плавильные, формовочные, стержневые, термообрубные, грунтовочные), а первый этаж служит для складских и технических целей, однако по его периметру можно размещать и производственные помещения, не требующие большой высоты.

Двухэтажное здание, как показал опыт, позволяет отказаться от многочисленных подвалов и тоннелей (что особенно выгодно при высоком уровне грунтовых вод) и удобно разместить на первом этаже вентиляционное, санитарно-техническое и электротехническое оборудование, трансформаторные силовые и печные подстанции, тепловые вводы, оборудование непрерывного транспорта (пластинчатые, ленточные, подвесные конвейеры), технологическое оборудование, выделяющее вредности и подлежащее локализации (охладительные конвейеры, галтовочные барабаны и пр.), пульты управления, склады оснастки, литья и др. При этом все коммуникации удается скрыть под полом производственного этажа, и длина их будет минимальной. В ряде случаев целесообразно устраивать промежуточные этажи (между первым и вторым) для размещения средств непрерывного транспорта, за счет чего объем здания используется лучше.

Для въезда на второй этаж рекомендуется устраивать пандус. Аналогичные удобства можно создать при размещении вспомогательных помещений и коммуникаций в сплошном подвале под цехом, но он обходится дороже.

При наличии больших перепадов рельефа площадки завода весьма рациональным решением является заглубление первого этажа здания с тем, чтобы въезд в него мог осуществляться непосредственно с нижнего уровня,

а на второй этаж — с другого более высокого уровня площадки. В этом случае пандус не требуется. Следует отметить, что термообрубные отделения имеют меньшее подземное хозяйство, поэтому иногда размещают литейные цехи в зданиях смешанной этажности: основные отделения занимают двухэтажную часть здания, а термообрубные с большими нагрузками на полы от печного оборудования — одноэтажную. Такое решение несколько упрощает строительную часть здания, но менее удобно в эксплуатации. В пользу размещения литейного цеха на двух этажах кроме вышесказанного говорят следующие факторы: сокращение территории завода, площади кровли,

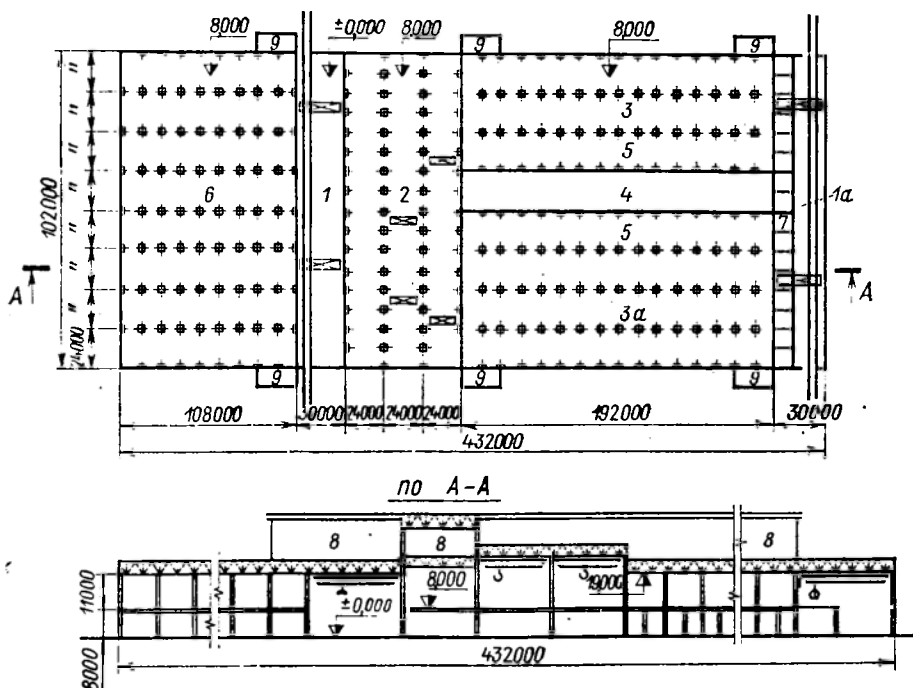


Рис. 134. Пример современного объемно-планировочного решения двухэтажного литейного цеха мощностью 100 тыс. т/год:

1 — склад шихты; 1а — склад формовочных материалов; 2 — плавильное отделение; 3 — формовочное отделение мелких отливок; 3а — формовочное отделение средних и крупных отливок; 4 — смесеприготовительное отделение; 5 — стержневые отделения; 6 — термообрубное отделение; 7 — закрома для песка; 8 — охлаждающая галерея; 9 — лестничные клетки

а следовательно, и эксплуатационных расходов на ее содержание, возможность строительства цеха на площадке с высоким уровнем грунтовых вод, возможность сооружений технического этажа промышленными методами. Периметр здания при этом открывается для въездов и возможности его расширения.

Установлено, что в двухэтажных зданиях полезная нагрузка на пол второго этажа должна быть  $\leq 5 \text{ т/м}^2$ , при больших нагрузках строительство двухэтажного цеха неэкономично. Пример объемно-планировочного решения современного двухэтажного здания литейного цеха дан на рис. 134.

Литейные цехи для производства крупных и тяжелых отливок с большими нагрузками на полы производственных помещений проектируют, как правило, в одноэтажных зданиях, где все вспомогательные помещения и оборудование, а также склады оснастки приходится размещать на производственной площади, в пристройках, на антресолях и в отдельных подвалах. Коммуникации при этом значительно удлиняются.

Иногда в этих случаях применяют многэтажные вставки между продольными производственными пролетами. Первый этаж вставок используют для основного производства, транспортных устройств и проездов, верхние

этажи — для электрооборудования, приточных и вытяжных вентиляционных установок. Недостатком вставок по сравнению с двухэтажными зданиями является то, что они разделяют общий производственный объем на отдельные отсеки и усложняют коммуникации. В примерах компоновочных схем даны цехи со вставками и без них.

Для хранения запасных опок и отливок к зданиям цехов пристраивают крановые эстакады: открытые в южных районах и закрытые неотапливаемые в северных.

Смесеприготовительные отделения в двухэтажных цехах массового производства, обеспечивающие смесями отдельные формовочные линии, как правило, размещают рядом с выбивными установками; они занимают всю высоту здания.

Централизованные смесеприготовительные отделения, обслуживающие цехи единичного и мелкосерийного производства, независимо от этажности здания размещают обычно в многоэтажных пристройках, высота которых может быть выше основного здания.

Склады шихтовых материалов или шихтовые участки при литейных цехах с вводом и без ввода железнодорожных путей всегда размещают в одноэтажных пролетах.

## 2. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ

При поисках оптимального решения учитывают климатические и гидрогеологические условия, ситуационный и генеральный планы завода, основные коммуникации, потоки грузов и людей на территории завода. Здание цеха с учетом всего комплекса перечисленных условий должно отвечать техническим и эстетическим требованиям — иметь гармоничные пропорции как внешнего, так и внутреннего вида. Промышленная архитектура должна быть не только рациональной, но и эмоциональной.

Считают наиболее целесообразным максимально блокировать производство и размещать литейные цехи в зданиях сплошной застройки пролетного типа, ширина которых не ограничивается. Предпочтительна компактная конфигурация плана в виде прямоугольника. Цехи крупносерийного и массового производства целесообразно размещать в зданиях, имеющих форму плана с отношением сторон от 1 : 1 до 1 : 3; для цехов мелкосерийного и единичного производства крупных и тяжелых отливок, а также для цехов стальной литья целесообразны здания вытянутой формы с отношениям сторон более 1 : 3, а также Г- и Т-образных форм. Некоторые современные европейские цехи имеют и более сложную форму, диктуемую технологическим процессом.

Выбор объемно-планировочного решения зависит от материала основных несущих конструкций здания, например, наиболее часто применяемые сборные железобетонные конструкции имеют ограничения высоты и ширины пролетов, особенно в двухэтажных зданиях. Бóльшими возможностями обладают стальные конструкции, но из-за высокой стоимости применение их должно быть обосновано.

При компоновке отделений и оборудования цеха необходимо предусматривать четкую схему внутренних проездов, удобных для напольного транспорта и безопасных для движения потоков людей. Одновременно намечают места лестничных клеток и грузовых лифтов, согласованные с этой схемой. При этом следует учитывать, что расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего выхода должно быть на первом этаже  $\leq 100$  м, на втором  $\leq 75$  м. В двухэтажных литейных цехах целесообразно размещать лестничные клетки в пристроенных объемах рядом с шахтами лифтов. Ширину проездов принимают по справочным данным в зависимости от вида подвижного транспорта, габарита груза и характера движения (одностороннее или двустороннее). Главные проезды, предназначенные также для интенсивных потоков людей, должны быть шире расчетных на 1 м.

В зданиях литейных цехов рекомендуется иметь минимальное число внутренних стен и перегородок; последние необходимы только для отделения помещений с большими тепловыделениями, с сильно пахнущими или вредными газами, которые средствами вентиляции невозможно уловить непосредственно у источника, и помещений с сильношумящим оборудованием (грунтовочные, плавильные, обрубные отделения, трансформаторные подстанции, вентиляционные камеры и др.).

На объемно-планировочное решение здания большое влияние оказывает способ освещения. Существуют два основных вида освещения литейных цехов: искусственное и естественное. Американские специалисты полностью исключают естественное освещение, все работы в цехе ведутся только при интенсивном искусственном свете, что создает стабильные условия производства. Европейские специалисты проектируют цехи с естественным освещением с помощью застекленных стеновых проемов и световых фонарей. В случае надобности на отдельных участках устанавливают дополнительные светильники дневного света; такое освещение более экономично. Советские специалисты установили, что естественное освещение оказывает положительные физиологическое и психологическое воздействие на работающих, поэтому производительность труда при естественном освещении выше, чем при искусственном. В связи с этим действующие в нашей стране правила требуют применения естественного освещения, всякие отступления должны быть обоснованы. Такое освещение проектируется за счет неоткрывающихся фонарей и таких же проемов в наружных стенах.

Большие поверхности остекления нарушают климат цеха, создавая переохлаждение зимой и излишнюю инсоляцию летом. С точки зрения производства удобнее делать световые проемы не ниже 2—3 м от пола, в этом случае всю площадь у наружных стен можно использовать для производственных целей.

### 3. КОМПОНОВОЧНЫЕ СХЕМЫ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Компоновочные схемы разрабатывают совместно технологи и архитекторы на основе выбранной технологической схемы с учетом изложенных выше архитектурных соображений применительно к условиям данного генерального плана. Примеры схем чугунолитейных и сталелитейных цехов различного назначения для использования при составлении компоновочных схем конкретных цехов приведены на рис. 135. Ниже даны краткие характеристики этих схем с указанием их преимуществ и недостатков, а также оптимальные области применения.

Схема А дает компоновки цехов в одном крупногабаритном многопролетном двухэтажном здании. Схему используют для чугунолитейных цехов массового и крупносерийного производства большой мощности, выпускающих отливки мелкие и средние по массе. Особенность схемы — последовательное размещение производственных отделений и, следовательно, большая длина здания, благодаря чему цехи по этой схеме не всегда размещаются на генеральных планах некоторых заводов.

Вариант А1 дает последовательное размещение всех производственных отделений, в связи с чем удлиняется путь литников на переплавку, но путь отливок в обрубное отделение более удобен, его можно осуществить по первому этажу здания. Эта схема использована в автостроении. Вариант А2 (см. также рис. 134) имеет неудобный путь для отливок, который проходит либо по крыше здания, либо по галерее сбоку. Путь литников короче. Ввод железной дороги в середину здания для некоторых вариантов генерального плана необходим, что и определяет применение этой схемы.

Схема Б дает компоновки цехов в одном или в двух зданиях различной этажности: формовочные и стержневые отделения размещают в двухэтажных зданиях, а обрубное отделение в двух- или одноэтажной пристройке

(вариант *Б1*) или в отдельном одноэтажном здании (вариант *Б2*). Отливки в обрубное отделение доставляются подвесным транспортом по первому этажу или по галерее.

Схему применяют преимущественно для сталелитейных цехов и цехов ковкого чугуна массового и крупносерийного производства, так как в последних необходима установка тяжелых и громоздких термических печей, которые нерационально сооружать на втором этаже. Вариант *Б* использован для чугунолитейного цеха автозавода (см. рис. 141).

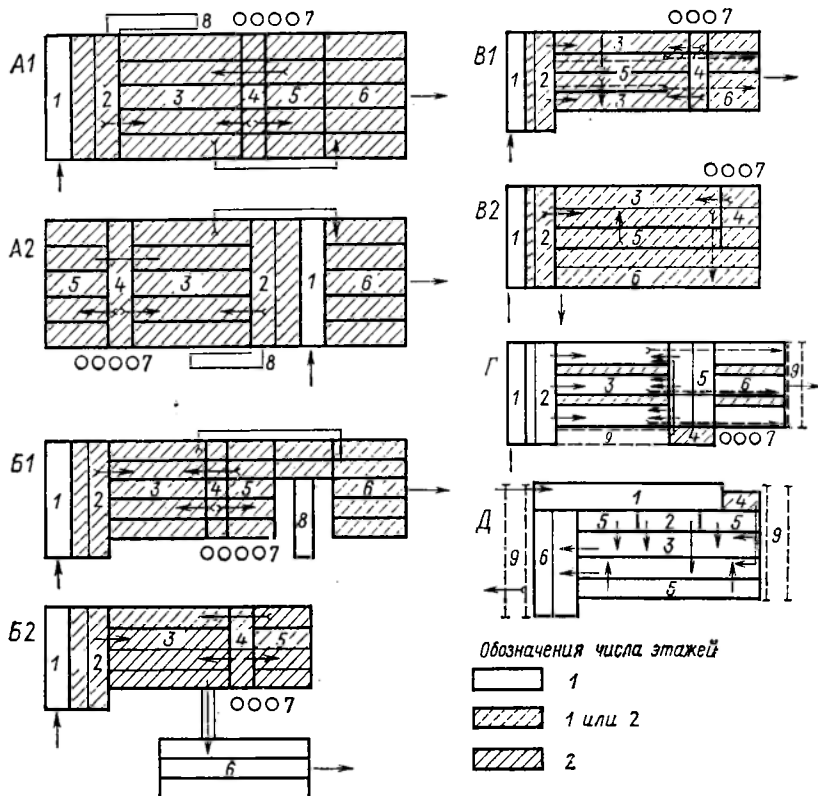


Рис. 135. Компонировочные схемы литейных цехов:

1 — склад шихты; 2 — плавильное отделение; 3 — формовочное отделение; 4 — смешеприготовительное отделение; 5 — стержневое отделение; 6 — обрубное и грунтовыпускное отделения; 7 — силосы для песка; 8 — пандус; 9 — открытая эстакада

При использовании схемы *Б* для чугунолитейного производства обрубное отделение может быть двухэтажным, при этом готовые отливки вывозят по пандусу. Особенностью варианта *Б2* является минимальная общая длина корпуса, что может быть необходимо при некоторых вариантах генерального плана.

Схема *В* дает компоновки цехов в одном здании одно-или двухэтажном Г-образной формы. Схему используют для чугуно- и сталелитейных цехов серийного и мелкосерийного производства мощностью до 40 тыс. т/год, выпускающих отливки любой массы. Особенность схемы — комбинация продольных и поперечных грузопотоков.

Вариант *В1* имеет два формовочных отделения и приспособлен для разнообразной программы (см. рис. 139). При использовании этой схемы для проекта сталелитейного цеха рекомендуется обрубное отделение делать одноэтажным (см. рис. 142). Схему широко используют при проектировании заводов-центролитов. Вариант *В2* имеет только одно формовочное отделение

и лучше может быть использован для однородной по массе программы (см. рис. 143). Схема использована в сталелитейных цехах автозаводов.

Схема Г дает компоновку цеха в одном одноэтажном здании Г-образной формы. Схему используют для чугуно- и сталелитейных цехов серийного и мелкосерийного производства мощностью до 30—40 тыс. т/год, выпускающих отливки широкого диапазона по массе, включая средние и крупные.

Особенностью схемы, приспособленной для одноэтажных зданий, являются 12-метровые многэтажные вставки для размещения в них вентиляционного, транспортного, электротехнического оборудования и вспомогательных помещений. Недостаток — разделение цеха на отдельные помещения, что затрудняет полное использование площадей и сообщение между отделениями цеха (см. рис. 144).

Схема Д дает компоновку цеха в одном пятипролетном одноэтажном здании Г-образной формы. Схему используют для чугунолитейных цехов мелкосерийного производства мощностью до 40—50 тыс. т/год, выпускающих тяжелые и особо тяжелые отливки. Особенностью схемы является размещение плавильного отделения в середине формовочных пролетов, что необходимо при заливке на плату и в кессонах тяжелых отливок. В отличие от схемы Г в этом цехе нет вставок. Вентиляцию размещают на площадках в торцах пролетов.

#### 4. ПОМЕЩЕНИЯ БЫТОВОГО И АДМИНИСТРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Помещения бытового обслуживания, питания и административного назначения, являющиеся неотъемлемой частью литейного цеха, определяют и размещают при решении компоновочной схемы и детально разрабатывают в архитектурно-строительной части проекта. Состав административно-бытовых помещений определяют по действующим нормам на основе технологического задания, в котором указывается списочный состав работающих в цехе с распределением по сменам, с ориентировочным делением на мужчин и женщин и по группам производственных процессов в зависимости от санитарной характеристики выполняемой ими работы.

Методика расчета, состав бытовых помещений и устройств для обслуживания работающих даны в гл. XI.

На первоначальной стадии проектирования при определении объемно-планировочных решений здания цеха необходимые площади бытовых и административных помещений определяют на основании укрупненных расчетов.

Административно-бытовые помещения можно размещать в отдельно стоящем здании, соединенном с цехом отапливаемыми надземными или подземными переходами, в пристройках или внутри производственного здания. Могут располагаться с торцевой или продольной стороны корпуса. Схемы расположения таких помещений даны на рис. 136.

Оценка различных вариантов размещения сводится к следующему. Помещения обслуживания, размещаемые в отдельно стоящем здании, находятся в более комфортных условиях по сравнению с пристроенными и встроенными помещениями (исключено проникновение пыли, газов, шума), позволяют более компактную планировку рабочих помещений по обе стороны коридора и любую высоту зданий. Возможно также использование общего отдельно стоящего здания для обслуживания двух или нескольких цехов, что снижает стоимость строительства.

Пристроенные помещения сокращают протяженность потоков людей внутри цеха, но имеют меньший комфорт и дают менее компактное одностороннее размещение рабочих помещений. Кроме того, пристроенные помещения закрывают световые проемы в одной из наружных стен здания и тем ухудшают естественное освещение в нем.

Размещение помещений внутри здания весьма экономично, так как при этом может быть более полно использован весь объем здания; такие объемы обычно находятся в двухэтажных цехах на первом и промежуточном этажах, в крупногабаритных цехах — во вставках между пролетами. Известны случаи размещения бытовых помещений в подвальном этаже с рассредоточенными выходами в рабочую зону, что обеспечивает наиболее удобные трассы людских потоков. Но в таких помещениях наименьший комфорт,

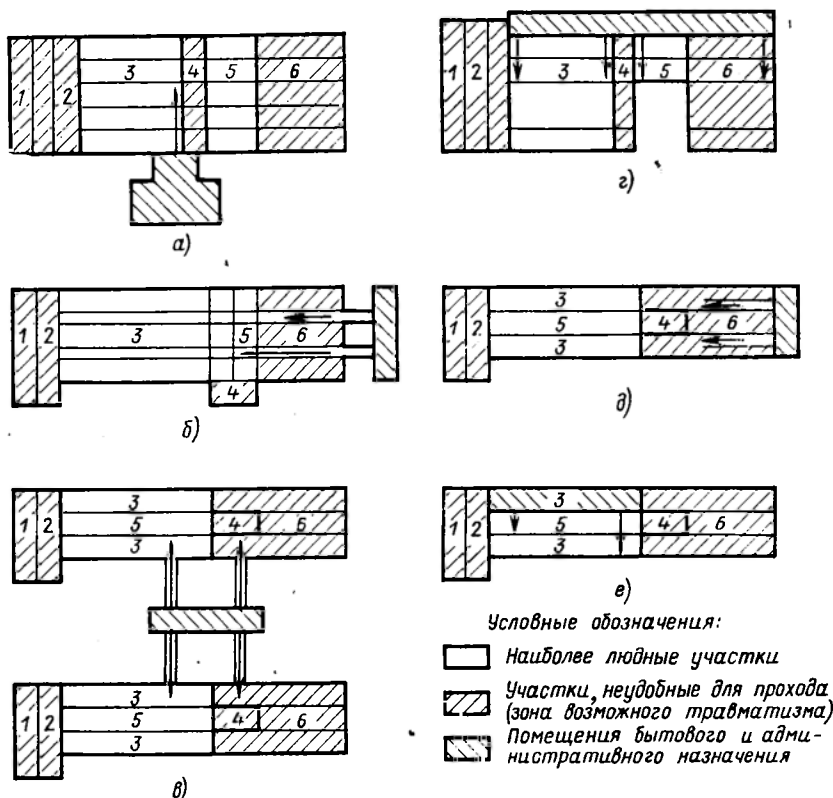


Рис. 136. Схемы расположения помещений административного и бытового назначения:

*a* — отдельно стоящее административное здание и пристроенная столовая; *b* — отдельно стоящие бытовые и административные здания, соединенные с литейным цехом крытыми переходами; *c* — отдельно стоящее здание, обслуживающее два литейных цеха; обеспечен рассредоточенный проход к рабочим местам; *d* — пристроенное помещение с рассредоточенным проходом к рабочим местам; *e* — пристроенное помещение с проходом через неудобную зону; *f* — встроенное помещение на первом этаже двухэтажного цеха; 1—6 — см. рис. 148

так как в них легко проникают пыль, вредные газы из цеха и шум. Из рассмотрения особенностей описанных местоположений обслуживающих помещений следует, что помещения, используемые только на короткое время, — душевые и гардеробные, целесообразно размещать внутри здания, заполняя его объем, административно-конторские помещения и столовые рекомендуется размещать в более комфортных помещениях — в отдельно стоящих или в пристроенных зданиях. При размещении административно-бытовых помещений для крупногабаритных многолюдных цехов (1,2—2 тыс. работающих в одну смену) целесообразно предусматривать несколько зон для этих помещений с рассредоточенным подходом к рабочим местам.

В ряде случаев схема генерального плана предопределяет расположение помещений обслуживания с торцевой части цеха, где (см. рис. 135) чаще всего размещают технологические отделения, завершающие цикл производства отливок, — термообрубные и грунтовочные, неудобные для прохода.

Другим недостатком этого решения является большая протяженность концентрированных людских потоков из бытовых через наименее комфортные и даже опасные отделения цеха. В случае необходимости применить это решение целесообразно предусмотреть специальные галереи или вставки для безопасного прохода людей.

Расположение помещений обслуживания вдоль продольной стороны цеха предпочтительнее, при этом сокращается длина пути до рабочих мест и обеспечиваются рассредоточенные потоки людей непосредственно к различным участкам по параллельным проходам, минуя термообрубные и грунтовочные отделения. Специфика литейного производства требует еще постоянного санитарно-бытового обслуживания рядом с рабочими местами. Такое обслуживание проектируют в специальных блоках местного бытового обслуживания (см. гл. XI). Необходимо размещать такие блоки внутри цеха вблизи основных проходов на промежуточных или первых этажах двухэтажных зданий, во вставках или на антресолях одноэтажных зданий. Для работающих на участках с большим выделением теплоты и повышенным уровнем шума предусматривают комнаты отдыха, где создают условия, обеспечивающие быстрое снятие утомления и перегрева, кондиционирование воздуха и полную звукоизоляцию. С комнатами отдыха удобно блокировать также экспресс-лаборатории, кладовые, помещения мастеров.

## 5. ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В объемно-планировочном решении здания цеха обязательно должны быть предусмотрены изолированные помещения для рационального размещения вентиляционных устройств.

Современные литейные цехи проектируют, как правило, с искусственной механической вентиляцией, которая должна обеспечивать в цехе необходимую температуру и интенсивный воздухообмен во все времена года. Применение мощной искусственной вентиляции требует значительной площади для размещения вентиляционных установок и мест для прокладки магистральных трубопроводов большого сечения. Работа приточных и вытяжных вентиляционных систем тем эффективнее, чем короче трубопроводы свежего и особенно запыленного воздуха. Это положение и должно быть решающим при выборе мест для размещения таких систем.

В соответствии с этим для двухэтажных зданий рекомендуется размещать приточные системы в изолированных помещениях первого этажа, предпочтительно не у наружных стен, чтобы не затемнять лучшие помещения этого этажа (рис. 137). При этом для забора воздуха служат подземные каналы снаружи здания. Раздача свежего, зимой подогретого, воздуха по цеху осуществляется через магистральные приточные каналы, размещаемые между балками покрытия (ригелями) первого этажа, и затем через приточные стояки между колоннами в рабочую зону производственных помещений.

Кроме основных помещений обычно требуются еще помещения для притока внутри плавильного пролета. В одноэтажных зданиях приточные системы рекомендуется размещать в специальных вставках между производственными пролетами, на антресолях или в подвалах. Вытяжные системы целесообразно размещать возможно ближе к наружным стенам здания с тем, чтобы максимально сократить протяженность трубопроводов для выброса отходящего воздуха в атмосферу через высокие трубы, которые вместе с дымососами желателен располагать снаружи здания. В крупногабаритных зданиях эти вытяжные трубы приходится размещать также и внутри здания. Известны удачные решения с выносом за пределы цеха сухих фильтров с вытяжными вентиляторами и трубами (рис. 138).

Для силовых трансформаторов, пультов управления и пусковой аппаратуры также требуются значительные площади. Общим правилом их размещения является максимальное приближение к главным потребителям

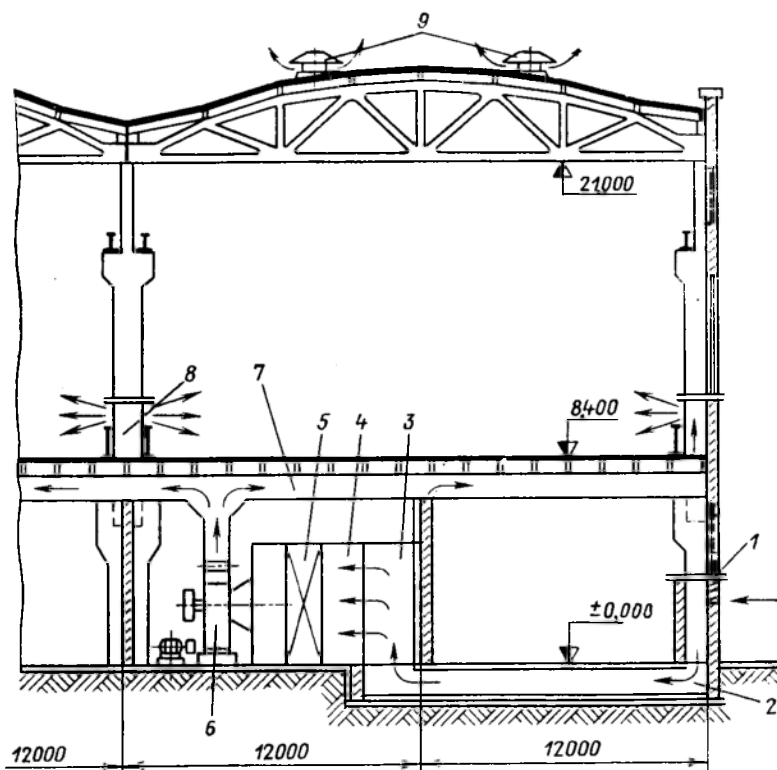


Рис. 137. Размещение камеры приточной вентиляции в двухэтажном здании:

1 — забор свежего воздуха; 2 — подпольный приточный канал; 3 — выравнивающая камера; 4 — фильтр; 5 — калорифер; 6 — вентилятор; 7 — распределительный короб; 8 — приточные колонки; 9 — вытяжные крышные вентиляторы

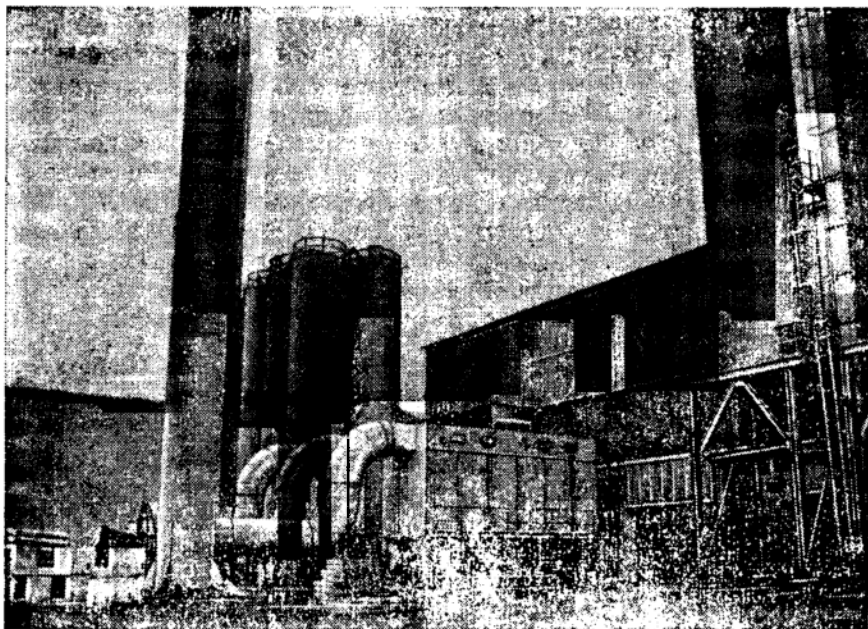


Рис. 138. Агрегаты вытяжной вентиляции с сухими фильтрами вне здания цеха

энергии с целью сокращения длины (и стоимости) питающих и управляющих кабелей и одновременно для снижения потерь напряжения в них. Обычно наиболее рациональным оказывается размещение этих помещений на первом этаже двухэтажных зданий.

Объемно-планировочное решение литейного цеха, разработанное с учетом всего предложенного, оформляется предварительной технологической планировкой цеха с размещением основного технологического оборудования обычно в масштабе 1 : 200 и схематическими строительными чертежами (планы по этажам и основные разрезы) в том же масштабе.

## 6. ПЛАНИРОВКА ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Дальнейшую разработку проектов литейных цехов ведут совместно технологи и специалисты по механизации на основе объемно-планировочного решения цеха и предварительно проработанных строительных чертежей здания. В результате совместной работы создают планировку цеха — чертеж с основными размерами здания, на котором нанесено все технологическое и транспортное оборудование с привязкой главного из них к осям здания, выделены помещения для бытового обслуживания работающих, для вентиляционных установок и для электрооборудования, показаны внутрицеховые дороги и проезды.

Для удобства чтения чертежа и пользования им прилагают спецификацию технологического и транспортного оборудования с основными его параметрами. Спецификацию составляют по форме 29.

ФОРМА 29. Спецификация технологического и транспортного оборудования

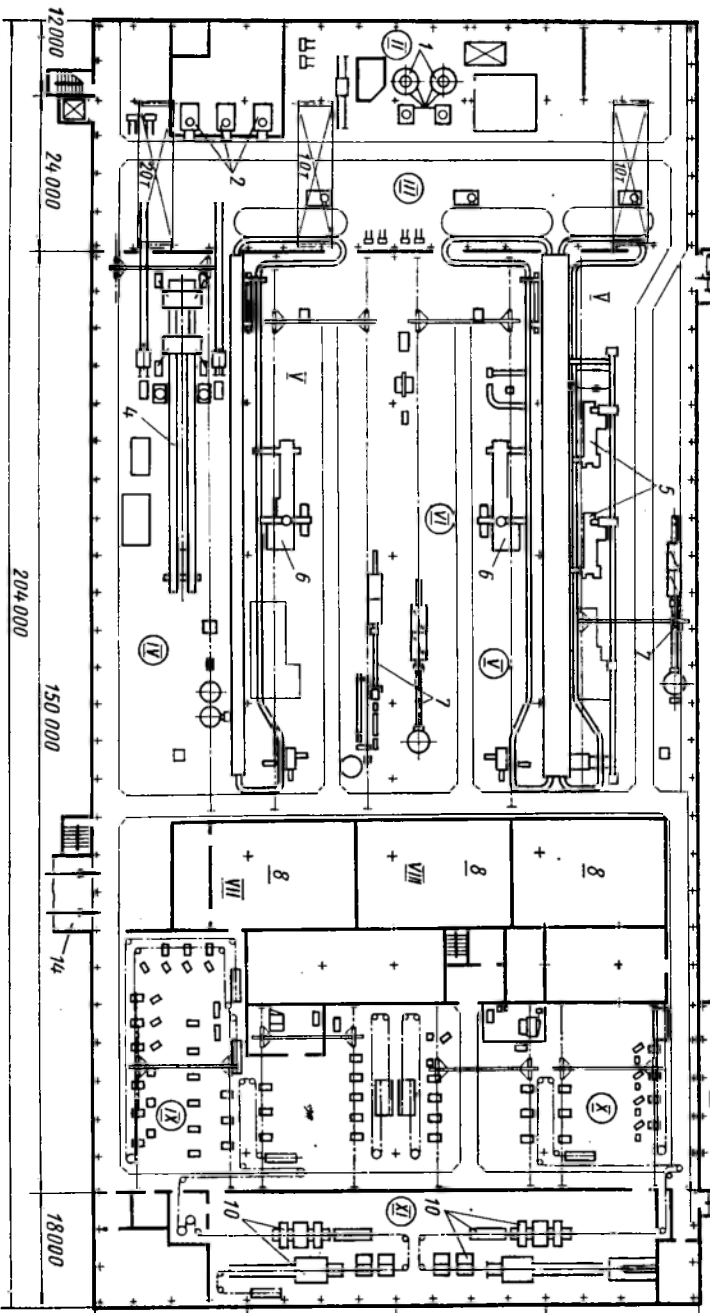
№ по плану	Оборудование	Тип или модель	Краткая характеристика	Число	Мощность единицы, кВт	Завод-изготовитель или организация и № чертежа	Примечание

Такая планировка со спецификацией является основным документом — заданием для выполнения всех остальных частей проекта: строительной, отопления и вентиляции, электротехнической и др. и в дальнейшем после утверждения технического проекта основой для разработки рабочих чертежей цеха. Ниже приведены примеры планировок различных чугуно- и сталелитейных цехов с указанием основного технологического оборудования и краткие описания этих цехов.

Планировка чугунолитейного цеха мощностью 30 000 т/год отливок, входящего в состав литейного завода, показана на рис. 139. В программе цеха отливки из серого и ковкого чугуна малой массы. Максимальная масса отливок 100 кг. Цех размещен в двухэтажном здании с высотой первого этажа 8,4 м и второго 10,8 м. Склады шихты и формовочных материалов размещены в отдельном здании. Шихта доставляется в цех в контейнерах безрельсовым транспортом, сухие формовочные материалы — пневмотранспортом.

Серый чугун плавят в закрытых вагранках производительностью 12 т/ч, ковкий чугун — в индукционных тигельных печах типа ИЧТ-10. Формовочные, стержневые и термообрубные пролеты делят на два отделения: серого и ковкого чугуна. Все формы выполняют из сырых смесей. Отливки из ковкого чугуна формуют на автоматической линии безопочной формовки.

Отливки из серого чугуна формуются на трех автоматических линиях, самые мелкие отливки массой < 20 кг — на автоматических машинах мод. 22821 в опоках размером 400 × 500 мм (на первой линии). Отливки







большей массы — на автоматических машинах мод. 22813 в опоках 800—700 мм (на двух линиях). Все стержни изготавливают из ХТС на поточных линиях.

Смесеприготовительное оборудование объединяют в несколько групп бегунов, которые снабжают смесями все формовочные линии по отдельным транспортным линиям. Все отливки охлаждаются на пластинчатых конвейерах, проходящих по первому этажу, затем проходят дробеметную очистку, грунтовку и направляются в экспедицию. Отливки из ковкого чугуна подвергаются дополнительно термообработке в конвейерных печах на первом этаже здания.

Показатели цеха: общая площадь 27 500 м<sup>2</sup>, общее число работающих 500 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> общей площади 1,09 т/год и на одного работающего 60 т/год.

Планировка чугунолитейного действующего цеха мощностью 45 тыс. т/год отливок для станкостроения показана на рис. 140. Масса отливок 100—3000 кг. В программе цеха отливки из обычного серого и легированного чугуна.

Цех размещается в одноэтажном здании с обширными подвальными помещениями глубиной 6 м. Часть пролетов крановые высотой до ферм 15,3 м, остальные с подвесными кран-балками высотой 9 м. Ширина пролетов 30 и 24 м. Благодаря наклонному рельефу площадки имеется автомобильный въезд в подвальное помещение. Все шихтовые материалы хранятся в отдельно стоящем пролете склада. Свежие и регенерированные пески хранятся в силосных башнях рядом с цехом. Доставка шихтовых материалов в цех — по подземному туннелю в мерных бадьях на тележках, формовочных материалов — пневмотранспортом.

Чугуны всех видов плавят в индукционных тигельных печах емкостью 12 т. Формы и стержни изготавливают по одному технологическому процессу из ХТС. Изготовление всех форм для отливок массой до 1500 кг — на четырех поточных линиях, выполненных по одной схеме в опоках размерами 1400 × 1000, 2200 × 1500 и 2800 × 1500 мм. Отливки массой >1500 кг изготавливают на плацу. Стержни изготавливают на пяти однотипных поточных линиях, каждая линия обслуживает свою формовочную линию и плацевый участок. Формы заливают с помощью крана. Выбитые отливки на поддонах тележкой перевозят в обрубное отделение, где они охлаждаются, очищаются в дробеметных камерах, в которых одновременно удаляются стержни, затем обрубаются, зачищаются и направляются в грунтовочное отделение и на склад. Вся выбитая смесь подвергается сухой механической регенерации и вновь поступает на формовку. На рис. 140 показан производственный этаж здания. В полуподвальном этаже размещены регенерационные установки, оперативные склады оснастки, вентиляционное и транспортное оборудование. Недостатками цеха являются неудобный транспорт отливок в обрубное отделение и отсутствие промежуточных складов стержней.

Показатели цеха: общая площадь 29 800 м<sup>2</sup> (без склада шихты), общее число работающих 750 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> общей площади 1,5 т/год и выпуск на одного работающего 60 т/год.

