

14. ЛИТНИКОВАЯ СИСТЕМА И ЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Заполнение литейной формы является следующей технологической операцией после изготовления литейной формы и приготовления расплава. Заполнение формы заливкой почти всегда осуществляется через литниковую систему.

Применение литниковой системы вызвано следующими обстоятельствами:

- при заливке необходимо избегать попадания в полость литейной формы частиц шлака, флюсов, оксидов, имеющих в расплаве;
- при заливке не следует допускать образования новых частиц оксидов и возникновения газовых пузырей в расплаве из-за захвата атмосферного воздуха;
- необходимо учитывать, что заливка неравномерно разогревает литейную форму, вследствие этого меняются местные условия теплоотвода, направленность и интенсивность затвердевания отдельных участков отливки. По этим причинам в отливке могут возникать усадочные пороки (раковины, пористость), трещины и т. п.

В связи с этим к заполнению литейной формы нельзя подходить как к чисто гидравлическому процессу и учитывать только то, что заполнение должно быть завершено за время, пока расплав не потерял способность течь. Заливку нельзя проводить с излишне большой скоростью, так как при этом оказывается невозможным удалить имеющиеся загрязнения и предотвратить появление новых. Существует также оптимальное время заполнения формы, при котором создаются наиболее благоприятные условия для последующего затвердевания и получения плотной, здоровой отливки.

Таким образом, заполнение литейной формы расплавом представляет собой очень сложную и важную для получения качественной отливки технологическую операцию, определяемую разнообразными физико-химическими явлениями, описываемыми гидростатикой и гидродинамикой.

15. ЛИТНИКОВАЯ СИСТЕМА. КОНСТРУКЦИЯ, ФОРМА И НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ.

Литниковая система (рис. 6.7) представляет собой совокупность каналов и резервуаров, через которые жидкий металл заполняет полость литейной формы, соответствующей отливке. Она состоит из литниковой чаши 1, стояка 2, шлакоуловителя 3 (распределительного канала) и литников-питателей 4.

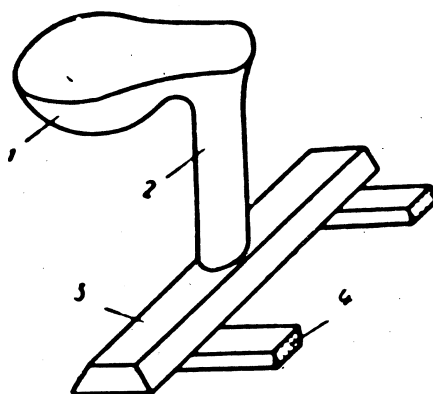


Рис. 6.7. Схема литниковой системы

Литниковая чаша предназначена для принятия жидкого металла из ковша, первичного отделения крупных частиц шлака и поддержания постоянного уровня металла при заполнении формы (рис. 6.8, а). Применяется при литье чугуна и цветных сплавов, заливаемых из поворотных ковшей. Для эффективного отделения шлаковых включений в чашах устанавливаются перегородки (рис. 6.8, б). С этой же целью, а также для обеспечения спокойного заполнения формы применяются мерные чаши (рис. 6.8, в) со стопорным устройством (пробкой). Объем такой чаши соответствует объему литейной формы.

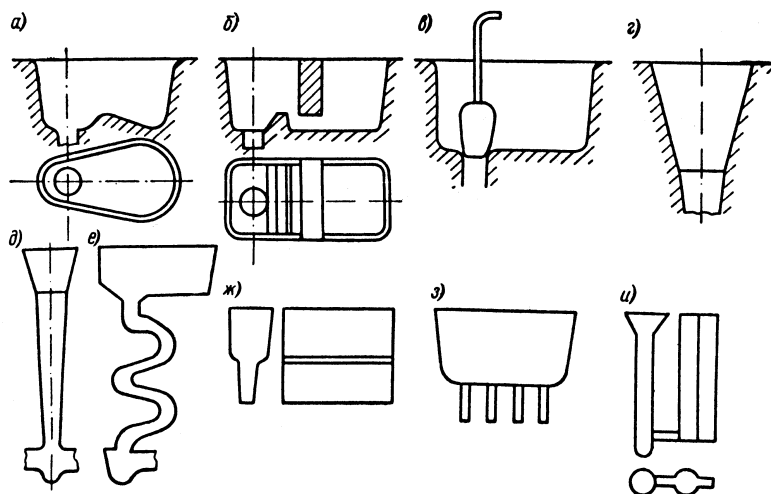


Рис. 6.8. Элементы литниковых систем

В воронках отделение шлака не происходит, металл в них охлаждается в меньшей степени, чем в чашах, а это имеет большое значение для стального литья (рис. 6.8, г). При литье стали, заливаемой из стопорного ковша, применяются литниковые воронки.

