

Рисунок 1 – Схема многостадийного процесса взаимодействия расплава и литейной формы: а – этап окисления расплава в период заполнения литейной формы; б – этап фильтрации расплава в капилляры литейной формы; в – этап формирования оксидной пленки; г – этап образования легкоплавких цементирующих соединений типа фаялита

### Литература

1. Васин, Ю.П. Окислительные смеси в конвейерном производстве стального литья / Ю.П. Васин, З.Я. Иткис. – Челябинск: Южно-Уральск. кн. изд-во, 1973. – 154 с.
2. Дорошенко, С.П., Получение отливок без пригара в песчаных формах/ С.П. Дорошенко, В.Н. Дробязко, К.И. Ващенко. – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
3. Валисовский, И.В. Пригар на отливках / И.В. Валисовский. – М.: Машиностроение, 1983. – 192с.

УДК 621.745

### Анализ эффективности жидкостекольных формовочных и стержневых смесей

Студент гр. 104318 Никитенкова А.О., аспирант Гуминский Ю.Ю.  
 Научный руководитель – Кукуй Д.М.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г.Минск

В настоящее время в литейных цехах обострилась экологическая обстановка. Это связано в первую очередь с предпочтительным применением смоляных связующих для приготовления формовочных и стержневых смесей. Поэтому сейчас введутся поиски более экологически безопасных заменителей смоляных связующих.

Одно из направлений улучшить экологию на литейных предприятиях, это вновь начать использование жидкостекольных смесей, избавившись от недостатков, какими они обладают.

Цель доклада: обобщить имеющуюся информацию по жидкостекольным формовочным и стержневым смесям, а так же найти пути повышения их качества и эффективности.

Впервые жидкое стекло в литейном производстве было применено в 40-х годах прошлого века в Чехословакии. В нашей стране применение, жидкого стекла в качестве связующего для смесей практически началось с 1949 года после разработки сотрудниками ЦПИИТМаш составов смесей для изготовления форм и стержней.

Широкое распространение жидкостекольные смеси получили в мелкосерийном и индивидуальном производстве на предприятиях энергетического и транспортного машиностроения.

Известно, что к связующим материалам, используемым в литейном производстве, предъявляются повышенные требования по обеспечению прочности форм и стержней, необходимой для выполнения технологических операций, а также способности противостоять тепловому и силовому воздействиям горячего металла. Наиболее полно данным требованиям удовлетворяет жидкое стекло. Кроме того, жидкие стекла отличаются низкой стоимостью, доступностью и хорошими экологическими показателями.

Однако из-за недостатков, которыми обладают жидкие стекла, как связующие, применение жидкостекольных смесей было сильно сокращено. К ним относятся, большая хрупкость (в связи с точечными контактами между глобулами), большим количеством ввода жидкого стекла в смесь (для формовочных смесей 5 – 8 %, для стержневых 6 – 9 %), затрудненной выбивкой, а так же дорогостоящей регенерацией. По избавлению от этих недостатков, в настоящее время, и ведутся работы.

Жидкое стекло – коллоидный раствор силиката натрия. Точный состав жидкого стекла, который определяет основные свойства последнего, может быть выражен суммарным содержанием веществ, то есть содержанием кремнезема, окиси натрия и воды. Общий состав жидкого стекла может быть представлен формулой:



где  $m$  – число молекул  $\text{SiO}_2$ , приходящихся на одну молекулу  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  
 $n$  – число молекул  $\text{H}_2\text{O}$ , приходящихся на одну молекулу  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Повысить прочность жидкостекольных смесей можно введением различных наполнителей, способствующих образованию коагуляционных структур и увеличивающих число контактов в единице объема смеси. Снизить прочность смеси до минимального значения можно введением стабилизаторов коллоидных частиц (обычно это ПАВ).

Под модифицированием жидкого стекла понимается воздействие на структуру и свойства путем введения в щелочные силикатные растворы добавок-модификаторов. При этом процесс модифицирования должен обеспечить улучшение поверхностных свойств связующего, повышение когезии и снижение величины внутренних напряжений после отверждения, а также уменьшение остаточной прочности после термообработки. Наличие требуемого комплекса свойств связующего создает возможность получать высокопрочные легковыбиваемые формовочные и стержневые смеси.