Планировка чугунолитейного действующего цеха мощностью 90 тыс. т/год отливок для автомобилестроения показана на рис. 141. Максимальная масса отливки 30 кг. В программе цеха отливки из обычного серого чугуна (65%), легированного (6%), высокопрочного (18%) и ковкого (11%).

Цех размещается в здании смешанной этажности, четко разделенном на две половины: одна — двухэтажная занята производством отливок (плавильное, формовочное и стержневое отделения), вторая — одноэтажная занята отделением обрубки и термообработки. Отметка пола второго этажа +7200 мм. Отметка низа ферм 15 600 мм. Для въезда на второй этаж предусмотрен пандус. Пролет склада шихтовых материалов пристроен к цеху. Склад формовочных материалов — в отдельном здании с силосами для хранения сухого песка. Подача всех материалов на оба склада — железнодоро-

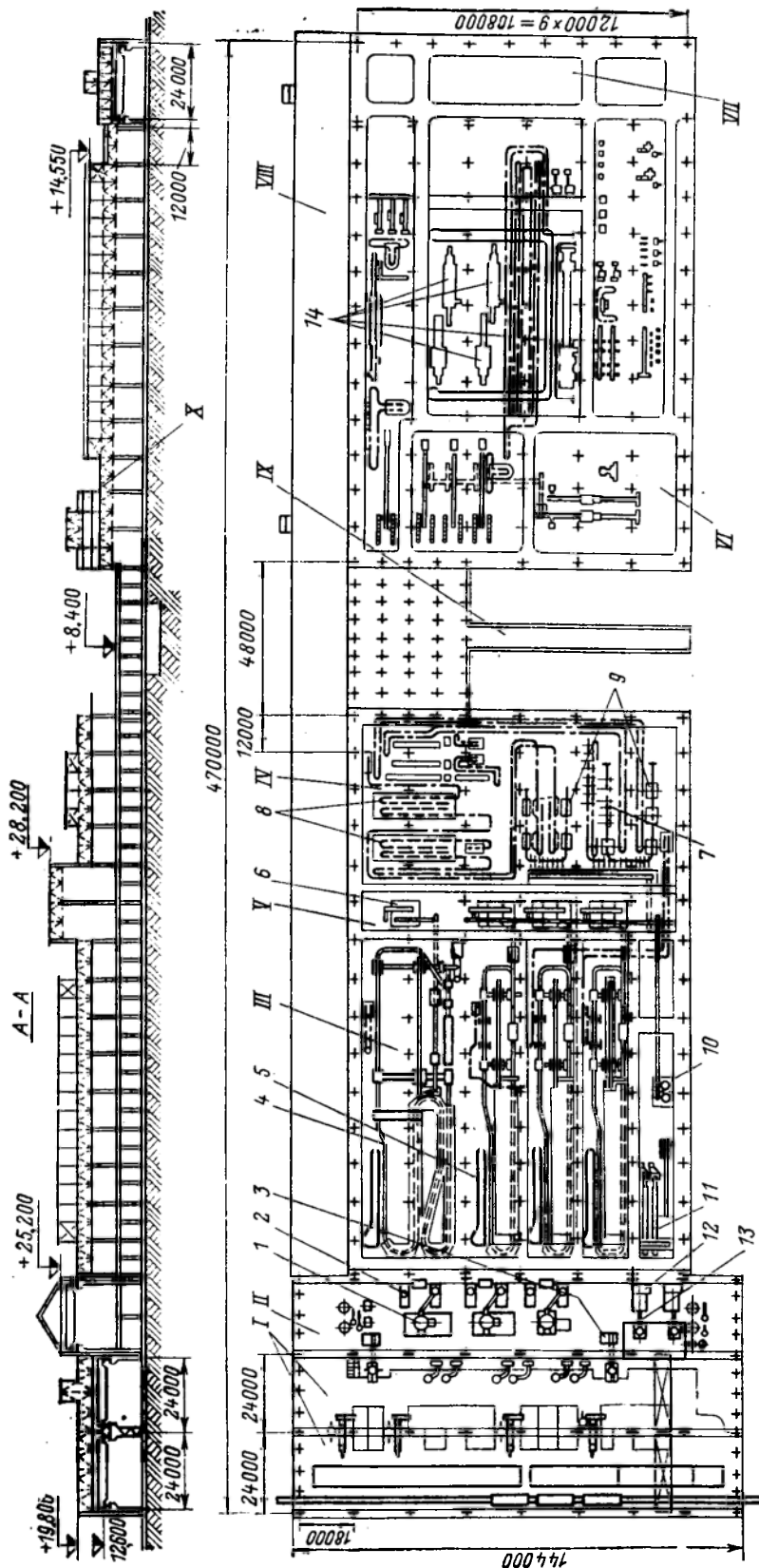


Рис. 141. Двухэтажный чугулитейный цех для автомобилестроения:

I — склад шихты; II — плавильное отделение; III — формовочное отделение; IV — стержневое отделение; V — смешеприготовительное отделение; VI — обрубно-очистное отделение; VII — склад отливок; VIII — административно-бытовые помещения; IX — пандус для въезда на второй этаж; X — трехъярусная галерея для охлаждения отливок; I — электрическая дуговая печь емкостью 40 т; 2 — индукционный тигельный миксер емкостью 20 т; 3 — люк для подачи шихты; 4 — автоматическая формовочная линия для блоков цилиндров размером опок 900 X 700 мм; 5 — автоматическая формовочная линия для разных деталей размером опок 800 X 500 мм; 6 — комплекс смешеприготовительного оборудования для охлаждения стержней в горячих ящиках; 7 — машины для изготовления стержней в горячих ящиках; 8 — сушилка для подсушки стержней; 9 — цепочная машина для изготовления стержней; 10 — смешеприготовительная установка для линий безопочной формовки; 11 — автоматическая формовочная линия безопочной формовки; 12 — индукционный каналный миксер емкостью 40 т; 13 — индукционная тигельная плавильная печь емкостью 25 т; 14 — печь для термобработки отливок

рожным транспортом. К местам потребления шихтовые материалы подаются мостовыми кранами, формовочные — ленточными конвейерами и пневмотранспортом.

Серый и высокопрочный чугун плавят в трех дуговых печах емкостью по 40 т и переливают из каждой печи в два индукционных тигельных миксера емкостью по 20 т, из которых и выдают металл на заливку. Ковкий чугун плавят в двух индукционных тигельных печах емкостью по 25 т, из которых переливают в два канальных индукционных миксера емкостью по 57 т. Все виды жидкого чугуна подаются на заливку форм автопогрузчиками. Формы изготовляют на четырех автоматических формовочных линиях, из которых одна размером опок в свету  $900 \times 700$  мм, имеющая максимальную производительность 180 форм/ч, предназначена для изготовления блоков цилиндров. Три остальные линии одинаковые, они имеют опоки размером в свету  $800 \times 700$  мм, максимальная производительность 270 форм/ч каждой. Для производства мелких отливок установлены две автоматические линии безопочной формовки с размером кома  $500 \times 400$  мм, производительностью 300 форм/ч.

Каждая опочная линия имеет отдельную смесеприготовительную установку. Обе безопочные линии снабжаются смесью из одной смесеприготовительной установки. Выбитые отливки транспортируются подвесным конвейером сначала в охлаждающую галерею, затем в термообрубное отделение.

Изготовление всех стержней принято в горячих ящиках на одно- и двухпозиционных машинах. Готовые стержни поступают на склад и затем подвесными конвейерами подаются к местам сборки форм. Охлажденные отливки проходят обрубку, очистку и термообработку на поточных линиях термообрубного отделения.

На первом этаже двухэтажной части здания размещены установки для охлаждения и подготовки оборотной смеси, склады стержней и оснастки, транспортное оборудование.

Показатели цеха: общая площадь  $51\,300$  м<sup>2</sup>, общее число работающих 1465 человек, выпуск отливок на  $1$  м<sup>2</sup> общей площади  $1,75$  т/год и на одного работающего  $61,4$  т/год.

Планировка сталелитейного цеха мощностью 40 000 т/год отливок, входящего в состав литейного завода, показана на рис. 142. В программе цеха мелкие и крупные отливки из углеродистой и низколегированной стали. Максимальная масса отливки 5 т. Цех размещен в здании смешанной этажности: плавильное, формовочное и стержневое отделения занимают двухэтажную часть здания, термообрубное отделение — одноэтажную. Высота двухэтажной части здания: первого этажа  $8,4$  м, второго —  $12,6$  м; одноэтажной части  $12,6$  м.

Для удобства передачи крупных отливок со второго этажа вниз в термообрубное отделение часть последнего имеет два яруса кранов, из которых верхний является продолжением яруса кранов второго этажа.

Склады шихты и формовочных материалов размещены в отдельном здании. Шихта доставляется в цех в загрузочных корзинах безрельсовым транспортом, формовочные материалы — пневмотранспортом.

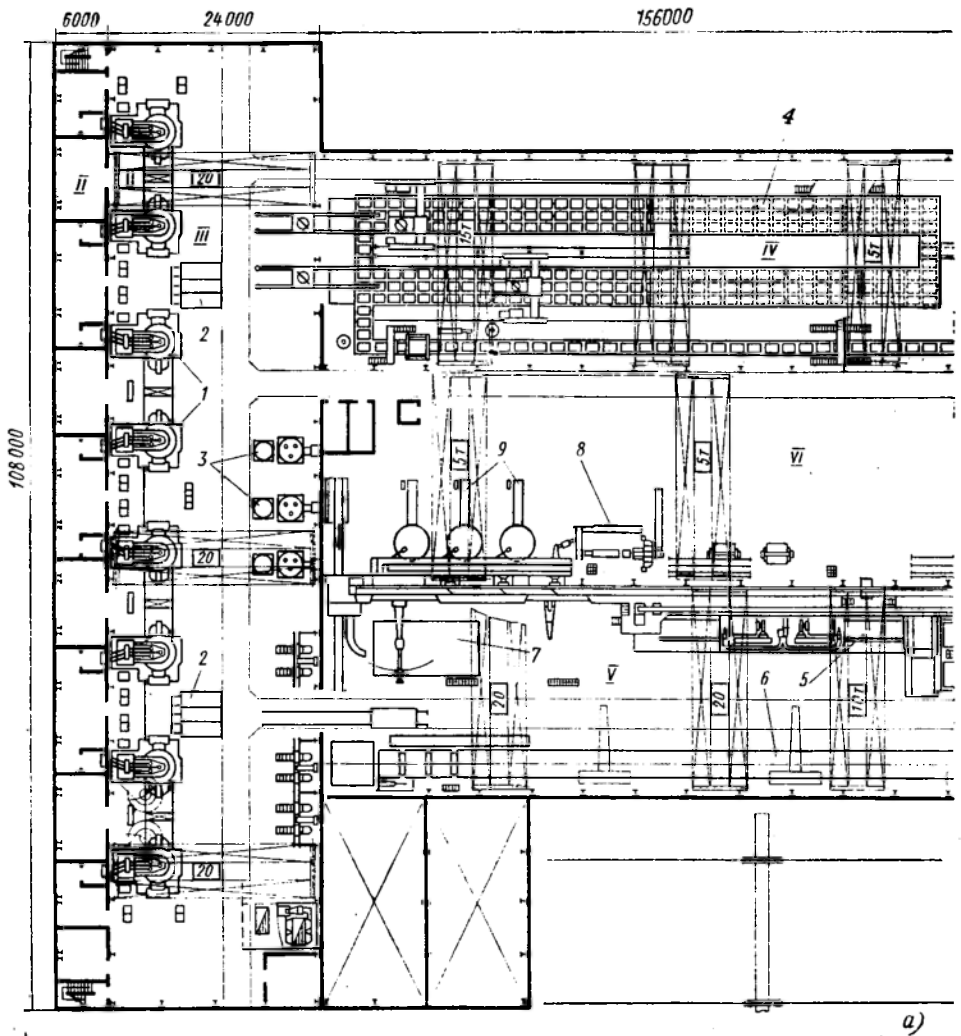
Плавку стали проводят в дуговых электропечах типа ДСП6. Шихту предварительно подогревают. Цех имеет два отделения: мелких и крупных отливок. Отделение мелких отливок, где установлена высокопроизводительная автоматическая формовочная линия, производительностью 140 форм/ч. Формы из сырой смеси размером  $1350 \times 910$  мм. Во втором отделении, где изготовляют крупные отливки, установлена пескометная поточная линия с формами размером  $2500 \times 2000$  мм и предусмотрен участок плацевой формовки передвижным пескометом. Все стержни выполняют из ХТС на поточных линиях. Мелкие отливки охлаждаются на пластинчатых конвейерах, крупные — на плацу. Стержни из крупных отливок удаляются в гидрокерамах. Литники и прибыли отрезают газовыми горелками. Термообработка

отливок производится в камерных и конвейерных печах. Затем все отливки подвергаются дробеметной очистке и обрубке и вывозятся из цеха. Грунтовка отливок предусмотрена в другом здании.

Показатели цеха: общая площадь 30 000 м<sup>2</sup>, общее число работающих 650 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> общей площади 1,35 т/год и на одного работающего 62 т/год.

Планировка сталелитейного действующего цеха мощностью 30 тыс. т/год отливок для автомобилестроения показана на рис. 143. В программе цеха отливки из углеродистой и легированной стали. Максимальная масса отливок 100 кг.

Цех размещается в одноэтажном здании высотой 12,6 м на складе и 9 м в других пролетах с большими подвальными помещениями глубиной до 6 м. Крыша бесфонарная; в цехе работают с искусственным освещением и вентиляцией. Обеспечены хорошие условия труда. Пролет склада шихтовых и формовочных материалов пристроен к зданию цеха. Все материалы подаются железнодорожным транспортом. Углеродистую и легированную сталь плавят в дуговых печах типа ДС5МТ (емкость 5 т).



плавильного отделения; XVIII — ковшовое отделение; XIX — помещение для вентиляционных усть шихты; 4 — автоматическая линия формовки в опоках 1300×900 мм; 5 — поточная линия формовки поточная линия изготовления стержней; 9 — поточная линия изготовления мелких стержней; 10 — охлаждения отливок; 13 — бегуны непрерывного действия; 14 — бегуны периодического действия; 18 — дроб

Все формы изготавливаются в опоках размером в свету  $950 \times 650$  мм на машинах мод. 2М265. Заливка и охлаждение форм на двух литейных конвейерах. Каждый конвейер имеет свою смесеприготовительную установку, размещенную внутри него. Выбивка форм автоматическая. Выбивные отливки падают на пластинчатые охлаждающие конвейеры, расположенные в подвале. Охлаждение отливок искусственное последовательно в двух дождевальных камерах, расположенных на каждом пластинчатом конвейере.

Охлажденные отливки попадают в расположенные в подвале галтовочные барабаны непрерывного действия, где удаляются стержни и отбиваются литники и прибыли. Газовой резки прибылей и литников нет. Затем отливки поднимаются вверх и подвергаются дробеметной очистке, проходят нормализацию в толкательных печах, повторную дробеметную очистку и заточку на обдирочных станках. После этого отливки с помощью подвешного конвейера попадают на антресоли для грунтовки окунанием, затем направляются вниз на склад отливок.

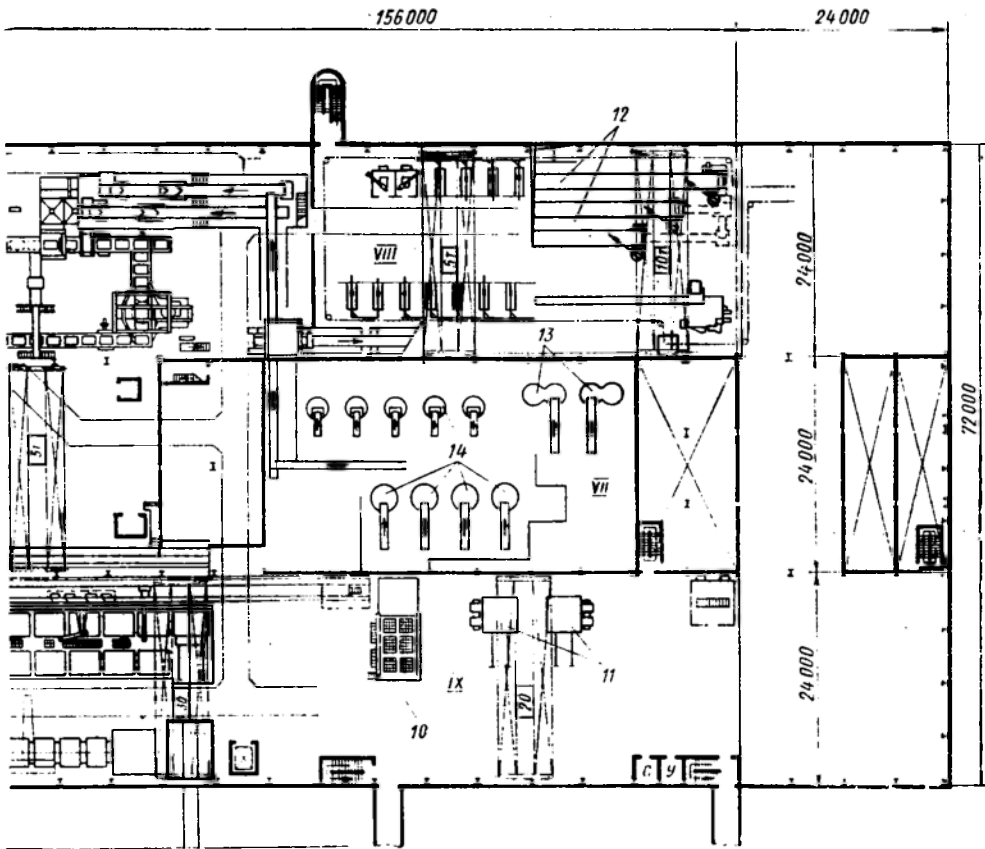
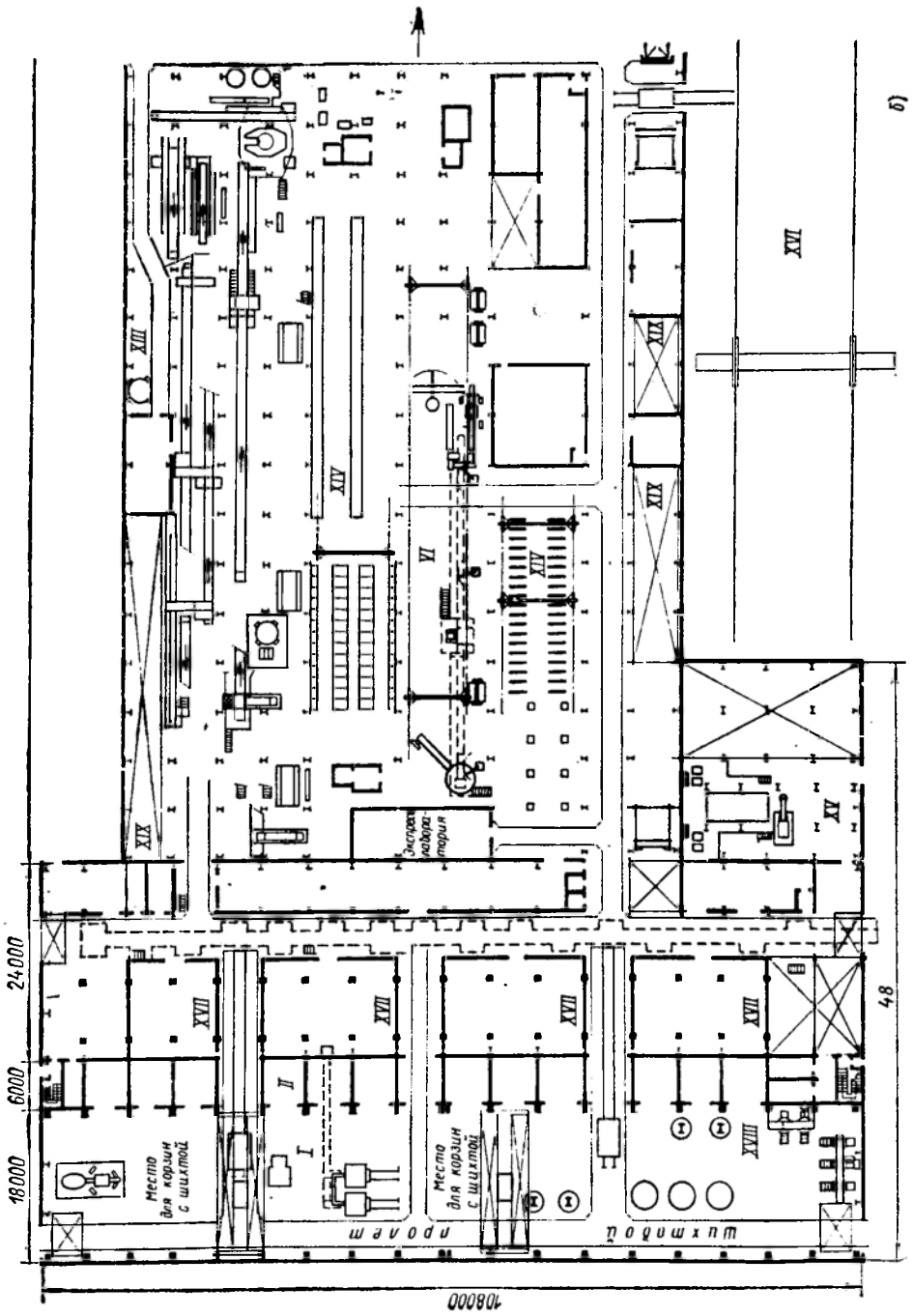


Рис. 142. Двухэтажный сталелитейный цех централита:

а — план на отметке  $+8400$  мм; б — план на отметке  $\pm 0$ ; I — шихтовой пролет; II — размещение мелких трансформаторных подстанций; III — плавильное отделение; IV — формовочно-заливочное отделение мелких отливок; V — формовочно-заливочное отделение крупных отливок; VI — стержневое отделение; VII — смесеприготовительное отделение; VIII — участок отрезки литников мелких отливок; IX — участок отрезки литников и гидроочистки крупных отливок; X — термообрубное отделение мелких отливок; XI — термообрубное отделение крупных отливок; XII — участок заварки; XIII — участок охлаждения и гомогенизации оборотной смеси; XIV — склад модельной оснастки; XV — отделение регенерации; XVI — площадка для хранения опок; XVII — вспомогательные помещения новок; 1 — дуговые печи емкостью 6 т; 2 — люк для загрузки печей; 3 — установки для подогрева в опоках  $2000 \times 1600$  мм; 4 — вертикально-замкнутый конвейер; 5 — кессон для заливки форм; 6 — выбивная решетка; 7 — камеры для гидровывивки стержней; 8 — пластинчатые конвейеры для 15 — термические печи с выкатным подом; 16 — конвейерные термические печи; 17 — дробеметные емкостная камера периодического действия; 20 — горн для нагрева отливок





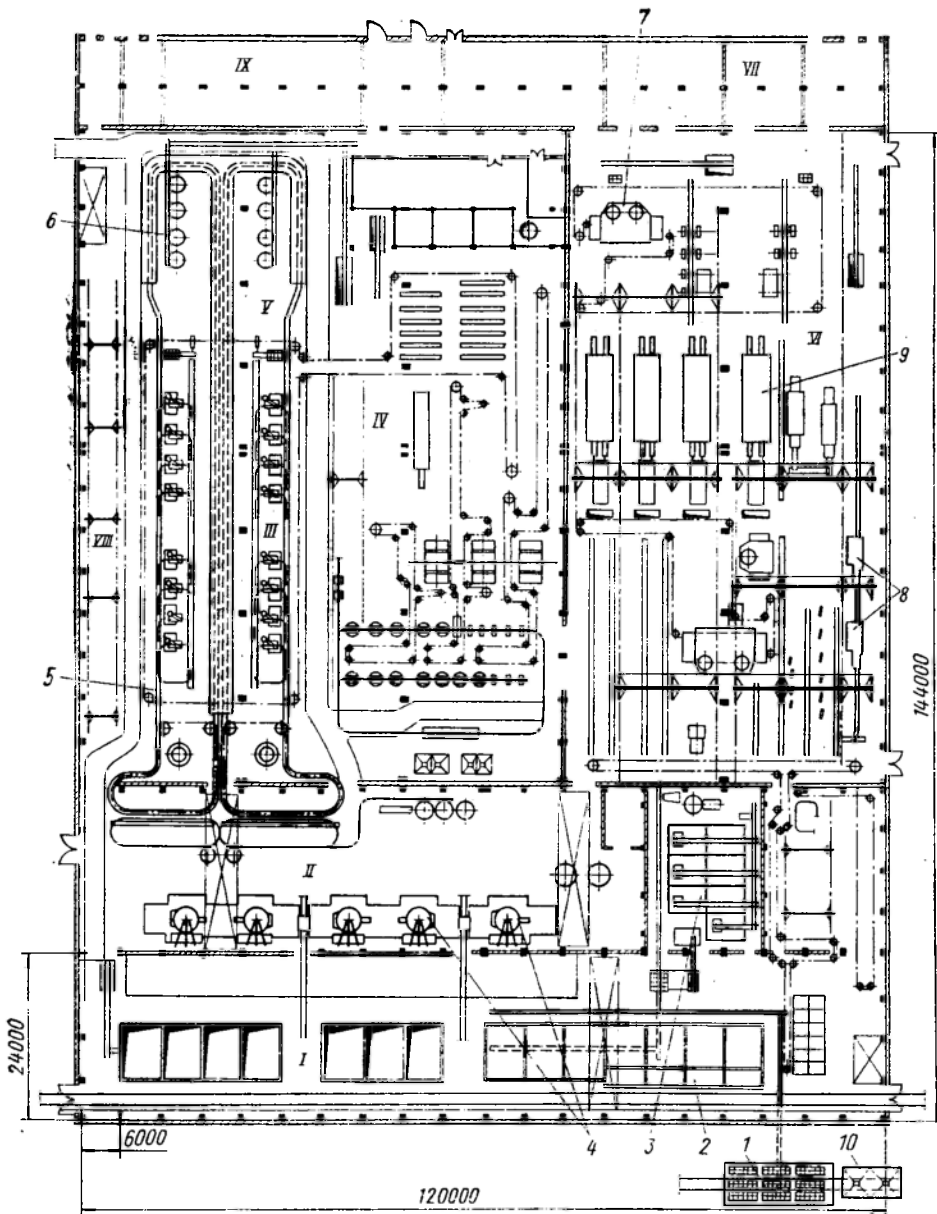


Рис. 143. Одноэтажный сталелитейный цех для автомобилестроения:

I — склад шихты и формовочных материалов; II — плавильное отделение; III — формовочное отделение; IV — стержневое отделение; V — смешеприготовительное отделение; VI — термообрубное отделение; VII — ремонтная служба; VIII — склад оснастки; IX — бытовые помещения; X — устройство для разгрузки песка; 1 — закрома для сырого песка; 2 — закрома для сухого песка; 3 — электрическая дуговая печь емкостью 5 т; 4 — литейный конвейер с формовочными машинами, размер опок 800×700 мм; 5 — комплект смешеприготовительного оборудования; 6 — дробеметная камера непрерывного действия; 7 — дробеметный барабан периодического действия; 8 — печи для термообработки; 9 — бункеры для отходов смеси

Показатели цеха: фактический выпуск 35 000 т/год, общая площадь 17 280 м<sup>2</sup>, общее число работающих 545 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> общей площади 2 т/год и на одного работающего 64,2 т/год.

Планировка чугунолитейного цеха мощностью 35 000 т/год отливок, входящего в состав литейного завода, показана на рис. 144. В программе цеха мелкие и крупные отливки из серого и легированного чугуна. Максимальная масса отливки 1000 кг.





Цех размещен в одноэтажном здании высотой 14 м с двумя вставками шириной 12 м для размещения складов моделей транспортных устройств, вентиляции и электрооборудования. Помещения трансформаторных подстанций и электрооборудования пристроены к цеху. Склады шихты и формовочных материалов расположены в отдельном здании. Шихта доставляется в цех в контейнерах безрельсовым транспортом. Сухие формовочные материалы доставляются пневмотранспортом.

Обычный серый и легированный чугун для всех отделений цеха плавят в индукционных тигельных печах мод. ИЧТ-10, которые после расплавления переключают на миксерный режим для разлива чугуна.

Формовочные и обрубные пролеты делят на три отделения: мелких, средних и крупных отливок.

Отливки массой <100 кг формируют по-сырому на формовочных машинах 254М + 2М265 в опоках размером 800 × 700 мм. Заливка и охлаждение выполняются на литейном конвейере. Отливки большей массы изготавливают из ПСС: массой <200 кг в опоках 1200 × 1000 мм с заливкой на литейном конвейере, массой <300 кг в опоках 1600 × 1200 мм и массой <1000 кг в опоках 2500 × 1600 мм на двух пескочетных линиях с заливкой на трансбордерном конвейере и на плацу. Крупные стержни изготавливают из ЖСС, мелкие — из обычных песчаных смесей.

Смесеприготовительное отделение единое для всех отделений цеха имеет две группы бегунов: для изготовления сырых смесей и для ПСС. Все отливки охлаждаются на пластинчатых конвейерах, проходящих в подземных туннелях.

В обрубном отделении охлажденные отливки подвергаются гидравлической стержневой, дробеметной очистке и обрубке. Все отливки грунтуют и затем направляют в экспедицию.

Показатели цеха: общая площадь 29 300 м<sup>2</sup>, общее число работающих 575 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> общей площади 1,2 т/год и на одного работающего 61 т/год.

Планировка чугунолитейного цеха мощностью 30 000 т/год отливок для станкостроения показана на рис. 145. В программе цеха отливки из серого чугуна крупные и особо тяжелые. Максимальная масса отливки 75 000 кг.

Цех размещен в одноэтажном здании с высотой главного пролета 17 м. Этот пролет оборудован мостовыми кранами грузоподъемностью 100 т. Склад шихтовых и формовочных материалов размещен при литейном цехе. Шихта к плавильным агрегатам доставляется мостовыми кранами, формовочные материалы — ленточными конвейерами и пневмотранспортом.

Серый чугун плавят в вагранках с копильниками производительностью 10 и 20 т/ч. Все отливки выполняют в формах из сухих глинистых смесей. Крупные отливки формируются в опоках на формовочных машинах, тяжелые — в кессонах передвижными пескочетками. Все формы заливаются на плацу или в кессонах, охлаждаются на местах заливки и выбиваются на выбивных решетках. Все стержни выполняются из ЖСС на рольгангах или на плацу. Стержни из отливок выбиваются в гидрокамерах. Отливки проходят дробеметную очистку, грунтовку и передаются на открытую эстакаду — склад отливок. Часть отливок проходит искусственное старение в термических печах.

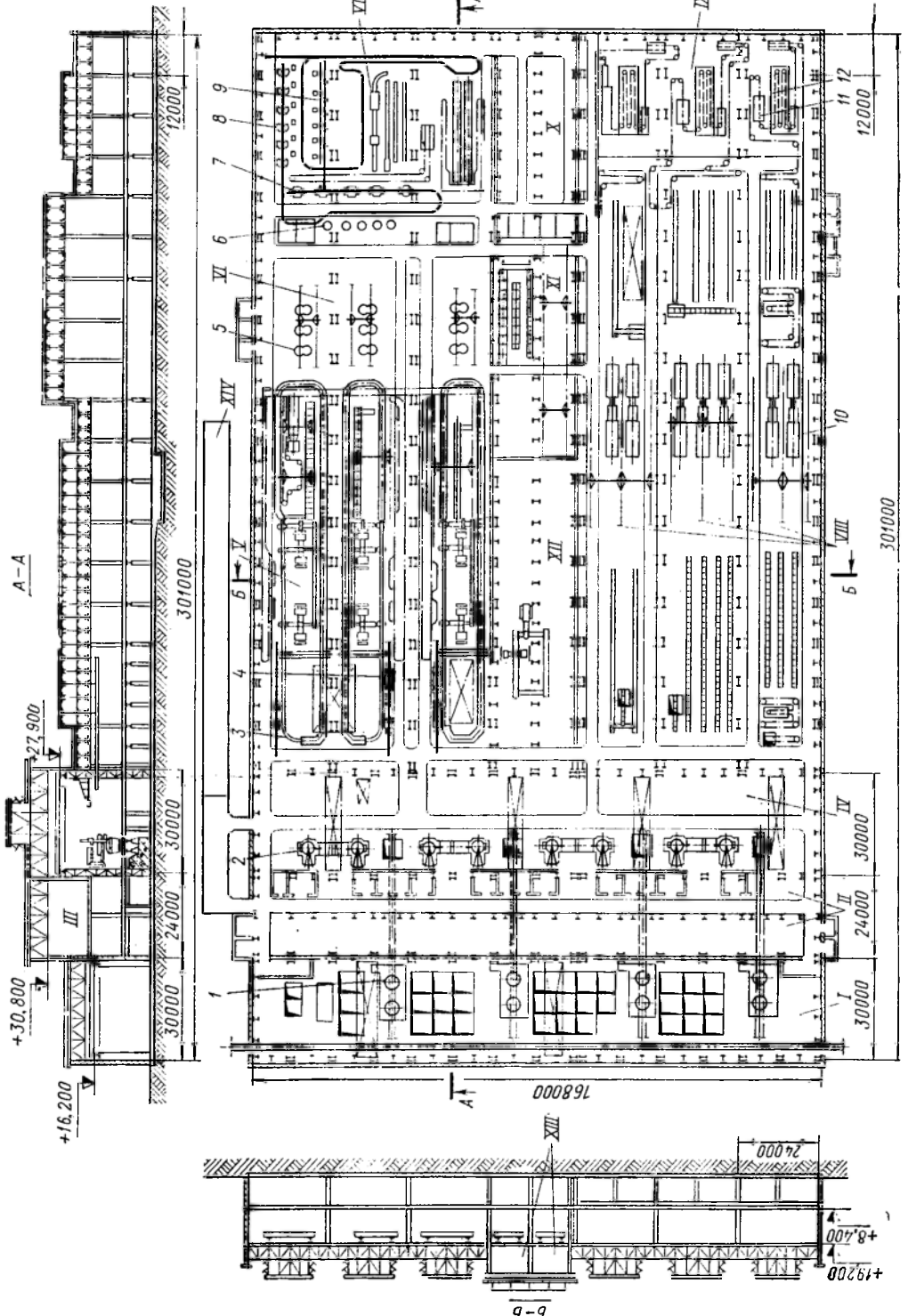
Показатели цеха: общая площадь 29 000 м<sup>2</sup>, общее число работающих 530 человек, выпуск литья на 1 м<sup>2</sup> общей площади 1 т/год и на одного работающего 56 т/год.

Планировка сталелитейного цеха мощностью 95 тыс. т/год отливок для автомобилестроения показана на рис. 146. Максимальная масса отливок 100 кг. В программе цеха отливки из углеродистой и низколегированной стали.

Цех размещен в двухэтажном здании. Высота первого этажа 8,4 м, второго — 10,8 м. Для въезда на второй этаж запроектирован пандус.

Рис. 146. Двухэтажный склад текстильного цеха для автотранспорта:

- I — склад шпикты;
- II — вспомогательный пролет плавильного отделения; III — помещения для вентиляционных систем;
- IV плавильное отделение; V — формовочное отделение; VI — смесительное отделение; VII — стержневое отделение; VIII — термомоющее отделение; IX — грунтовочное отделение; X — ремонтная служба; XI — склад остатков; XII — экспедиционный участок; XIII — приточные вентиляционные системы; XIV — пандус для въезда на второй этаж; I — установка для подогрева шпикты; 2 — электрическая дуговая печь емкостью 12 т; 3, 4 — автоматические формовочные линии, опокки размером 1100 X X750 мм; 5 — комплект смесительного отделения оборудования для охлаждения оборотной смеси; 6 — смеситель для приготовления стержневой смеси; 7 — 9 — челночные машины для изготовления стержней в горячем виде; 10 — печь для термообработки отливок; 11 — камера для грунтовки отливок; 12 — сушилка для грунтованных отливок



Шихтовые материалы доставляются в цех по железной дороге. Песок хранится в отдельно стоящем складе и подается в цех ленточными конвейерами. Сталь плавится в дуговых электропечах емкостью по 12 т. Шихту предварительно подогревают, формы изготавливают на трех автоматических формовочных линиях в опоках размером 1100 × 750 мм. Производительность линий по 240 форм/ч. Каждая линия имеет самостоятельную смесе-приготовительную установку. Стержни изготавливаются в горячих ящиках, затем после окраски и подсушки хранятся на подвесном складе, с которого подвесным толкающим конвейером доставляются к местам сборки форм.

Отливки после выбивки охлаждаются на пластинчатых конвейерах, проходящих через дождевальные камеры. Охлажденные отливки поступают в галтовочные барабаны для удаления стержней и отбивки литников. Далее отливки проходят дробеметную очистку и поступают на поточные линии обработки отливок, после чего подвергаются нормализации в толкательных печах. Затем отливки проходят вторую очистку, правку и грунтовку. В цехе предусмотрен экспериментальный участок для отработки, технологии производства отливок и отладки оснастки.

Показатели цеха: общая площадь 56 000 м<sup>2</sup>, общее число работающих 1185 человек, выпуск отливок на 1 м<sup>2</sup> площади цеха 1,68 т/год и на одного работающего 80 т/год.

## ЦЕХИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ЛИТЬЯ

### 1. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ЛИТЬЯ

К специальным способам литья, имеющим значительное промышленное применение, относятся литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы, литье под давлением, литье в кокили, центробежное и др.

Отливки, получаемые специальными способами литья, по конфигурации и размерам приближаются к готовым деталям, и объем их обработки резанием невелик по сравнению с заготовками, изготовленными другими способами.

Применение специальных способов литья в ряде случаев повышает трудоемкость и себестоимость отливок в литейных цехах. Однако благодаря экономии металла и сокращению объема обработки резанием в конечном итоге снижается стоимость изготовления детали.

Особенности, присущие изготовлению отливок специальными способами, предопределили целесообразность организации цехов, специализированных по способу литья: по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением, кокильного, центробежного и др.

Практика показывает, что способом литья по выплавляемым моделям могут быть получены отливки из любых литейных сплавов массой от нескольких граммов до десятков килограммов со стенками толщиной от 1 мм и более. Наиболее часто этот способ применяют для изготовления стальных мелких (до 1,5 кг) и сложных по геометрии деталей с большим объемом обработки резанием. Литье по выплавляемым моделям является по существу единственным промышленным способом получения точных отливок из труднообрабатываемых жаростойких сплавов. Очень эффективен этот способ литья и в тех случаях, когда удастся получить целые узлы машин, ранее получаемые сваркой или сборкой нескольких деталей. Стержни для отливок, получаемых по выплавляемым моделям, как правило, не применяют.