Стояк (рис. 6.8, д) предназначен для передачи металла из литниковой чаши или воронки в нижние части формы. Стояки в большинстве случаев имеют круглое сечение и небольшую конусность.

На крупных отливках массой в сотни килограммов диаметр стояка доходит до 40 мм. Поскольку вероятность захвата поверхностных оксидов в глубь потока тем выше, чем больше число Рейнольдса, при заливке сплавов, склонных к пленообразованию (например, хромистых, алюминистых и др.), стараются снизить эту величину в стояке, где особенно велика линейная скорость движения расплава. Поэтому иногда используют стояки не круглого, а прямоугольного сечения. В этом случае при одинаковой площади поперечного сечения уменьшается эквивалентный диаметр стояка.

Например, если круглый стояк диаметром $d = 15$ мм заменить на прямоугольный с размерами $a \times b$, при $b = 2a$ и той же площади, то из равенства площадей $F = \pi d^2/4 = ab = 2a^2$ получаем, что $a = d\sqrt{0,5\pi}$.

Эквивалентный диаметр прямоугольного сечения составляет $d_{\text{экв}} = 4F/p$ [$p = 2(a + 2a) = 6a$ – периметр сечения]. Таким образом, $d_{\text{экв}} = 4 \cdot 2a^2/6a = 4a/3 = (2d\sqrt{0,5\pi})/3 = (2 \cdot 15\sqrt{0,5\pi})/3 = 12,5$ мм. Снижение величины эквивалентного диаметра обуславливает уменьшение числа Рейнольдса в 1,2 раза.

Подобный же результат достигается использованием не одного, а нескольких стояков, работающих на один шлакоуловитель (так называемый наборный стояк). Применение наклонного стояка или стояка с несколькими поворотами (стояк «Змейка») позволяет увеличить общее гидравлическое сопротивление, т. е. получить меньшую величину коэффициента скорости и соответственно меньшую линейную скорость. Как правило, они располагаются вертикально в верхней части формы. При литье цветных сплавов в металлическую форму иногда применяются зигзагообразные стояки (рис. 6.8, е). В основании стояка имеется чашечка – зумпф, гасящая удар струи и препятствующая размыванию формы.

Распределительный канал предназначен для направления жидкого металла к нескольким отливкам, помещенным в одной форме, или к различным узлам одной крупной отливки. Кроме того, в нем происходит отделение шлаковых частиц. При литье чугуна этот элемент часто называют шлакоуловителем, цветных сплавов – коллектором. Распределительный канал размещается горизонтально по разьему форм, обычно в верхней полуформе. Его сечение чаще всего имеет форму трапеции.

Инородная частица (шлаковые или другие включения) в расплаве, текущем в шлакоуловителе, характеризуется двумя линейными скоростями. В горизонтальном направлении ее скорость равна скорости потока V_1 (рис. 6.9).

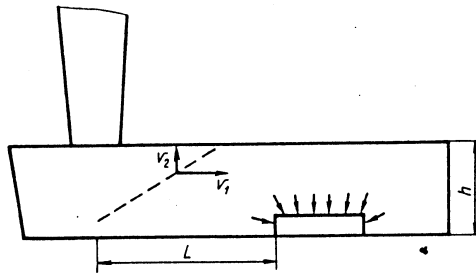


Рис. 6.9. Движение инородной частицы в потоке расплава в шлакоуловителе

Если принять, что в вертикальном направлении движение частицы подчиняется закону Стокса, то скорость такого движения равна

$$V_2 = 2r^2 (d_m - d_{\text{вкл}}) g / 9\eta. \quad (6.7)$$

При радиусе частицы $r = 10^{-4}$ м, плотности расплава $d_m = 7000$ кг/м³, плотности включения $d_{\text{вкл}} = 2500$ кг/м³, вязкости расплава $\eta = 5 \cdot 10^{-3}$ Па · с скорость достигает величины $V_2 = 20$ мм/с.

