

УДК 621.74.001.2(0758)

## **«Холодные» стержни – перспектива повышения качества литейной продукции ремонтно-механической базы Ачинского филиала РИК**

**Г.С. Саначева<sup>\*а</sup>, И.В. Дубова<sup>а</sup>, Н.М. Вострикова<sup>а</sup>,  
Е.Г. Леонтьев<sup>б</sup>, Т.Р. Гильманшина<sup>а</sup>**

*<sup>а</sup>Сибирский федеральный университет,  
Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79*

*<sup>б</sup>ООО РУС-Инжиниринг,  
Россия, 662150, Ачинск,  
квартал Южная Промзона, строение 1*

Received 25.02.2013, received in revised form 15.03.2014, accepted 28.04.2014

---

*В статье рассмотрены возможные способы повышения качества ремонтного литья. Проанализирован применяемый на предприятии CO<sub>2</sub>-процесс и сделан вывод о невозможности обеспечения качества литья. Модернизацию технологии изготовления стержней авторы предлагают на основе использования «холодных» стержней как наиболее подходящего для данного типа производства.*

*Ключевые слова: ремонтное литьё, холодные стержни, жидкий отвердитель.*

---

В основных направлениях промышленной политики Красноярского края выделен курс на модернизацию производства за счет внедрения новых передовых технологий. Алюминиевые заводы ОК РУСАЛ являются одними из ключевых промышленных предприятий Красноярского края. Работа технологического оборудования этих заводов напрямую зависит от качества комплектующих изделий, изготавливаемых литейными цехами ремонтных предприятий. На текущий момент более половины ремонтного литья поставляется из других регионов страны и закупается за рубежом, что отрицательно сказывается на экономике края. Одной из потенциальных производственных площадок для изготовления такого литья являются литейные цеха филиала ООО «РУС-Инжиниринг» в г. Ачинске. В текущем году выпуск фасонного литья на данном предприятии составляет 850 т в месяц, но уже в 2014 г. планируется увеличить его до 17 тыс. т в год. Однако чтобы стать сегодня конкурентоспособным, литейное производство ремонтной базы нуждается в развитии и модернизации.

В настоящее время в литейной технологии ремонтной базы для изготовления стержней применяют CO<sub>2</sub>-процесс. Отверждение жидкостекольных смесей CO<sub>2</sub> приводит к образованию в литых заготовках засоров и горячих трещин. Недостатком этого процесса является также

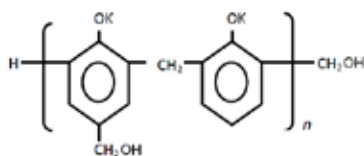


Расход связующего составляет 1,2 – 1,8 мас. ч на 100 мас. ч песка.

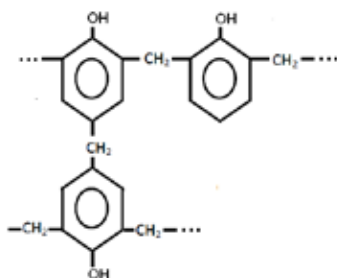
*Преимущества Cold-vox-процесса* заключаются в возможности изготовления самых сложных стержней, высокой производительности, возможности автоматизации процесса. Стержни имеют высокую прочность при минимальном суммарном расходе связующего, высокое качество отливок, легкую выбиваемость. Отработанные смеси легче регенерируются.

К *недостаткам* Cold-vox-процесса можно отнести большие капитальные затраты на оборудование, высокую стоимость связующих, жесткие требования к качеству песка, невысокую живучесть смесей, в связи с чем необходима четкая организация технологического процесса.