При правильном подборе номенклатуры отливок для литья по выплавляемым моделям удастся в среднем 1 т литья заменить 2 т металлопроката и сэкономить при этом до 1000 станко-часов на обработке резанием.

Литье в оболочковые формы с использованием оболочковых стержней применяют в основном для массового и крупносерийного производства отливок из чугуна и меньше из стали и других сплавов. Этим способом отливают детали тракторов, автомобилей, текстильных машин, арматуры и т. д. Уменьшение припусков на обработку при переходе с литья в песчаные формы на литье в оболочковые формы обеспечивает существенное сокращение трудоемкости обработки резанием, а масса отливок благодаря их большей точности уменьшается до 10%. Эффективно использование оболочковых форм при производстве чугунных отливок с тонкими ребрами (например, ребристых цилиндров автомобильных и мотоциклетных двигателей с воздушным охлаждением) и других отливок, требующих применения сухой формы. Оболочковые формы целесообразно использовать для производства отливок массой 0,1—60 кг. Более крупные отливки получают с меньшей точностью размеров из-за коробления оболочек.

Литье под давлением используют главным образом в массовом и крупносерийном производстве для получения тонкостенных сложных отливок из цветных сплавов. При правильном выборе номенклатуры применение литья под давлением улучшает технико-экономические показатели производства отливок по сравнению с литьем в песчаные формы и в кокиль. Этим способом получают отливки массой от нескольких граммов и до таких крупных, как блок двигателя автомобиля. Применение литья под давлением ограничивается высокой стоимостью пресс-форм, наличием в отливках воздушной пористости, а также невозможностью использования песчаных стержней.

Литье в кокиль применяют в серийном и массовом производстве с использованием песчаных и металлических стержней. Серия выпуска при литье

Таблица 69. Параметры отливок, получаемых специальными способами литья

Показатели	Способ литья				
	по выплавляемым моделям	в оболочковые формы	под давлением	в кокили	центробежное
Сплавы	Сталь	Чугун, сталь	Цветные металлы	Черные и цветные металлы	Черные и цветные металлы
Масса отливок, кг	0,005—70	Из чугуна 0,03—50, из стали 0,05—120	0,015—25	Из чугуна 0,1—10, из алюминия 0,1—50	5—40 (уникальные до 45 000)
Толщина стенок отливок, мм	1 и более	Из чугуна 3 и более, из стали 3,5 и более	Из цинковых сплавов 0,8—3, из магниевых и алюминиевых сплавов 1,5—4, из медных сплавов 2—4	Из алюминиевых сплавов 2,5 и более, из стали 6 и более, из медных сплавов 3,5 и более, из чугуна 5 и более	5—30 (уникальные до 350)
Точность отливок, соответствующая рейтингам по СТ СЭВ144—75	12—14	14—15	11—14	14—15	15
Класс шероховатости поверхности отливок по ГОСТ 2789—73	4—6	3—5	Из цинковых сплавов 7—8, из магниевых и алюминиевых сплавов 6—7, из медных сплавов 4—5	Из алюминиевых сплавов 3—5, из стали 1—3, из медных сплавов 2—3, из чугуна 2—4	1—3
Припуски на обработку резанием, мм	0,5—2	2,0—4	0,3—1	1,5—4	3—20
Средний коэффициент использования заготовки (отношение массы готовой детали к массе заготовки)	0,93	0,90	0,95	0,75	Для деталей машиностроения 0,7, для труб 1
Примерная стоимость 1 т отливок средней сложности в условиях крупносерийного производства, руб.*	1200 отливок массой 0,2—0,5 кг из углеродистой стали	400 отливок массой 3—10 кг из чугуна	1100 отливок массой 2—5 кг из алюминиевого сплава; 1600 из магниевых сплавов, 1000 из цинкового сплава	1400 отливок массой 3—10 кг из алюминиевого сплава; 1200 из медного сплава; 300 из чугуна	165 гильз автомобильных массой 6,5 кг, 100 труб водопроводных

\* Используются данные прейскуранта оптовых цен на отливки № 25-01. Стоимость литья в оболочковые формы и центробежного литья — по промышленным данным.

чугуна должна составлять  $>20$  крупных или  $>400$  мелких отливок в год, при литье алюминия 400—7000 отливок в год. В случае увеличения серий алюминиевые отливки массой до 25 кг целесообразно изготавливать литьем под давлением, если внутреннюю полость отливок можно образовывать металлическими стержнями и нет особых требований по их герметичности. Литье в кокиль используют для получения толстостенных алюминиевых отливок, чугунных отливок, отливок из высокопрочного чугуна со стенками толщиной  $>8—10$  мм, отливок из медных сплавов со стенками толщиной  $>3,5$  мм, стальных отливок простой конфигурации со стенками толщиной  $>6$  мм. Отливки, получаемые в кокилях по отработанной технологии, не имеют внутренних дефектов. Применение литья в кокиль ограничивается из-за неподатливости металлической формы и, как следствие, затрудненной усадки отливок.

В последние годы главным образом для получения алюминиевых отливок применяют метод литья под низким давлением (давление на металл при заполнении формы до  $1 \text{ кгс/см}^2$ ), являющийся разновидностью литья в кокиль. При литье под низким давлением достигается автоматизация дозирования и подачи металла в кокиль, удается получать сложные тонкостенные отливки с повышенной плотностью, экономится металл за счет сокращения расхода на литниковую систему.

Центробежный способ литья применяют в серийном и массовом производстве для получения отливок, имеющих в основном форму тел вращения (трубы, гильзы, втулки, кольца подшипников и т. п.), из любых сплавов с большим диапазоном по массе. При этом обеспечивается увеличение выхода годного литья, так как металл не расходуется на литники и прибыли. Полые отливки изготавливают без стержней, что упрощает и удешевляет процесс их производства. Применяют в основном три разновидности технологического процесса центробежного литья: в металлическую изложницу без покрытия, в изложницу, футерованную песчаной смесью (сырой или сухой), и в изложницу, покрытую тонким слоем изоляции.

В табл. 69 приведены некоторые усредненные параметры отливок, получаемых специальными способами литья.

## 2. ЦЕХИ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Для современного периода развития производства литья по выплавляемым моделям характерно строительство крупных цехов мощностью 2000, 4000 т и более в год для массового и серийного производства. Важной задачей при создании таких цехов является комплексная механизация и автоматизация производства.

**Определение объемов производства.** Для того чтобы приступить к расчету технологического оборудования, необходимо определить, какое количество изделий по переделам технологического процесса (модельных звеньев, блоков, отливок и т. п.) или материала (модельного состава, суспензии) должно быть изготовлено на этом оборудовании.

Обычно это количество на программу определяется:

а) при серийном производстве — по технологическим картам для характерных деталей, представляющих собой группы идентичных отливок («детали — представители»);

б) при массовом производстве — по технологическим картам на все детали.

Рекомендуется деление номенклатуры отливок на восемь групп по массе, кг:  $<0,02$ ;  $0,02—0,04$ ;  $0,04—0,06$ ;  $0,06—0,1$ ;  $0,1—0,2$ ;  $0,2—0,6$ ;  $0,6—1,5$  и  $>1,5$ . Такое деление оправдано тем, что для каждой группы отливок характерны свои технологические нормативы и показатели. Исходные технологические данные отдельно по каждой группе рассчитывают и заносят в ведомости по форме 30, которая содержит только исходные технологические

ФОРМА 30. Исходные технологические данные (группа отливок по массе. . .)

№ п/п	Номер детали	Масса отливки, кг (А)	Программа		Число моделей в заводе (В)	Число звеньев в блоке	Число моделей в блоке (Г)	Число модельных звеньев (моделей) на программу	Число блоков на программу (Д)	Масса модельного состава, кг		
			шт (Б)	кг						на 1 модель (Е)	на 1 блок (Ж)	на программу
								$\frac{Б}{В}$	$\frac{Б}{Г}$	$A \frac{\rho_1}{\rho_2}$	$E \times \Gamma + V_{л} \rho_1$	$Ж \times Д$
Итого												

Примечание.  $\rho_1$  — плотность модельного состава;  $\rho_2$  — плотность материала отливки;  $V_{л}$  — объем,  $дм^3$  литниковой системы и модельного стояка (или суммы модельных втулок).

данные, и пользоваться ими для расчета числа оборудования нельзя. В этих данных не учтены неизбежные на производстве потери и брак из-за некачественных материалов, ошибок рабочего, неисправности оборудования и других причин. Брак и потери возмещаются увеличением против программы объема производства по переделам технологического процесса. Для определения количества подлежащей изготовлению продукции, на которое рассчитывают оборудование, вводят коэффициенты технологических потерь.

Коэффициент технологических потерь представляет собой отношение

$$k_{т.п} = \frac{B_{п}}{B},$$

где  $B_{п}$  — количество продукции, которое необходимо изготовить (с учетом брака и потерь) для выполнения программы;  $B$  — количество продукции по программе.

Для каждого производственного участка (группы операции) рассчитывают свой коэффициент  $k_{т.п}$ , учитывающий потери и брак не только этой группы операций, но и всех последующих.

На рис. 147 приведена диаграмма, графически показывающая количество продукции по переходам технологического процесса, которое должно быть изготовлено для обеспечения выпуска программы.

Примерные коэффициенты технологических потерь приведены в табл. 70.

Таблица 70. Примерные коэффициенты технологических потерь

Группа операций или производственный участок цеха	Технологические потери и брак, %				Коэффициенты технологических потерь
	$Б\rho_4$	$Б\rho_3$	$Б\rho_2$	$Б\rho_1$	
Изготовление модельных блоков	15				$k_4 = 1,42$
Изготовление оболочек форм		3			$k_3 = 1,2$
Изготовление блоков отливок			5		$k_2 = 1,16$
Обрубка и отделка отливок				9	$k_1 = 1,1$

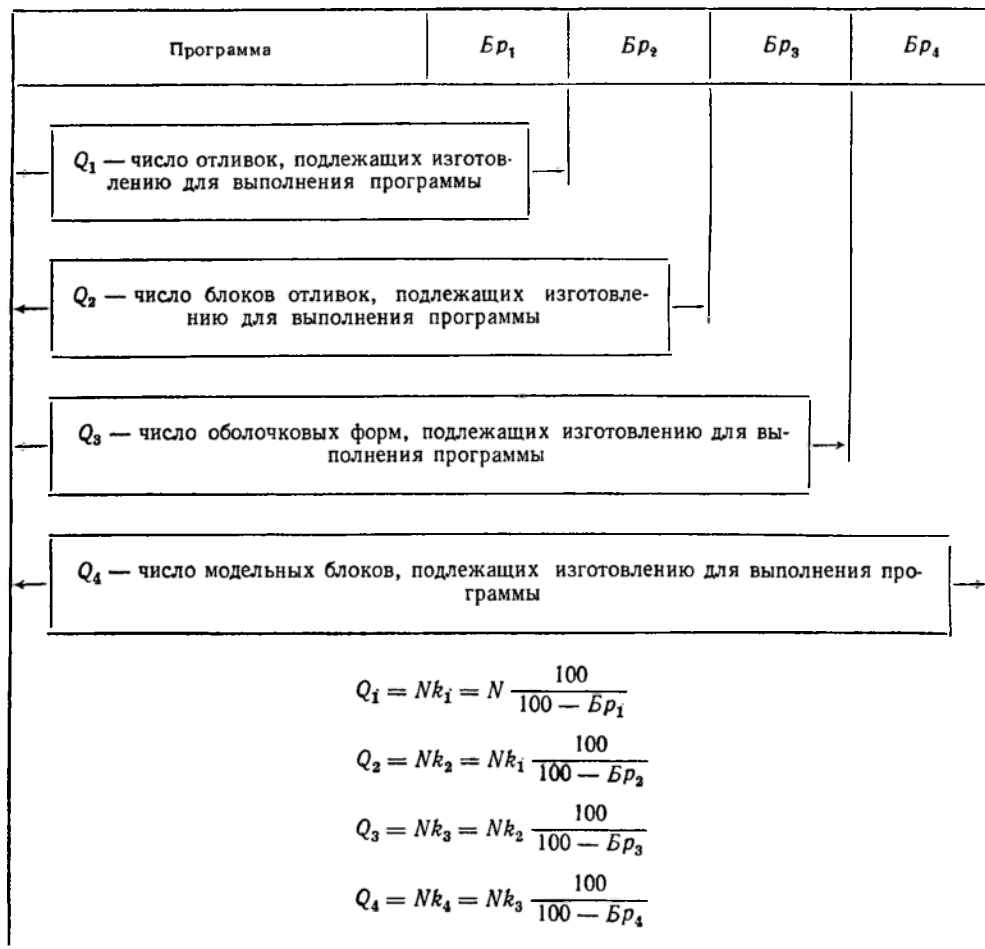


Рис. 147. Диаграмма количества продукции по переходам технологического процесса:

$N$  — количество продукции по программе;  $k_1, k_2, k_3, k_4$  — коэффициенты технологических потерь по переходам технологического процесса (учитывают возможный минимальный брак);  $Br_1$  — брак отливок в литейном цехе и внешний;  $Br_2$  — потери из-за неукomплектованности блоков;  $Br_3$  — брак оболочковых форм;  $Br_4$  — брак моделей и модельных блоков

Определив коэффициенты технологических потерь, можно составить сводную ведомость объемов производства для расчета основного оборудования по форме 31.

Относительно точно расход суспензии на программу может быть определен по суммарной поверхности модельных блоков. Средний расход суспензии на 1 дм<sup>2</sup> поверхности модели составляет 0,001 дм<sup>3</sup> при нанесении одного слоя покрытия или 16—17 г суспензии с 74 % пылевидного кварца. Расход каждого компонента суспензии можно рассчитать по принятой рецептуре и плотностям составляющих.

В табл. 71 приведены показатели для ориентировочных расчетов объемов производства по укрупненным показателям.

**Технологический процесс и оборудование.** Выбор технологического процесса и оборудования является определяющим, главным в проектировании цеха. Технологический процесс и оборудование должны обеспечивать получение отливок нужного качества с наименьшими трудовыми и материальными затратами.



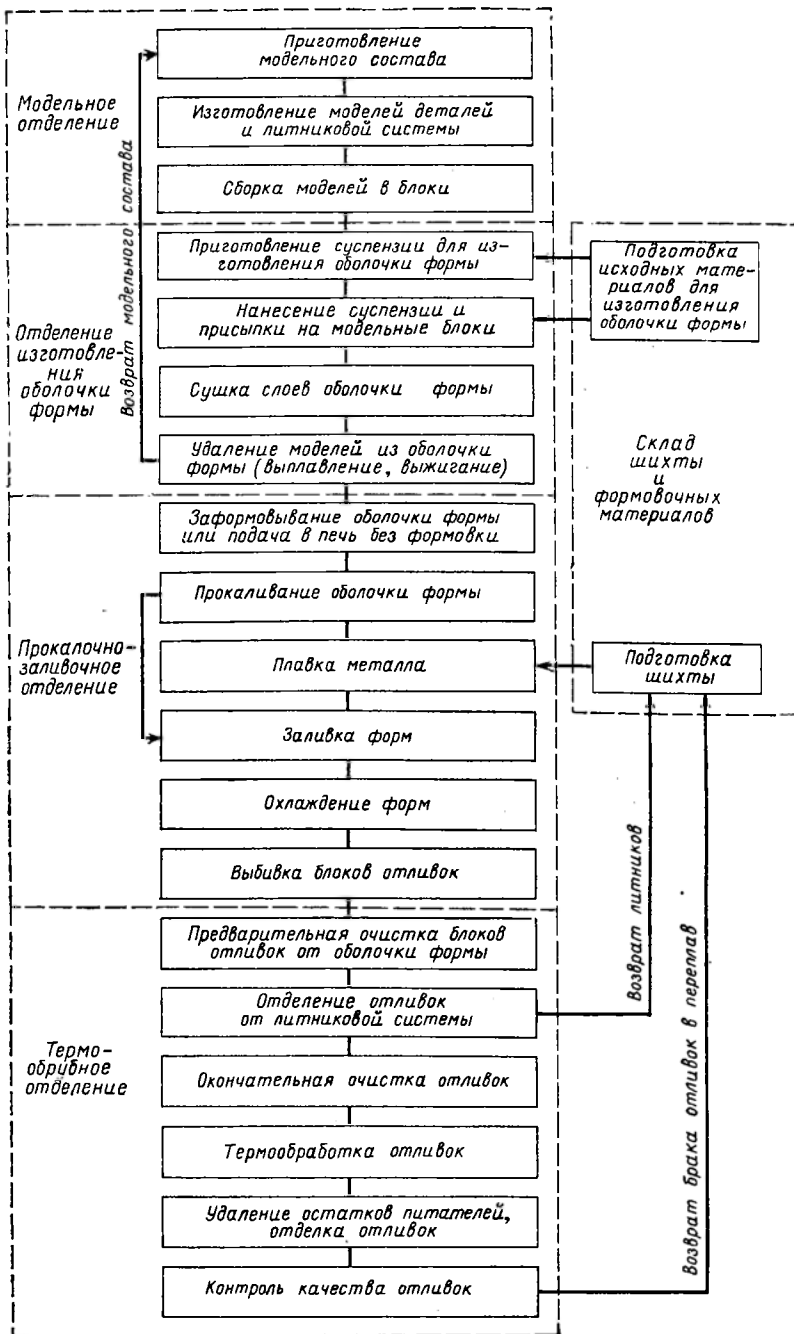


Рис. 148. Схема процесса изготовления отливок по выплавляемым моделям

На рис. 148 приведена схема технологического процесса, который можно принимать за основу для технологической части проекта, с распределением операций по отделениям цеха. Характеристики оборудования и рекомендации по его применению приводятся в каталогах на литейное оборудование, раздел «Литье по выплавляемым моделям».

При использовании в цехах типового серийно выпускаемого оборудования рекомендуется применять блоки следующих размеров: два типо-

размера по диаметру — до 250 и 400 мм при длине до 500 мм. Ориентировочное число отливок (моделей) в блоке приведено в табл. 77.

Расчет количества оборудования ведется согласно положениям, изложенным в гл. II.

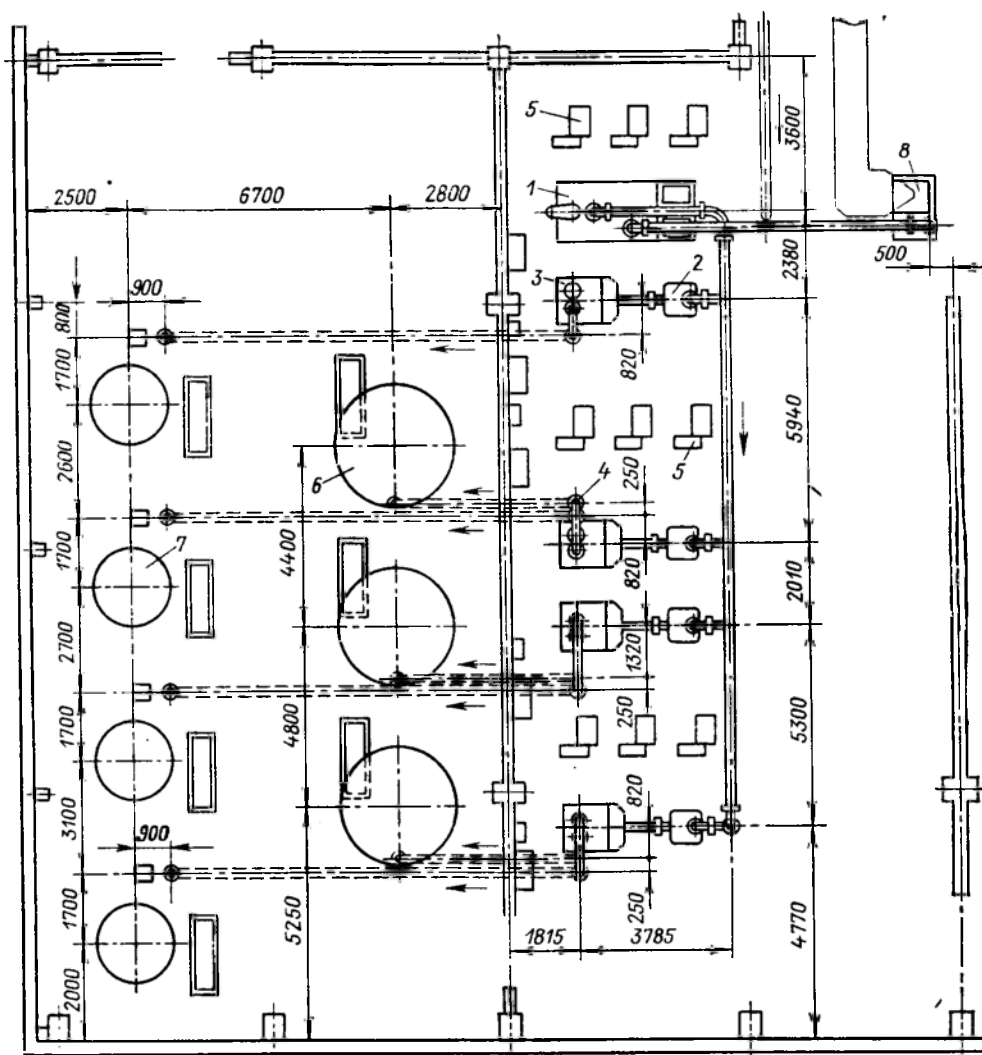


Рис. 149. Пример плана расположения оборудования комплексно-механизированной линии изготовления моделей:

1 — сварной агрегат; 2 — емкостные баки; 3 — агрегат для приготовления модельной пасты; 4 — трубопровод; 5 — насосно-нагревательные станции; 6 — автоматы для изготовления моделей; 7 — карусельные установки для изготовления моделей; 8 — разделитель

Примеры компоновки типового серийного оборудования в комплексно-механизированных линиях. На рис. 149 приведен один из вариантов расположения оборудования линии изготовления моделей. Модели массовых отливок изготавливают на автоматах мод. 653, а модели серийных отливок — на карусельных поворотных столах. Модельную массу готовят централизованно на установке мод. 652А.

Комплексно-механизированная линия приготовления суспензии (рис. 150) решает задачу механизации и автоматизации тяжелых вредных операций по приготовлению суспензии и подаче ее к местам потребления. В этой линии для приготовления суспензии использованы автомат мод. 662А,

система хранения готовой суспензии мод. 666, машина для разрезания мешков с пылевидным кварцем и печь для его сушки.

Мешки вспарываются в машине 1. Пылевидный огнеупор из бункера машины закрытым конвейером 2 передается для подсушки в печь 3. Далее

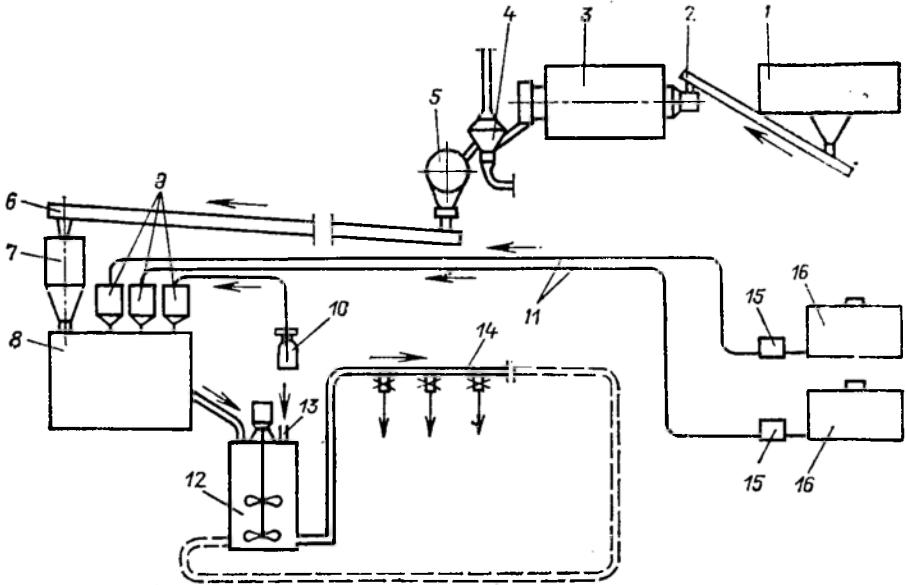


Рис. 150. Схема комплексной механизированной линии приготовления суспензии

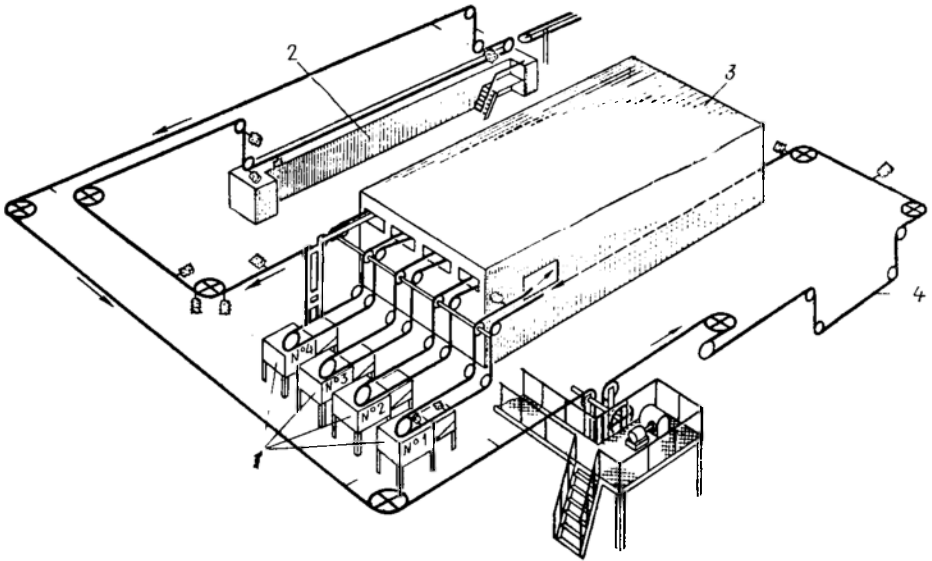


Рис. 151. Схема комплексной автоматизированной линии изготовления оболочек

он поступает в аппарат 4 для охлаждения, а оттуда в полигональное сито 5. Из-под сита материал забирается и передается в бункер 7 автомата приготовления суспензии системой закрытых конвейеров 6 (или в кубелях). В напорные баки 9, установленные над автоматом, жидкие составляющие суспензии подаются из цистерн 16 насосами 15 по трубам 11. В напорный бак для подкисленной воды кислота подается из бутылки 10, а вода из водопровода. В автомате 8 составляющие суспензии смешиваются, и готовая суспензия

зия стекает в бак 12. К местам потребления суспензия подается под действием сжатого воздуха (патрубок подачи 13) по резиновым шлангам 14. При подаче сжатого воздуха люк, через который суспензия поступает в бак, перекрывается.

Комплексно-автоматизированная линия, показанная на рис. 151, выполняет операции по формированию оболочки на модельном блоке и выплавление моделей. Автоматы 1 обмазки и обсыпки блоков (мод. 6А67), камера сушки 3 (мод. 6А82) и ванна 2 выплавления моделей (мод. 672) объединены в единую линию. На участке сборки 4 на конвейер устанавливают модельные блоки, которые сначала поступают к автомату обмазки и обсыпки № 1, где формируется первый слой покрытия, и далее по конвейеру в камеру сушки. После прохождения первой ветви конвейера высохнувшие блоки поступают в автомат № 2 для нанесения второго слоя покрытия, затем снова в камеру и так далее до получения готовой оболочки. Число автоматов и ветвей конвейера может быть увеличено по сравнению с приведенным на схеме, если нужно получить больше слоев покрытия. Блоки с готовой оболочкой далее транспортируются в ванну 2. После выплавления моделей оболочки-формы снимают с конвейера и передают на последующие операции.

**Пресс-формы.** Наибольшее применение в крупносерийном и массовом производстве находят стальные многогнездные пресс-формы, изготавливаемые на металлорежущих станках. При правильной эксплуатации со стальных пресс-форм можно достигнуть до 500 тыс. съемов. Уход за пресс-формами заключается в периодической их промывке и смазке. При износе подвижные части восстанавливают инструментальщики. Пресс-формы рекомендуется хранить смазанными на стеллажах в сомкнутом состоянии. Площадь склада пресс-форм принимают 6—12% площади модельного отделения при массовом и крупносерийном производстве и 8—15% при серийном производстве.

**План расположения оборудования цеха мощностью 2 тыс. т/год.** На рис. 152 приведено расположение технологического и транспортного оборудования цеха мощностью 2000 т/год в двухэтажном здании.

В цехе два производственных процесса. Основное производство обеспечивает выпуск 1800 т крупных и средних серий отливок из конструкционных сталей с максимальной массой 1,5 кг. Этот производственный процесс спроектирован на базе автоматизированного оборудования и высокой степени механизации всех процессов. Второй производственный процесс организован на базе механизированного оборудования и запроектирован как экспериментально-производственное отделение на выпуск 200 т отливок мелких серий из стали различных марок.

В цехе предусмотрены склад формовочных материалов с участками подготовки пылевидного кварца и навески шихты (на заводе имеются базисные склады формовочных и шихтовых материалов), ремонтно-механическая мастерская, инструментальное хозяйство, лаборатория, служба внутрицехового транспорта и др.

**Модельное отделение.** Все операции по приготовлению модельного состава (отстой, плавление, приготовление мазеобразной смеси, нагнетание готового модельного состава в мазепровод) выполняются автоматически на установках 1 мод. 652А. Поддержание заданного температурного режима обеспечивается насосо-нагревательными станциями 2. Готовый модельный состав по обогреваемому трубопроводу подается к десятипозиционным автоматам 4 мод. 653, предназначенным для изготовления отливок модельных звеньев крупными сериями, или к карусельным столам 5, используемым для изготовления звеньев или отдельных моделей отливок мелких серий. Модельные блоки собираются на движущемся конвейере линии модельно-керамических блоков 6.

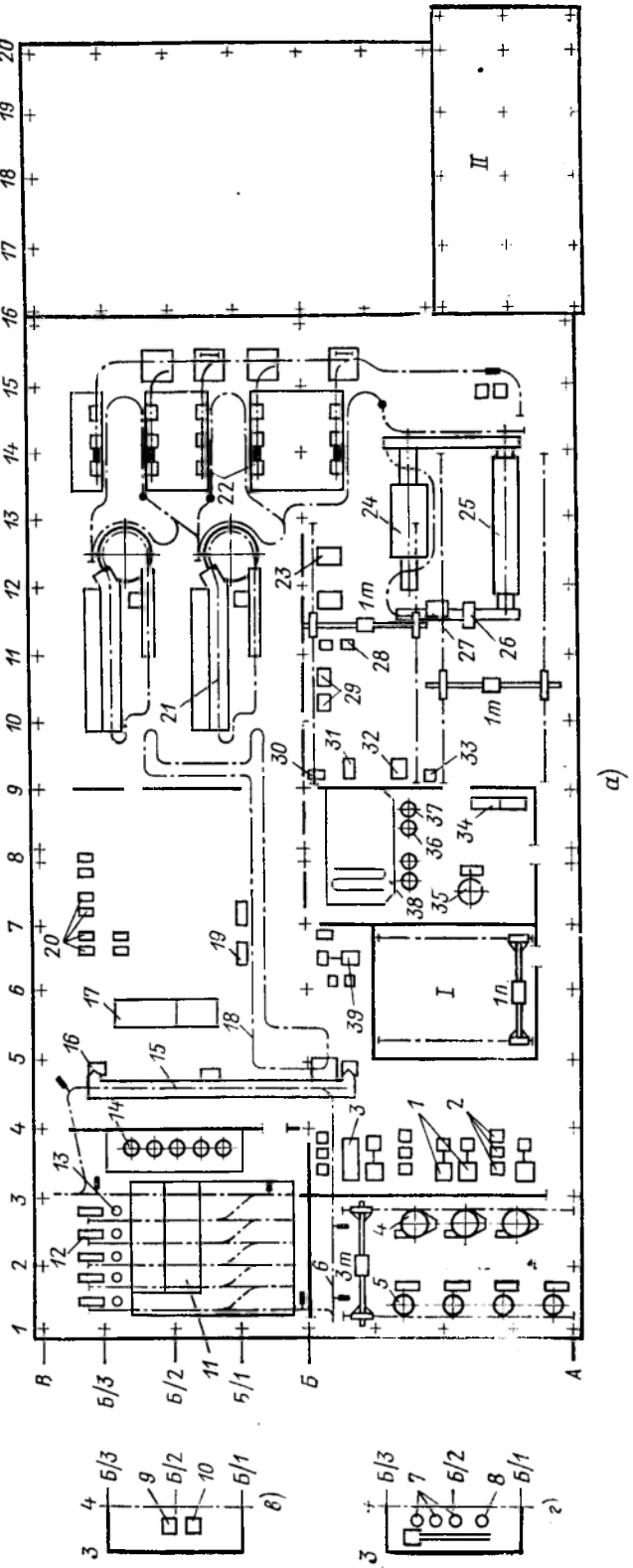
**Отделение изготовления оболочек форм.** Собранные блоки конвейером транспортируются к оборудованию, на котором авто-

матически наносятся и сушатся пять слоев огнеупорного покрытия и выплавляется модельный состав.

Огнеупорное покрытие наносят пятью автоматами обмазки и обсыпки 12 мод. 6А67. Сушка блоков проходит в воздушно-аммиачной камере 11 мод. 6А82. После нанесения покрытия конвейер доставляет блоки в ванну 15 выплавления модельного состава мод. 672. Выплавление проходит в горячей воде или в расплаве модельного состава. При ремонте ванны 15 модельный состав перекачивают в бак 17. Выплавленный модельный состав (в случае выплавки в воде) стекает вместе с водой в разделитель 16 и освобожденный от воды перекачивается по обогреваемому трубопроводу в плавильный бак 3 для повторного использования. Выплавленные формы снимаются с конвейера и перевешиваются на подвесной конвейер 18, который передает их к местам сортировки, ремонта и контроля 19.

Для хранения форм предусмотрен промежуточный склад 20. Часть оболочек может доставляться конвейером 18 непосредственно на обжиг и заливку, минуя промежуточный склад.

Суспензия готовится в автоматах 9 и 10 мод. 662А. Пылевидный кварц к автоматам подается в кубелях. Жидкие составляющие закачиваются в напорные баки 7, откуда поступают в автоматы. Бак 8 резервный. Готовая суспензия скапливается в баках 14, откуда передается по шлангам к расходным бакам 13, расположенным у автоматов обмазки и обсыпки. Песок к этим автоматам подается пневмотранспортом.



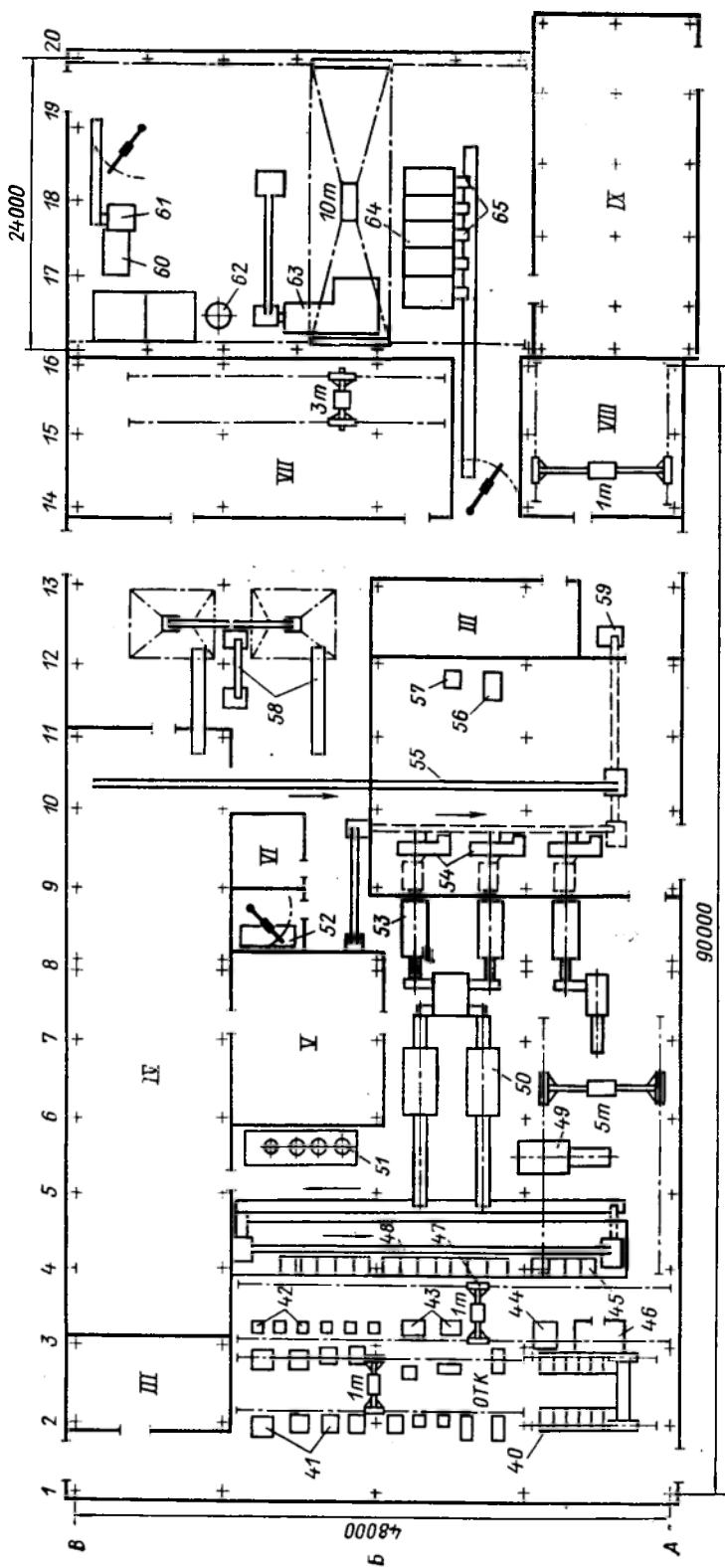


Рис. 152. План расположения оборудования цеха мощностью 2000 т/год:

а — второй этаж; б — первый этаж; в — план на отметке +10,5 м; г — план на отметке +13,6 м; д — шампонирующее козлышко; И — контора в цеховой лаборатории; III — трансформаторная подстанция; IV — кондиционеры, насосы и фреоновые станции, прочная вентиляционная система; V — управление вентиляционными системами; VI — кладовая; VII — генераторы плавильных печей; VIII — ремонтно-механическая мастерская; IX — бытовые помещения

**Прокалочное-заливочное отделение.** Плавка стали ведется в индукционных печах 22 типа ИСТ-016. Ковши и тигли ремонтируются на специальном участке. Для приготовления набивочной массы предусмотрен смеситель 62.