Шлакоуловитель должен иметь достаточно большие длину и высоту, чтобы в ходе течения расплава от стояка до первого питателя (литника) со скоростью V_1 неметаллическая частица имела возможность подняться достаточно высоко и поэтому не быть затянутой потоком расплава в питатель. Если скорость потока равна, например, $V_1 = 0,5$ м/с, при длине участка шлакоуловителя $L = 0,5$ м этот путь будет пройден за время $\tau = L/V_1 = 1$ с. В течение 1 с частица переместится в вертикальном направлении на расстояние $h = V_2 \tau = 20$ мм. Поэтому высота шлакоуловителя должна быть не меньше этой величины. Чтобы обеспечить наиболее полное удаление шлаковых включений, необходимо иметь длину шлакоуловителя как можно больше, а скорость потока расплава в нем как можно меньше. Это приводит к увеличению времени, необходимого для поднятия даже мелких включений в верхнюю часть сечения этого канала. Однако размеры шлакоуловителя ограничены техническими и экономическими условиями.

Практикой выработаны определенные соотношения размеров шлакоуловителей в зависимости от типа сплава, массы отливки, условий заливки. Шлакоуловителю обычно придают трапециевидное сечение, высота которого составляет 20–80 мм, нижнее основание 20–60 мм.

Для более надежного удержания загрязненного расплава в шлакоуловителе иногда устраивают специальные карманы 1 (рис. 6.10), нередко устанавливают фильтрующие сетки 2 (керамические для стали, чугуна, бронз; стальные для алюминиевых, магниевых сплавов), действие которых проявляется двояким образом. С одной стороны, они фильтруют расплав и удерживают на входной стороне частицы, размеры которых больше размеров отверстий. С другой стороны, за сеткой вследствие резкого увеличения площади сечения потока создается зона с вихреобразным движением струй.

Именно в этой зоне удерживаются мелкие инородные частицы, прошедшие через сетку. Для получения наиболее полного удержания неметаллических включений необходимо очень точно подобрать соотношение площадей «живого» сечения сетки (общая площадь отверстий) и сечения всего канала и установить нужную линейную скорость потока. Достигается это экспериментальным путем.

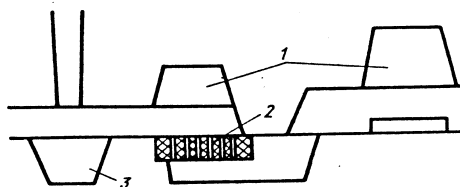


Рис. 6.10. Расположение карманов (1), фильтрующей сетки (2), зумпфа (3) в шлакоуловителе

В шлакоуловителе под стояком делается углубление на 30–50 мм, так называемый зумпф 3 (рис. 6.10). Зумпф предназначен для ослабления размывающего действия струи расплава. Однако в начале заливки зумпф вызывает сильное разбрызгивание расплава, аналогичное тому, которое можно наблюдать, если под сильную струю воды подставить столовую ложку или небольшую чашку.

Литники или питатели. Они предназначены для подвода металла от распределительного канала непосредственно в полость формы. Существуют определенные правила расположения питателей-литников по отношению к шлакоуловителю. Питатель никогда не устанавливается непосредственно под стояком или у конечного торца шлакоуловителя. В первом случае это означало бы, что отделение инородных загрязнений практически невозможно. Во втором случае первый поток расплава, который всегда в наибольшей мере загрязнен, неизбежно попадет в полость литейной формы. По этой причине литники должны располагаться не под острым углом. Этот угол обычно делается прямым или, что целесообразнее, тупым. Для более надежного предотвращения засасывания инородных частиц в литники, последние делают малой высоты (5–15 мм).

Для обеспечения необходимых свойств отливки, кроме получения качественного жидкого сплава, очень важное значение имеют выбор типа литниковой системы, места подвода металла в полость под отливки и правильный расчет элементов литниковой системы.

Существует множество способов расчета отдельных элементов литниковой системы. Все они делятся на две группы: универсальные (приближенные) расчеты для отливок любого типа из любых сплавов и точные методы расчетов для отдельных отливок (плиты, колеса и т. п.), применимые для конкретных сплавов.

На первом этапе проектирования литниковых систем целесообразно использовать универсальные методы расчета элементов.