Альфа-сет-процесс (разновидность No-bake-процесса) применяется для изготовления стержней массой до 100 кг. Связующее в этих смесях – сильно оцелаченная смола (полифенолят) на водяной основе следующего строения:



Содержание свободных фенолов и свободных формальдегидов очень низкое, смола не содержит серы. В качестве отвердителей используют жидкие ацетаты глицерина или этиленгликоля,  $\gamma$ -бутилолактон или пропиленкарбонат, являющиеся сложными эфирами общего строения RCOOR'. В щелочной среде сложный эфир гидролизует с образованием спирта и карбоновой кислоты. В частности, при гидролизе ацетата глицерина образуется глицерин и уксусная кислота, которая фенолятные группы (-ОК) превращает в гидроксильные (-ОН). В результате фенолформальдегидный олигомер переходит из фенольной в нормальную форму и приобретает способность к структурированию в результате образования дополнительных метиленовых связей:



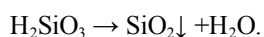
При изготовлении стержней добавляемое количество смолы составляет 1,3 – 1,8 % от количества песка, а количество отвердителя – 20 – 25 % от количества смолы. Особо мелкозернистые и пылесодержащие пески могут потребовать до 24 % отвердителя для достижения оптимальных значений прочности. Скорость затвердевания смеси регулируется составом отвердителя, а не его количеством. В процессе приготовления смеси и заполнения форм смесь почти не имеет запаха, что даёт возможность ручного наполнения и уплотнения смеси. Свежеприготовленная смесь очень текучая, и для её уплотнения не всегда требуется вибростол.

*Преимущества  $\alpha$ -set-процесса:* использование ХТС одного и того же типа при получении чугунного и стального литья, достаточная прочность стержней, низкая гигроскопичность, высыпаемость смесей при выбивке, высокое качество отливок, недефицитность связующего и отвердителя (производят в России), меньший (по сравнению с ХТС на других органических связующих, в частности фурановых и фенолизоцианатных) уровень вредных выделений.

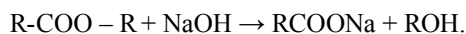
*Недостатки  $\alpha$ -set-процесса:* более высокая стоимость связующих материалов по сравнению с ХТС на фурановых смолах, сложный процесс регенерации отработанных смесей (высокая щелочность требует химической нейтрализации возврата).

Самотвердеющие смеси на жидком стекле с жидкими отвердителями применяют для изготовления мелких и средних стержней несложной конфигурации для отливок из чугуна и стали. В качестве связующего используется жидкое стекло с модулем 2,4 – 2,5. Отвердитель – жидкие ацетаты глицерина или этиленгликоля, гамма-бутилолактон или пропиленкарбонат.

Жидкое стекло (силикат натрия) со сложными эфирами – это связующее, используемое в литейном производстве, как альтернатива органическим связующим. Силикат натрия является идеальным для использования при стальном литье: это связующее – термопласт, и теплота заливки вызывает внутреннее расширение отверждаемого связующего, следовательно, создается меньше помех сжатию отливки. Раствор силиката натрия имеет сильно щелочную среду (рН=10-12). Реакция отверждения основана на снижении водородного показателя (рН) до значений 5-7 в результате замещения слабых кремнистых кислот более сильной кислотой. Эта кислота, выделяющаяся при гидролизе сложного эфира, образует соль с ионами натрия. Кислота снижает значение рН, силикат превращается в гель кремниевой кислоты или гидратированный диоксид кремния.



Для отверждения силиката натрия сложные эфиры выбраны за их растворимость в силикатах. Гидролиз сложного эфира происходит быстро, при этом образуется соль и спирт. Оба эти вещества вызывают образование геля.



Динамика этой реакции такова:

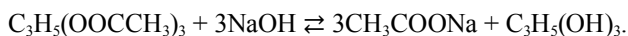
- уменьшение значения рН из-за нейтрализации ионов натрия;
- превращение ионов силикатов в поликремневую кислоту, которая выпадает в осадок из-за ее высокой неустойчивости;
- химическое высыхание вследствие обезвоживания связующего спиртом;
- высокая стабильность геля кремниевой кислоты благодаря обезвоживанию спиртом.

Во время отверждения смесей нейтрализация силикатов не происходит мгновенно, идет реакция отверждения, а это дает смеси достаточно продолжительную «живучесть» (т. е. длительный период, в течение которого она может использоваться).

На скорость отверждения стержня влияют внешние факторы, такие как температура песка, температура и влажность окружающего воздуха. В процессе работы с силикатами и сложными эфирами лучше использовать модуль (весовое соотношение):  $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O}: 30 / 10 = 3$ . По мере возрастания модуля возрастает скорость отверждения, начальная прочность стержня, что

приводит к затруднению выбивки его из формы. Предпочтительнее использовать для отверждения смеси сложные эфиры, так как они наилучшие вещества для нейтрализации гидроксида натрия. Они увеличивают соотношение кварц – гидроксид натрия и обезвоживают силикат. Лучшими при этом являются смеси ацетатов полиспиртов.