Оболочки формы устанавливаются на подвески конвейера агрегата 21 обжига, заливки и охлаждения мод. 675А. На этом агрегате выполняется прокаливание форм в газовой печи, формовка в кипящем слое, заливка форм на карусели агрегата жидким металлом, извлечение залитых блоков из опорного песка и охлаждение отливок. После охлаждения залитые блоки сбрасываются с подвесок конвейера на ленточный конвейер 55, который доставляет их на термообрубный участок.

Смесь песка с водой из-под камеры охлаждения агрегата обжига системой гидроуборки 58 направляется в общезаводскую систему регенерации песка.

**Термообрубное отделение.** Отбивку керамики с блоков и отделение отливок от стояка выполняют на полуавтоматах 54 мод. 693. Для блоков, которые невозможно обрабатывать на полуавтоматах, устанавливают универсальное оборудование: вибрационную установку для отделения керамики и отливок 57 мод. 6А92 и пресс гидравлический 56 для отделения отливок от стояка мод. 694. Отбитая керамика и другие отходы системой ленточных конвейеров передаются в короба 59, которые периодически вывозят из цеха. Литники собирают в бадьи и периодически вывозят на участок подготовки и навески шихты, а отливки передают в установки 53 для выщелачивания керамики мод. 695. Раствор щелочи готовят в установке 52, откуда он подается по трубам к установкам выщелачивания.

Очищенные и промытые отливки через промежуточные бункеры вибропитателями выдаются на конвейеры газовых печей 50 для нормализации отливок в защитной атмосфере. Для термической обработки отливок из специальных сталей установлена печь с выкатным подом 49. Защитный газ для печей вырабатывается в эндогенераторах 51. После термообработки отливки подаются на сортирование. Отливки движутся по ленте конвейера 48 перед сортировщиками, которые из общего потока выбирают закрепленные за ними отливки, осматривают их и забрасывают в соответствующий бункер 45. Далее отливки для отделения питателей кран-балкой 47 подаются к полуавтоматам заточки питателей 43, обдирочным станкам 42, механическим прессам 41. В отделении предусматривают также пост газосварщика 46 для заварки дефектов отливок и дробеметный барабан 44 для дополнительной очистки отливок. Принятые ОТК отливки сдаются на склад 40 готового литья.

**Экспериментально-производственное отделение.** Механизированное оборудование этого участка позволяет осуществлять различные технологические процессы и организовывать экспериментальные работы. Модельный состав готовят на установке 39 мод. 651. Готовый модельный состав подается по обогреваемому трубопроводу к карусельному столу 35 с пресс-формами. Сборку моделей в блоки выполняют на столах 34, откуда собранные блоки тележками подают на обмазку.

Керамическое покрытие наносят вручную окунанием в бачок 36 с суспензией и затем в бачок 37 с «кипящим» песком.

Сушка ведется в воздушной камере 38 конвейерного типа. Высушенные блоки тележкой подают к станку для подрезки торца литниковой чаши 33 и затем на выплавку в ванну 32 мод. 671. Выплавленные оболочки на столе 27 мод. 673 формируют в опоки, которые обжигают в толкательной печи 24. Заливка осуществляется на заливочном рольганге. Залитые опоки охлаждают в проходной камере 25 и выбивают на поворотной установке 26.

Для удаления керамики с блоков и вибрационного отделения отливок служит установка 30 мод. 692, для отрезки отливок от стояка можно также использовать гидравлический пресс 31 мод. 694. Выщелачиваются отливки

в ваннах 23. Обрубку и заточку питателей выполняют на прессах 29 и наждачных станках 28.

Склад шихты и формовочных материалов. Мешки с пылевидным кварцем вспарываются в специальной машине 61, пылевидный кварц сушится в газовой печи 60 и после охлаждения и просеивания направляется в расходный бункер, откуда кубелями подается к агрегатам приготовления суспензии.

Кварцевый песок подается в цех с базисного заводского склада пневмотранспортом. Из расходных бункеров цехового склада также пневмотранспортом песок подается к местам потребления. Для очистки и сушки шихты установлена барабанная печь 63. Шихта, поступающая с базисного склада, и собственные литники подаются в бункеры 64 с вибротолчками 65. Шихта по массе набирается в бадьи, которые через специальное отверстие поднимаются на площадку плавильных печей. К печам бадьи с шихтой подаются электроталью.

Ниже приведены проектные технико-экономические показатели описанного цеха.

Площадь цеха общая (без конторско-бытовых помещений), м <sup>2</sup> . . . . .	7144
В том числе:	
производственная . . . . .	5544
вспомогательная . . . . .	1080
склады . . . . .	520
Общее число работающих (без ОТК) . . . . .	224
В том числе:	
рабочих . . . . .	198
из них производственных . . . . .	110
Общая установленная мощность токоприемников, кВт . . . . .	4071
Трудоемкость 1 т годного литья, чел.-ч . . . . .	99,3
Выпуск литья в т/год:	
на 1 м <sup>2</sup> общей площади . . . . .	0,28
на 1 м <sup>2</sup> производственной площади . . . . .	0,36
на одного работающего . . . . .	8,9
на одного рабочего . . . . .	10,1
на одного производственного рабочего . . . . .	18,2

**Механизация управления производством.** В условиях комплексной механизации и автоматизации производственных процессов большое значение приобретает механизация работ, связанных с учетом и оперативным управлением производством.

На рис. 153 в качестве примера приведена принципиальная схема оперативного управления крупным цехом, находящаяся в опытной эксплуатации. Технические средства, расположенные на схеме внутри прямоугольника, находятся на контрольно-диспетчерском пункте цеха.

Комплексом технических средств оперативного управления производством выполняется следующее:

дистанционный автоматический учет собранных модельных блоков, оболочек (годных, забракованных, поступивших на обжиг) и обрубленных блоков отливок;

дистанционный автоматический учет запаса форм на складе;

дистанционный полуавтоматический учет числа отливок по наименованиям, поступивших на склад и выданных со склада готовой продукции цеха;

автоматическое фиксирование учетной информации на рапорте с помощью электроуправляемой пишущей машинки;

дистанционная автоматическая передача всей учетной информации в информационно-вычислительный центр завода, который разрабатывает и выдает цеху подетальные производственные программы запуска и выпуска, обрабатывает аналитически сводки выполнения планов цехом;

сигнализация о производственном состоянии основного оборудования цеха;

автоматическая выборочная регистрация времени работы и простоев основного оборудования цеха;  
 дистанционный автоматический контроль наличия основных материалов;  
 диспетчерская телефонная связь внутри цеха;  
 производственная радиосвязь цеха;  
 передача результатов химического анализа металла из экспресс-лаборатории на плавильный участок.

На рис. 154 показано расположение технических средств применительно к плану расположения оборудования цеха мощностью 4000 т/год крупносерийного производства отливок.

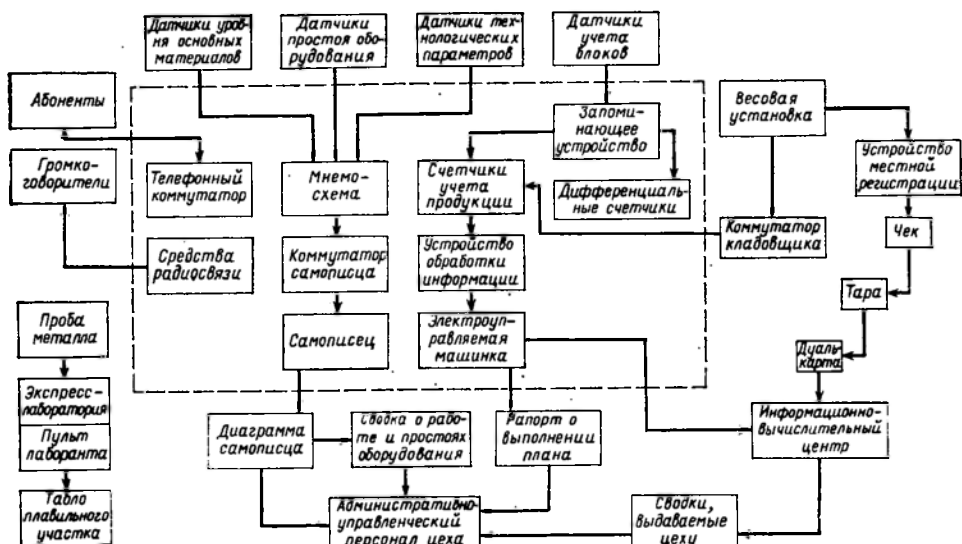


Рис. 153. Принципиальная схема оперативного управления цехом литья по выплавляемым моделям (технические средства контрольно-диспетчерского пункта; выделены рамкой)

Вся полученная информация сосредоточивается в контрольно-диспетчерском пункте (см. гл. XIV).

**Рекомендации по технике безопасности.** Проектом должны обеспечиваться необходимые мероприятия по технике безопасности и гигиене труда: в тех случаях, когда технологией предусмотрено применение взрывоопасных материалов, например органических растворителей в суспензии или аммиака в сушильных камерах, то производство следует рассматривать как взрывопожароопасное (категории Б) и должны быть выполнены требования взрывобезопасности по СНиП;

выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны, наружную атмосферу и промышленные стоки не должны превышать предельно допустимых величин, согласно действующим «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» (СН 245—71);

все производственные источники теплоты в местах нахождения рабочих должны иметь теплоизоляцию, обеспечивающую разность температур изолируемой поверхности и окружающего воздуха  $\leq 35^\circ \text{C}$ ;

в помещениях приготовления модельного состава, изготовления моделей и оболочек-форм, выплавления моделей, стены, полы и внутренние конструкции должны иметь поверхность, допускающую легкую очистку и мытьё;

сборку моделей в блоки с применением электроланцетов (напряженье  $\leq 36 \text{ В}$ ) необходимо выполнять в вытяжном шкафу с вентиляцией, обеспечивающей скорость отсасываемого воздуха 0,7 м/с в рабочем сечении шкафа; установка для нанесения суспензии на модели должна быть оборудована



щелевым отсосом, обеспечивающим скорость всасываемого воздуха в зоне выделения вредностей  $\geq 0,5$  м/с;

установка для обсыпки блоков должна иметь местную вытяжную вентиляцию, объем отсоса принимают, исходя из скорости  $\geq 1$  м/с в открытом проеме укрытия;

плавильные печи должны быть обязательно оборудованы вытяжными зонтами со скоростью воздуха в проемном отверстии  $\geq 0,5$  м/с;

температура воздуха на рабочих местах должна быть в холодный и переходный периоды года (температура наружного воздуха ниже  $+10^\circ\text{C}$ )  $16\text{--}22^\circ\text{C}$ , в теплый период года соответственно  $\leq 28^\circ\text{C}$ , скорость движения воздуха  $\leq 0,5$  м/с; в отделении изготовления выплавляемых моделей рекомендуется поддерживать температуру воздуха  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### 3. ЦЕХИ ЛИТЬЯ В ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ

Цехи литья в оболочковые формы для производства отливок массой до 20 кг рекомендуется проектировать мощностью 5—7 или 10—15 тыс. т, а для отливок массой до 50 кг мощностью 20—30 тыс. т.

**Определение объемов производства.** На основании исходных данных составляют ведомости объемов производства по форме 32.

**Технологический процесс и оборудование.** Отливки в оболочковые формы изготавливают по технологической схеме, представленной на рис. 155.

**Приготовление песчано-смоляных смесей** — одна из важнейших операций процесса, от которой зависит качество изготавливаемых оболочек. Рекомендуется приготовление плакированных смесей. В таких смесях частицы песка покрыты тонкой пленкой смолы. Наиболее эффективным является метод горячего плакирования песка бакелитовой смолой (4—5%) при введении в смесь уротропина (0,4—0,5%) и стеарата цинка или стеарата кальция (0,04—0,05%). Для приготовления горячим методом плакированных смесей можно применять автоматическую установку мод. 7226 конструкции НИИТавтопрома (рис. 156).

Песок из цехового бункера с помощью специального узла загрузки подается в нагреватель 7 до установленного уровня, где нагревается в «кипящем слое» до  $150\text{--}180^\circ\text{C}$ . «Кипение» создается вентилятором 1. Затем через дозатор-шлюз порция нагретого песка (250 кг) попадает в двухвалковый смеситель 2. Сюда же вводят последовательно через определенные интервалы времени новолачную смолу, раствор уротропина и стеарат. Порции этих компонентов отмериваются дозаторами для смолы 8, для воды 9, для уротропина 10 и для стеарата 11. При перемешивании горячего песка со смолой последняя расплавляется и обволакивает зерна песка. Корпус смесителя охлаждается водой, и перемешиваемая смесь продувается воздухом (после ввода уротропина и до ввода стеарата). После окончания перемешивания смесь выгружается в разрыхлитель 3, где продолжается перемешивание, разбивание комков и охлаждение смеси. После разрыхлителя смесь пропускают через вибросито 4, и она поступает в охладитель 6, где вентилятором 5 создается «кипящий» слой. Из охладителя смесь поступает в цеховую транспортную систему. Управление установкой с пульта 12. Ниже приведена техническая характеристика установки мод. 7226.

Производительность, т/ч . . . . .	3
Продолжительность цикла, мин . . . . .	5
Масса одного замеса, кг . . . . .	250
Установленная мощность, кВт . . . . .	96
Расход, м <sup>3</sup> /ч:	
сжатого воздуха . . . . .	2,5
газа . . . . .	70
Масса установки, т . . . . .	19



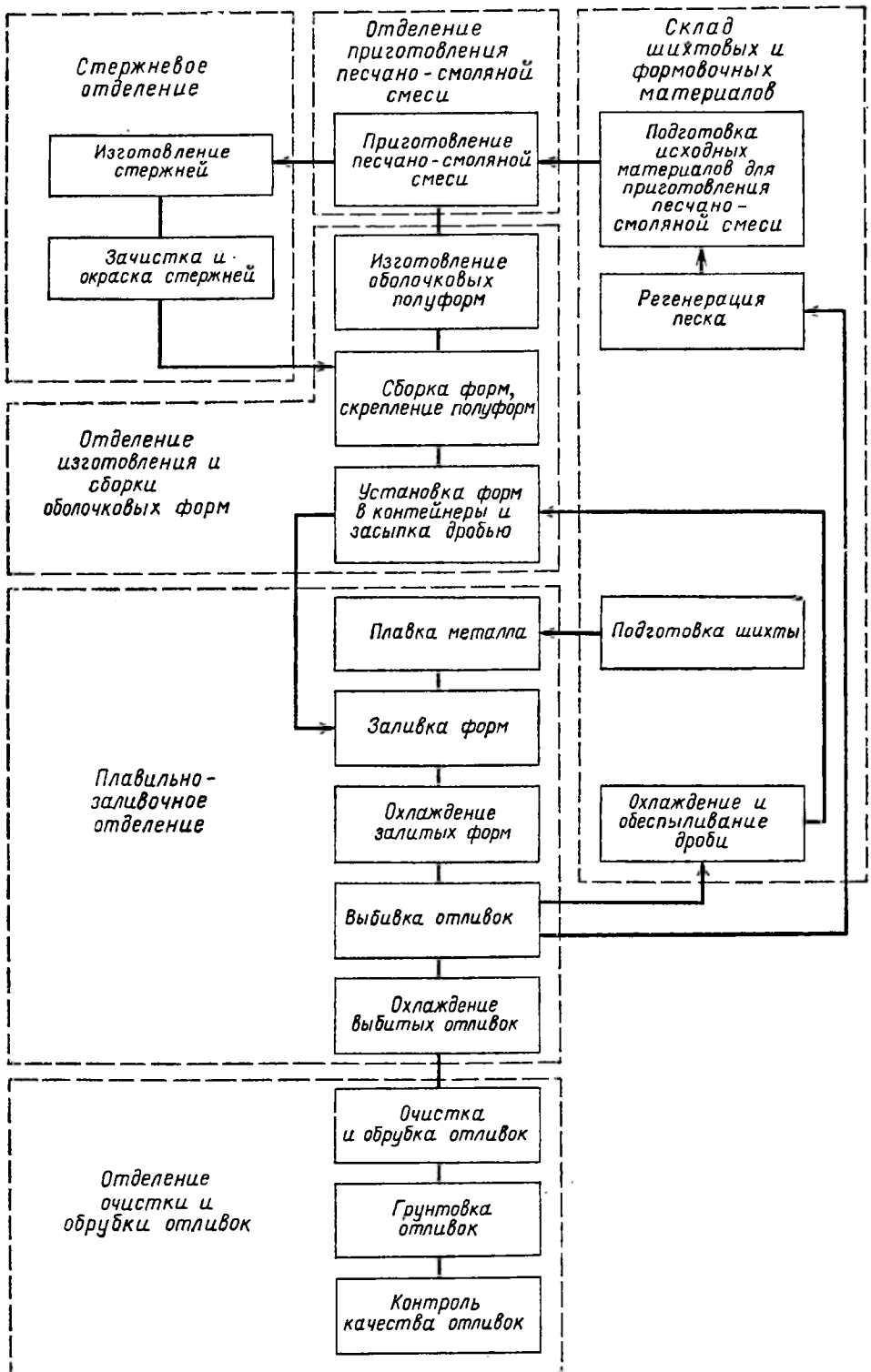


Рис. 155. Схема технологического процесса литья в оболочковые формы

Число сушильных печей, сит, магнитных сепараторов и установок для плакирования смеси рассчитывают по общей методике (см. гл. II).

Средний расход песка на 1 т годного литья в оболочковые формы ~750 кг.

Для сушки и просева песка используют такое же оборудование, как в цехах литья в объемные песчаные формы. Для просушки песка рекомендуется применять сушила непрерывного действия с автоматической загрузкой и выгрузкой. После сушки песок просеивают на вибрационных ситах.

Изготовление оболочковых форм осуществляется на оборудовании (табл. 72), которое различают по методу изготовления оболочек (насыпной, насыпной с подпрессовкой, надувом), по способу насыпки (бункерный и рамочный), по числу позиций (одно- и многопозиционное), по способу перемещения модельной плиты (челночное, карусельное, конвейерное и рольганговое).

На рис. 157 показан план участка литья в оболочковые формы массового производства чугунных отливок на одном из заводов в Швейцарии. Техничко-экономические показатели этого участка приведены в табл. 73.

Для склеивания оболочковых полуформ обычно применяют одно- и многопозиционные штыревые прессы. Серийно выпускаются полуавтоматические машины для склеивания мод. 880 и 882 (см. табл. 73).

Количество оборудования для изготовления оболочковых форм рассчитывают по общей методике (см. гл. II).

При отливке в оболочковые формы крупных металлоемких деталей прочность оболочек оказывается часто недостаточной. Под действием заливаемого металла смола выгорает, оболочка разупрочняется и неуспешная затвердеть отливка может раздуться, потерять точность размеров. Наиболее распространенный способ упрочнения оболочковых форм перед заливкой — засыпка их опорным материалом чаще всего чугунной дробью. Дробь засыпают в металлические контейнеры, в которые предварительно устанавливают собранные оболочковые формы. Дробь в контейнере вокруг формы должна быть уплотнена вибрацией. При выбивке отливок дробь из контейнеров высыпают, охлаждают, просеивают и обеспыливают, после чего ее можно использовать вновь.

Следует отметить, что засыпку контейнеров дробью так же, как и их выбивку (высыпание), следует выполнять на отдельных позициях с накопителями для пустых и засыпанных контейнеров. Эти рекомендации вызваны тем, что ритм засыпки и выбивки контейнеров и их установки на конвейер, как правило, трудно синхронизировать с ритмом заливки форм. На одном из заводов, где засыпка и выбивка контейнеров была запроектирована на литейном конвейере, приходилось запускать конвейер на различные скорости и проектные мощности не достигались.

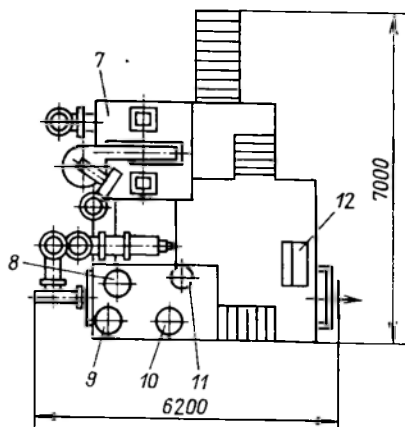
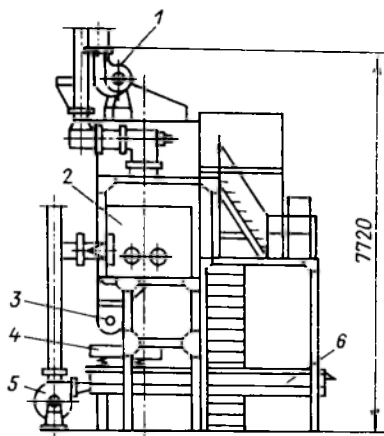


Рис. 156. Автоматическая установка горячего плакирования песка

В последнее время для упрочнения оболочковых форм в них выполняют ребра жесткости или опорные выступы на внешней стороне полуформ, которые упираются в стенки заливочного контейнера или друг в друга при вертикальной установке для заливки. Такая технология изготовления оболочек позволяет в ряде случаев отказаться от засыпки контейнеров дробью.

В цехах литья в оболочковые формы рекомендуется организовывать регенерацию песка. Регенерация заключается в нагреве возврата смеси

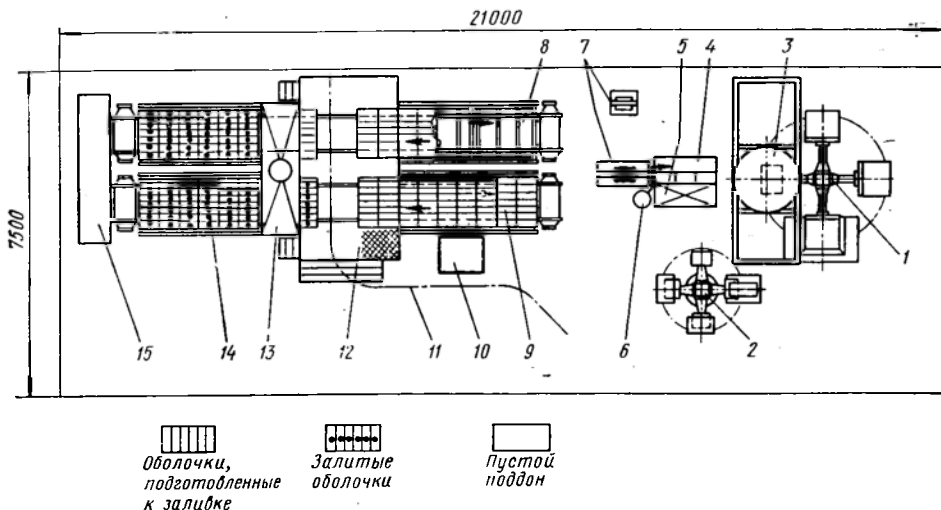


Рис. 157. План участка литья в оболочковые формы:

1 — четырехпозиционная карусельная установка изготовления оболочковых форм; 2 — четырехпозиционная карусельная установка изготовления оболочковых стержней; 3 — бункер с песчано-смоляной смесью; 4 — рабочий стол для сборки форм; 5 — стеллаж для стержней; 6 — шприц для подачи клея; 7 — пресс для склеивания оболочек; 8 — тележный конвейер, обратная ветвь; 9 — тележный конвейер, прямая ветвь (конвейер вертикально-замкнутый); 10 — ванна для очистки оснастки; 11 — заливочный монорельс; 12 — заливочная площадка; 13 — вытяжной зонт; 14 — тележный конвейер, охлаждающая ветвь; 15 — место выбivки

Таблица 72. Техническая характеристика машин для изготовления оболочковых форм

Оборудование	Размер подмодельной плиты, мм	Наибольшая высота модели, мм	Производительность (в зависимости от толщины оболочек), полуформ/ч	Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	Масса, кг
Машина полуавтоматическая четырехпозиционная для изготовления оболочковых полуформ мод. АОФ-4	500×400	180	70—100	2700×2600×2250	5 435
Автомат для изготовления оболочковых полуформ мод. 8Б31	800×600	200	80—200	4620×3350×3400	11 000
Машины полуавтоматические для склеивания оболочковых полуформ моделей:					
880	500×400	180	65—80	1800×930×2450	2 000
882	800×600	200	65—80	2300×1250×2450	3 000

Таблица 73. Технико-экономические показатели, полученные при литье в оболочковые формы чугунных деталей

Показатели	Ротор	Гильза цилиндров	Цилиндры двигателей воздушного охлаждения	
			двухтактного	четырёхтактного
Масса отливки, кг . . . . .	0,9	0,7	4	10,5
Брак, % . . . . .	2,2	5,1	3,3	2,7
Выход годного, % . . . . .	61	56	71	74
Производительность, форм/ч . . . . .	40	42	36	25
Число моделей на плите . . . . .	4	4	2	1
Число стержней . . . . .	4	2	2	6
Размер оболочки, мм . . . . .	350×400	350×430	250×450	400×450
Толщина оболочки, мм . . . . .	10	10	12	17
Масса оболочки, кг . . . . .	8	7,5	8,5	16,5
Время заливки, с . . . . .	5	3	7	11
Температура заливки, °С . . . . .	1400	1350	1425	1360
Способ подвода металла	Сифоном		Сверху	Сифоном
Экономия при обработке резанием (по сравнению с отливками, изготовленными в песчаных сырых формах), %	48—50	10—12	15—17	18—20

(кусков, оставшихся от оболочек, обгоревшего песка) до температуры 900° С, при которой смола выгорает, а песок после охлаждения, рассева и обеспыливания может быть вновь использован для приготовления песчано-смоляной смеси.

Оболочковые стержни при толщине  $\geq 20$  мм обычно изготавливают полами. Оболочковые стержни имеют высокую прочность ( $\sigma_b \geq 25 + 35$  кгс/см<sup>2</sup>), поэтому для них не требуются металлические каркасы. Благодаря малой гигроскопичности эти стержни можно долгое время хранить на складе. Они легко выбиваются из отливок. Из-за того что их масса на 40—80% меньше массы сплошных стержней, стоимость оболочковых стержней даже при высокой стоимости смолы иногда меньше стоимости стержней из песчано-масляных смесей. Оболочковые стержни используют не только при литье в оболочковые, но и в другие формы. Оборудование для изготовления стержней, включая оболочковые, и метод расчета его количества приведены в гл. V и II (п. 6).

План расположения оборудования цеха мощностью 5—7 тыс. т/год. Планировка типового цеха чугунного литья в оболочковые формы мощностью 5000—7000 т/год приведена на рис. 158. Цех предназначен в основном для выпуска отливок массой до 10 кг сериями 50 000—5000 шт/год.

В торцовом пролете расположен склад 1 шихтовых и формовочных материалов. В первом пролете размещены отделение 2 приготовления плакированной песчано-смоляной смеси, стержневое отделение 3, ремонтная мастерская 4 и участок 5 грунтовки отливок. Во втором пролете запроектированы плавильное отделение 13 с двумя вагранками производительностью 3 т/ч, отделение 11 для изготовления и сборки оболочковых форм и отделение 8 очистки и обрубки отливок. В конце этих двух параллельных пролетов расположен склад 7 готовых отливок, а за его стеной бытовые помещения 6.

Учитывая, что цехи литья в оболочковые формы организуют в основном на заводах, имеющих другие литейные цехи и располагающих базисными складами, емкость цехового склада шихты и формовочных материалов рассчитана на десятидневный запас. Плакированная смесь подается к машинам для изготовления оболочковых форм и стержней пневмотранспортом. Стержни от машин на сборку транспортируются подвесным толкающим конвейером 9 с автоматическим адресованием. Заливка форм запроектирована на подвесном

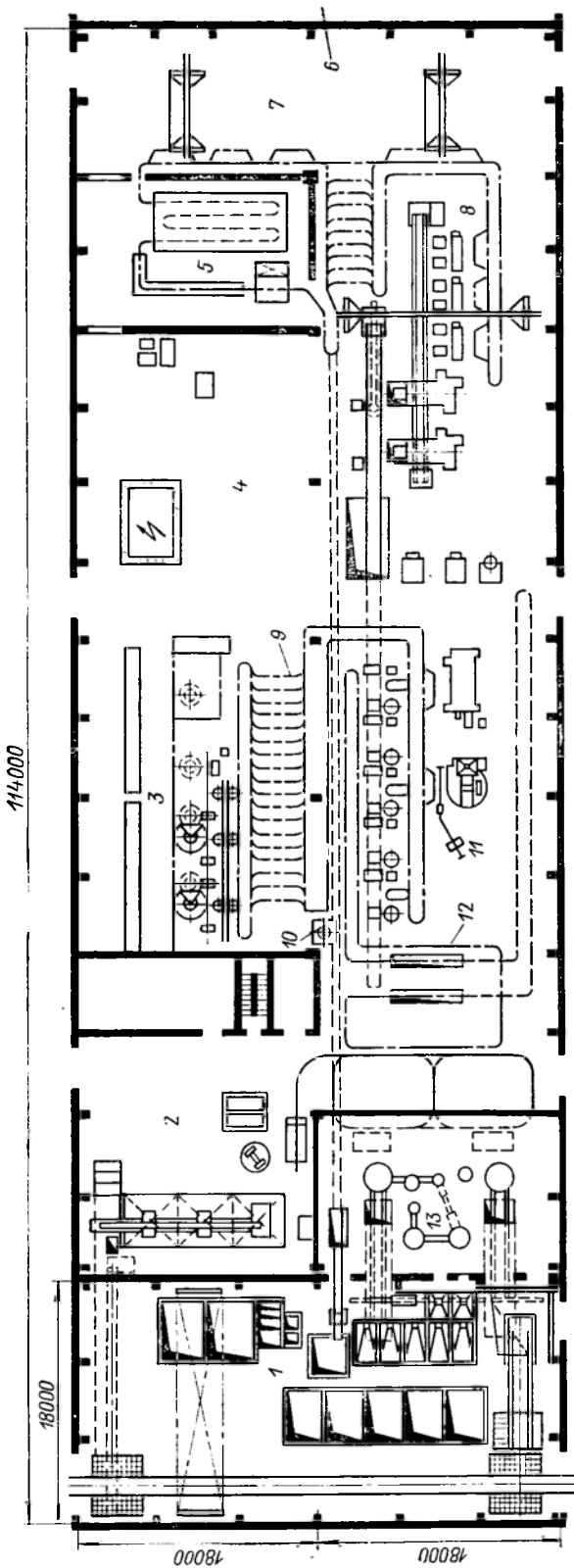


Рис. 158. Цех чугунного литья в оболочковые формы мощностью 5000—7000 т/год

конвейере 12 без засыпки с горизонтальным расположением форм на площадках конвейера, покрытых песчаной постелью. Длина конвейера 160 м, шаг подвесок 1,5 м, время охлаждения залитых форм на конвейере 30 мин. Выбивка отливок предусмотрена на выбивной решетке с перфорированной плитой. Отливки, остатки оболочки и песок от постели проваливаются на пластинчатый конвейер, находящийся в туннеле. Охладившиеся отливки поступают на очистку, обрубку, после чего грунтуются. Песок от перегоревшей оболочки и от постели пневмотранспортом передается в бункер 10, из которого используется для подсыпки на площадки конвейера.

При выпуске 7000 т/год отливок технико-экономические показатели цеха следующие:

Выпуск отливок, т/год:	
с 1 м <sup>2</sup> общей площади цеха	1,8
на одного работающего	59,8
на одного рабочего . . .	67,9
Установленная мощность токоприемников на 1 т отливок, кВт . . . . .	0,2

**Рекомендации по технике безопасности.** Процесс заливки металла в оболочковые формы сопровождается выгоранием смолы, в результате чего идет интенсивное газообразование. При этом выделяются не только пары фенола и окись углерода, но и промежуточные продукты термического распада смолы, различные углеводороды, в том числе бензопирен 3,4, относящийся к веществам, способным вызывать тяжелые заболевания. Наблюдается увеличение выделения окиси углерода при выбивке оболочковых форм в опорном материале (в песке

или дроби). Оздоровлению условий труда при производстве литья в оболочковые формы способствует устройство приточно-вытяжной вентиляции с местными отсосами от оборудования для приготовления песчано-смоляной смеси, изготовления и склеивания оболочек, от мест заливки и охлаждения форм.

Интенсивность отсоса воздуха должна быть ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) не менее: от многопозиционного карусельного автомата для изготовления оболочковых форм 20 000; от прессы для склеивания полуформ 3000; при заливке форм металлом 2000 на каждый метр длины участка заливки; от выбивной решетки до 10 000 на  $1 \text{ м}^2$  площади решетки.

#### 4. ЦЕХИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

При литье под давлением производство деталей из алюминиевых сплавов занимает первое место. Этим методом, например, отливают такие сложнейшие отливки, как восьмицилиндровый блок двигателя автомобиля «Чайка» массой 23 кг, имеющий 60 литых отверстий и толщину стенок до 18 мм. Второе место по выпуску и номенклатуре отливок занимают цинковые сплавы. Уменьшением толщины стенок компенсируется основной недостаток этих сплавов — недостаточная плотность. Например, решетка автомобиля «Жигули» длиной 1054 мм имеет стенку толщиной 1,25 мм.

Расширяется литье под давлением магниевых сплавов. Наряду с отливкой деталей приборов, биноклей, фото- и киноаппаратуры сплавы системы  $\text{Mg}-\text{Al}-\text{Zn}$  успешно используют в автомобилестроении и авиационной промышленности. Увеличивается номенклатура и повышается сложность отливок из медных сплавов. Из латуни отливают детали водопроводной арматуры массой до 6,3 кг. Как в СССР, так и за рубежом благодаря повышению стойкости форм из спеченных металлокерамических  $\text{Mo}-\text{W}$  сплавов начато промышленное литье под давлением черных сплавов, в основном коррозионно-стойких сталей.

Рекомендуемые мощности цехов: 2—3 тыс. т для производства цинковых и бронзовых отливок массой до 1 кг; 5—6 тыс. т для цинковых отливок массой до 5 кг; 1—2 и 5—6 тыс. т для алюминиевых отливок массой до 5 кг и 10—12 тыс. т массой до 20 кг.

ФОРМА 33. Ведомость объемов производства при литье под давлением

№ п/п	Наименование и номер детали	Число отливок			Модель машины	Число		Масса, кг				
		на изделие	на программу (А)	на программу с учетом брака отливок (Б)		гнет в пресс-форме (В)	запрессовок на программу (Г)	одной отливки (Д)	порции сплава в форме	отливок на программу (Е)	жидкого металла на программу (Ж)	металлозаготовки на программу
				$A \times k_{бр}$		$\frac{Б}{В}$		$D \times B + q_{л}$	$D \times Б$	$E + Гq_{л}$	$Ж \times k_{п.м}$	
						Сплав I						
						Сплав II						
						.....						
Итого												
<p>Примечание. <math>k_{бр}</math> — коэффициент, учитывающий брак отливок, <math>k_{бр} = 1,03 \div 1,05</math>; <math>q_{л}</math> — масса литников в форме; <math>k_{п.м}</math> — коэффициент, учитывающий потери металла на угар, скрап, сливы и т. п., для цветных металлов <math>k_{п.м} \approx 1,08</math>.</p>												

Таблица 74. Технические характеристики

Показатели	Модели (номера) машин						
	с горизонтальной холодной камерой прессования						
	71106	71107	71108	71109	711A10	71111 *	71112 *
Усилие, тс: запирания формы	100	160	250	400	630	800	1000
наибольшего прессования . . . . .	13,2	20	30	45	67	80	95
Наибольшая масса заливаемой порции алюминиевого сплава, кг . .	1,25	2,1	3,6	6	10	13	18
Расстояние между колоннами в свету, мм: по горизонтали . .	380	450	530	630	750	850	950
по вертикали . . . . .	380	450	530	630	750	850	950
Толщина пакета пресс-формы, мм . . . . .	190—425	220—500	260—600	320—710	380—850	420—950	480—1060
Ход подвижной плиты, мм . . . . .	320	380	450	530	630	710	800
Время холостого цикла, с . . . . .	3,6	4,3	5,0	6,0	7,1	7,5	9,0
Установленная мощность электродвигателей, кВт . . . . .	11,5	22,8	22,8	25,2	40	44	55
Габаритные размеры, мм . . . . .	4400 × × 1630 × × 1420	5330 × × 1650 × × 1700	5850 × × 1850 × × 1900	7030 × × 1700 × × 1760	8200 × × 2100 (в плане)	9200 × × 2300 (в плане)	10 000 × × 2450 (в плане)
Масса, т . . . . .	4,6	8,5	10,5	19	30	45	53,9

\* Модели, выпуск которых намечается начать в период 1976—1981 гг.

Цехи литья под давлением обычно состоят из трех основных производственных подразделений в соответствии с основными этапами изготовления отливок — плавка металла, собственно изготовление отливок на машинах литья под давлением и отделка отливок. Помимо основных отделений в цехе обычно предусматривают вспомогательные участки, склады и лаборатории: участок по доводке и ремонту пресс-форм и другой оснастки; участок ремонта оборудования; склады для хранения запасов материалов, пресс-форм и прочей оснастки; лаборатории, обслуживающие цех.

Если в цехе планируется отливка деталей из разных сплавов, то особое внимание следует обращать на то, чтобы исключить возможность перемешивания сплавов.