Тип литниковой системы выбирают в зависимости от сплава и конструкции отливки, учитывая ряд требований:

- заполнение формы без недолива и спаев;
- задержание шлака и неметаллических включений;
- заполнение формы за оптимальное время с определенной скоростью, без разбрызгивания и размывания стенок формы;
- минимальный расход металла на литниковую систему.

При выборе типа литниковой системы принимают во внимание преимущества и недостатки каждого типа.

Подвод литников в полость формы осуществляют различными способами, учитывая особенности отливки – массу, высоту, толщину стенки и вид заливаемого расплава.

16. СПОСОБЫ ПОДВОДА МЕТАЛЛА В ПОЛОСТЬ ФОРМЫ. ЦЕЛИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.

Нижний подвод (в том числе и сифонный) расплава обеспечивает спокойное заполнение формы, не размывая стенки и не образуя засоры, без образования брызг и захвата воздуха, так как очень быстро после начала заливки уровень расплава в полости формы перекрывает литники и далее заполнение идет несвободной струей. Однако такой подвод расплава сопровождается крайне нежелательным разогревом нижней части литейной формы и, следовательно, замедлением отвода теплоты от нижней части отливки, в результате чего в отливке около литников могут возникать усадочные пороки – раковины и рыхлость (рис. 6.11, *а*).

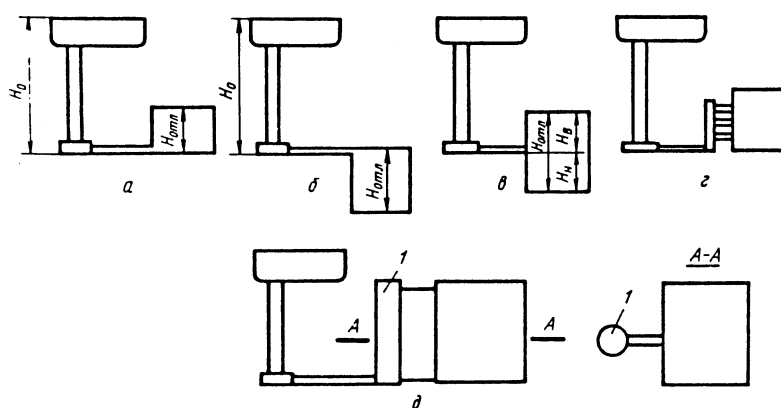


Рис. 6.11. Нижний (*а*), верхний (*б*), боковой (*в*), ярусный (*г*), верти-кально-щелевой (*д*) способы подвода расплава в полость литейной формы: 1 – колодец

Кроме того, нижняя система подвода металла в форму не создает условий направленной кристаллизации, что способствует развитию внутренних

напряжений. Эта система сложна по конструкции, требует большого расхода металла. Применяют ее для отливок средней и большой массы, значительной высоты, с большой толщиной стенок.

Верхний подвод расплава (рис. 6.11, б) обеспечивает желательное распределение температуры в литейной форме, однако из-за падения свободной струи расплава в полости формы в отливке могут образоваться воздушные пузыри и оксидные плены.

Верхняя литниковая система наиболее проста по конструкции, требует незначительного расхода металла, создает направленную кристаллизацию в отливке. Однако при падении струи сверху размываются формы, система не задерживает шлаки.

Боковой подвод (рис. 6.11, в) уменьшает (по сравнению с верхним) высоту падения струи и размывание формы, однако ухудшает условия кристаллизации и увеличивает расход металла. Применяют его для отливок небольшой высоты, средней массы, больших размеров, при машинном изготовлении форм.

Ярусный подвод (рис. 6.11, г) наиболее результативен. При нем удачно реализуются достоинства нижнего подвода по спокойному поступлению расплава в полость формы и преимущества верхнего подвода по созданию благоприятного распределения температуры в форме.

Ярусная литниковая система обеспечивает лучшее питание отливки, чем сифонная. Однако она сложна в выполнении и требует большого расхода металла. Применяется для крупных, тяжелых отливок.

Вертикально-щелевой подвод обеспечивает спокойное заполнение формы при сохранении направленности затвердевания. Применяется для литья цветных металлов.