Реакция триацетата глицерина с NaOH:



Отверждение происходит в холодном состоянии, а время отверждения зависит от типа используемого ацетата. Применяя дозированные смеси разных реагентов, можно подобрать промежуточное время отверждения.

Одним из условий получения качественной смеси со стабильными свойствами служит высокая точность дозирования и эффективное перемешивание смеси. Это вызвано низким содержанием связующего, количество которого составляет десятые доли процента от массы смеси. При содержании в смеси 5 % жидкого стекла содержание отвердителя составляет 0,35 %.

*Преимущества ХТС на жидком стекле:* более высокая прочность по сравнению с CO<sub>2</sub>-процессом, более высокая точность модельного отпечатка и, соответственно, отливок, меньший расход жидкого стекла, экологическая безопасность.

*Недостатки ХТС на жидком стекле:* хрупкость отвержденных стержней, затрудненная выбиваемость, сложность получения отливок высокого качества, трудности с регенерацией отработанных смесей.

Рассмотренные процессы изготовления стержней наиболее широко применяются в литейном производстве технически развитых стран (жидкостекольные смеси имеют ограниченное применение). Однако, рассматривая вопрос применения смоляных смесей для изготовления стержней, следует учитывать факторы воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы обрели сегодня особую актуальность, что в полной мере относится и к литейному производству. Выбор и разработка связующих для литейных формовочных и стержневых смесей базируется на необходимости обеспечения комплекса технических, технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований к литейной форме.

Чтобы рекомендовать ХТС процесс изготовления стержней взамен CO<sub>2</sub>-процесса для конкретной экономической и экологической ситуации ремонтной базы АГК, были проанализированы следующие условия:

*технологические свойства смесей* – прочность, живучесть, остаточная прочность, вероятность образования дефектов;

*экономические факторы* – затраты на материалы для изготовления стержней, изготовления оснастки, энергоресурсы;

*экологические факторы* – газовыделения при изготовлении, заливке и охлаждении холоднотвердеющих стержней.

Учитывая целесообразность применения ХТС с жидкими отвердителями или катализаторами лишь для мелкосерийного и серийного производства, с использованием менее токсичных связующих, применением специального смешивающего оборудования, которое обеспечит уменьшение расхода связующего, полной регенерации с целью снижения вредных отходов, для литейного производства ремонтной базы АГК можно рекомендовать смеси на жидком стекле,

отверждаемом жидкими сложноэфирными отвердителями, и ХТС на щелочной фенольной смоле, отверждаемой специальными сложноэфирными реагентами (альфа-сет-процесс).

Для выбора оптимальной из предлагаемых технологий необходимо проанализировать и принять решение о реализации конкретного способа литья.

#### **Список литературы**

- [1] *Тепляков С.Д.* // Литейщик России. 2004. Вып. 2. С. 1019.  
[2] *Технология литейного производства: Формовочные и стержневые смеси / Под ред. С.С. Жуковского, А.И. Болдина, А.И. Яковлева и др.* Брянск: БГТУ, 2002. 270 с.

## **«Cold» Cores – Perspective Quality Improvement Foundry Product of Repair Base of Achinsk Branch RIC**

**Galina S. Sanacheva<sup>a</sup>,  
Irina V. Dubova<sup>a</sup>, Natalia M. Vostrikova<sup>a</sup>,  
Evgeny G. Leontiev<sup>b</sup> and Tatiana R. Gilmanshina<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>*Siberian Federal University,  
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia*

<sup>b</sup>*RUS-Engineering Inc.,  
1 Building, South Industrial Area, Achinsk, 662150, Russia*

---

*In this article possible ways to improve the quality of repair castings are discussed. The CO<sub>2</sub>-process used in the enterprise is analyzed and concludes that it is impossible to ensure the quality of castings. Authors offered modernization of production technology rods through the use of “cold” rods as the most appropriate for this type of production.*

*Keywords: repair casting, cold bars, liquid hardener.*

---