машин для литья под давлением

				с вертикальной холодной камерой прессования		с горячей камерой прессования		
71113 *	71114 *	71115 *	ЛН3809 *	71305	71306 *	71305	71306 *	71307 *
1250	1600	2000	3000	160	250	63	100	160
120	150	190	225	26,5	40	5,3	7,1	9,5
24	32	42	50	2,65	4,5	1,8	2,8	4,5
1060	1180	1320	1320	450	530	320	380	450
1060	1180	1320	1320	450	530	320	380	450
530—1180	600—1320	670—1500	700— 1700	220—500	260—600	160—360	190—420	220—500
900	1000	1120	1000	380	450	260	320	380
9,5	10,5	12,0	18,0	4,3	5,0	3,0	3,6	4,3
60	80	100	120	20	—	11,5	—	—
11 600 × × 2 600 (в плане)	12 200 × × 2 900 (в плане)	13 500 × × 3 000 (в плане)	13 600 × × 4 500 (в плане)	3900 × × 1500× × 2860	—	4020 × × 1760× × 1770	—	—
70	85	110	193	8,3	—	4	—	—

**Определение объемов производства.** Исходными данными для проектирования цехов литья под давлением являются производственная программа, чертежи и технические условия на литые детали. На основании исходных данных составляют ведомость объемов производства по форме 33.

Ниже приведены ориентировочные показатели выхода годного при отливке под давлением алюминиевых деталей.

Масса отливок, кг	Выход годного от металлозавалки, %	Масса отливок, кг	Выход годного от металлозавалки, %
≥ 0,5 . . . . .	25—35	3—5 . . . . .	50—55
0,5—1 . . . . .	35—45	5—10 . . . . .	55—60
1—3 . . . . .	45—50		

Таблица 75. Рекомендуемые давления прессования, кгс/см<sup>2</sup>

Сплав	Отливки с толщиной стенки до 3 мм			Отливки с толщиной стенки до 6 мм		
	простые	сложные	очень сложные	простые	сложные	очень сложные
Оловянно-свинцовый	300	350	450	450	500	—
Цинковый	450	450	500	550	600	—
Магниевый	500	550	600	700	800	1000
Алюминиевый	350	450	500	600	650	800
Латунь	600	700	800	900	1000	—

**Технологический процесс и оборудование.** Машины для литья под давлением бывают с горячей или с холодной камерой прессования. Первые применяют в основном для получения отливок из сплавов с низкой температурой плавления на основе свинца, олова и цинка. Эти машины практически не используют для изготовления отливок из более тугоплавких сплавов из-за низкой стойкости узла прессования, работающего в высокотемпературном расплаве.

Для получения отливок из сплавов на основе алюминия, магния и меди применяют машины с холодными камерами прессования (горизонтальными и вертикальными). Наиболее распространены машины с горизонтальными камерами прессования, как более производительные, имеющие меньшие потери теплоты и давления в литниковой системе.

Технические характеристики машин для литья под давлением, выпускаемые и планируемые к выпуску, приведены в табл. 74.

В ближайшие годы машины будут оснащаться средствами автоматизации для очистки и смазки пресс-форм, а также для съема отливок и передачи их на пресс.

Модель машины выбирают на основании известных расчетов требуемого давления прессования и необходимого запирающего усилия машины по площади проекции отливки с литниковой системой. Затем проверяют достаточность емкости камеры прессования этой машины при выбранном давлении прессования.

При определении емкости камеры прессования следует стремиться к уменьшению ее диаметра, так как при этом повышается давление на сплав и уменьшается объем пресс-остатка.

Рекомендуемые давления прессования в зависимости от конфигурации отливок из разных сплавов приведены в табл. 75.

Требуемое для выполнения программы число машин для литья под давлением определяют по общей методике (см. гл. II).

Обычно в паспорте машины для литья под давлением приводят график для определения производительности машины в зависимости от времени заливки металла, кристаллизации отливки и подготовки пресс-формы. Усредненные значения расчетной производительности машин литья под давлением с холодной камерой прессования приведены в табл. 76.

Таблица 76. Расчетная производительность машин литья под давлением с холодной горизонтальной камерой прессования (заливок в час)

Масса алюминиевых отливок, кг	Модели машин и категория сложности отливок					
	71106, 71107, 71108			71109, 711A10, 71111, 71112, 71113		
	I	II	III	I	II	III
0,1	80	75	70	—	—	—
0,2	80	75	70	—	—	—
0,3	80	70	60	70	60	55
0,5	75	70	60	60	55	50
0,7	70	60	55	60	55	50
1,0	70	60	50	60	50	45
1,5	60	50	45	55	50	40
2,0	60	50	45	50	45	40
3,0	—	—	—	45	40	35
4,0	—	—	—	40	35	30
5,0	—	—	—	35	30	25

Примечания: 1. Производительность приведена для отливок без арматуры.  
2. Сложность отливок: I категория — простые; II — средней сложности; III — сложные

**Пресс-формы** — основная оснастка в цехах литья под давлением. Высокая стоимость и трудоемкость их изготовления нередко являются препятствием для перевода деталей на литье под давлением. Взаимодействие с жидким металлом способствует разрушению рабочей поверхности пресс-форм. Для профилактики через каждые 10 тыс. заливок пресс-форму рекомендуется снимать с машины, разбирать, очищать, а затем подвергать отпуску при 550° С. В проектах следует предусматривать помещения для наладки и профилактического ремонта пресс-форм. В качестве поверхностной обработки, удлиняющей срок службы пресс-формы, рекомендуется отпуск в среде водяного пара, в результате чего образуется прочный и пористый слой окиси железа толщиной ~2,5 мкм. Такой изолирующий слой на поверхности амортизирует термический удар, снижая напряжения, возникающие в пресс-форме при ее работе.

Подготовка пресс-формы к работе заключается в ее подогреве и смазке. Существует оптимальная температура, при которой данные отливки получаются хорошего качества. С достаточной для практики точностью ее можно принимать равной  $\frac{1}{3}$  температуры заливаемого сплава. Для подогрева пресс-формы используют специальные газовые горелки, нагрев ведут медленно, чтобы обеспечить равномерность прогрева. В дальнейшей работе нужную температуру поддерживают с помощью водяного охлаждения. Для

охлаждения пресс-форм рекомендуется деминерализованная вода. Для сокращения расхода воды в цехах предусматривают систему оборотного водоснабжения. Пресс-формы в процессе работы смазывают. Назначение смазки — предохранить рабочие поверхности от эрозионного воздействия струи расплавленного металла, а также смягчить тепловой удар в процессе заполнения. Кроме того, смазка способствует разделению отливки и формы. Водорастворимые смазки могут служить в качестве дополнительного средства для охлаждения пресс-формы. Наряду со смазками для пресс-форм при эксплуатации машин с холодными камерами прессования применяют смазки для камеры прессования.

Показатели стойкости пресс-форм приведены в табл. 77.

Пресс-формы хранят на складе в стеллажах в сомкнутом состоянии для предотвращения повреждения рабочей поверхности; они должны быть очищены и смазаны. Площадь склада пресс-форм принимают 4—6% общей площади цехов массового и крупносерийного производства и 5—8% площади цехов серийного производства.

**Заливка металла** — важный этап процесса литья под давлением. Бесперебойное снабжение машины для литья под давлением жидким металлом обеспечивается применением раздаточных печей, находящихся у рабочих мест заливщиков. Из плавильного отделения к раздаточным печам подается жидкий металл. Температура сплава при поступлении в литник должна быть для данной отливки минимальной. Из печи забирают сплав с перегревом на 10—20° С выше температуры кристаллизации.

Запрессовка ведется при кашеобразном состоянии сплава, так как чем ниже температура заливаемого сплава, тем выше качество отливки. У более холодного сплава меньше усадка, склонность к образованию трещин и, что не менее существенно, меньше приваривание сплава к пресс-форме, выше стойкость последней. В проектах следует предусматривать автоматизацию заливки металла в машины для литья под давлением для доз более 1 кг. Для меньших доз достигнутая точность автоматического дозирования недостаточна.

Таблица 77. Средняя стойкость пресс-форм при литье под давлением

Сплавы для изготовления отливок	Стойкость пресс-форм, число отливок	
	средняя	максимальная
Цинковый	100 000	250 000
Магниевый	30 000	60 000
и алюминиевый		
Медный	2 000	15 000

Таблица 78. Технические характеристики дозаторов алюминиевых сплавов

Показатели	Д-63	Д-250	Д-630	Показатели	Д-63	Д-250	Д-630
Масса дозы, кг	0,3—2	1—20	5—50	Предел регулирования температуры, °С	1000	900	850
Емкость дозатора, кг:				Габаритные размеры, мм	1900 × 1630 × 1700	2650 × 1400 × 1900	3580 × 1900 × 2250
полная	90	270	700	Масса, кг	1320	2700	4100
полезная	75	250	630				
Установленная мощность, кВт	10	20	41				

Различные конструкции дозирующих устройств можно классифицировать по используемому принципу на механические, пневматические и электромагнитные.

Технические характеристики пневматических дозаторов, предназначенных для заливки алюминиевых сплавов, приведены в табл. 78.

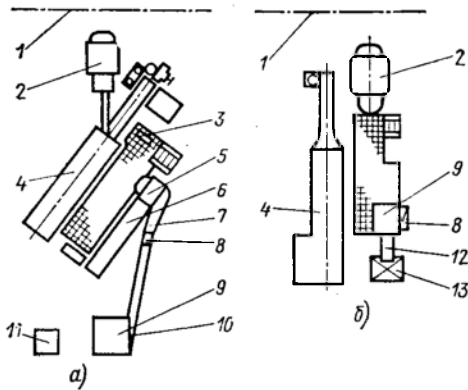


Рис. 159. Расстановка комплекса оборудования для литья под давлением и обрубки:

*a* — для крупных отливок; *б* — для мелких отливок; 1 — монорельс для тали с жидким металлом; 2 — раздаточная печь (на схеме *a* — с дозатором); 3 — пульт управления дозатором; 4 — машина для литья под давлением; 5 — пресс для ломки литников; 6 — охлаждающий склиз; 7 — склиз для литников; 8 — окно шахты, ведущей к пластинчатому конвейеру для уборки литников и облоя; 9 — обрубной пресс; 10 — склиз для облоя; 11 — стол для контроля отливок; 12 — автоматическое разгрузочное устройство пресса; 13 — короб для отливок

Автоматизация машин для литья под давлением позволяет полностью освободить рабочих от выполнения таких операций, как очистка и смазка пресс-форм, заливка сплава, извлечение отливок и передача их на обрубной пресс. В настоящее время имеются надежные средства автоматизации и планируется выпуск автоматизированных машин литья под давлением.

Извлечение отливок может обеспечиваться либо под действием силы тяжести (отливки выталкиваются из пресс-формы на конвейер), либо посредством устройств, воспроизводящих работу оператора. Первое применимо только для отливок небольшой массы. Пресс-формы при этом должны иметь вторичное выталкивание для резкого ускорения в конце выталкивания отливки. Во втором случае устройства могут быть разделены на две группы: экстракторы и промышленные роботы. Экстракторы — механизированные, специализированные зажимы, перемещающиеся с помощью цилиндров. Их трудно переналадить с одной отливки на другую, и они не могут передавать отливки непосредственно на обрубной пресс. Роботы способны выполнять движения в любой последовательности и с достаточной точностью перемещать отливку в штамп обрубного пресса или на конвейер.

При автоматическом удалении отливок нужен контроль полноты удаления отливки из пресс-формы.

**Финишные операции.** У только что отлитых горячих отливок питатели и промывники легко обламываются, а у остывших отливок их удалить значительно труднее. Поэтому в цехах крупносерийного и массового производства прессы для ломки литников и обрубные прессы рекомендуется устанавливать рядом с литейной машиной и соединять с ней склизом, коротким рольгангом или конвейером (рис. 159). При таком расположении оборудо-

вания литники обламывает рабочий, обслуживающий машину для литья под давлением, а второй рабочий обрубает отливку на прессе. Такая компоновка оборудования целесообразна для машин литья под давлением с усилием запарания >200 тс.

В табл. 79 приведены ориентировочные значения расчетной производительности прессов для обрубки отливок. Перспективно применение штампов, в которых одновременно с обрубкой литников вырубается облой, заусенцы, заливы и прошиваются отверстия. Гидравлические прессы предпочтительнее прессов других видов тем, что они более мощные и позволяют обрубать целые блоки отливок из многоместных пресс-форм. Широко используют для обрезки прибылей токарные и фрезерные станки, в том числе специальные карусельные. Отделенные от отливок элементы литниковой системы и облой должны передаваться на шихтовый двор механизированным непрерывным транспортом. При серийном производстве наиболее распространена обрезка литников на вертикальных ленточных пилах.

Зачистку отливок при небольших объемах производства можно выполнять на двусторонних обдирочных станках с помощью дисковых напильников или абразивных кругов, а также пневматическими шарошками и зубилами.

Для очистки мелких отливок используют галтовочные барабаны с мокрым абразивом. Галтовочные барабаны легко встраиваются в поточные линии. Время галтовки в зависимости от конфигурации и материала отливки колеблется в пределах 0,5—6 ч.

Для проведения операций термической обработки участок оборудуют печами и ваннами различных конструкций. В крупных цехах иногда выделяется для термообработки специальный участок. Для алюминиевых отливок

Таблица 79. Расчетная производительность прессов для обрубки отливок в одноместных штампах (отливок в 1 ч)

Масса в алюминевых отливках, кг	Усилие прессы, тс		
	10	16	25
0,05	1500	—	—
0,1	1100	—	—
0,2	950	—	—
0,5	—	850	—
0,7	—	650	—
1,0	—	600	—
1,5	—	—	550
2,0	—	—	500

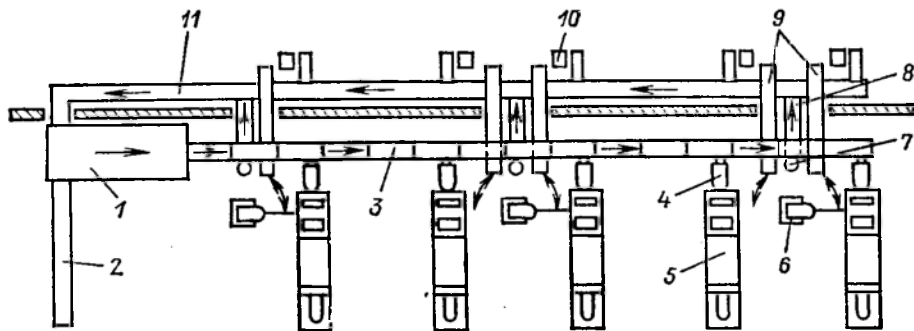


Рис. 160. Схема участка литья под давлением цинкового сплава:

1 — плавильная печь с подогревательным устройством; 2 — конвейер для подачи чушек; 3 — желоб для транспортировки жидкого сплава; 4 — раздаточно-подогревательная печь; 5 — автоматическая машина для литья под давлением; 6 — промышленный робот; 7 — автоматический обрубной пресс; 8 — конвейер для отходов; 9 — конвейер для отливок; 10 — ручной обрубной пресс; 11 — возвратный конвейер

часто применяют закалку с 510—525° С в воду после выдержки в печи в течение 2—8 ч и последующее старение в течение 4 дней.

В отделении финишной обработки также исправляют дефекты отливок. Дефекты могут подаваться исправлению зачисткой, заваркой, пропиткой. Обычно исправляются только средние и крупные отливки.

Примеры планировок. На рис. 160 показана схема участка литья под давлением цинкового сплава. Участок оснащен пятью автоматическими

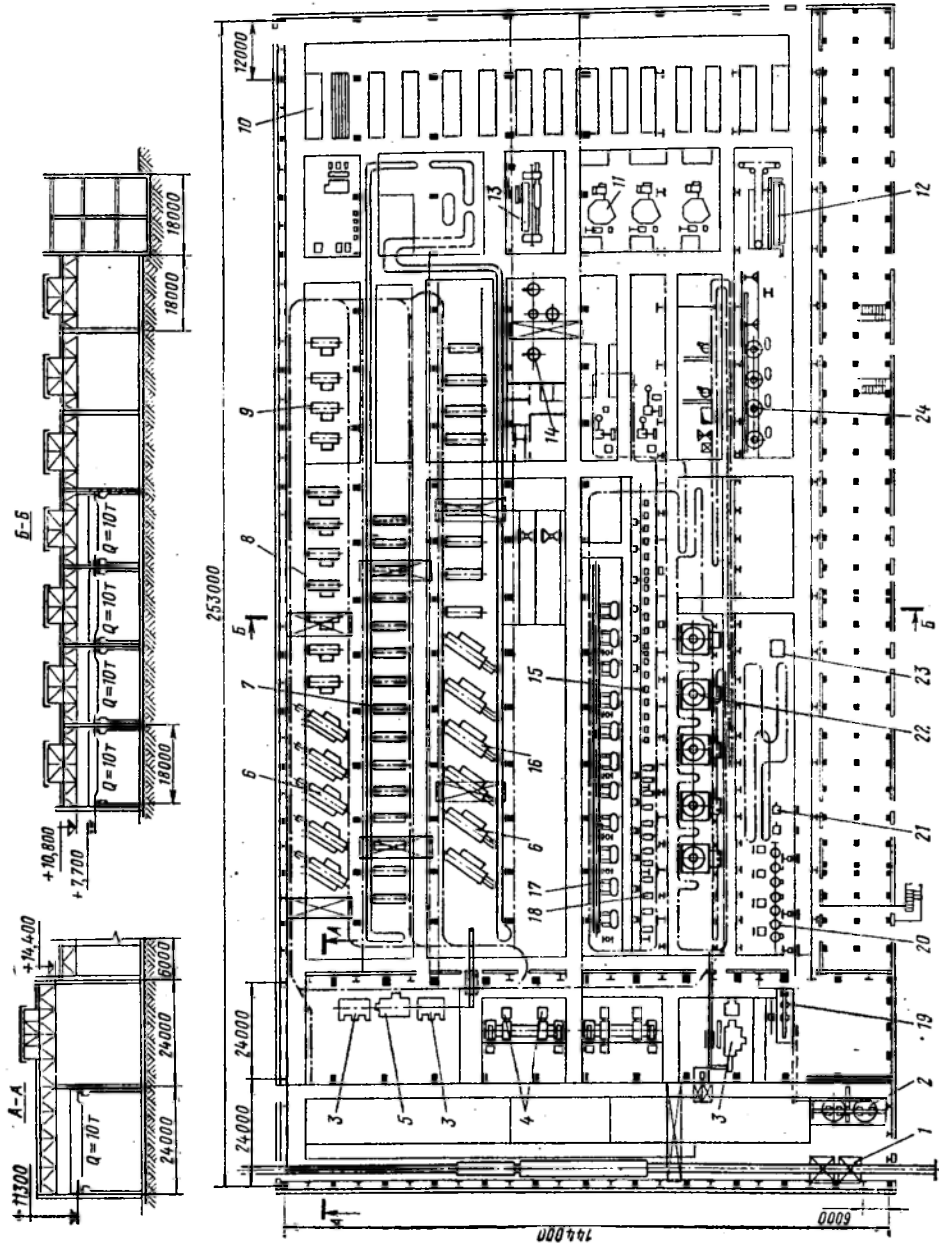


Рис. 161. План расположения оборудования в цехе алюминиевого литья автомобильных деталей в металлургических формах мощностью 22—23 тыс. т/год:

- 1 — приемный бункер для песка; 2 — бункер для песка; 3 — газовая плавильная печь емкостью 27 т; 4 — газовая плавильная печь емкостью 2 т; 5 — печь выдержки расплавленного алюминия емкостью 18 т; 6—9 — машины для литья под давлением; 10 — стеллажи для складирования отливок; 11 — станки для черновой обработки поршней; 12 — установка для неразрушающего контроля мелких отливок; 13 — печь для термической обработки отливок; 14 — термическая печь; 15 — кокальные станки для мелких отливок; 17 — кокальные станки для отливки поршней; 18 — кокальные станки для крупных отливок; 19 — смешивательная система; 20 — однопозиционные стержневые машины; 21 — двухпозиционные стержневые машины; 22 — печь для подсушки окрасочной системы; 23 — пятипозиционная карусельно-кокальная машина

машинами, обслуживаемыми одним рабочим. Металл раздается по обогреваемым желобам. Извлечение отливок из машин и передача их на автоматические обрезные прессы выполняют промышленные роботы.

План расположения оборудования в цехе мощностью 22—23 тыс. т в год показан на рис. 161 (цех литья под давлением заблокирован с цехом кокильного литья).

Технико-экономические показатели цеха следующие:

Общий выпуск литья, тыс. т/год . . . . .	22—23
в том числе:	
в кокиль . . . . .	11—12
под давлением . . . . .	10—11
Серийность отливок, тыс. шт./год . . . . .	660—4000
Число рабочих . . . . .	650
в том числе:	
производственных . . . . .	524
вспомогательных . . . . .	52
ОТК . . . . .	74
Выпуск на одного производственного рабочего, т/год . . . . .	43
Общая площадь цеха, м <sup>2</sup> . . . . .	32 800
Съем литья с 1 м <sup>2</sup> общей площади цеха, т/год . . . . .	0,68

**Рекомендации по технике безопасности.** При проектировании цехов литья под давлением согласно требованиям техники безопасности необходимо над печами для приготовления сплавов и раздаточными устанавливать вытяжные зонты; обязательно предусматривать оградительные щиты, защищающие от брызг металла во время прессования. Запрещается размещать около машин и печей горючие вещества, загромождать проходы; для предохранения оператора от случайного попадания в разъем при смыкании пресс-формы устанавливаются блокирующие устройства. При работе с магниевыми сплавами печи следует располагать около наружных стен помещения, имеющего запасной выход; подход к печам должен быть со всех сторон; при всех видах работ с жидким магнием необходимо применять защитные флюсы; помещения, в которых выполняются опиловка и зачистка магниевых отливок, сопровождающиеся образованием магниевой стружки и пыли, следует изолировать и снабдить мощной вентиляцией; для извлечения деталей из пресс-форм и снятия последних предусматриваются специальные приспособления.

## 5. ЦЕХИ ЛИТЬЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ (КОКИЛИ)

По структуре цехи литья в кокиль аналогичны цехам литья под давлением и также имеют три основных производственных отделения: плавильное, заливочное и финишной обработки отливок. В зависимости от потребности цеха в песчаных стержнях в проекте предусматривают участок или отделение изготовления стержней, так же как это делается в цехах при литье в песчаные объемные формы.

Цехи кокильного литья рекомендуется проектировать на мощность 20—25 тыс. т/год для производства чугуновых отливок массой до 50 кг и 40—80 тыс. т/год массой для 100 кг; 60—80 тыс. г/год для производства стальных отливок массой до 30 кг; 5—6 тыс. т/год для производства алюминиевых отливок массой до 5 кг и 10—12 тыс. т/год массой до 20 кг.

Исходными данными для проектирования цехов литья в кокиль служат те же сведения, что и для проектирования цехов литья под давлением (см. форму 32). Методика расчета стержневого участка или отделения та же, что и для цехов литья в песчаные объемные формы.

Помимо основных отделений, в цехе обычно предусматривают вспомогательные участки для доводки и ремонта кокилей: для ремонта печей, кокильных машин и другого оборудования; склады для хранения мате-

риалов, кокилей и прочей оснастки; лаборатории, обслуживающие пех. Склад для хранения кокилей обычно размещают недалеко от заливочного отделения, его оборудуют стеллажами с ячейками и кран-балкой для перемещения кокилей.

Технологический процесс. Процесс литья в кокили состоит из следующих операций: подготовки кокиля (очистки, подогрева, нанесение на рабочие поверхности облицовки и краски); изготовления песчаных стержней, так же как это делается в других литейных цехах (если необходимо по конструкции отливок); сборки кокиля с установкой, если нужно, стержней; плавки рабочего сплава; заливки жидкого металла в кокиль, выдержки отливки в кокиле; разборки кокиля, удаления отливки и ее охлаждения; выбивки стержней, обрубки, очистки и при необходимости исправления дефектов и термической обработки отливок.

Кокили рекомендуется выполнять со сменными вставками. Такая конструкция позволяет по мере износа кокилей заменять лишь отдельные части. Это важно, так как из-за высокой стоимости кокилей снижается рентабельность процесса. Кроме того, сборный кокиль меньше подвержен короблению, что уменьшает заливы по плоскости разреза и, как следствие, снижает трудоемкость финишных операций. Обоймы сборных кокилей изготавливают из чугунов и углеродистых сталей, а вставки — из чугуна и стали, легированных хромом и молибденом. В некоторых случаях могут быть применены кокили с литыми рабочими поверхностями, полученными по специальной технологии (по гипсовым слепкам, выплавляемым моделям, песчаным стержням).

Для получения отливок из цветных сплавов применяют алюминиевые анодированные кокили. Они обязательно должны быть водоохлаждаемыми. Благодаря низкой стоимости алюминиевых кокилей в ряде случаев кокильное литье рентабельно даже для партий отливок в 200—300 шт.

В табл. 80 приведены примерные данные о стойкости чугунных кокилей.

Таблица 80. Средняя стойкость чугунных кокилей (число заливок)

Отливки	Материал отливок		
	сталь	чугун	алюминий
Мелкие . . . . .	500—1000	5000 и более	30 000 и более
Средние . . . . .	300—500	1000—5000	—
Крупные . . . . .	100—250	200—500	3000—5000

Подготовку кокилей начинают с очистки бывшего в работе кокиля. Для очистки рекомендуется применение дробеметной камеры с вращающимся столом. Однако этим способом можно удалять только наружный слой облицовки. Слой, лежащий непосредственно на поверхности кокиля, обычно удаляют вручную металлическими щетками. Затем кокили разогревают газовыми горелками и наносят огнеупорную облицовку. Пламя горелки должно быть слабоокислительным, чтобы избежать отложения на поверхности кокиля копоти, ухудшающей сцепление облицовки с металлом. В зависимости от требуемой толщины наносят один или несколько слоев облицовки. Хорошо выполненная операция нанесения огнеупорной облицовки обеспечивает длительную (до недели) непрерывную работу кокиля. Для обеспечения низкой шероховатости поверхности отливок огнеупорные облицовки покрывают слоем краски. Через одну или несколько заливок слой краски разрушается и его наносят снова. Наиболее часто краски применяют при литье черных металлов. В этом случае в их состав вводят вещества, газифицирующиеся при заливке металла (сажу, кокс молотый и др.).

Таблица 81. Технические характеристики кокильных машин

Показатели	Однопозиционные машины с вертикальным разъемом							
	5922	5912	5913	5944	5924	5915	5926А	5946А
Размер рабочей плоскости плиты для крепления частей кокыля, мм . . . . .	400×320	400×320	500×400	630×500	630×500	800×630	1250×630	1250×630
Ход подвижной плиты, мм	200	320	400	250	250	500	320	320
Наименьшее расстояние между плитами, мм . . . . .	400	400	500	500	500	630	800	1000
Усилие раскрытия (закрытия) кокыля, кгс . . . . .	3500	3500	5000	10 000	10 000	12 500	25 000	25 000
Время холостого цикла, с	10	7	10	40	15	20	45	65
Емкость печи (по алюминиевому сплаву), кг . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Мощность электродвигателей, кВт . . . . .	7,5	7,5	7,5	13	13	10	13	13
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2915 × × 750 × × 1465	2230 × × 750 × × 1500	2520 × × 1095 × × 1500	3200 × × 2650 × × 2700	3200 × 1850 × × 2400	2600 × 1400 × × 1250	3560 × 2350 × × 2675	3560 × 2350 × × 2955
Масса, кг . . . . .	3500	2300	2600	7800	4500	4000	9130	10 600

Показатели	Однопозиционные машины с горизонтальным разъемом		Шестипозиционные машины		Трехпозиционные машины	Установки литья под низким давлением	
	5966А	4535Б	5942	4546Б		83245 (59у44)	83106 (59у66)
Размер рабочей плоскости плиты для крепления частей кокиля, мм . . . . .	1000×800	400×500	500×400	800×630	800×630	1000×800	1000×1000
Ход подвижной плиты, мм	320	200	200	65	65	250 (боковой)	—
Наименьшее расстояние между плитами, мм . . . . .	500	—	—	—	—	630	400
Усилие раскрытия (закрытия) кокиля, кгс . . . . .	18 000	5000	8000	12 000	12 000	20 000	35 300
Время холостого цикла, с	25	15	22	60	60	55	—
Емкость печи (по алюминивому сплаву), кг . . . . .	—	—	—	—	—	200	300
Мощность электродвигателей, кВт . . . . .	13	15,5	8,6	5,5	5,5	57,6 (общая)	42
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2450 × 2030 × 2300	3200 × 1450	2225 × 1530 × 1750	2050 × 1550 × 950	3000 × 2500 × 3840	2770 × 2100 × 4220	3100 × 2400 × 4750
Масса, кг . . . . .	6740	6000	4450	3730	14 650	15 500	14 530

Процессы приготовления облицовок и красок, оборудование и его расчет обычные для литейных цехов.

Машины для кокильного литья подразделяют на однопозиционные и многопозиционные, с вертикальной или горизонтальной плоскостью разъема кокилей. Особое место занимают машины для литья под низким давлением. Технические характеристики кокильных машин, выпускаемых отечественным станкостроением, приведены в табл. 81.

В цехах с малым выпуском отливок обычно используют однопозиционные машины, а в цехах с большим выпуском рекомендуется применять многопозиционные машины.

Производительность кокильных машин находится в зависимости от времени технологического цикла. Для кокильных машин, включая машины для литья под низким давлением, величину цикла ( $c$ ) можно рассчитать по формуле

$$t_{ц} = t_{м} + t_{п} + t_{з} + t_{ох} + t_{уд},$$

где  $t_{м}$  — машинное время цикла, с;  $t_{п}$  — время на подготовку кокиля, с;  $t_{з}$  — время на заливку металла, с;  $t_{ох}$  — время охлаждения отливок в кокиле, с;  $t_{уд}$  — время на удаление отливок из кокиля, с.

Время технологического цикла однопозиционных машин является и временем изготовления одной или при многомestном кокиле куста отливок. Производительность многопозиционных машин повышается за счет перекрытия времени технологического цикла по позициям.

Ориентировочная производительность однопозиционных кокильных машин приведена в табл. 82.

Так как во многих случаях время на кристаллизацию отливки составляет 60—70% времени, затрачиваемого на ее изготовление, и при этом кокильщик простаивает, возможна организация обслуживания одним рабочим двух или даже большего числа однопозиционных кокильных машин.

Число кокильных машин, предназначенных для определенных групп отливок, необходимое для выполнения программы, рассчитывают по общей методике (см. гл. II).

Оборудование плавильного отделения и отделения финишной обработки в цехах кокильного литья аналогично соответственно при производстве цветного литья оборудованию отделений цехов литья под давлением, а при производстве литья из черных металлов — отделений цехов литья в песчаные объемные формы. Для чугунных отливок обычно требуется установка термических печей для отжига.

**Комплексная механизация.** При массовом производстве отливок в кокиль стремятся к организации в цехе комплексно-механизированных линий. На рис. 162 в качестве примера приведена линия для производства отливок поршней.

Алюминиевый сплав дозатором 1 автоматически заливается в кокили, установленные из карусели 2. Затвердевшая отливка снимается механической рукой и сбрасывается на склиз 3. Далее отливки конвейером 4 транспортируются через камеру 5 с вентилятором обдува 6, сбрасываются на лоток 7 и с него попадают на стол 8. С этого стола отливки снимает рабочий, который устанавливает их поочередно в обрезные полуавтоматы 9. После обрезки литников и прибылей отливки по лоткам 11 попадают на конвейер 13. Отрезанные литники, прибыли и стружка с полуавтоматов по лоткам 12 и 10

Таблица 82. Производительность однопозиционных кокильных машин, заливок в 1 ч

Масса жидкого металла в кокиле, кг	Без охлаждения кокиля	С охлаждением кокиля	
		воздушным	водяным
5	12	15	18
5—10	8	10	12
10—20	6	8	10
20—40	5	7	8
40—60	4	5	6

подаются на уборочный подпольный конвейер, доставляющий их на переплавку. Электрошкафы линии размещают в помещении 14.

**Примеры планировок.** Пример плана расположения оборудования в цехе алюминиевого кокильного литья на выпуск 11—12 тыс. т/год показан на рис. 161 (цех кокильного литья сблокирован с цехом литья под давлением).

На рис. 163 приведена планировка кокильного участка, на котором отливают из чугуна арматурные детали. Участок оснащен восемью шести-

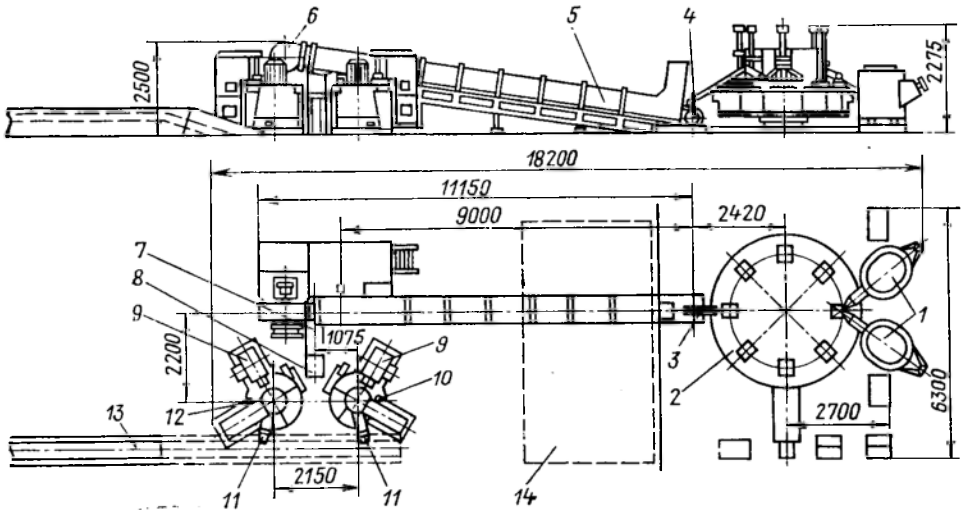


Рис. 162. Комплексно-автоматизированная линия для производства отливок поршней

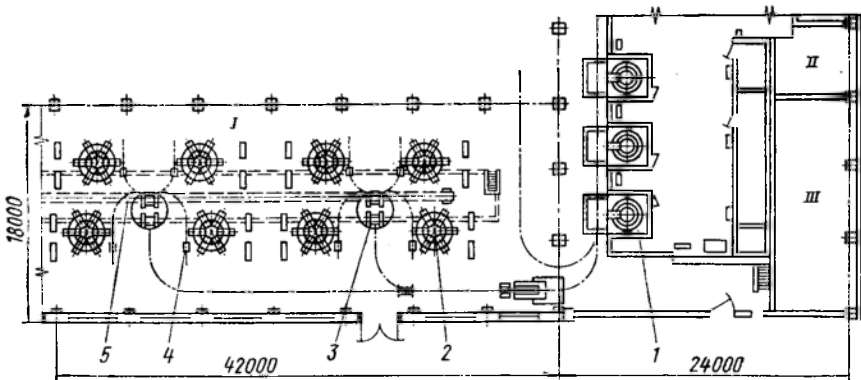


Рис. 163. Участок кокильного литья:

*I* — кокильный участок; *II* — насосная; *III* — трансформаторная для печей ИЧТ-6

позиционными карусельными кокильными автоматами 2. Выплавленный в индукционных тигельных печах 1 типа ИЧТ-6 металл подвозится к двум раздаточным стендам 3. От этих стендов чугун забирается разливочными ковшами 4. Для уборки отлитых деталей служит конвейер 5.

План расположения оборудования в цехе чугунолитейного производства на выпуск 40 000 т/год труб и фасонных отливок приведен на рис. 164. Цех имеет два пролета, примыкающих торцом к складу шихтовых и формовочных материалов. В одном пролете организовано производство труб, в другом — фасонных отливок. Чугун из вагранок 1 производительностью 15 т/ч выдается в барабанные ковши емкостью 1 т и по замкнутому монорельсу 11 с помощью электроталевых тележек 5 грузоподъемностью 3 т раздается по миксерам 10 с газовым обогревом. Емкость миксеров 2 т. Трубы отливают на многороторных машинах 2. Заливочные устройства передвигают по монорельсам 4

вручную. Трубы после удаления из изложниц с помощью приспособления 3 передаются в подземную галерею на уборочно-охлаждающий конвейер 6. Фасонные части отливают на четырех автоматизированных кокильных линиях 9. Извлеченные из кокилей отливки через люки поступают в подземную галерею на вибрационный охлаждающе-уборочный конвейер 7.

Песчаные стержни изготавливают на вибропрессовых формовочных машинах 8.

Каждая из линий обслуживается пятью такими машинами. Для приготовления стержневой смеси предусмотрены смешивающие бегуны 12. Приготовление облицовок и красок для кокилей и изложниц централизовано. К местам потребления их подают по трубопроводу.

Литье под низким давлением. В последние годы для изготовления кокильных отливок, в основном из цветных сплавов, все чаще применяют процесс литья под низким давлением. При этом способе обеспечивается получение отливок с плотной структурой, автоматизация заливки металла в кокиль, снижение расхода металла на литниковую систему, улучшение заполняемости кокиля. Литьем под низким давлением получают отливки с толщиной стенок 2—3 мм.

Технические характеристики установок для литья под низким давлением приведены в табл. 81. Машина для литья под низким давлением мод. 4566 показана на рис. 165.