В наибольшей степени удастся согласовать противоречивые требования по заполнению литейной формы и влиянию на последующее затвердевание отливки, если использовать вертикально-щелевой подвод расплава. Этот вариант является логическим развитием и завершением ярусного подвода (рис. 6.11, г). Вместо нескольких отдельных литников делается сплошная вертикальная щель толщиной 5–15 мм. Канал, от которого отходит вертикально-щелевой литник, может иметь приблизительно такое же поперечное сечение, как шлакоуловитель. В таком случае его называют колодцем 1 (рис. 6.11, д). Если этот канал имеет небольшое сечение, то он носит название «обратный стояк».

Дождевая литниковая система тонкими струйками заполняет форму металлом. Применяется в основном для отливок цилиндрической формы.

При выборе способа подвода расплава в литейную форму стремятся к тому, чтобы потоки, вытекающие из разных литников, как можно быстрее слились в один. Длительное существование отдельных потоков расплава в полости литейной формы может привести к окислению поверхности и

подстуживанию расплава, в результате чего затрудняется слияние расплава в единую массу и появляются на отливке так называемые неслитины (неспай).

При определении способа подвода расплава в полость литейной формы и размеров литников на стыке с отливкой немаловажное значение имеют чисто технологические обстоятельства, например, как будет проводиться обрубка отливок, т. е. отделение литниковой системы. На чугунных отливках литники толщиной до 10 мм легко можно отбить ударом молотка, на стальных отливках принято применять либо автогенную резку, либо зубила; в случае отливок из алюминиевых сплавов используют ленточные пилы или отрезные станки.

При литье тонкостенных крупногабаритных отливок применяются плоские литники – топорики (см. рис. 6.8, ж), имеющие большую площадь сечения и толщину, равную толщине отливки.

При литье высоких чугунных отливок делают несколько вертикальных литников, присоединенных прямо к литниковой чаше или коллектору («дождевые» литники, см. рис. 6.8, з). При падении такими струями, даже с большой высоты, металл не размывает форму.

При изготовлении отливок из цветных сплавов, склонных к окислению и вспениванию, необходимо более спокойное заполнение формы. Такой режим обеспечивают вертикально-щелевые литники (см. рис. 6.8, и).

Литниковые системы могут состоять из двух элементов (литниковая воронка и литники), трех элементов (литниковая воронка, стояк, литник), четырех элементов (воронка, стояк, распределительный канал, литник).

Помимо выбора литниковой системы большое значение имеет выбор места подвода питателей к отливке. Необходимо обеспечить либо направленное затвердевание, либо равномерное охлаждение различных частей отливки.

Направленное затвердевание создается подводом металла в наиболее массивные части отливки. Например, сталь, имеющая большую усадку и пониженную жидкотекучесть, подводится в толстое сечение, под прибыли или непосредственно в прибыли. Так же поступают при изготовлении отливок из специальных бронз, латуней и некоторых алюминиевых сплавов.

Одновременное симметричное затвердевание отливки достигается подводом металла в тонкие части отливки. Это предупреждает возникновение напряжений, коробления, трещин. Наиболее эффективен такой подвод при изготовлении протяженных отливок с различной толщиной стенок.

Серый чугун, имеющий небольшую усадку, подводится в формы с тонким сечением: в этом случае выравнивается скорость охлаждения.

Магниевого сплавы, имеющие пониженную жидкотекучесть, подводят в форму через большое количество питателей, чтобы увеличить скорость заполнения и устранить недоливы.

Сужающиеся литниковые системы, когда $F_{ст} > F_{шл} > F_{пит}$, лучше улавливают шлак, увеличивают скорость движения металла. Их применяют при

литье сплавов, не склонных к окислению, образующих непрочные оксидные пленки.

Расширяющиеся литниковые системы, когда $F_{ст} < F_{шл} < F_{пит}$, уменьшают скорость движения металла, обеспечивают спокойное заполнение формы без окисления металлов. Их применяют при литье сплавов, склонных к окислению, образующих прочные оксидные пленки.

При выборе оптимальной продолжительности нужно учитывать уровень и место подвода сплава. При подводе снизу при прочих равных условиях продолжительность заливки должна быть меньше, чем при подводе сверху, так как при этом нужно обеспечить достаточно высокую температуру сплава в прибыли. При подводе в тонкие части большая продолжительность заливки будет уменьшать внутренние напряжения в отливке.

Аналитическое определение τ_{min} и τ_{max} в настоящее время затруднительно. Поэтому в практике расчетов широко используются эмпирические зависимости. Наиболее широко известна формула Г. М. Дубицкого:

$$\tau_{opt} = S_1 \sqrt{\delta \cdot G \cdot 1000}, \quad (6.8)$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки, зависящий от температуры заливки, рода сплава, места подвода, материала формы и т. д.; δ – преобладающая толщина стенки отливки, м; G – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку в форме, кг.