Упрочнение жидкостекольных смесей происходит при дегидратации. Кварцевый песок при приготовлении смеси с жидким стеклом должен содержать влагу для лучшего смачивания поверхности песчинок и обеспечения условий протекания реакции между углекислым газом и жидким стеклом. Раствор жидкого стекла, являясь коллоидным раствором, способен терять влагу с образованием геля. Это вызывает увеличение вязкости раствора и упрочнение коллоидной системы. Следовательно, для придания прочности жидкостекольной смеси необходимо удалить из нее влагу.

Существуют три основных процесса упрочнения жидкостекольных смесей:

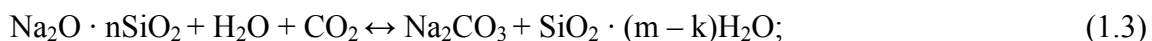
1) Упрочнение жидкостекольных смесей тепловой сушкой. Основное количество влаги теряется в интервале температур 90-250 °С, а практически полная потеря влаги – при 650...800 °С. Влагу из смеси можно удалить не только нагревом, но и продувкой сухим воздухом, а также с помощью адсорбентов или вакуумной экстракции. Конечный

результат каждого из этих методов позволяет считать одинаковым механизм упрочнения смеси.

Интересно отметить, что прочность жидкостекольной смеси после удаления влаги значительно превышает прочность тех же смесей после отверждения их углекислым газом. Это связано с тем, что когезионная прочность силиката натрия выше прочности силикагеля кремневой кислоты, образующейся при продувке жидкого стекла углекислым газом.

2) Упрочнение жидкостекольных смесей продувкой газом  $CO_2$ . Обработка смеси углекислым газом (химическое твердение смеси) основано на свойстве жидкого стекла разлагаться от действия на него даже слабых кислот или ангидридов. При продувке жидкостекольной смеси  $CO_2$  происходит разложение силиката натрия ( $Na_2O \cdot nSiO_2$ ) и образование бикарбоната натрия ( $Na_2CO_3$ ) с выделением свободного кремнезема ( $nSiO_2$ ).

Выделившийся кремнезем, соединяясь с водой, образует гидрат диоксида кремния ( $nSiO_2 \cdot mH_2O$ ), который в процессе продувки теряет часть влаги и переходит в кремнегель:



Пленка геля на зернах песка связывают их в прочную массу, смесь быстро твердеет и приобретает прочность.

Прочность смеси, отверждаемой  $CO_2$ , зависит от силикатного модуля жидкого стекла и режима продувки. В качестве упрочняющих добавок используют акриловые и метакриловые полимеры, моно- и полифосфаты натрия и др. Избыточная продолжительность продувки приводит к возникновению в связующих пленках значительных внутренних напряжений, которые ослабляют прочность смеси. Поэтому на практике время продувки смеси  $CO_2$  ограничено и в зависимости от содержания жидкого стекла в смеси составляет 1 – 2 мин.

Смеси, продутые углекислым газом, гигроскопичны, так как продукты отверждения – карбонаты и силикагель – гидрофильны и частично растворимы в воде.

3) Жидкие самотвердеющие смеси. Как следует из их названия, сочетают в себе свойства жидкости, позволяющей получать стержни и формы свободной заливкой смеси, и способность самозатвердевать на воздухе в заданное время.

При использовании ЖСС исключается трудоемкое ручное или машинное уплотнение смеси, а процесс изготовления стержней и форм сводится к простой операции заливки жидкой смеси в стержневой ящик или в опоку с подмодельной плитой.

Важное свойство жидкой смеси – самозатвердевание на воздухе – в свою очередь дает возможность отказаться от тепловой сушки стержней и форм (при применении самовысыхающих красок) или ограничиться кратковременной подсушкой водных красок. Все это вместе взятое позволяет в несколько раз повысить производительность труда на участках изготовления стержней и форм.

Жидкостекольные смеси имеют ряд преимуществ перед другими видами смесей. Основными, которые можно выделить – это высокая экологичность и низкая стоимость связующего. Но на ряду с преимуществами жидкое стекло имеет и определенные недостатки, основные из которых: высокая хрупкость пленки и затрудненная выбиваемость стержней из отливки. Поэтому является целесообразным искать методы совершенствования жидкостекольных смесей и самого жидкого стекла как связующего.