Литье в облицованные кокили. Определенные технологические преимущества присущи изготовлению отливок в облицованных кокилях. Этот процесс пред-

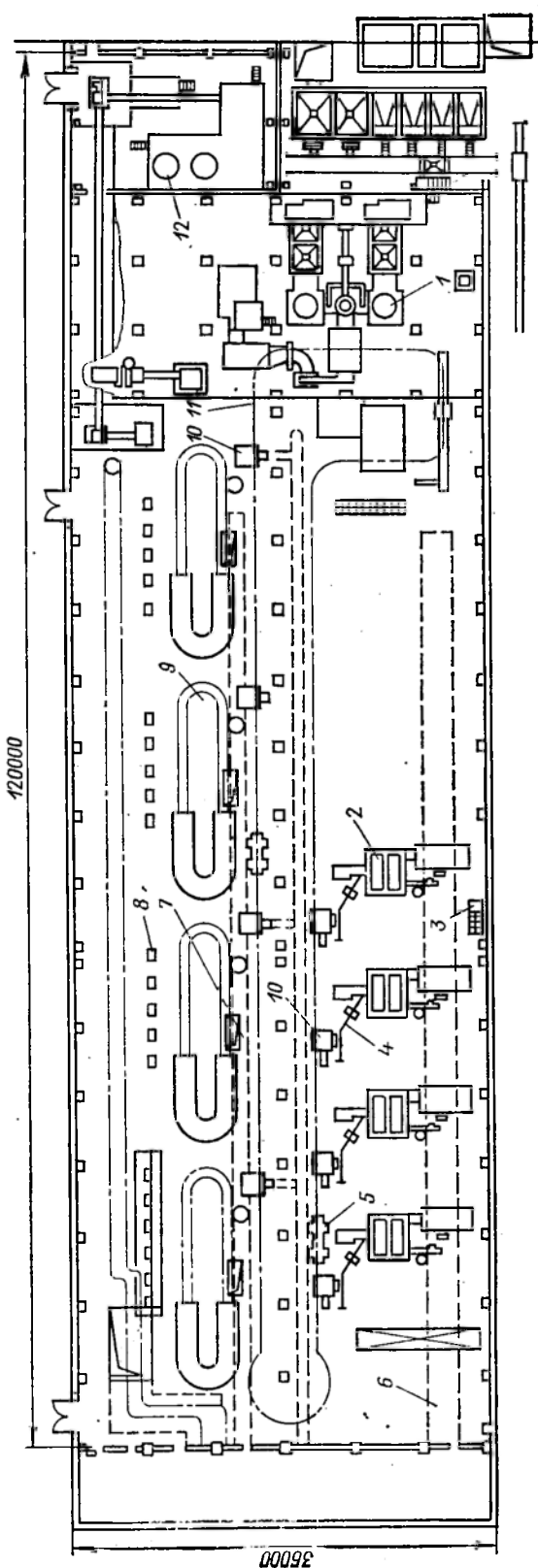
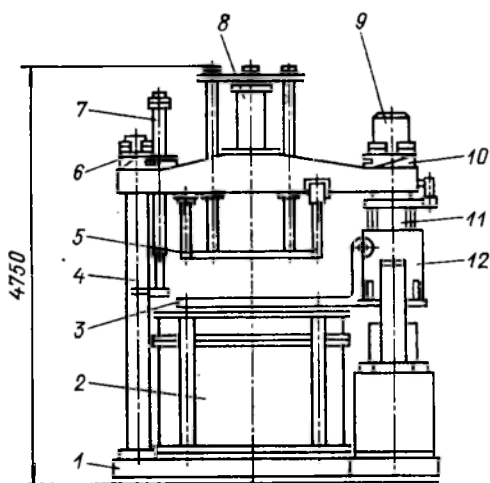


Рис. 164. Цех кокильного литья на выпуск 40 000 т/год отливок труб и фасонных частей

ставляет собой сочетание способов литья в кокиль и в оболочковые формы. Нагретую плиту с моделью накрывают половиной кокиля. Полость, образовавшаяся между рабочей поверхностью модели и кокилем, заполняют из пескострельной головки



через сопла плакированной смесью, применяемой в оболочковом литье. Под действием теплоты смесь — облицовка отверждается. После извлечения модели получают кокиль (полуформу), у которого рабочая поверхность оформлена облицовкой. Таким же образом получают и вторую половину кокиля. После заливки металла в собранный облицованный кокиль связующее в облицовке выгорает, она теряет прочность и довольно легко удаляется из кокиля. После очистки кокиль снова возвращается для нанесения облицовки. Применение облицовки обеспечивает многократное увеличение стойкости кокиля, снижение его стоимости (кроме плоскости разъема, кокиль не обрабатывают резанием), возможность регулирования в широких

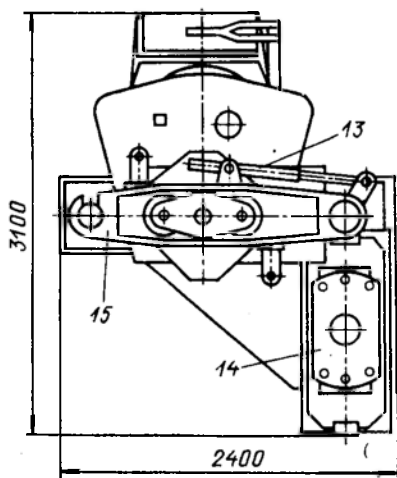


Рис. 165. Машина для литья под низким давлением мод. 4566 (без гидростанции и шкафов управления):

1 — основание; 2 — печь герметизированная для алюминиевого сплава; 3 — рычаг механизма поворота под нижнюю часть кокиля; 4, 11 — колонны; 5 — крепежная плита под верхнюю часть кокиля; 6, 10 — зажимы траверсы; 7 — механизм съема отливок из верхней части кокиля; 8 — механизм раскрытия; 9 — узел подвода гидравлики; 12 — механизм поворота; 13 — цилиндр поворота; 14 — механизм выталкивания отливок из нижней части кокиля; 15 — траверса

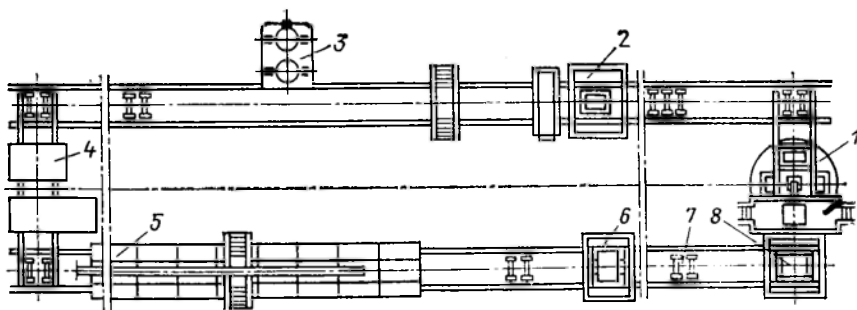


Рис. 166. Схема автоматизированной линии изготовления отливок в облицованных кокилях

пределах теплового режима формирования отливки путем варьирования толщиной облицовки.

Автоматизированная линия изготовления отливок в облицованных кокилях (рис. 166) работает следующим образом. Кокиль 8 по рольгангу 7

подается к карусельному автомату 1. На автомате происходит надув и отверждение облицовки, после чего кокиль снимают с карусели и кантуют плоскостью разъема вверх. К позиции сборки 2 кокиль подается приводным рольгангом. Металл заливают из ковша 3, после чего кокили охлаждают на рольганге. На манипуляторе 4 осуществляется разборка кокиля, прошивка надувных отверстий, выталкивание отливок из кокиля и сбрасывание их на приемное устройство. В камере 5 кокили охлаждаются и очищаются от остатков облицовки. После выхода из камеры кокиль кантуется в манипуляторе 6, оператор его осматривает и в случае необходимости подчищает вручную.

## 6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕРАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В цехах специальных способов литья ширина пролетов может приниматься 18 или 24 м, второй размер предпочтительнее.

В двухэтажных зданиях высота до уровня пола второго этажа 7,8 м, ширина пролета второго этажа 18 или 24 м, а первого — соответственно 9 или 12 м. Шаг колонн для одно- и двухэтажных зданий 6 или 12 м.

Нормы грузоподъемности транспортных средств и высоты пролетов зданий для некоторых цехов специальных способов литья приведены в табл. 83.

*Таблица 83. Нормы грузоподъемности транспортных средств  
и высоты пролетов зданий*

Выпуск цеха, тыс. т/год	Плавильный агрегат	Транспортные средства		Высота до головки подкранового рельса (в одноэтажном здании от ±0,0, в двухэтажном от отметки пола второго этажа), м	Минимальная высота до низа конструкций перекрытия (в одноэтажном здании от ±0,0, в двухэтажном от отметки пола второго этажа), м
		Вид	Грузоподъемность, т		
<i>Цехи стального литья по выплавляемым моделям</i>					
0,5—1	ИСТ-0,16	Подвесной транспорт	0,5—1	—	7,2; 8,4; 9,6;
1—2	ИСТ-0,16; 0,4	То же	0,5—2	—	10,8 7,2; 8,4; 9,6;
2—5	ИСТ-0,16; 0,4	»	0,5—3	—	10,8 8,4; 9,6; 10,8
<i>Цехи литья под давлением</i>					
	Электроды емкостью, т:				
	до 0,25	Подвесной транспорт	0,5—2	—	9,6
		Кран-балки	0,5—2	8,15	10,8
	0,4—1	Подвесной транспорт	1—2	—	9,6
		Кран-балки	1—2	8,15	10,8
	1—2,5	Подвесной транспорт	2—5	—	9,6
		Мостовые краны	5; 10	8,15	10,8
	2,5—6	Подвесной транспорт	2—5	—	9,6
		Мостовые краны	10	8,15	10,8
			15/3	9,65	12,6

## Глава XIV

# СМЕТЫ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ, ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ (АСУП)

### 1. СМЕТЫ

По составленным в различных частях ТРП (или ТП) локальным (частным) сметам технико-экономический отдел проектного института составляет сметы на отдельные объекты, сводную смету и сводку затрат. Сводная смета — это основной и неизменный документ, на основании которого планируют капитальные вложения и финансирование строительства (реконструкции) предприятия в целом или очередями. Объектные сметы, согласованные с подрядными строительными организациями, являются документами для расчетов между заказчиками и подрядчиками за выполненные работы.

Сводную смету оформляют по форме № 1 (форма 34), в состав которой входят 12 глав.

#### ФОРМА 34 (форма № 1)

**УТВЕРЖДАЮ**

Сводная смета в сумме \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
в том числе возвратных  
сумм \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
(ссылка на документ об утверждении)  
«    » \_\_\_\_\_ 19    г.

#### СВОДНАЯ СМЕТА

(наименование строки)

Составлена в ценах 19    г.

№ п/п	№ сметы	Наименование главных объектов работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, приспособлений и производственного инвентаря	прочих затрат	

Подписи:

1. Подготовка территории строительства.
2. Объекты основного производственного назначения.
3. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.

6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло-снабжения и газоснабжения.
7. Благоустройство территории предприятия.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.
10. Содержание дирекции строящегося предприятия и авторский надзор.
11. Подготовка эксплуатационных кадров.
12. Проектные и изыскательские работы.

В сводную смету включают затраты, связанные с отводом земель под строительство, с возмещением убытков и потерь землепользователям. Согласованный размер долевого участия в строительстве общих объектов для нескольких предприятий указывают в сводной смете за итогом стоимости строительства. После перечисления всех кооперированных объектов подсчитывают суммарный размер долевого участия, который добавляется к итогам сметной стоимости, и новый итог (по последней графе) утверждается как полная стоимость строительства. Отдельной строкой (в сводной смете) предусматривается резерв средств на непредвиденные работы и затраты. За итогом сводной сметы указываются возвратные суммы (балансовая стоимость демонтированного и неиспользуемого оборудования, стоимость материалов сносимых зданий и т. п.). Итоговая сумма по строительным и монтажным работам сводной сметы составляет стоимость СМР, которые выплачивают генеральному подрядчику по мере реализации промышленного строительства (реконструкции) предприятия.

При выделении капитальных вложений на жилищно-гражданское строительство или (в порядке исключения) на базу стройиндустрии оформляют сводку затрат по форме № 1а (форма 35).

ФОРМА 35 (форма № 1а)

УТВЕРЖДАЮ

Сводка затрат в сумме \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
в том числе возвратных сумм \_\_\_\_\_ тыс. руб.

(ссылка на документ об утверждении)

«    » \_\_\_\_\_ 19 г.

СВОДКА ЗАТРАТ

(наименование стройки)

Составлена в ценах 19 г.

Наименование	Объекты производственного назначения	Объекты жилищно-гражданского назначения	Итого
Сметная стоимость, тыс. руб.: строительных и монтажных работ оборудования, оснастки, инструмента, производственного инвентаря прочих затрат Общая сметная стоимость, тыс. руб. в том числе возвратных сумм Подписи:			

Сводка затрат предназначена для выделения стоимости объектов жилищно-гражданского назначения из общих затрат, так как их строительство обычно выполняют самостоятельные подрядные организации.

При выделении в ТРП (ТП) пускового комплекса к сводной смете прилагают ведомость сметной стоимости объектов и затрат, включенных в пусковой комплекс.

Объектные сметы составляют по форме № 2 (форма 36), на основе локальных смет на отдельные виды затрат по зданиям и сооружениям и по общеплощадочным работам. Сметную стоимость строительства объектов и видов работ определяют по утвержденным прейскурантам или укрупненным сметным нормам, по единичным расценкам и ценникам на монтаж оборудования. Сметную стоимость оборудования определяют по оптовым ценам, стоимость нестандартизированного и специального оборудования по лимитным ценам, рассчитанным на основании ведомственных справочников, сметную стоимость материала, конструкций и деталей по оптовым ценам с учетом транспортных, снабженческих и заготовительно-складских расходов.

ФОРМА 36 (форма № 2). Объектная смета № \_\_\_\_\_  
(сметный расчет № \_\_\_\_\_)

На строительство \_\_\_\_\_  
(наименование объекта)

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ тыс. руб.

Составлена в ценах 19 \_\_\_\_ г.

№ п/п	№ смет прейскурантов, укрупненных сметных норм, расценок	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.	Показатели единичной стоимости
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, приспособлений и производственного инвентаря	прочих затрат		

Подписи:

Еще встречаются существенные ошибки при определении сметной стоимости, например, нового оборудования, без должного учета затрат на его конструирование, создание и отладку первого образца и т. п. При заниженной сметной стоимости происходит преждевременное исчерпание сводной сметы, прекращение финансирования строительства (реконструкции) предприятия с нарушением государственной системы планирования капитальных вложений.

Сметную документацию к ТРП или ТП представляют заказчику для согласования с генеральным подрядчиком. Изменения по принятым замечаниям этой организации вносят в сметную документацию заказчик и проектная организация. Сводную смету утверждают в составе проекта. Сводную смету к ТРП (ТП) закрывают после приемки и ввода предприятия в эксплуатацию.

## 2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТРП (ТП)

Вначале выполняют расчеты технико-экономических показателей и дают обоснования выводов об экономической эффективности и хозяйственной необходимости строительства или реконструкции предприятия (цеха). В состав технико-экономической части проекта входят следующие разделы: общие данные по заводу (цеху); программа производства; капитальные вложения и основные производственные фонды; потребность и затраты на

материалы, топливо и другие энергоресурсы; состав работающих и фонд заработной платы; себестоимость отливок; технико-экономические показатели; выводы.

**Общие данные.** На основании материалов ТЭО и задания на проектирование приводятся результаты расчетов эффективности и обоснования целесообразности строительства (реконструкции) объекта и выбора площадки.

Стоимость нового строительства и эксплуатации предприятия в 1,5—3 раза изменяется в зависимости от географического его размещения. Новые литейные заводы рекомендуется располагать в промышленных узлах в малых и средних городах при наличии рабочих кадров и обеспеченности исходными материалами, газом и другими энергоресурсами, а также при удобном расположении площадки относительно железнодорожных путей.

Важным фактором ускоренного строительства нового предприятия является наличие крупной строительной организации со свободными мощностями.

Выбор оптимального варианта строительства определяют в ТЭО путем укрупненных технико-экономических расчетов по результатам обследования намеченных пунктов строительства.

Удельные капитальные вложения на инженерную подготовку, оборудование и благоустройство промышленной площадки составляют 30—100 тыс. руб. на 1 га. При выборе вариантов строительства объем затрат на внеплощадочные работы и долевое участие укрупненно принимают в размере 15—20% общей суммы капитальных вложений на промышленное строительство. Пример сопоставительного расчета при выборе оптимального варианта строительства в ТЭО приведен в табл. 84. О приведенных затратах см. гл. II.

Таблица 84. Сопоставительный расчет при выборе оптимального варианта строительства

Показатели	Пункты строительства		
	1	2	3
Выпуск продукции в оптовых ценах (Ц), тыс. руб.	30 000	30 000	30 000
Себестоимость выпуска (С), тыс. руб. . . . . .	24 000	24 000	26 000
Капитальные вложения (К), тыс. руб. . . . . .	44 000	49 000	47 000
Приведенные затраты (П), тыс. руб. . . . . .	29 280	29 900	31 640
Прибыль (Ц—С), тыс. руб. . . . . .	6 000	6 000	4 000
Срок окупаемости (Т), лет . . . . .	7,4	8,2	10,8

В ы в о д ы. В пункте 3 срок окупаемости выше нормативного (8,3 года). Наиболее выгодно размещение строительства в пункте 1.

Показатель окупаемости капитальных вложений в промышленное строительство является самым важным, так как определяет эффективность всего проекта в целом

$$T = \frac{K}{C - C_0}; \quad T_n \leq 8,3 \text{ года,}$$

где  $K$  — капитальные вложения;  $C$  — выпуск товарной продукции, поставляемой на сторону в оптовых ценах;  $C - C_0$  — прибыль проектируемого предприятия (разница между товарной продукцией и ее проектной себестоимостью);  $T_n$  — нормативный срок окупаемости для литейных заводов.

Целесообразность реконструкции (расширения) действующего производства подтверждается путем сопоставления проектных показателей с показателями действующего производства.

## Коэффициент эффективности капитальных вложений

$$E = \frac{B_1(C_0 - C_1)}{K_1},$$

где  $B_1$  — выпуск продукции после реконструкции;  $C_1$ ,  $C_0$  — себестоимость единицы продукции после и до реконструкции;  $K_1$  — капитальные вложения на реконструкцию предприятия.

Проект реконструкции будет эффективным, если  $E \geq E_n$ , т. е. больше нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений ( $E_n \geq 0,12$ ).

Дополнительно рассматривается сопоставление проектных показателей расширяемого предприятия с вариантом строительства нового завода, обеспечивающего заданный прирост продукции

$$E = \frac{B_1C_1 - (B_0C_0 - B_2C_2)}{K_2 - K_1},$$

где  $B_0$  — объем производства до реконструкции;  $B_2$  — объем производства на новом заводе;  $C_2$  — себестоимость продукции на новом заводе;  $K_2$  — капитальные вложения в новое строительство.

Показатели на новое строительство принимают по имеющемуся проекту-аналогу или по укрупненным отраслевым показателям. Далее описывают состав предприятия, очереди строительства и пусковые комплексы. Приводят данные о выпуске и номенклатуре изготавливаемых отливок, обоснование (расчеты) прогрессивности технологических процессов производства, нового основного оборудования, использования изобретений, патентов (по приведенным затратам, исходя из материалов технологической части проекта). Описывают намечаемую специализацию и кооперирование основного и вспомогательного производства, хозяйственные связи с другими предприятиями. Приводят данные об общей стоимости строительства (реконструкции) и об источниках обеспечения потребности в рабочих кадрах.

**Программа производства.** В приложении к технико-экономической части дается развернутая программа производства, составленная согласно заданию на проектирование в натуральном и стоимостном выражении.

В состав товарной продукции литейного завода кроме стоимости отливок в отпускных ценах включают выпуск на сторону теплотехники или модельной оснастки, стоимости предварительной обработки резанием отливок, работы по капитальному ремонту и т. п. Выпуск отливок для собственных нужд (рамки, холодильники, опоки, ремонтные заготовки) в состав товарной программы не включают, но учитывают при определении мощности литейного завода или цеха.

**Капитальные вложения и основные производственные фонды.** В этом разделе приводят итоговые данные по материалам сметной части проекта: по сводке затрат (форма № 1а) о размерах капитальных вложений на промышленное и на жилищно-гражданское строительство (с указанием удельного веса статей в процентах к общей сумме затрат); по главам сводной сметы (форма № 1) на промышленное строительство. В данной форме указывается процент к общему итогу; удельные затраты в руб. на 1 т проектного выпуска.

Рассматривается структура капитальных вложений в сопоставлении с проектом аналогом (например, по литейному цеху — затраты на строительную часть, на санитарно-технические устройства, в том числе на вентиляцию, на электроосвещение, на промышленные проводки, на технологическое оборудование, на подъемно-транспортное оборудование и др.); указывается сумма (тыс. руб.), удельные капитальные вложения (руб.) на 1 т выпуска и % к итогу.

Прогрессивной тенденцией является увеличение затрат на оборудование, так как оно обеспечивает выпуск продукции. Возрастают затраты на венти-

ляпию, на меры по защите окружающей атмосферы и водоемов. Приводятся данные о распределении капитальных вложений по объектам.

Определяется срок окупаемости капитальных вложений. Анализ капитальных вложений на промышленное строительство ведется без учета работ вне площадки и долевого участия.

Для новых предприятий или отдельных корпусов необходимо, чтобы удельные капитальные вложения (руб/т), как правило, были не выше, чем по принятым для сопоставления проектам аналогам, разработанным по современным нормам и в современных ценах или отраслевых показателей для нового строительства.

Удельные капитальные вложения на строительство литейного цеха (корпуса) составляют обычно ~60% данного показателя на строительство литейного завода с учетом всех других затрат. Более высокий уровень автоматизации и механизации производства может увеличить удельные капитальные вложения. Если это увеличение сопровождается значительным снижением себестоимости отливок и обеспечивает быструю окупаемость капитальных вложений, то такой проект следует считать экономически эффективным.

Основные производственные фонды (средства труда) с оборотными средствами (предметами труда) являются производственными фондами (средствами производства). В структуре основных производственных фондов литейных цехов стоимость зданий и сооружений обычно составляет ~50%, а стоимость оборудования ~45% общей их стоимости. При определении стоимости основных промышленных фондов из затрат на строительномонтажные работы по капитальным вложениям в стоимость оборудования переводят стоимость сооружений (вагранок, термических и сушильных печей), монтажа оборудования и сооружения фундаментов под оборудование. Распределяют или исключают «Прочие затраты» и т. п. В стоимость основных промышленных фондов не включают предусмотренные капитальные вложения на долевое участие в строительстве вне площадки, компенсацию за отчуждаемые земли, затраты на подготовку кадров, часть резерва на непредвиденные работы и др. Разница между стоимостью основных промышленных фондов и объемами капитальных вложений на промышленное строительство составляет 5—25%.

По мере износа стоимость основных производственных фондов переносят на готовую продукцию частями путем амортизационных отчислений; для оборудования литейных цехов средние нормы амортизации обычно составляют 11,7—14,2% для зданий и сооружений 3,2%. Эффективность капитальных вложений дополнительно оценивают показателем фондоотдачи, т. е. выпуском продукции на 1 р. основных производственных фондов

$$\Phi = \frac{N}{O},$$

где  $N$  — годовой выпуск продукции в оптовых ценах (для нового строительства) или дополнительный выпуск продукции в год (при реконструкции завода);  $O$  — основные производственные фонды или дополнительные капитальные вложения в основные производственные фонды (при реконструкции).

Объем капитальных вложений на создание оборотных средств, требующийся в технико-экономической части для определения рентабельности производства, принимают по данным действующих предприятий в размере ~20—25% выпуска продукции по себестоимости.

Потребность и затраты на материалы, топливо и другие энергоресурсы. Такую потребность определяют по данным других частей проекта с учетом транспортно-заготовительных расходов, т. е. франко-приобъектный склад. В разделе учитывают стоимость всех видов покупной энергии, расходуемой на производственные и хозяйственные нужды.

Таблица 85. Показатели производительности труда. Выпуск годных отливок, т/год

Назначение отливок	Серый чугун			Ковкий чугун			Стальное литье		
	Объем про-извод-ства, тыс. т/год	На одного списочного рабочего	На одного работающего	Объем про-извод-ства, тыс. т/год	На одного списочного рабочего	На одного работающего	Объем про-извод-ства, тыс. т/год	На одного списочного рабочего	На одного работающего
Автомобилестроение:									
грузовые машины . . . . .	60—100	80—110	70—100	30—60	50—75	45—65	30—50	60—80	50—70
То же . . . . .	> 100	90—125	80—110	50—120	70—100	60—90	60—100	80—95	70—85
легковые машины . . . . .	60—100	60—80	50—70	—	—	—	—	—	—
Тракторостроение . . . . .	60—100	90—110	80—100	60—100	65—90	55—80	50—100	85—100	75—85
» . . . . .	> 100	100—130	90—120	—	—	—	100—150	90—110	80—100
Сельскохозяйственное маши- ностроение . . . . .	40—70	100—130	90—115	15—25	50—70	45—60	—	—	—
Станкостроение:									
мелкие отливки . . . . .	40—60	70—90	60—80	—	—	—	40—50	55—75	50—65
средние отливки . . . . .	40—60	70—90	60—80	—	—	—	40—50	55—75	50—65
крупные отливки . . . . .	30—40	60—80	50—70	—	—	—	30—40	45—65	40—55
Тяжелое машиностроение:									
металлургическое . . . . .	50—60	58—66	46—50	—	—	—	50—60	44—50	38—42
тепловозостроение . . . . .	15—20	36—44	30—34	—	—	—	50—60	34—42	30—34
Электротехническое машино- строение . . . . .	60—100	80—120	70—105	—	—	—	—	—	—
Бумагоделательные машины	60—100	70—90	60—80	—	—	—	—	—	—
Арматура . . . . .	30—70	60—90	50—80	—	—	—	—	—	—
Санитарно-техническое обо- рудование (радиаторы) . . . . .	100—150	200—250	180—220	—	—	—	—	—	—
							Экскаваторостроение	30—50	60—80
							Вагоностроение	50—70	75—95
									65—85

Тарифы на электроэнергию предусматривают — основную годовую плату за 1 кВт·А установленной мощности и дополнительную плату за каждый киловатт-час потребляемой электроэнергии.

Состав работающих и фонд заработной платы. Промышленно-производственный персонал предприятия подразделяют на следующие категории: рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), счетно-конторский персонал (СКП), младший обслуживающий персонал (МОП), работники сторожевой и пожарной охраны завода. Рабочих подразделяют на производственные и вспомогательные. Производственными называют рабочих, непосредственно связанных с изготовлением отливок. Для укрупненных расчетов общей численности работающих и рабочих при разработке ТЭО в табл. 85 приведены данные по выпуску годных отливок в объемных песчаных формах на одного человека, занятого в литейном производстве.

В ТРП или ТП число производственных рабочих определяют в технологической части проекта по числу рабочих мест в отделениях цеха в соответствии с принятым оборудованием, нормами производительности, организацией производства и сменностью работы.

Проектную трудоемкость изготовления 1 т отливок определяют как частное отделения действительного фонда времени в часах производственного рабочего на показатель выпуска отливок на одного производственного рабочего в год.

Данные по трудоемкости в ТРП (или ТП) оформляют по форме 37. Данные по трудоемкости изготовления 1 т отливок для основных отраслей машиностроения приведены в табл. 86.

ФОРМА 37. Трудоемкость

Виды отливок	Выпуск на одного производственного рабочего, т/год		Трудоемкость на 1 т отливок, чел.-ч	
	по проекту	по данным аналога	по проекту	по данным аналога

Число вспомогательных рабочих для массового и крупносерийного производства определяют по рабочим местам, расчетам в зависимости от норм обслуживания в технологической части проекта или принимают в процентах по отношению к числу производственных рабочих по данным наиболее прогрессивных отраслевых заводов-аналогов.

Например, в автомобилестроении в проектах чугунолитейных цехов при выпуске 105—130 т/год отливок на одного производственного рабочего отношение численности вспомогательных рабочих к численности производственных принимают в размере 65% (для ковкого чугуна 70%). При выпуске >190 т/год отливок на одного производственного рабочего указанное отношение принимают равным 90% (для ковкого чугуна 95%).

Для условий серийного, мелкосерийного и единичного производства число вспомогательных рабочих рассчитывают по нормам технологического проектирования (табл. 87, 88). Например, число ремонтных единиц по механической и электротехнической частям литейного цеха, полученным умножением данных табл. 87 на его выпуск (т/год) с последующим делением на нормы межремонтного обслуживания, приведенным в табл. 88, позволяет определить число дежурных слесарей, электриков, станочников и др. Численность ИТР, СКП, МОП, ОТК литейных цехов определяют по нормативным

Таблица 86. Трудоемкость работ на 1 т отливок

Назначение отливок	Серый чугун		Ковкий чугун		Сталь	
	Объем производства, тыс. т/год	Трудоемкость 1 т отливок, чел.-ч	Объем производства, тыс. т/год	Трудоемкость 1 т отливок, чел.-ч	Объем производства, тыс. т/год	Трудоемкость 1 т отливок, чел.-ч
Автомобилестроение:						
грузовые машины . . . .	60—100	9,5—12	30—60	11—13	30—50	16—20
То же	>100	8,5—10	50—120	10—12	60—100	12—16
легковые машины . . . .	60—100	12—16	30—50	16—20	—	—
Тракторостроение . . . .	60—100	9—11	40—60	12—14	50—100	12—14
»	>100	8,5—10,5	50—100	11—13	100—150	10—12
Сельскохозяйственное машиностроение . . . . .	40—70	9—11	15—25	15—20	—	—
Станкостроение:						
мелкие отливки . . . . .	40—60	11—15	—	—	40—50	14—18
средние отливки . . . . .	40—60	11—15	—	—	40—50	14—18
крупные отливки . . . . .	30—40	13—18	—	—	30—40	17—22
Тяжелое машиностроение:						
металлургическое оборудование . . . . .	50—60	15—19	—	—	50—60	18—22
тепловозостроение . . . .	15—20	22—26	—	—	50—60	25—29
вагоностроение:						
мелкие отливки . . . . .	—	—	—	—	50—70	14—16
крупные отливки . . . . .	—	—	—	—	70—100	9—12
Экскаваторостроение . . . .	—	—	—	—	30—50	16—20
Электротехническое машиностроение . . . . .	60—100	10—13	—	—	—	—
Бумагоделательные машины	60—100	13—15	—	—	—	—
Арматура . . . . .	30—70	10—13	—	—	—	—
Радиаторы . . . . .	100—150	6—8	—	—	—	—

Таблица 87. Нормы для расчета категории сложности ремонта оборудования литейных цехов в ремонтных единицах на 1 т годового литья в зависимости от годового выпуска и типа цеха

Выпуск цеха, тыс. т/год	Конвейерные цехи				Крановые цехи	
	Отливки массой < 100 кг		Отливки массой < 2000 кг		Отливки массой > 1000 кг	
	М	Э	М	Э	М	Э
10—20	0,2	0,14	0,15	0,1	0,14	0,15
20—30	0,19	0,14	0,14	0,1	0,13	0,15
30—40	0,18	0,14	0,12	0,09	0,12	0,14
40—60	0,16	0,13	0,10	0,09	0,1	0,13

Примечания: 1. М — по механической части; Э — по электротехнической части.  
2. Для литейных цехов, имеющих в своем составе электрические плавильные и термические печи, применяют повышающий коэффициент по электротехнической части  $k = 1,10 \div 1,15$ .

Таблица 88. Нормы для расчета межремонтного обслуживания оборудования в ремонтных единицах

Профессия рабочих	Технологическое и подъемно-транспортное оборудование <sup>1</sup>	
	М	Э
Дежурные слесари по обслуживанию оборудования . . . . .	350	—
Станочники . . . . .	1260	—
Смазчики . . . . .	790	—
Шорники в физических единицах оборудования, имеющего ременные приводы . . . . .	280	—
Дежурные электрики . . . . .	—	770

<sup>1</sup> Обозначения см. табл. 87.

данным или в процентах от общей численности рабочих: ИТР 7—9%; СКП 0,6—1%; МОП 1,5—2%.

Состав работающих литейного завода определяют заполнением формы 38. Коэффициентом сменности  $k_c$  рабочих по заводу (цеху) называют отношение списочного числа всех рабочих к списочному числу рабочих в наибольшую смену. Для литейных цехов  $k_c = 1,8 \div 2,2$ . Годовой фонд заработной платы

ФОРМА 38. Состав работающих литейного завода

Объект	Рабочие			ИТР	СКП	МОП	Всего работающих	Первая смена		Коэффициент сменности	Работники ОТК	
	производственные	вспомогательные	всего					работающих	рабочих		рабочие	ИТР

ФОРМА 39. Годовой фонд заработной платы по литейному цеху

Категории работающих	Число человек	Зароботная плата, руб.		
		средне-годовая	годовой фонд	на 1 т отливок
Производственные рабочие . . . . .	205	2280	467 400	15,6
Вспомогательные рабочие . . . . .	168	1680	282 200	9,4
<b>Итого рабочих . . . . .</b>	<b>373</b>	<b>2001</b>	<b>749 600</b>	<b>25,0</b>
ИТР . . . . .	37	2002	74 800	2,5
СКП . . . . .	7	1100	7 700	0,25
МОП . . . . .	5	900	4 500	0,15
<b>Итого работающих (без ОТК) . . . . .</b>	<b>422</b>	<b>1982</b>	<b>836 600</b>	<b>27,9</b>
Рабочие ОТК . . . . .	8	1500	12 000	0,4
ИТР ОТК . . . . .	3	1870	5 600	0,2
<b>Итого ОТК . . . . .</b>	<b>11</b>	<b>—</b>	<b>17 600</b>	<b>0,6</b>
<b>Всего работающих . . . . .</b>	<b>433</b>	<b>1972</b>	<b>854 200</b>	<b>28,5</b>
Отчисление на социальное страхование (7,7%) . . . . .	—	—	66 000	—

Примечание. Среднегодовая заработная плата принята по аналогии с фактическими данными действующего завода-аналога с увеличением на 10% в связи с ожидаемым повышением квалификации рабочих и повышением производительности труда по проекту.

по литейному цеху определяют заполнением формы 39. Среднегодовую заработную плату работающих следует увязывать с намечаемым по проекту повышением производительности труда. Обычно на каждые 10% повышения производительности труда по проекту предусматривают увеличение заработной платы на 2% (без учета выплат из фонда материального поощрения).

**Себестоимость отливок.** Цеховые и общезаводские расходы. Расходы на производство продукции подразделяют на прямые — основные (материалы, топливо, основная заработная плата производственных рабочих и др.) или косвенные (цеховые, общезаводские), которые прямо отнести на единицу конкретной продукции невозможно. Цеховые и общезаводские расходы включают в себестоимость различных видов продукции пропорционально сумме основной заработной платы производственных рабочих.

При проектировании методика расчета и номенклатура цеховых и общезаводских расходов несколько отличаются от принятых на действующих предприятиях. Ниже перечислены статьи цеховых расходов, применяемые при проектировании.

1. Энергия и топливо на производственные нужды (за исключением расходов на плавку и термообработку).

2. Энергия и топливо на хозяйственно-бытовые нужды.

3. Содержание цехового персонала (основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих, ИТР, СКП, МОП, работников ОТК).

4. Отчисления на социальное страхование (перечисляемые заводскому комитету профсоюза) персонала, перечисленного в п. 3 (7,7%).

5. Вспомогательные материалы.

6. Расходы на содержание и эксплуатацию транспорта (услуги заводского транспорта ~0,2 р. на 1 т грузооборота).

7. Амортизация основных фондов.

8. Текущий ремонт (здания и сооружения 1%, оборудование 3% стоимости основных производственных фондов).

9. Износ, содержание и ремонт малоценного инструмента и приспособлений (~200 р. на одного производственного рабочего или по расчету).

10. Расходы по охране труда (50 р. на одного рабочего).

11. Дополнительная заработная плата производственных рабочих и доплаты (12—15%, если основная заработная плата принята по отчету действующего предприятия или по аналогу).

12. Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих (7,7%).

13. Прочие затраты (5% суммы затрат п. 1—12).

Сметы цеховых расходов составляются по основным производственным цехам.

В смете приводят статьи расходов, единицу измерения, стоимость единицы, руб., количество продукции, сумму, тыс. руб.

Общая сумма цеховых расходов относится к сумме основной заработной платы производственных рабочих для определения процента цеховых расходов. Для литейных цехов цеховые расходы обычно составляют 400—700% по отношению к основной заработной плате производственных рабочих.

Услуги вспомогательных и обслуживающих хозяйств (ремонтных, энергетических, модельных цехов, транспортного хозяйства и др.) распределяют по литейным цехам пропорционально обслуживанию и включают в сметы их цеховых расходов (статьи 1, 2, 6, 7, 8, 9).

В условиях массового и крупносерийного производства износ моделей, опок и другой оснастки учитывается в статье 9 цеховых расходов. При серийном, мелкосерийном и единичном производстве их износ относят не на отливки, а на готовые изделия.

Общезаводские расходы по отношению к основной заработной плате производственных рабочих в среднем составляют 70—120%.

**Схема производственных затрат.** Себестоимостью называют текущие затраты предприятия на производство и сбыт продукции, выраженные в денежной форме. Себестоимость исчисляют на общий объем продукции, произведенной предприятием за определенный период, и на отдельные виды продукции.

Себестоимость всей продукции, выпускаемой проектируемым предприятием (или цехом), рассчитывают по смете затрат на ее производство.

В данной смете все затраты приводят по экономическим элементам независимо от их производственного назначения. Например, в затратах на основную и дополнительную заработную плату приводят данные о всем годовом фонде заработной платы работающих (в цехе или на заводе).

В форме 40 приведены элементы затрат сметы производства чугунных отливок и дан пример ее составления.

ФОРМА 40. Смета затрат на производство чугунных отливок

Элементы затрат	Сумма, тыс. руб.	% общей суммы	Затраты на 1 т отливок, руб.
Основные материалы за вычетом отходов . . .	2283,2	34,5	94,8
Вспомогательные материалы . . . . .	552,4	8,4	22,8
Топливо . . . . .	233,6	3,5	9,7
Энергия . . . . .	640	9,7	26,5
Заработная плата основная и дополнительная . .	1606,4	24,2	66,7
Отчисления на социальное страхование (7,7%)	124	1,9	5,2
Амортизация основных фондов . . . . .	635,8	9,6	26,3
Прочие расходы . . . . .	549,6	8,2	22,7
<b>Итого . . .</b>	<b>6625</b>	<b>100</b>	<b>274,7</b>

Амортизацию основных фондов исчисляют дифференцированно раздельно для зданий и сооружений, оборудования и др. Прочие расходы в практике проектирования принимают в пределах 5—10% всей суммы затрат на производство или по данным завода-аналога.

В состав внепроизводственных расходов входят затраты, связанные с реализацией продукции, отчисления в фонд освоения новой техники (до 3,5%) и т. п. Внепроизводственные расходы обычно принимают в пределах 3—5% производственной себестоимости продукции.

Различают себестоимости цеховую; общезаводскую, включающую дополнительно общезаводские расходы; полную, включающую дополнительно внепроизводственные расходы.

Калькулирование себестоимости отливок обычно осуществляют по двум переделам: на 1 т жидкого металла (до выпуска в разливочный ковш включительно) и на 1 т годных отливок. Статьи расходов и примеры оформления приведены в формах 41, 42.

Отдельно составляют калькуляции на грунтовку отливок и на предварительную обработку резанием (с последующими различными методами старения). Чем меньше проектная себестоимость, тем больше общая прибыль предприятия и выше рентабельность производства.