Значения коэффициента S_1 для ряда сплавов приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Значения коэффициента S_1

Технологические факторы	Сталь	Чугун		Алюминиевые сплавы	Медные сплавы
		серый	ковкий		
Температура сплава					
нормальная	1,3–1,6	–	–	–	–
повышенная	1,4–1,8	–	–	–	–
пониженная	–	1,7–1,9	–	–	–
Форма					
песчаная	–	2,0	2,05	1,7–3,0	1,9–2,1
металлическая	Меньше на 0,1–0,2	Меньше на 0,1–0,2	Меньше на 0,1–0,2	2,4–4,0	1,3–1,5

Под преобладающей толщиной стенок понимается толщина стенки, наиболее удаленной от питателей и находящейся в неблагоприятных с точки зрения заливки условиях. При этом δ не всегда совпадает с геометрической толщиной стенки.

Масса заливаемого в форму сплава

$$G_{ж} = NG_{отл} + G_{приб} + G_{л.с}, \quad (6.9)$$

где N – количество отливок в форме; $G_{отл}$ – черновая масса отливки; $G_{приб}$, $G_{л.с}$ – масса прибылей и литниковой системы (принимается 25–30 % и 4–10 % соответственно от $G_{отл}$).

Для получения качественной отливки допускается отклонение $\tau_{\text{зал}}$ от рассчитанного $\tau_{\text{опт}}$ в ту или иную сторону не более чем на 20 % .

Чтобы в отливках отсутствовали спайи и недоливы, средняя скорость подъема уровня металла в форме должна быть больше минимальной величины (табл. 6.2). Определяют ее по формуле

$$V_{\text{ср}} = h_{\text{отл}} / \tau_{\text{опт}} , \quad (6.10)$$

где $h_{\text{отл}}$ – высота отливки; $\tau_{\text{опт}}$ – оптимальное время заполнения формы (6.8).

Расчет литниковых систем сводится к определению площади наименьшего сечения и остальных элементов.

Таблица 6.2

Минимально допустимые значения средней скорости

Толщина стенки, мм	V, мм/с	
	Чугун	Сталь
1,5–4,0	100–30	–
4,0–10,0	30–20	20
10,0–40,0	20–10	20–10
Более 40	10–8	8–10

Для чугунных и стальных отливок применяют замкнутые (сужающиеся) системы, т. е. узким местом является питатель. Питатели являются узким местом и для большинства медных сплавов, кроме тех, которые склонны к вспениванию – окислению (алюминиевые бронзы и латуни). При литье легких сплавов применяют расширяющиеся и замкнутые системы. Узким местом в этом случае является сечение стояка внизу или шлакоуловители.

Для расчета площади сечения узкого места предложено множество формул, таблиц, номограмм, которые корректируют применительно к конкретным отливкам. В расчетах учитывают тип ковша для разлива сплавов (поворотный, стопорный), способ подвода расплава (на одном или нескольких уровнях) и другие факторы.

Рассчитывают площади узкого места по формуле

$$F_{\text{уз}} = \frac{G_{\text{ж}}}{\mu \cdot \tau_{\text{опт}} \rho \sqrt{2gH_p}} , \quad (6.11)$$

где μ – коэффициент расхода литниковой системы; ρ – плотность сплава, кг/м³; $g = 9,8$ м/с²; H_p – гидравлический напор.

В 6.5 приводятся данные для расчета общего коэффициента расхода литниковой системы μ , определяемого суммой потерь напора.

После расчета площади узкого места литниковой системы (для чугунов и сталей – питателей) площади сечений остальных элементов выбирают из определенных соотношений:

для чугунных отливок

$$F_{\text{лит}} / F_{\text{шл}} / F_{\text{ст}} = 1 / 1,2 / 1,4;$$

для стальных отливок

$$F_{\text{лит}} / F_{\text{шл}} / F_{\text{ст}} = 1 / 1,5 / 1,3; \quad (6.12)$$

для алюминиевых и магниевых отливок

$$F_{\text{ст.в}} / F_{\text{ст.н}} / F_{\text{шл}} / F_{\text{пит}} = (1,7-1,5) / 1 / 2 / (2-3);$$