Оптовые цены на отливки определяют по прейскуранту № 25-01.

С уменьшением серийности (числа отливок в заказе) за повышение точности, за уменьшение толщины стенок и за улучшение химического состава производится доплата за 1 т отливок.

**Технико-экономические показатели.** В этот раздел входит форма 43 основных данных и технико-экономических показателей и пояснительная записка с выводами об экономической эффективности строительства (реконструкции) предприятия.

Определяющими технико-экономическими показателями являются производительность труда, удельные капитальные вложения, фондоотдача, себестоимость продукции, рентабельность, срок окупаемости капитальных вложений. Анализ основных показателей проводят в соответствующих разделах технико-экономической части проекта путем сопоставления с показателями, установленными в утвержденном ТЭО и в задании на проектирование; с проектом-аналогом или с отчетными данными реконструируемого (аналогичного передового) завода (цеха) со среднеотраслевыми данными, планируемыми на перспективу; с данными зарубежных фирм. Анализ следует проводить путем приведения данных и показателей в сопоставимый вид при уравнивании объемов и номенклатуры производства, составов предприятий, приведения их к единым ценам и методике исчисления и т. п.

ФОРМА 41. Проектная калькуляция производственной себестоимости жидкого чугуна (цифры условные)

Статьи расходов	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	На годовой выпуск 50 000 т		На 1 т годных отливок	
			Количество	Сумма тыс. руб.	Количество	Сумма, руб.
Чушковые чугуны . . . . .	т	70	29 000	2030	0,58	40,6
Покупной стальной лом . . . . .	т	54	7 000	378	0,14	7,6
Покупной чугунный лом . . . . .	т	43	16 000	688	0,32	13,8
Отходы собственного производства	т	—	17 000	—	0,34	—
Чугун зеркальный . . . . .	т	98	1 000	98	0,02	2
Ферросилиций доменный . . . . .	т	81	1 500	121,5	0,03	2,4
<b>Итого металлической шихты</b>	т	—	71 500	3315,5	1,43	66,4
Угар (4,9%) . . . . .	т	—	3 500	—	0,07	—
Выход жидкого металла . . . . .	т	—	68 000	3315,5	1,36	66,4
Известняк . . . . .	т	6,5	3 200	20,8	0,064	0,42
Кокс . . . . .	т	51,5	8 000	412	0,16	8,3
Газ . . . . .	тыс. м <sup>3</sup>	1,9	7 000	13,3	0,14	0,27
<b>Итого топлива</b>	—	—	—	425,3	—	8,57
Транспортно-заготовительные расходы (9%) . . . . .	тыс. руб.	—	—	336	—	6,73
Основная заработная плата производственных рабочих . . . . .	чел.-ч	0,7	120 000	84	2,4	1,68
Цеховые расходы . . . . .	тыс. руб.	84	500%	420	—	8,4
Цеховая себестоимость жидкого чугуна . . . . .	тыс. руб.	—	—	4601,6	—	92,2
Общезаводские расходы . . . . .	тыс. руб.	84	100%	84	—	1,7
Производственная себестоимость жидкого чугуна . . . . .	—	—	—	4685,6	—	93,9

ФОРМА 42. Проектная калькуляция себестоимости стальных фасонных отливок (цифры условные)

Статьи расходов	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	На годовой выпуск 24 000 т		На 1 т выпуска	
			Количество	Сумма, тыс. руб.	Количество	Сумма, в руб.
Жидкая сталь . . . . .	т	—	35 720	2566,2	1488,3	106,9
Отходы . . . . .	т	—	11 720	—	488,3	—
Годные отливки . . . . .	т	—	24 000	2566,2	1000	106,9
Основная заработная плата производственных рабочих	чел.-ч	—	505 830	358,5	21,1	14,9
Цеховые расходы . . . . .	тыс. руб.	358,5	64,54	2303,4	—	96,0
Общезаводские расходы . . . . .	тыс. руб.	358,5	120%	430,2	—	17,9
Производственная себестоимость . . . . .	тыс. руб.	—	—	5660,1	—	235,7
Внепроизводственные расходы . . . . .	тыс. руб.	—	4%	225,9	—	9,4
Полная себестоимость годных отливок . . . . .	тыс. руб.	—	—	5886,0	—	245,1

ФОРМА 43. Основные данные и технико-экономические показатели по техническому проекту чугунолитейного цеха мощностью 50 тыс. т/год станкостроительного завода (цифры условные)

Основные данные и технико-экономические показатели	Единица измерения	По техническому проекту	По проекту-аналогу	По отчетным данным действующего цеха
<i>Основные данные</i>				
1. Годовой выпуск отливок:				
в оптовых ценах . . . . .	тыс. руб.	15 000	12 000	9000
по себестоимости . . . . .	тыс. руб.	10 900	9 200	7800
в натуральных единицах . . . . .	тыс. т	53,0	42,0	32,0
в том числе товарный выпуск	тыс. т	50,0	40,0	30,0
2. Площадь:				
застройки . . . . .	м <sup>2</sup>	33 000	28 600	25 000
развернутая крытая . . . . .	м <sup>2</sup>	49 000	42 000	35 000
3. Строительная кубатура цеха	м <sup>3</sup>	420 000	350 000	290 000
4. Общее число работающих		625	570	600
в том числе:				
производственных рабочих		305	280	345
вспомогательных рабочих		246	222	185
Итого рабочих . . . . .		551—	502	530
ИТР . . . . .		55	51	53
СКП . . . . .		8	7	7
МОП . . . . .		11	10	10
5. Штаты ОТК . . . . .	чел.	15	14	11
6. Мощность токоприемников:				
установленная . . . . .	кВт	31 400	25 000	17 400
потребляемая . . . . .	кВт	15 700	12 500	8 700
7. Годовой расход электроэнергии	тыс. кВт·ч	50 000	40 000	28 000
8. Капитальные вложения:				
на промышленное строительство	тыс. руб.	20 000	16 400	—
в том числе на строительномонтажные работы (СМР) . . . . .	тыс. руб.	9 000	8 000	—
9. Основные производственные фонды . . . . .	тыс. руб.	19 750	16 200	13 000
<i>Технико-экономические показатели</i>				
1. Годовой выпуск в оптовых ценах:				
на одного работающего . . . . .	тыс. руб.	24	21	15
на одного рабочего . . . . .	тыс. руб.	27	24	17
на 1 р. основных производственных фондов (фондоотдача) . . . . .	руб.	0,76	0,74	0,69
2. Годовой выпуск, т:				
на одного работающего . . . . .	т	85	74	53,5
на одного рабочего . . . . .	т	96	84	60
3. Трудоемкость изготовления 1 т отливок . . . . .	чел.-ч	10,6	12,2	19,7
4. Капитальные вложения:				
на 1 т выпуска . . . . .	руб.	380	392	—
на 1000 руб. выпуска . . . . .	руб.	1340	1370	—
5. Основные производственные фонды:				
на 1 т выпуска . . . . .	руб.	372	387	406
на 1000 р. выпуска . . . . .	руб.	1320	1355	1500
на одного работающего (фондовооруженность) . . . . .	руб.	31 500	28 400	22 500
6. Установленная мощность на 1000 т годных отливок . . . . .	кВт	595	594	545
7. Энерговооруженность на одного рабочего в наибольшую смену	кВт	97	84	55
8. Себестоимость 1 т отливок . . . . .	руб.	218	230	260
9. Затраты по себестоимости на 1 р. товарной продукции . . . . .	руб.	0,73	0,77	0,87
10. Прибыль . . . . .	тыс. руб.	4100	2800	1200
11. Уровень рентабельности:				
отношение прибыли к производственным фондам . . . . .	%	18,3	15,1	8
отношение прибыли к себестоимости . . . . .	%	37,5	30	15,5
12. Срок окупаемости капитальных вложений . . . . .	лет	4,9	5,9	—

При сопоставлении показателей по производительности труда решающее значение имеют масса, серийность и номенклатура изготавливаемых отливок (т. е. необходимо учитывать, что тонны по трудоемкости разные).

С увеличением объемов производства удельные капитальные вложения снижаются и увеличивается показатель фондоотдачи.

При производстве дорогих отливок (из сталей специальных марок, цветных металлов) повышается показатель фондоотдачи. Сопоставление себестоимости продукции ведется по затратам на один рубль товарной продукции (при сопоставимой номенклатуре отливок) или сопоставлением проектных калькуляций с фактическими калькуляциями действующих заводов.

Уровень рентабельности производства (исчисляемый в процентах как отношение суммы прибыли к основным производственным фондам и оборотным средствам) является показателем оценки проектных решений, отражающим рост производительности общественного труда.

Определение сроков окупаемости капитальных вложений — основная и завершающая задача экономической части проекта.

При проектировании объектов, где применяются новые технологические процессы с новыми материалами, следует учитывать сопряженные капитальные вложения, например, при применении ХТС затраты на развитие производства синтетических смол.

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ (АСУП)

В пояснительной записке ТП (ТПП) в разделе организации труда и системы управления предприятием рассматриваются решения, обеспечивающие наибольшую производительность и благоприятные условия труда. Основная цель применения автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) — повышение эффективности управления производством для выполнения государственного плана по всем показателям с наилучшим использованием имеющихся ресурсов. Оптимизация планово-экономических решений АСУП обеспечивает увеличение коэффициента загрузки производственных мощностей (на 5—8%), сокращение сроков выполнения заказов (на 20—30%) и т. п.

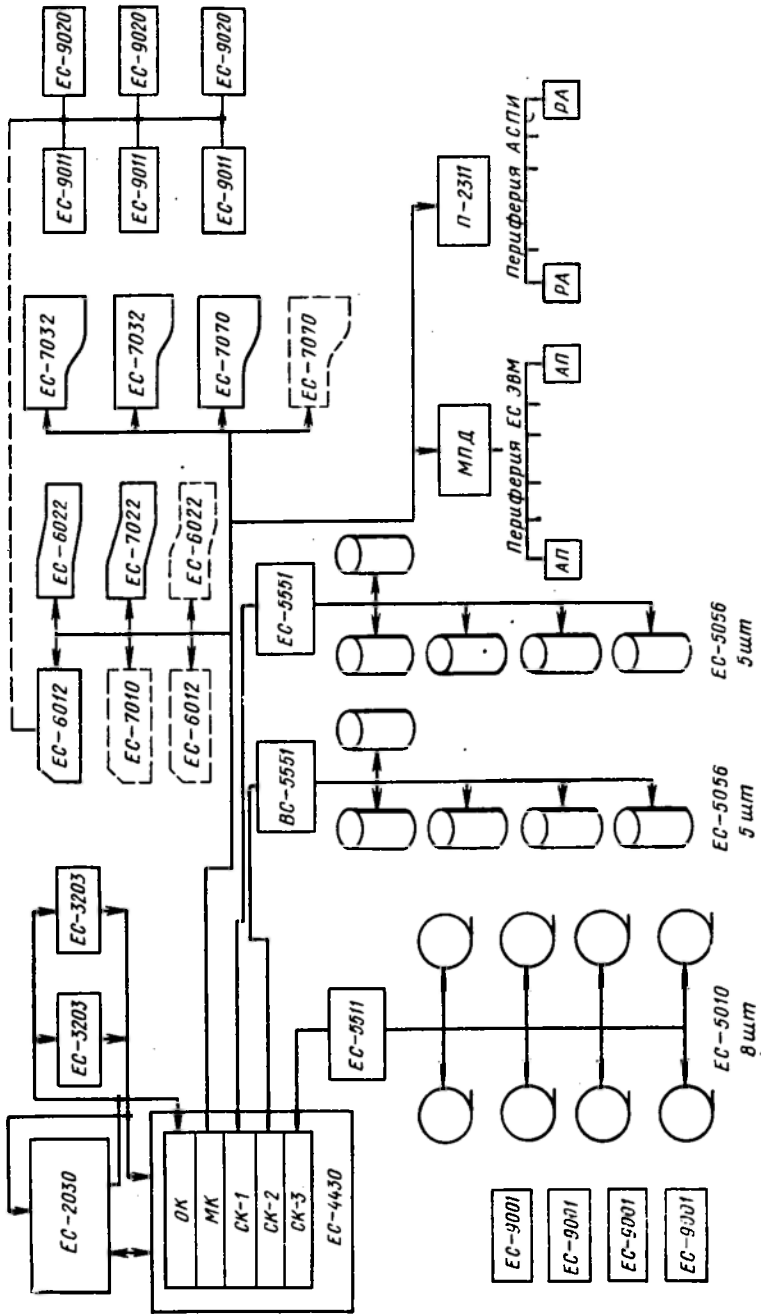
На предприятии в составе АСУП или самостоятельно могут функционировать автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) отдельных агрегатов или комплектов оборудования (АСУТП на ваграночных установках, АСУТП смесеприготовительных отделений и т. п.). В АСУТП информация передается обычно с помощью различных сигналов, а в АСУП преимущественно на основе документов. В системах управления решаются три задачи: сбор и передача информации об управляемом объекте, переработка информации и выдача управляющих воздействий.

Сложная система АСУП функционально подразделяется на следующие типовые подсистемы: управление технологической подготовкой производства; технико-экономическое управление (технико-экономическое планирование, бухгалтерский учет); управление материально-техническим снабжением; оперативное управление производством; управление качеством продукции; управление сбытом.

Дополнительно могут предусматриваться подсистемы управления финансами, разработки нормативного хозяйства кадрами и др. В соответствии с утвержденным ТЭО и заданием на проектирование предприятия составляется задание на разработку ТП АСУП (для реконструируемых объектов по материалам обследования).

В задании на проектирование приводится краткая характеристика предприятия, основные положения, регламентирующие функционирование

Рис. 167. Схема комплекса технических средств ИВЦ на базе ЭВМ мод. ЕС-1030:



ЕС-2030 — процессор; ОК — обиходный канал; МК — мультиплексный канал типа ЕС-4430; СК-1, СК-2, СК-3 — селекторные каналы типа ЕС-4430; ЕС-3203 — основ. ил. оперативная память; ЕС-9001 — устройство подготовки данных на магнитной ленте; ЕС-5511 — устройство управления накопителями на магнитной ленте; ЕС-5551 — устройством управления накопителями на магнитном диске; ЕС-5056 — накопитель на магнитном диске; ЕС-6012 — устройство ввода о. перфокарт; ЕС-7010 — устройство ввода на перфокарты; ЕС-6022 — устройство ввода с перфокарт; ЕС-7022 — устройство вывода на перфокарты; ЕС-9020 — устройство подготовки данных на перфокартах; ЕС-9001 — устройство подготовки данных на перфокартах; МПД — мультиплексор передачи данных; АП — обменные пункты; П-2311 — устройство дистанционного сбора, обмена и распространения данных; АСПИ — агрегатная система регистрации, сбора и первичной обработки информации; РА — регистрирующий автомат; Штриховой линейкой показан резервное оборудование

системы (степень централизации управления функциональными подразделениями и службами, рекомендуемый порядок планирования и учета производства, особенности производственных и информационных взаимосвязей между подразделениями и др.); перечень состава подсистем и задач АСУП на предприятии с указанием очередности их разработки и внедрения; предложения по улучшению существующей системы управления (при реконструкции или расширении предприятия).

Состав ТП АСУП: основные положения организации АСУП (схемы технологического процесса и управления предприятием); потоки информации

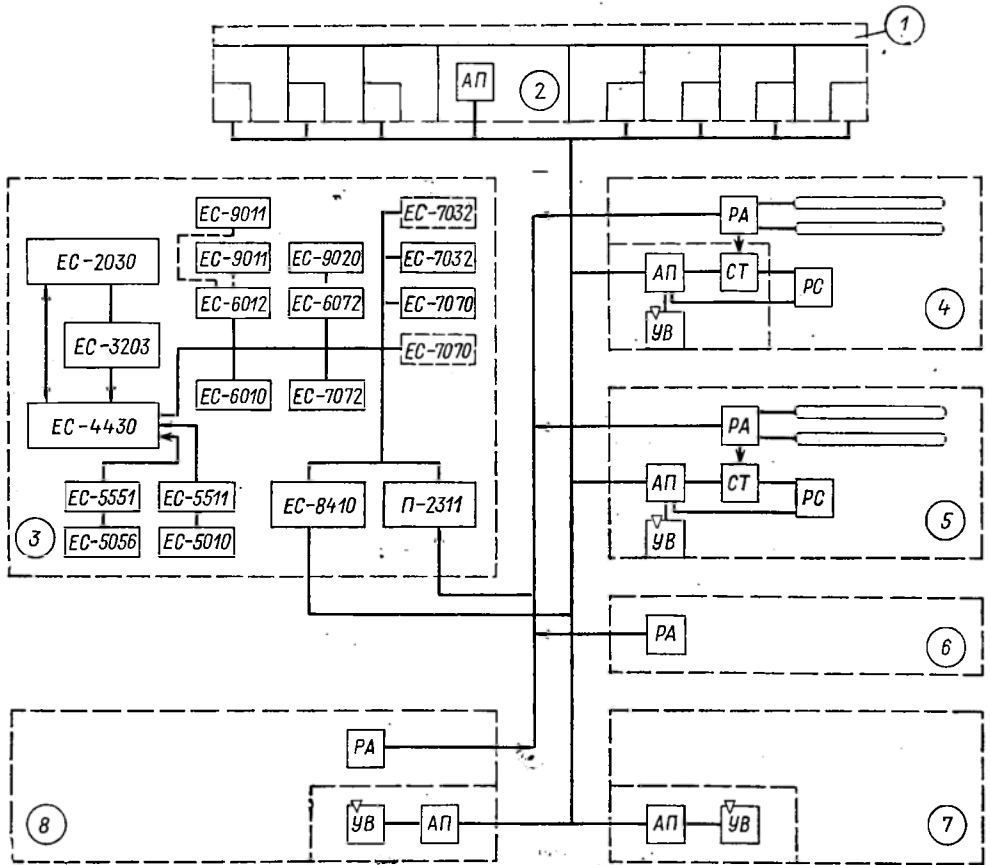


Рис. 168. Схема связей устройств КТС АСУП литейного завода:

1 — заводууправление; 2 — главный диспетчер; 3 — ИВЦ; 4 — чугунолитейный корпус; 5 — сталелитейный корпус; 6 — цех хранения и подготовки исходных материалов; 7 — энергоблок; 8 — корпус вспомогательных цехов; РС — ремонтные службы; СТ — световое табло; УВ — устройство ввода данных; ЕС-8410 — мультимплексор передачи данных (остальные обозначения см. рис. 167)

и данные для выбора технических средств (схема потоков информации); информационно-вычислительный центр — ИВЦ (план расположения оборудования, схемы организационной структуры и технологии работы ИВЦ); система сбора, первичной обработки и вывода информации (блок-схема системы, планы размещения оборудования); экономическое обоснование эффективности АСУП; сметная документация.

Проекты АСУП рекомендуется разрабатывать для предприятий с численностью работающих >2 тыс. человек на базе использования единой системы электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ), так называемых машин третьего поколения, имеющих увеличенную номенклатуру периферийных устройств. ЕС ЭВМ имеют устройства прямого доступа к информации и позволяют сократить некоторые печатные формы документов с переходом на

дистанционную передачу в режиме «запрос—ответ» с выводом на устройства световой индикации.

Периферийные устройства ЕС ЭВМ подключаются к процессорам (ЭВМ) через специальные каналы. Селекторный канал применяется для подключения к процессору высокоскоростных устройств.

Мультиплексный канал обеспечивает одновременный обмен данными с несколькими периферийными устройствами, работающими с малыми или средними скоростями.

Ядром комплекса технических средств (КТС) АСУП является ИВЦ.

На рис. 167 приведена схема КТС ИВЦ на базе ЭВМ ЕС-1030. Служба нормативов ИВЦ должна иметь базу нормативно-справочной информации (НСИ) на машиноносителях (магнитных лентах, перфолентах, перфокартах). Важное значение имеет организация внесения различных изменений в НСИ (обычно не реже одного раза в квартал). Массивы НСИ должны находиться в полном соответствии с фактическим состоянием системы, без чего невозможно выполнять достоверные учетно-плановые и другие расчеты.

Необходимый КТС определяют расчетом объема информации. Объем перерабатываемой информации в основном зависит от установленной периодичности ее представления, от периодичности составления плановой, учетной и отчетной информации, а также от численности работающих на предприятии.

Ориентировочно годовой объем информации в десятичных знаках можно определить по формуле

$$И = (0,44 \div 0,96) 10^6 A,$$

где  $A$  — число работающих на предприятии.

Количество ЭВМ в составе ИВЦ определяют по формуле

$$П_{ЭВМ} = \frac{k_a \sum_{i=1}^m C_i I_i}{v_{ЭВМ} k_b k_n \tau_p},$$

где  $k_a$  — коэффициент, учитывающий многопрограммную работу ЭВМ,  $k_a \approx 1,2$ ;  $C_i$  — удельное число машинных операций, необходимых для решения  $i$ -й группы задач ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) для обработки одного показателя, находящегося в оперативном накопителе ЭВМ (для решения обычных экономических задач прямым счетом  $C_i = 500$ ; при решении задач по оптимизации  $C_i = 10\,000$ );  $I_i$  — максимальный суточный объем входной информации в показателях  $i$ -й группы задач;  $v_{ЭВМ}$  — среднее быстродействие ЭВМ;  $k_b$  — коэффициент понижения среднего быстродействия ЭВМ от обращения к внешним накопителям и устройствам ввода и вывода информации,  $k_b \approx 0,8$ ;  $k_n$  — коэффициент использования ЭВМ;  $\tau_p$  — планируемое суточное время работы ЭВМ.

Для обслуживания ИВЦ на базе мод. ЕС ЭВМ общее число работающих составляет 75—85 человек. Стоимость КТС ИВЦ 0,5—2,5 млн. руб. На рис. 168 приведена схема связей устройств КТС АСУП литейного завода.

Научно-технический уровень АСУП оценивают в баллах по уровням показателей: экономическому, охвата задач управления, системно-техническому и организации производства и труда. Экономическую эффективность АСУП оценивают по сроку окупаемости, который должен быть  $\leq 3,3$  года. Пример реализованного проекта АСУП в цехе литья по выплавляемым моделям описан в гл. XIII.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЛИТЕЙНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ЗАВОДОВ

### 1. РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Промышленные предприятия и обслуживающие их энергетические, транспортные складские и другие объекты целесообразно объединять в промышленные районы — зоны, размещаемые вблизи крупных населенных пунктов (городов, поселков и т. д.). Это дает следующие преимущества: рационально используется территория (объединяются санитарно-защитные зоны, подъездные пути, железнодорожные станции, городские магистрали); используются общие сырьевые базы, источники энергии; объединяются коммуникации (сети водопровода, газопровода, канализации и пр.); организованно решается переработка отходов производства и очистка вредных; организуются на кооперативных началах сети культурно-массового, лечебно-профилактического, санитарно-бытового обслуживания, размещаемого вне территории заводов, клубов, поликлиник, профилакториев, прачечных, химчисток, комбинатов по ремонту спецодежды, а также спортивных сооружений.

Кооперирование производств, вспомогательных служб и помещений повышает уровень культуры труда на заводах, значительно сокращает расходы на строительство и издержки производства в процессе эксплуатации зданий, оборудования и транспорта.

Строительство каждого нового предприятия связано с освоением территории, устройством дорог, обеспечением энергии, водоснабжением, канализацией, а также жилым и культурно-бытовым строительством, развитием мощностей строительной индустрии и ее материальной базы.

В среднем затраты на освоение района строительства составляют 35—40% общей суммы капитальных вложений в строительство предприятия. При правильной группировке предприятий и совместном их освоении затраты могут быть значительно сокращены. Эксплуатационные показатели предприятий, входящих в состав промышленных узлов, также улучшаются. Кооперирование производств и хозяйств, обеспечивает уменьшение численности работающих, а следовательно, и фонда заработной платы. Сокращение коммуникаций и транспортных магистралей влечет за собой уменьшение расходов на их содержание и текущие ремонты, сокращение амортизационных отчислений и платы за основные фонды.

При создании промышленных узлов в первую очередь необходимо обеспечить технико-экономическое обоснование выбора групп предприятий с учетом характера производства, степени выделения производственных вредных, транспортных связей и величины грузооборота. Объединение предприятий в промышленный узел целесообразно в тех случаях, когда строительство их осуществляется примерно в один и тот же период. В противном случае омертвляются финансовые и материальные ресурсы, возникают трудности с финансированием строительства, меняется техническая политика и строительная индустрия.

## 2. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА И ЗАВОДЫ

Построение схемы генерального плана и выбор участка зависит от назначения и объема производства предприятия. Литейные предприятия подразделяют на два типа.

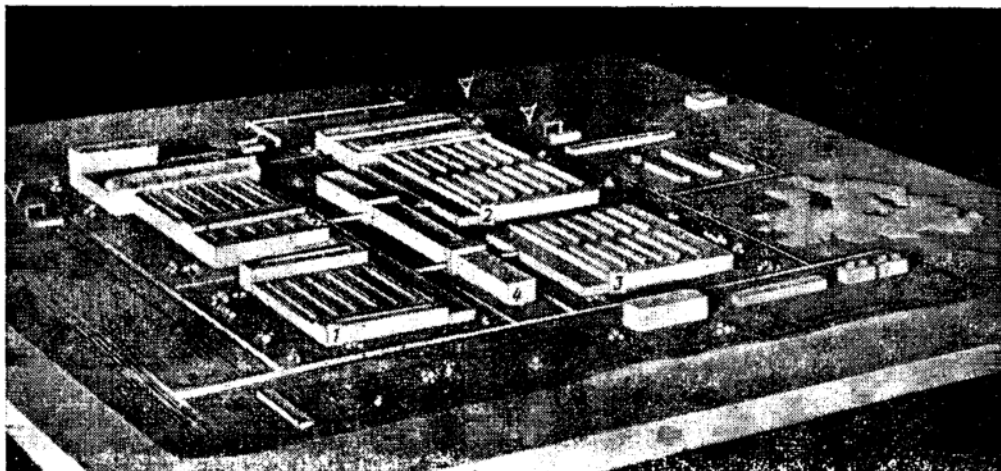


Рис. 169. Литейное производство автозавода:

1 — чугунолитейный цех мощностью 80 тыс. т/год; 2 — цех алюминиевого литья мощностью 22—23 тыс. т/год; 3 — корпус вспомогательных цехов; 4 — административно-бытовой корпус

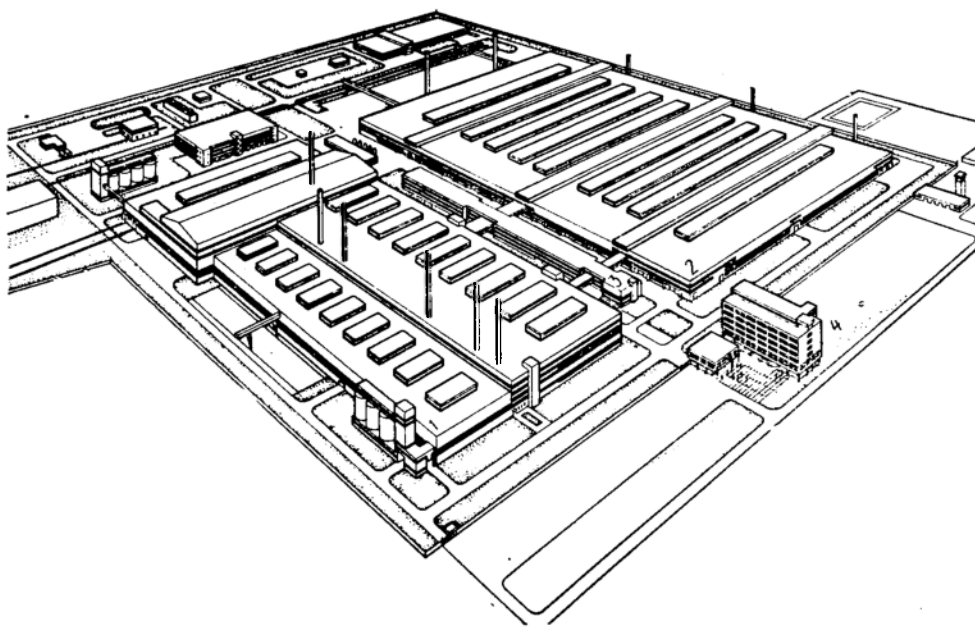


Рис. 170. Литейное производство при станкостроительном заводе автоматических линий:

1 — чугунолитейный цех мощностью 50 тыс. т/год; 2 — корпус вспомогательных цехов; 3 — административно-бытовой корпус; 4 — инженерно-лабораторный корпус с проходной

**Тип 1.** Литейные производства, размещаемые в составе машиностроительных заводов или при них. В состав производств входят один или несколько литейных цехов с неполным циклом производства. Финишные

операции — обдирку, грунтовку отливок, как правило, переносят в цехи обрабатывающего производства. В качестве примера можно привести литейное производство автозавода и состоящее из чугунолитейного цеха, цеха алюминиевого литья (рис. 169), а также станкостроительного завода автоматических линий, размещенного на отдельной площадке, но в непосредственной близости от основного потребителя (рис. 170). В состав этого предприятия входят здания чугунолитейного цеха и вспомогательных цехов.

**Тип 2.** Специализированные литейные заводы, имеющие отраслевой или межотраслевой профиль производства отливок для массового и крупно-

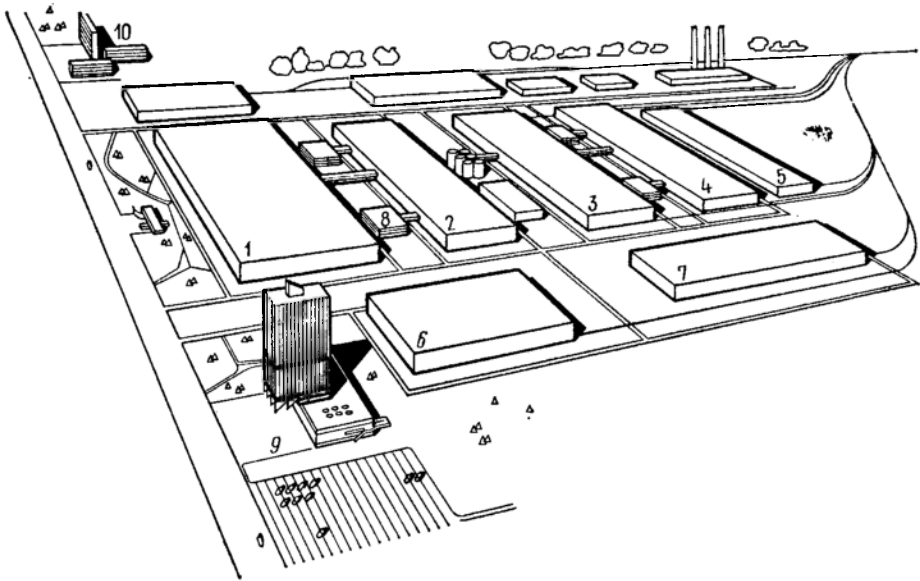


Рис. 171. Пример решения литейного завода-централита на 130 тыс. т/год:

1 — цех мелкого литья; 2 — цех среднего литья; 3 — цех крупного литья; 4 — цех стального литья; 5 — базисный склад; 6 — корпус вспомогательных цехов; 7 — ремонтно-механический цех; 8 — административно-бытовой корпус; 9 — инженерно-лабораторный корпус; 10 — профессионально-техническое училище

серийного производства или для серийного, мелкосерийного и единичного производства.

Межотраслевые литейные заводы, называемые централитами, обслуживают, как правило, несколько предприятий экономического района или республики. В состав литейных заводов могут входить различные специализированные цехи: чугунолитейные (по массе мелкого, среднего и крупного литья), стального, цветного, а также специальных способов литья. Централиты в своем составе имеют большую заготовительную, складскую базы, а также вспомогательное производство (рис. 171).

В табл. 89 приведен примерный перечень объектов отраслевого литейного завода мелкосерийного и единичного производства станочных отливок мощностью 100 тыс. т/год.

### 3. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО

Участки для строительства предприятий и связанных с ними обслуживающих и вспомогательных объектов, а также жилищного и общественного строительства отводятся в соответствии с проектом планировки и застройки данного населенного места.

Заводы размещают с учетом наиболее рационального использования земель. Законодательными органами запрещается использование земель, пригодных для сельского хозяйства. Строительство на орошаемых и осушен-

Таблица 89. Состав литейного завода

Наименование	Этаж-ность	Размеры в плане, м	Зоны	Проекты
Цех мелкого чугунного литья мощностью 45 тыс. т/год . . . . .	2	192×96	Производственная	Индивидуальные
Цех среднего чугунного литья мощностью 55 тыс. т/год (вставка)	2—1 (3)	192×120 156×12		
Цех подготовки шихтовых и формовочных материалов, силосы сухого песка . . . . .	1	228×72		
Корпус вспомогательных цехов . . . . .	1	216×264		
Инженерно-лабораторный корпус со столовой	1—6	15×54 30×30	Административно-бытовая	
Бытовые со столовой	2—4	78×18 24×30		
Прачечная и химчистка	2	30×18	Подсобно-производственная	Типовые и повторного применения
Котельная . . . . .	1	78×39,5		
Компрессорная . . . . .	1	42×24		
Понизительная подстанция 110/10 кВ . . . . .	1	42×12		
Ацетиленовая станция со складом карбида кальция . . . . .	1	12×9 12×6		
Кислородно-газификационная станция (открытая площадка) . . . . .	1	12×12		
Пожарное депо . . . . .	1—2	24×30		
Тепловозвагонное депо	1—2	12×18		
Водонапорная башня хозяйственного и противопожарного водопровода	—	∅ 12		
Насосная станция циркуляционной системы водоснабжения . . . . .	1	48×9 8×40		
Градири . . . . .				
Очистные сооружения дождевых вод:				
насосная . . . . .	1	12×12		
отстойники . . . . .		36×36		
фильтровальная установка . . . . .		12×30		
Склад масел, химикатов и крепителей с заглубленным складом светлых нефтепродуктов . . . . .	1	48×24		
Склад пиломатериалов (открытая площадка) . . . . .	—	264×36		

ных, водоохранных и лесозащитных землях допускается в исключительных случаях.

Для предприятий, выделяющих производственные вредности, в зависимости от их мощности, характера и количества вредных веществ, попадающих в окружающую среду, предусматривают разрывы от жилых районов — санитарно-защитные зоны. Размеры санитарно-защитных зон зависят от санитарной классификации предприятия и определяются от мест выделения вредностей, а не от границ предприятия (табл. 90).

По отношению к ближайшему жилому району литейные заводы размещают с наветренной стороны для ветров преобладающего направления, поскольку технологические процессы сопровождаются выделением производственных вредностей (газ, дым, пыль, копоть и неприятные устойчивые запахи). При размещении литейного завода в промышленном узле следует

Таблица 90. Санитарная классификация предприятий и размеры санитарно-защитных зон для них

Производство	Мощность, тыс. т/год	Класс	Размер санитарно-защитной зоны, м
Чугунное фасонное литье	>100	I	1000
	20—100	II	500
	10—20	III	300
Фасонное цветное литье под давлением	10	III	300

учитывать розу ветров и располагать его с подветренной стороны по отношению к обрабатывающим производствам, административно-бытовым, коммунально-производственным зонам и общественным центрам.

Литейные заводы рекомендуется размещать на участках, обеспечивающих наилучшую аэрацию промышленной площадки. Недопустимо размещать литейное производство в низинах, между горами, в районах с продолжительными штилями и на других малопроветриваемых территориях. Для промышленных предприятий не пригодны площадки со слабыми грунтами в виде плавунцов и фильтрующих грунтов в сочетании с высокими уровнями стояния грунтовых вод.

Для литейных заводов, учитывая наличие развитого подземного хозяйства, рекомендуются площадки, на которых уровни грунтовочных вод с учетом их поднятия залегают на глубине 4—5 м от планировочной поверхности. Нежелательны и твердые скалистые породы. Благоприятными в строительном отношении являются грунты однородного геологического строения в пределах всей площадки при давлении на основание  $\geq 1,5$  кгс/см<sup>2</sup>. Особенно важно отыскать площадки с благоприятным рельефом, учитывая необходимость подвода к литейным предприятиям железнодорожного транспорта, для прокладки которых требуются специальные изыскания для присоединения их к железнодорожным магистралям. При выборе площадки следует предусматривать обеспечение электроэнергией, газом, а также наличие источников водоснабжения. Как правило, используют артезианские скважины, но наилучшие условия — организация водозабора из водоема.

При размещении литейных заводов необходимо одновременно изыскивать территории для шламоотвалов. Для этих целей целесообразно использовать овраги, балки, выработки карьеров и другие малопригодные под строительство территории. Это позволит избежать строительства специальных обвалований и использовать отходы литейного производства, отработанной смеси для инженерной подготовки упомянутых территорий.

При выборе участка для строительства, как правило, рассматривают несколько вариантов размещения завода, которые наносят на ситуационный план данного района.

На место предполагаемого строительства выезжает комиссия из представителей заказчика и проектантов всех необходимых специальностей,

которые вместе с ответственными работниками областных и городских районных организаций обследуют выделенные участки для строительства. При этом необходимо учитывать комплекс технико-экономических требований, выявить характерные особенности, недостатки площадки, условия для строительства.

Затраты на работы, связанные с освоением промышленной площадки (вертикальная планировка, внеплощадочные сети, водоснабжение, канализация, теплоснабжение, подъездные пути и т. п.) составляют в среднем 10—18% общей стоимости завода.

Оптимальный выбор наиболее рационального и экономически оправданного варианта размещения завода является сложной задачей, для решения которой в ряде случаев используют ЭВМ.

На основании выводов комиссии составляют акт по выбору площадки для строительства, необходимые данные которого приведены ниже.

1. Характеристика объекта строительства: потребитель продукции, капитальные затраты, расходные показатели: техническая вода, хозяйственная вода, водяной пар, электроэнергия, природный газ, выбросы в атмосферу (газ, пыль и т. д.), сброс промышленных стоков (бытовые и промышленные сточные воды).

2. Примерный состав завода (см. табл. 89).

3. Внешние коммуникации и кооперирование: подача исходных материалов (железная дорога), выдача готовой продукции (железная дорога и автотранспорт), снабжение технической и питьевой водой, тепло- и энерго-снабжение, сброс сточных вод, указывается примыкание железной дороги и автомобильной магистрали.

4. Возможность обеспечения предприятия кадрами, уточняется район жилого и культурно-бытового строительства (селитьба).