для медных отливок

$$F_{\text{ст.в}} / F_{\text{ст.н}} / F_{\text{шл}} / F_{\text{пит}} = 2 / 1,6 / 1,3 / 1.$$

Из площади сечения стояка в нижней его части $F_{\text{ст}}$ находят диаметр, м:

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{ст}}}{\pi}}. \quad (6.13)$$

Конусность стояка зависит от его высоты (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Значения конусности стояка ($D - d$)

Высота стояка, мм	$D - d$, мм	Высота стояка, мм	$D - d$, мм
100	2	900	9
200	3	1000	10
300	4	1200	12
400	4	1400	14
500	5	1600	16
600	6	1800	18
700	7	2000	20
800	8		

Внизу под стояком нужно устраивать зумпф – углубление, уменьшающее опасность разрушения формы в этом месте. Для отливок из магниевых и алюминиевых сплавов применяют цилиндрические изогнутые змеевидные стояки.

В практике чаще всего применяют трапециевидные шлакоуловители. Сечение шлакоуловителя по его длине при замкнутой системе оставляют постоянным. После прохождения последнего питателя шлакоуловитель следует несколько продолжить, чтобы образовать тупик, в котором будут скапливаться неметаллические включения.

Большое значение имеет и количество питателей. Только небольшие компактные отливки могут заполняться через один питатель. Чем меньше толщина стенки отливки, тем больше должно быть количество питателей, иначе в форме может наблюдаться незаполнение отдельных участков. В крупных отливках при перепускании большого количества металла через один литник, когда вытекающая струя ударяет в противоположную стенку формы,

наблюдается дефект «ужимины». Такой дефект наблюдается и на больших горизонтальных поверхностях. Форма при длительном заполнении ее металлом (один литник) нагревается излучением с поверхности металла, корочки смеси отслаиваются, и под них затекает металл.

Следовательно, количество металла, проходящего через литник, должно быть ограничено.

Количество питателей зависит от массы и средней толщины стенки отливки (табл. 6.4). При расчете на равный объем эти данные могут быть использованы в отливках из цветных сплавов.

Таблица 6.4

Количество питателей для чугунных отливок

Масса отливки, кг	Преобладающая толщина стенок, мм			
	3–5	5–8	8–12	12–20
3–5	2	2	1	1
5–15	—	3	2–3	2–3
25–50	—	3	2–3	2–3
50–100	—	5–7	5–6	3–4
100–200	—	7–9	7–8	4–6
200–400	—	7–9	8–9	6–7
400–700	—	9–10	8–9	6–7

Элементы сечения питателей и шлакоуловителя определяются относительно выбранного произвольного размера (рис. 6.12).

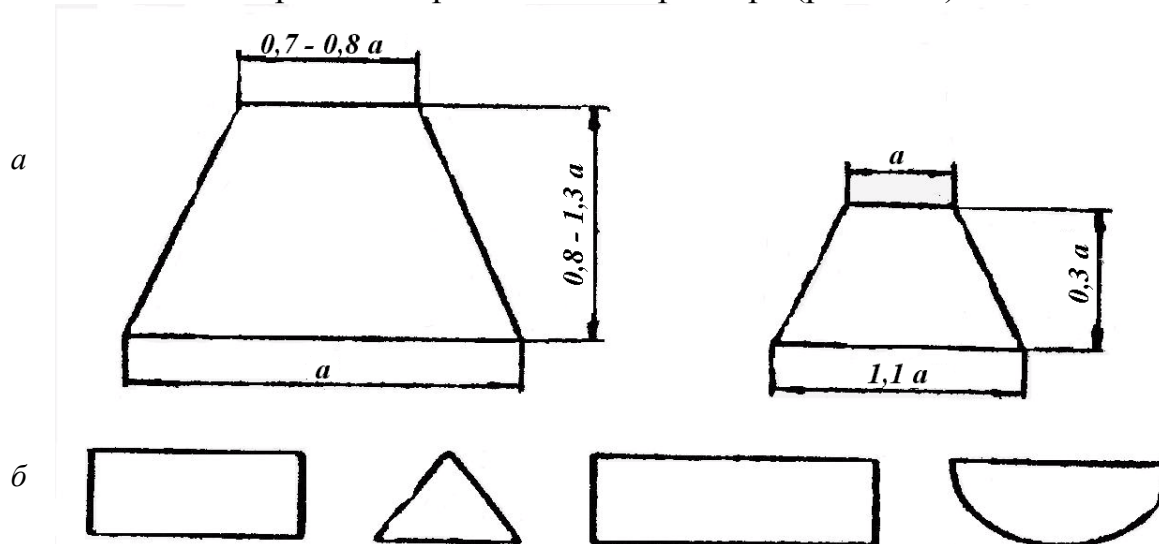


Рис. 6.12. Форма сечения шлакоуловителя (а) и питателя (б)