5. Условия строительства, оговаривается наличие или необходимость развития строительной базы.

В выводах и предложениях акта указывают преимущества отводимой площадки по сравнению со всеми рассматриваемыми.

После утверждения акта выбора площадки разрабатывают технико-экономические обоснования (ТЭО), где закладывают основные технические решения. Землю под строительство отводят после утверждения ТЭО, что является основанием для выдачи строительного паспорта.

Строительный паспорт включает полную характеристику участка:

1) топографическую съемку местности с нанесением рельефа (горизонтальной и вертикальной съемки) водоемов, существующего озеленения, путей сообщения (автомобильных и железнодорожных путей, а также грунтовых дорог) застроек и населенных пунктов и т. д.;

2) геологические и гидрогеологические данные, состоящие из продольных и поперечных геологических разрезов территории, а также карт с показанием грунтов, характеристику которых получают в результате шурфования и бурения;

3) климатические условия местности, данные о среднегодовой температуре, розе ветров, сейсмичности и т. д.;

4) планы существующих сетей инженерных коммуникаций, водопровода, канализации, линий электропередач и т. п.

#### 4. ПРИНЦИП ПЛАНИРОВКИ И ЗАСТРОЙКИ

Генеральный план завода решается на основе единой объемно-пространственной композиции основного комплекса сооружений с учетом производственно-технологической взаимосвязи цехов и сооружений; зонирования территории; блокирования зданий и сооружений и компактности застройки; решения системы заводского транспорта, организации грузовых и людских потоков и инженерных коммуникаций; архитектурно-планировочной структуры предприятия, предусматривающей характер застройки, унификацию

параметров и элементов зданий, систему заводских магистралей, сеть санитарно-гигиенического и медицинского обслуживания, питания, отдыха, благоустройство и озеленение территории, возможность расширения и реконструкции предприятия, создание единого архитектурного ансамбля с учетом окружающей застройки и района.

Решение генерального плана должно быть увязано с трассировкой проездов и магистралей всего промышленного района или узла, а также с прилегающей селитебной территорией, при этом необходимо предусматривать удобное для эксплуатации и экономически целесообразное присоединение транспортных магистралей к внешним путям. Производственно-технологическая взаимосвязь цехов и сооружений описана в гл. XI.

**Зонирование территории.** При проектировании литейного завода следует учитывать принцип зонирования промышленного предприятия по функциональному и технологическому признакам.

В общем случае территорию подразделяют на четыре зоны: I — предзаводская; II — производственная, в которой можно располагать горячие и обрабатывающие холодные цехи; III — подсобная; IV — складов и основных транспортных устройств и т. д.

В зоне I размещают административные и лабораторные здания, проходные, помещения учебного и культурного обслуживания, стоянки пассажирского транспорта. В зоне II располагают цехи чугунного, стального и цветного литья и термообрубные; в зоне III — корпус вспомогательных цехов, энергетические объекты (котельные, газогенераторные, компрессорные, электропонижительные станции), объекты инженерного обеспечения (насосные станции, сооружения водопроводных систем и т. п.), а также полосы для прокладки инженерных коммуникаций; в зоне IV — склады формовочных материалов, скрапоразделочные установки, железнодорожные станции и посты, гаражи, депо и т. п.

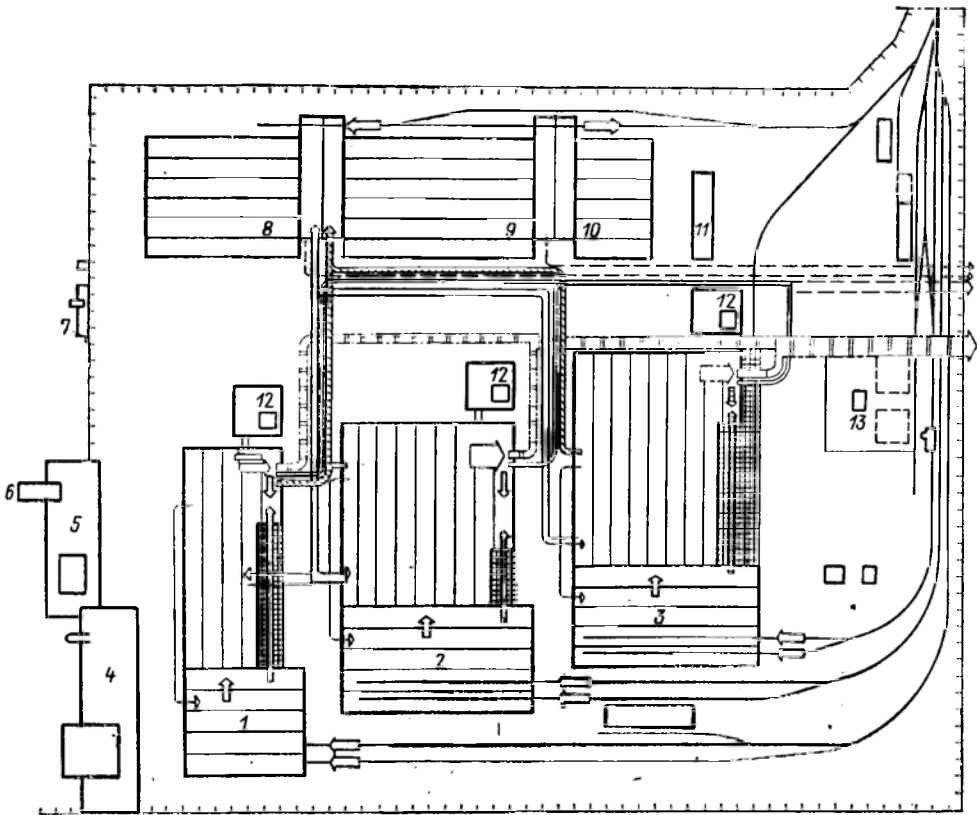
При проектировании необходимо стремиться к четкому зонированию, разделяя генеральный план дорогами и магистральями на сетку прямоугольных панелей с учетом характера и степени грузоемкости цехов.

Для выявления рационального размещения цехов, въездов в них, зон складирования и отправки готовой продукции на схему генерального плана наносят основные направления подачи шихтовых и формовочных материалов, модельной оснастки, пыли осветленной воды, грузопотоки межцеховые, прибытие со стороны и отправление готовой продукции с указанием вида транспорта и его грузооборота (рис. 172). На схему наносят и магистрали для прохода людей, что служит основанием правильности решения генерального плана с точки зрения расположения входов и организации движения рабочих на территории (рис. 173). Для наименьших пересечений магистралей с железнодорожными путями железнодорожный ввод рекомендуется располагать с тыльной стороны промышленной площадки.

При зонировании территории учитывают степень вредности и пожарной опасности производства. Производства, выделяющие в атмосферу газы и дым, следует располагать с подветренной стороны по отношению к господствующим ветрам, дальше от главного входа на завод. Для огнеопасных участков и складов горючих материалов необходимо выделять территории с учетом предусмотренных нормами расстояний.

В практике проектирования литейных цехов встречаются случаи и вертикального зонирования, например заводы, размещаемые на участках с большим рельефом местности, где возможен въезд в здания с разных уровней. К вертикальному зонированию в отдельных случаях прибегают при решении пересечений транспортных и людских магистралей в разных уровнях, проектируя пандусы, эстакады, мосты и мостики.

**Блокирование зданий и сооружений, компактность застройки.** Блокирование зданий и сооружений сокращает протяженность производственных потоков и транспортных путей, длину заводских коммуникаций, облегчает



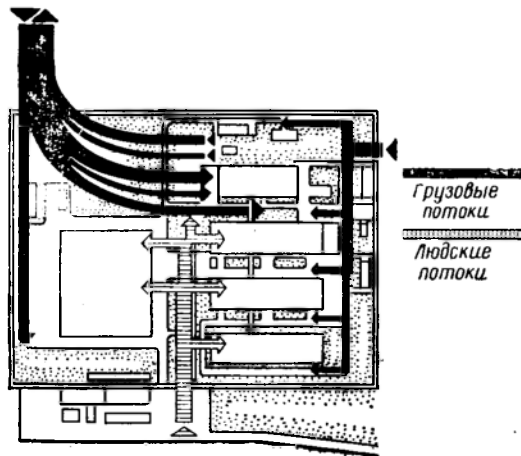
*Обозначения*

<p>----- Осветленная вода</p> <p>~~~~~ Пульпа</p> <p>———— Возврат литников</p> <p>\\\\\\\\ Шихта</p>	<p>———— Модельная оснастка</p> <p>XXXXXX Отливки</p> <p>===== Формовочные материалы</p> <p>==== Готовая продукция</p>
--	---

Рис. 172. Схема грузопотоков литейного завода (грузопотоки межцеховые, отправление на сторону, прибытие со стороны):

1 — цех мелкого чугунолитейного; 2 — цех среднего и крупного литейного; 3 — цех сталитейного; 4 — экспериментальный цех; 5 — лабораторный корпус; 6 — инженерный корпус; 7 — центральная проходная; 8 — ремонтно-строительный цех; 9 — корпус вспомогательных цехов; 10 — модельный цех; 11 — котельная; 12 — корпус бытовых со столовой; 13 — мазутохранилище

Рис. 173. Применение принципа изоляции грузовых и людских потоков на примере решения литейного завода



управление производством и бытовое обслуживание рабочих, удешевляет строительство и эксплуатацию завода в целом.

Как было отмечено в гл. XI, в связи с применением эффективных средств создания нормальных условий труда в цехе (механическая искусственная вентиляция) в последнее время ширина зданий литейных цехов не ограничивается. Отмена ограничения ширины зданий позволила проектировать литейные цехи большой мощности (вместо 25—30 тыс. т/год до 80—100 тыс. т/год серийного и мелкосерийного производства и до 400 тыс. т/год крупносерийного и массового производства), размещая их в многопролетных зданиях — моноблоках.

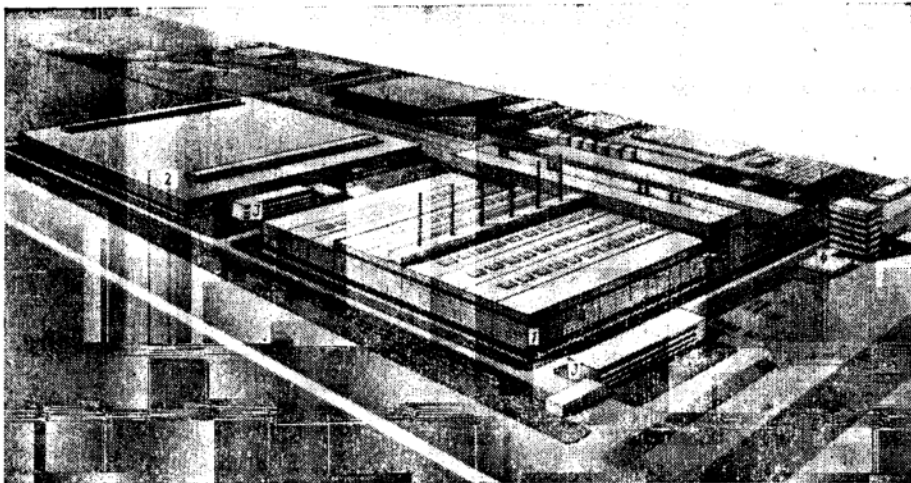


Рис. 174. Литейный завод на 150 тыс. т/год, состоящий из цехов мелкого, среднего и крупного литья, сблокированных с базисным складом шихтовых и формовочных материалов (1) и корпусом вспомогательных цехов (2); 3 — бытовые; 4 — административно-лабораторный корпус со столовой

Стало возможным объединять цехи, близкие по производственному циклу, а также производственные здания с заготовительными.

Примером такого решения может служить литейный завод на 150 тыс. т/год (рис. 174).

Вспомогательное производство — модельное, участки предварительной обдирки отливок и старения, ремонтные цехи, складские службы, склады моделей и отливок — рекомендуется объединять в корпус вспомогательных цехов, который стал принадлежностью специализированных литейных заводов и производств.

Складирование песка и формовочных материалов в вертикальных объемах — силосных башнях — способствует компактности застройки и сокращению транспортных связей.

Блокирование производств, укрупнение зданий расширяет планировочные возможности в решении генеральных планов литейных заводов и позволяет увеличить плотность застройки.

Плотность застройки промышленной площадки определяют в процентах как отношение площади застройки зданий к общей площади предприятия. Минимальная плотность застройки литейных заводов составляет ~ 30% (без учета резервных территорий, открытых складов).

Современные отечественные литейные заводы, имеющие компактную планировку с учетом рационального зонирования территории и блокирования зданий и сооружений, имеют плотность застройки 40—50%. Укруп-

нение и блокирование производств, увеличение габаритных размеров производственных зданий, объединение мелких разрозненных сооружений — все это способствует повышению экономических и эксплуатационных показателей, а также улучшает внешний облик завода (рис. 175, 176).

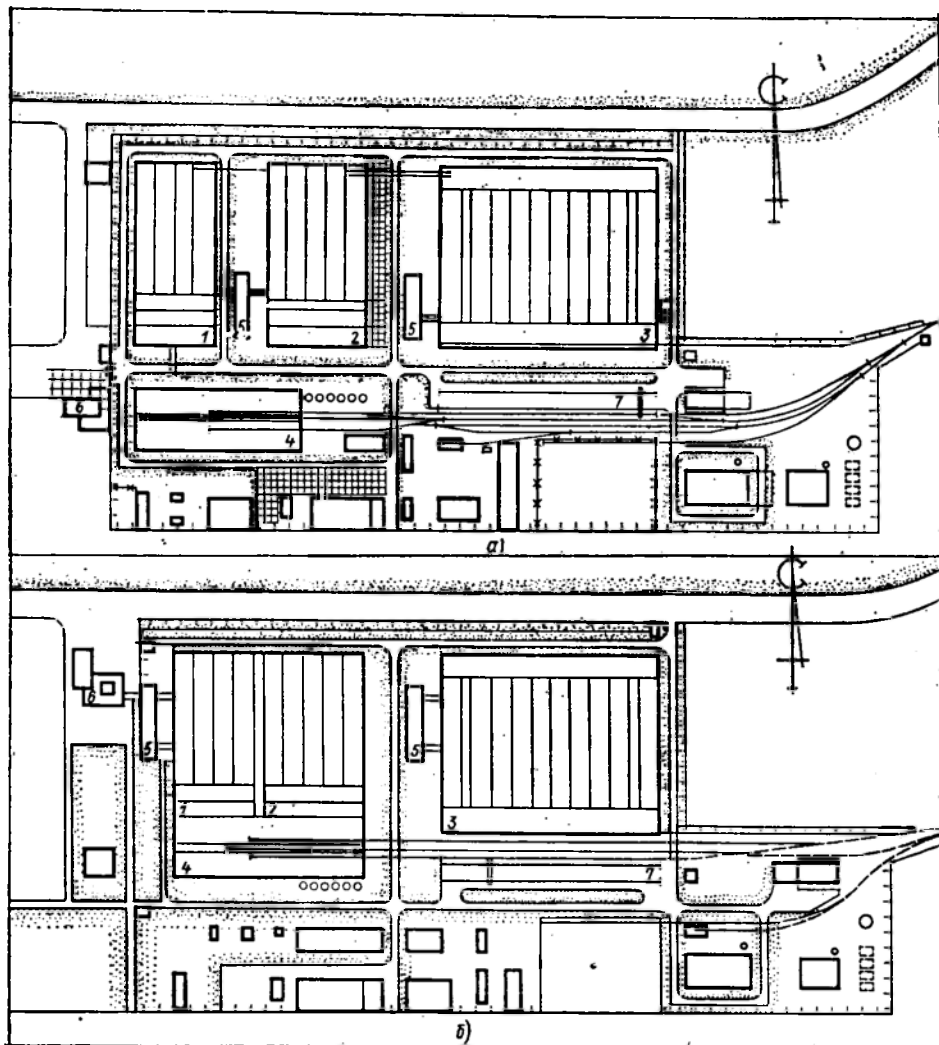


Рис. 175. Литейный завод на 150 тыс. т/год станочного литья:

*a* — генеральный план из отдельных крупногабаритных зданий, площадь территории 38,2 га, площадь застройки 17,3 га, коэффициент застройки 45%; *б* — генеральный план с максимальной блокировкой производства, площадь территории 35,8 га, площадь застройки 17,3 га, коэффициент застройки 50%; число работающих 3300 человек, литейным производством занято 1425 человек; 1 — цех мелкого литья на 45 тыс. т/год; 2 — цех среднего и крупного чугунного литья на 55 тыс. т/год; 3 — корпус вспомогательных цехов; 4 — цех шихтовых и формовочных материалов с силосами сухого песка; 5 — административно-бытовой корпус; 6 — инженерно-лабораторный корпус; 7 — склад пиломатериалов

**Транспорт.** По назначению промышленный транспорт различают трех основных видов: внешний, внутризаводской и внутрицеховой.

Внешний транспорт предназначен для доставки исходных материалов и полуфабрикатов на заводскую площадку с прилегающих магистралей или станции железной дороги, а также для отправки готовой продукции и вывоза отходов производства. Внутризаводской транспорт предназначен для перемещения исходных материалов и грузов между цехами. Внутрицеховой транспорт выполняет погрузочно-разгрузочные и подъемно-транспортные операции внутри цехов и складов в процессе производства.

Для доставки исходных материалов на литейные заводы и вывоза с них готовой продукции используют железнодорожный транспорт.

При проектировании железнодорожного транспорта учитывают грузооборот завода, для чего составляют шахматную таблицу грузооборота (годового и суточного в тоннах) от пунктов отправления до пунктов прибытия, в зависимости от которой определяют следующие категории путей:

I — грузооборот более 2 млн. т/год нетто;

II — грузооборот до 2 млн. т/год нетто;

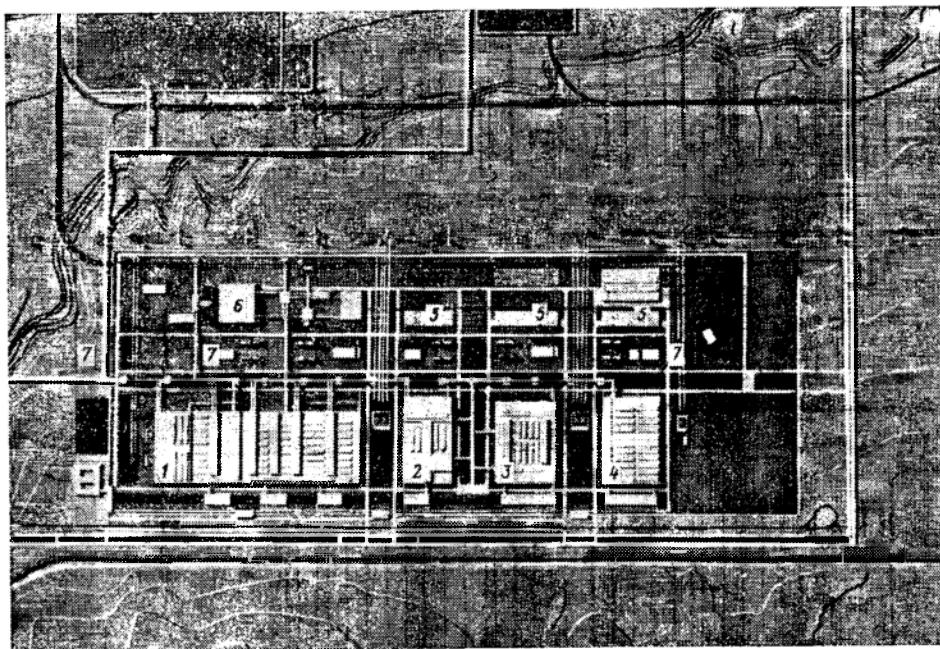


Рис. 176. Генеральный план литейного завода по производству отливок для автомобилестроения. Пример четкого зонирования территории завода.

предзаводская зона — здания административно-бытового назначения и проходные; производственная зона: 1 — корпус серого и ковкого чугуна 400 тыс. т/год; 2 — корпус цветного литья 56 тыс. т/год; 3 — корпус стального литья 85 тыс. т/год; 4 — корпус точного стального литья 7,1 тыс. т/год; складская зона: 5 — склады металлического лома, угля, огнеупоров; 6 — фабрика обогащения песков; зона вспомогательного производства: 7 — сооружения водоснабжения, энергетики, кислородные, ацетиленовые станции, регенерационные и другие объекты. Площадь территории 163,56 га, площадь застройки 13,3%, число работающих 10 тыс., мощность завода 543 900 тыс. т/год

III — при маневренном характере движения независимо от грузооборота.

В зависимости от категории путей определяют руководящие уклоны, радиусы кривых. Уклоны подъездных путей следует принимать возможно меньшими, радиус кривых в плане на подъездных путях желательно увеличивать (табл. 91). Радиус кривых колес 1524 мм на внутривозовских путях в обычных условиях должен быть  $\geq 200$  м.

Железнодорожные пути должны быть расположены с соблюдением следующих расстояний с учетом габаритных размеров железнодорожного состава: от внешней плоскости стены до оси пути  $\geq 3$  м; внутри здания от стены до оси железнодорожного пути  $\geq 3-3,5$  м. При расположении вдоль железнодорожного пути закровов и бункеров расстояние от стенки вагона до стены должно быть  $\geq 2,5$  м, а при расположении стеллажей и мульд расстояние от стенки вагона до края рабочего места должно быть 1 м.

Заводской железнодорожный транспорт проектируют сквозным с односторонним или двусторонним выходом на магистральную сеть, кольцевым и тупиковым.

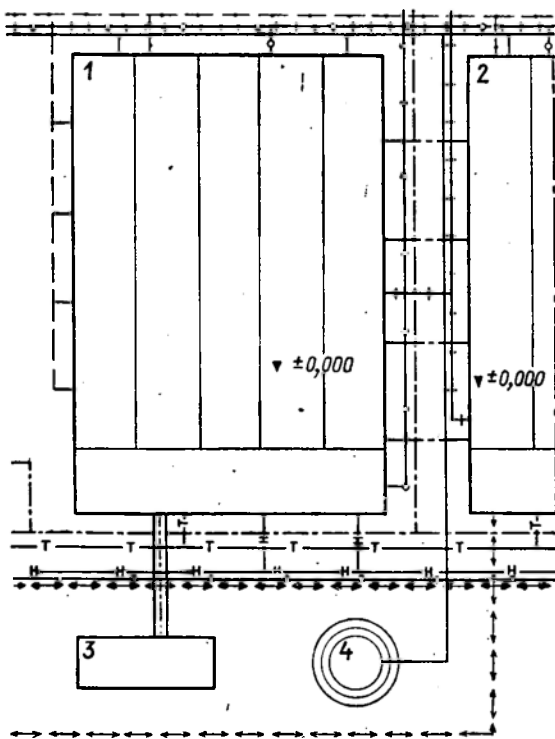
На литейных заводах, как правило, применяют тупиковую схему с концентрацией путей в ограниченной зоне (склады шихты, готовой продукции и базисные склады), удаленной от центральных заводских проходных.

Проезды, магистрали, коммуникации. Разрывы между зданиями и сооружениями, размеры проездов должны отвечать рациональному размещению подземных, наземных и надземных инженерных сетей и коммуникаций и обеспечивать нормальные условия их эксплуатации и ремонта.

При проектировании заводов необходимо стремиться к созданию прямоугольной системы внутризаводских улиц. В многообъектном предприятии рекомендуется выделять основную ось завода — главную магистраль, которая, как правило, не является транзитной и на которую ориентированы помещения бытового обслуживания основных корпусов. Ширину магистралей и проездов в разбивочных осях зданий и сооружений следует принимать кратной 6 м и устанавливать не менее высоты наиболее высокого здания. Проезды, въезды в цехи, устраиваемые по

Таблица 91. Радиусы (м) кривых железнодорожного транспорта

Условия присоединения	Категория подъездного пути		
	I	II	III
Нормальные . . . . .	500	400	300
Трудные . . . . .	250	200	200



Обозначения:

- |         |                                    |       |                              |
|---------|------------------------------------|-------|------------------------------|
| —       | Водопровод хозяйственно-питьевой   | —○—   | Трубопровод охлажденной воды |
| —+—+—   | Водопровод производственный        | —>>>  | Кабель высокого напряжения   |
| —+—+—   | Канализация производственная       | —<<<  | Кабель низкого напряжения    |
| —+—+—   | Канализация хозяйственно-фекальная | —     | Водосток                     |
| —Н—     | Напорный трубопровод шламовых вод  | —=—=— | Теплотрасса                  |
| — — — — | Трубопровод теплой воды            | —>>>  | Телефонный кабель            |

Рис. 177. Сводный план подземных коммуникаций:

1 — цех мелкого литья; 2 — цех крупного литья; 3 — компрессорная станция; 4 — резервуар производственного водопровода

производственным условиям, используют также и в противопожарных целях.

Инженерные сети проектируют как единое подземное и наземное комплексное хозяйство с учетом общего генерального плана. Инженерные сети подразделяют на сети общего назначения — водопроводные, канализационные, водосточные, теплофикационные, газовые, дренажные; электросети всех видов; сети производственные или технологические для передачи жидких, сыпучих и других материалов.

Сети коммуникаций рекомендуется размещать вдоль основных (магистральных) проездов прямолинейно и параллельно линиям застройки, применяя совмещенную прокладку сетей различного назначения в общих коллекторах, траншеях, каналах или эстакадах с соблюдением соответствующих санитарных и противопожарных требований. Большую часть сетей располагают под землей вне проезжей части дорог. Под проезжей частью могут быть размещены только сети ливневой канализации и проходные тоннели, не требующие вскрытий при авариях.

На литейных заводах широко применяют надземные коммуникации (пневмотранспорт, ленты с передачей песка и др.), размещаемые на эстакадах, в ряде случаев эстакады используют для ярусного расположения коммуникаций.

При проектировании заводов для более рационального размещения коммуникаций и сетей составляют совмещенный план подземных коммуникаций (рис. 177).

**Благоустройство и озеленение.** В благоустройство промышленной территории входит следующий комплекс работ: устройство дорог и тротуаров, проездных и пешеходных мостиков, посадка зеленых насаждений, организация мест отдыха, установка осветительных устройств, указателей, ориентиров и средств наглядной агитации.

В целях создания условий для естественной самоочистки атмосферы, для эффективных средств защиты воздуха от пыли и газов, а также для улучшения состава атмосферного воздуха на территории литейного завода рекомендуется предусматривать максимальное количество озеленения, правильно подбирая сорта и размещая с учетом зонирования зеленые насаждения на территории промплощадки. Кроны деревьев и кустарников обладают способностью к механическому задерживанию пылеобразных и газообразных выделений, откуда они могут быть смыты водой или специальными нейтрализующим раствором. Понижение концентраций токсичных веществ на территории литейного завода способствует улучшению микроклимата и созданию благоприятных условий для работающих. Правильно организованная система озеленения способствует активному проветриванию промышленной площадки от производственных выбросов.

На литейных заводах в целях наилучшего проветривания территории рекомендуется для озеленения использовать в основном травяные газоны. Деревья, кустарники и цветники должны быть в местах проходов и организованного отдыха людей.

Устойчивый ассортимент растений для литейных заводов следует подбирать с учетом почвенного состава, грунтовых вод, промерзаемости почвы, количества осадков, скоростей ветров, типов вредных выделений цехов и др.

При решении предзаводской зоны необходимо предусматривать подъезды пассажирского транспорта и стоянки для автомашин и обеспечивать возможность парадного подхода к центральной проходной завода.

Объемы зданий и их решение должны способствовать созданию монументального облика литейных предприятий, отвечающих требованиям промышленной архитектуры и эстетики.

В предзаводской зоне кроме основной официальной части часто предусматривают зону озеленения и благоустройства со спортивными площадками, здесь же могут быть размещены учебные комбинаты, столовая, поликлиника и т. п.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. М., Машиностроение, 1977. 510 с.
2. Василевский П. Ф. Технология стального литья. М., Машиностроение, 1974. 408 с.
3. Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства. СН 202—76. М., Стройиздат, 1976. 114 с.
4. Инструкция по строительному проектированию литейных заводов и цехов машиностроительной промышленности. СН 472—75. М., Стройиздат, 1976. 41 с.
5. Кнорре Б. В. Определение продолжительности остывания чугунных отливок при проектировании литейных цехов. М., НИИМАШ, 1970. 35 с.
6. Коцюбинский О. Ю. Стабилизация размеров чугунных отливок. М., Машиностроение, 1974. 296 с.
7. Литейные машины. Номенклатурный справочник. М., НИИМАШ, 1976. 51 с.
8. Матвеев Н. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов. М., Машиностроение, 1976. 440 с.
9. Мукосеев Ю. Л. Электроснабжение промышленных предприятий. М., Энергия, 1973. 584 с.
10. Общесоюзные (межотраслевые) нормы технологического проектирования чугунолитейных, сталелитейных цехов машиностроительных заводов. М., НИИМАШ, 1976. 232 с.
11. Поляков Д. И., Четверухин С. И. Состояние и тенденции технологии производства мелкосерийных чугунных отливок в США. — Литейное производство, 1975, № 7, с. 1—3.
12. Проектирование литейных цехов и заводов./Ф. Х. Авербух, В. Е. Белогорский, Б. В. Кнорре и др. Под ред. В. И. Шестопалова. Справочник, т. II. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. М., Машиностроение, 1974. 294 с.
13. Проектирование общезаводских служб и генерального плана./Н. В. Абрамов, А. Г. Берлинблау, Г. С. Гунеев и др. Под ред. М. Н. Храмова и Е. С. Ямпольского. Справочник, т. VI. Проектирование машиностроительных заводов. М., Машиностроение, 1976. 414 с.
14. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245—71. М., Стройиздат, 1972. 96 с.
15. Специальные виды литья/Ю. А. Степанов, М. Г. Анчурина, Г. Ф. Баландин, Л. С. Константинов. М., Машиностроение, 1970. 223 с.
16. Спиваковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины. М., Машиностроение, 1968. 503 с.
17. Чугунное литье в станкостроении/Г. И. Клецкин, Г. Г. Абрамов, И. М. Воловик и др. М., Машиностроение, 1975. 320 с.
18. Шестопа В. М. Специализация и проектирование литейных цехов и заводов. Изд. 2-е. М., Машиностроение, 1969. 328 с.
19. Шестопа В. М., Поляков Я. Г. Технология и оборудование литейного производства. М., ВНИИТИ, 1969. 215 с.
20. Штольцель К. Технологические процессы литейного производства. Пер. с нем. М., Машиностроение, 1975. 255 с.
21. Эталоны технического проекта машиностроительного завода. Литейное производство — серийное и мелкосерийное. Технологическая и транспортная части. М., НИИМаш, 1970. 79 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Б. В. Кнорре) . . . . .	3
1. Значение литейного производства, его состояние и пути дальнейшего развития . . . . .	3
2. Основные задачи проектирования литейных цехов и заводов в свете решений XXV съезда КПСС . . . . .	7
Г л а в а I. Проектные работы. Классификация литейных цехов (Б. В. Кнорре). . . . .	9
1. Проектные работы . . . . .	9
2. Классификация литейных цехов . . . . .	14
Г л а в а II. Производственная программа и методика проектных расчетов (Б. В. Кнорре) . . . . .	20
1. Исходные данные и составление программы производства . . . . .	20
2. Выбор и обоснование оптимального способа изготовления отливок . . . . .	21
3. Режим работы литейных цехов . . . . .	22
4. Фонды времени работы оборудования и рабочих. Понятия о производительности оборудования . . . . .	23
5. Неравномерность производственного процесса. Взаимувязка работы отделений литейного цеха . . . . .	28
6. Основы расчета числа оборудования . . . . .	28
Г л а в а III. Плавильные отделения (А. К. Юдкин) . . . . .	31
1. Классификация сплавов, применяемых для изготовления литых заготовок . . . . .	31
2. Определение массы выплавляемых в цехе сплавов . . . . .	31
3. Технологический процесс плавки сплавов и состав плавильного отделения . . . . .	33
4. Выбор и расчет технологического оборудования и шихтовых материалов . . . . .	35
5. Системы набора и взвешивания шихты . . . . .	52
6. Основные параметры помещений и грузоподъемные средства. Вспомогательные участки . . . . .	55
7. Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды . . . . .	61
8. Основные принципы и примеры компоновок плавильных отделений . . . . .	62
Г л а в а IV. Формовочно-заливочно-выбивные отделения. Изготовление отливок в разовых, объемных, песчаных формах (Б. В. Кнорре) . . . . .	74
1. Классификация форм . . . . .	74
2. Объем производства . . . . .	74
3. Технологический процесс изготовления, упрочнения, заливки, остывания и выбивки форм . . . . .	77
4. Основное оборудование. Определение его количества . . . . .	85
5. Компоновка автоматических, комплексно-механизированных поточных формовочных линий . . . . .	92
6. Площади, основные параметры помещений, грузоподъемные средства, вспомогательные и складские участки . . . . .	101
7. Мероприятия по охране труда . . . . .	106
8. Компоновка отделений. Примеры проектных решений . . . . .	107
Г л а в а V. Стержневые отделения (М. Н. Сосненко) . . . . .	114
1. Классификация стержней . . . . .	114
2. Объем производства . . . . .	115
3. Технологические процессы . . . . .	115
4. Оборудование . . . . .	123
5. Компоновка автоматических и комплексно-механизированных поточных стержневых линий . . . . .	131
6. Размещение стержневых отделений в литейном цехе, их площади, вспомогательные и складские участки, служебные помещения . . . . .	134

7. Мероприятия по охране труда	136
8. Компоновка стержневых отделений	137
<b>Глава VI. Смесеприготовительные отделения (С. И. Четверухин)</b>	<b>140</b>
1. Формовочные и стержневые смеси	140
2. Определение расхода смесей	145
3. Технологический процесс и оборудование	145
4. Схемы линий подготовки оборотных смесей и регенерации песка	153
5. Мероприятия по охране труда	155
6. Смесеприготовительные отделения. Примеры проектных решений	156
<b>Глава VII. Термообрубные отделения (М. Н. Сосненко)</b>	<b>160</b>
1. Классификация отливок	160
2. Объем производства	160
3. Технологические процессы	160
4. Оборудование	165
5. Компоновка автоматических и комплексно-механизированных поточных линий обработки отливок	175
6. Размещение термообрубных отделений в литейном цехе, их площади, вспомогательные и складские участки, служебные помещения	175
7. Мероприятия по охране труда	177
8. Компоновка термообрубных отделений	178
<b>Глава VIII. Склады формовочных и шихтовых материалов, отделения для их подготовки, вспомогательные службы (С. И. Четверухин, И. З. Рейдер)</b>	<b>182</b>
1. Формовочные материалы	182
2. Шихтовые материалы	183
3. Определение расхода материалов	184
4. Устройство, оборудование и механизация складов	185
5. Отделения для подготовки формовочных материалов	192
6. Отделения для мокрой регенерации песка	193
7. Отделения для подготовки шихтовых материалов	196
8. Вспомогательные службы	198
9. Мероприятия по охране труда	200
10. Компоновки складов. Примеры проектных решений	201
<b>Глава IX. Механизация и автоматизация транспорта (А. К. Шевлягин)</b>	<b>207</b>
1. Общая часть	207
2. Конвейерные устройства	208
3. Трубопроводный транспорт	232
4. Вспомогательные устройства	237
<b>Глава X. Энергетическая часть проекта (Б. В. Кнорре)</b>	<b>242</b>
1. Теплоснабжение	242
2. Газоснабжение	243
3. Сжатый воздух	244
4. Электроснабжение, электроосвещение, контрольно-измерительные приборы и автоматика	245
<b>Глава XI. Указания по строительному проектированию литейных цехов (В. Н. Елина)</b>	<b>250</b>
1. Основные положения строительного проектирования	250
2. Классификация и типизация зданий	251
3. Основные конструктивные решения и строительные элементы	254
4. Этажность зданий	258
5. Специальные указания строительного проектирования	262
6. Культурно-бытовое обслуживание	263
7. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	266
8. Водоснабжение и канализация	272
<b>Глава XII. Объемно-планировочные решения литейных цехов (С. И. Четверухин, В. Н. Елина)</b>	<b>274</b>
1. Технологическая схема цеха	274
2. Архитектурно-строительное решение здания	278
3. Компоновочные схемы литейных цехов	279
4. Помещения бытового и административного назначения	281
5. Помещения для вентиляции и электрооборудования	283
6. Планировка литейных цехов	285
<b>Глава XIII. Цехи специальных способов литья (И. Б. Сокол)</b>	<b>302</b>
1. Специальные способы литья	302
2. Цехи литья по выплавляемым моделям	304
3. Цехи литья в оболочковые формы	318
4. Цехи литья под давлением	325
5. Цехи литья в металлические формы (кокили)	333

6. Рекомендации по размерам производственных помещений и грузоподъемности транспортных средств . . . . .	341
Глава XIV. Сметы, технико-экономическая часть, организация труда и автоматизированная система управления предприятием (АСУП) (Б. В. Кнорре) . . . . .	342
1. Сметы . . . . .	342
2. Техничко-экономическая часть ТРП (ТП) . . . . .	344
3. Организация труда и автоматизированная система управления предприятием (АСУП) . . . . .	356
Глава XV. Проектирование специализированных литейных производств и заводов (В. Н. Елина) . . . . .	360
1. Размещение промышленных предприятий . . . . .	360
2. Специализированные литейные производства и заводы . . . . .	361
3. Выбор площадки под строительство . . . . .	362
4. Принцип планировки и застройки . . . . .	365
Список литературы . . . . .	373

ИБ № 2604

Леонид Ильич ФАНТАЛОВ, Борис Владимирович КНОРРЕ,  
Сергей Ильич ЧЕТВЕРУХИН и др.

## ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ И ЗАВОДОВ

Редактор Г. Н. Соболева.

Технические редакторы: А. Ф. Уварова и Л. Т. Зубко.

Корректоры: О. Е. Мишина и А. М. Усачева.

Сдано в набор 29.08.78. Подписано в печать 07.02.79. Т-01147. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 32,9. Уч.-изд. л. 33,75. Тираж 15 000 экз. Заказ 109. Цена 1 р. 70 к.

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, ГСП-6, 1-й Басманный пер., 3.

Отпечатано в ордена Трудового Красного Знамени Ленинградской типографии № 2 имени Евгении Соколовой «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 198052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29 с матриц Ленинградской типографии № 6 Ленинградского производственного объединения «Техническая книга» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 193144, Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10.