Для удаления и более спокойного заполнения формы применяют литниковые чаши (табл. 6.5) и воронки. Однако при использовании чаши (рис. 6.13, а) значительно снижается выход годного. Поэтому для небольших отливок желательно использовать литниковые воронки (рис. 6.13, б). Их следует применять для массового расхода сплава до 4,5 кг/с.

Масса сплава в чаше, кг:

$$G_A = \frac{m \cdot G_{\text{отл}}}{\tau_{\text{опт}}}, \quad (6.14)$$

где m – коэффициент металлоемкости литейной чаши, выбирают в зависимости от массы отливки.

$G_{\text{отл}}, \text{ кг:}$	до 100	100–500	500–1000	1000–2000
$m:$	3	4	6	8

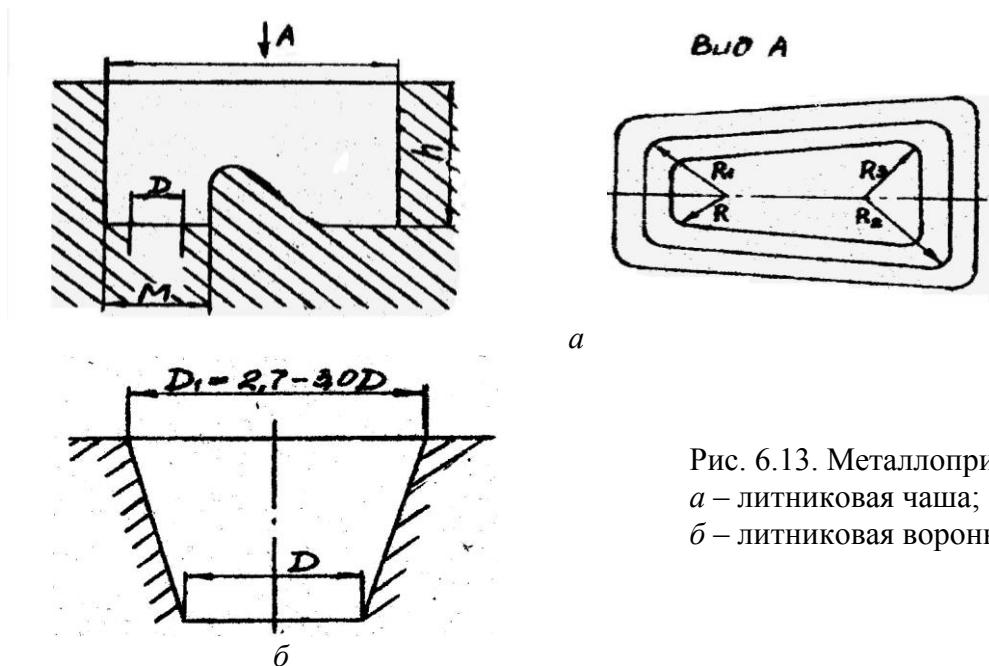


Рис. 6.13. Металлоприемники:

a – литейная чаша;

$б$ – литейная воронка

Таблица 6.5

Размеры литейных чаш

Расход чугуна, кг/с	Емкость чаши, кг	L	M	h	R	R_1	R_2	R_3
1,3–2,0	2	105	35	60	20	25	35	30
2,0–2,5	3	110	40	65	20	25	35	30
2,6–3,0	4	120	40	70	20	25	35	30
3–4	5	130	45	80	25	30	40	35
4–5	6	140	50	90	25	30	40	35
5–7	9	160	60	100	30	35	45	40
7–11	13	180	70	110	35	40	50	45
11–13	19	200	80	130	40	45	60	55
13–17	28	220	90	150	45	50	70	65
17–21	37	240	95	170	45	50	75	70
21–27	52	260	100	200	60	65	85	80
27–35	70	300	110	200	60	65	95	90