

На правах рукописи

Никифорова Марина Викторовна

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
СТЕРЖНЕЙ ИЗ СМЕСЕЙ НА ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТОМ
ЖИДКОСТЕКЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ
В НАГРЕВАЕМОЙ ОСНАСТКЕ**

Специальность 051604 – «Литейное производство»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Челябинск 1997

Работа выполнена в отраслевой лаборатории литейных процессов при кафедре общей химии Челябинского государственного технического университета.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор З.Я.Иткин

Официальные оппоненты: заведующий кафедрой «Литейное производство» Уральского государственного технического университета, д.т.н., профессор Фурман Е.Л. (г.Екатеринбург);
заведующий отделом «Охрана окружающей среды» ОАО «ЧТЗ», к.т.н. Ахметзянов Г.А. (г.Челябинск)

Ведущее предприятие – АО «Завод дорожных машин им.Коллощенко».

Защита состоится «__» _____ 1997 г., в ____ ч ____ мин, на заседании специализированного совета К.053.13.06 Челябинского государственного технического университета.

Ваш отзыв в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью, просим направить по адресу: 454080, г.Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76, ЧГТУ, ученый совет университета, тел. 39-91-23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЧГТУ.

Автореферат разослан «__» _____ 1997 г.

Ученый секретарь
специализированного совета К.053.13.06,
кандидат технических наук

Б.Э.Клецкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Современное развитие технологии литья связано не только с требованиями к повышенной производительности труда и снижению себестоимости продукции, но и с необходимостью всемерного улучшения санитарно-гигиенических условий и экологии окружающей среды. С этих позиций перспективной является технология литья с использованием для изготовления форм и стержней смесей с жидким стеклом (ЖС). В последнее время стоимость смоляных связующих в 3...4 раза превышает стоимость ЖС и их использование связано с вредными выделениями в окружающую среду в виде фенола, формальдегида и других газов. Известные составы жидкостекольных смесей и способы изготовления форм и стержней не всегда удовлетворяют производство из-за их повышенной осыпаемости и плохой выбиваемости из отливок. Поэтому в этом направлении проводятся многочисленные работы как в России, так и за рубежом. Улучшить комплекс свойств стержней можно за счет применения нового высококремнеземистого состава жидкостекольного связующего (ВКЖС) и комбинированных способов их обработки, при которых обеспечивается высокая скорость упрочнения, низкая осыпаемость и хорошая выбиваемость из отливок.

Цель работы. Исследовать и изучить процессы упрочнения жидкостекольных смесей при комбинированной тепловой и химической обработке, с учетом полученных результатов разработать составы смесей на ВКЖС и технологию скоростного изготовления стержней в нагреваемой оснастке (термошок- CO_2 -процесс) при производстве отливок из стали, чугуна и цветных сплавов.

Задачи исследования:

- исследовать формирование структуры жидкостекольных смесей на разных стадиях технологии и определить ее влияние на прочностные и другие свойства стержней;
- исследовать зависимость прочности стержней от параметров жидкостекольного связующего и смесей;
- разработать состав смесей с использованием ВКЖС применительно к способам

комбинированного упрочнения;

- изучить механизм и закономерности упрочнения жидкостекольных смесей при комбинированных способах обработки;
- изучить температурные превращения в жидкостекольных смесях и установить их связь со свойствами стержней в процессе заливки и формирования отливки;
- исследовать режимы комбинированного упрочнения смесей и разработать технологию изготовления стержней в нагреваемой оснастке;
- испытать и внедрить технологию для изготовления стержней в производстве литья из чугуна, стали и цветных сплавов.

Основные положения, представляемые к защите:

- результаты исследования структуры жидкостекольных смесей;
- результаты дериватографических исследований жидкостекольных смесей, закономерностей и механизма их упрочнения при комбинированном тепловом и химическом воздействии;
- результаты дилатометрических измерений жидкостекольных смесей при их сушке;
- технологические режимы упрочнения стержней в нагреваемой оснастке при различных способах комбинированного упрочнения;
- технологические схемы изготовления стержней при многономенклатурном и крупносерийном производствах отливок.

Научная новизна. Установлено, что при использовании для изготовления стержней в нагреваемой оснастке определяющим фактором в формировании качества их поверхности являются процессы заполнения оснастки смесью и ее уплотнение. Для получения стержней с прочной поверхностью и низкой осыпаемостью процессы заполнения и уплотнения смеси в нагреваемой оснастке должны быть совмещены и осуществляться с такой скоростью, чтобы создать опережение момента окончания уплотнения над моментом начала теплового упрочнения. Наиболее предпочтительными для нагреваемой оснастки являются скоростные совмещенные способы гравитационно-ударного и пескодувного уплотнения. При этом для формирования плотной структуры смеси необходимо

снижать вязкость связующего и повышать его смачивающую способность к огнеупорному наполнителю, что обеспечивается добавками малых количеств поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Изучены механизмы упрочнения жидкостекольных смесей при тепловой и химической обработке, связанные в первом случае с концентрационной полимеризацией кремниекислоты, во втором случае – с ее химической нейтрализационной коагуляцией. При этом тепловое упрочнение сопровождается испарением из связующего влаги, повышающим вязкость раствора вплоть до наступления момента образования прочного полимера. Химическое упрочнение при обработке смесей углекислым газом сопровождается нейтрализационной коагуляцией гидратированного кремнезема в связующем с образованием рыхлой пространственной структуры.

Показано, что на скорость комбинированного упрочнения стержней в нагреваемой оснастке значительно влияет их газопроводность, для оценки которой принята формула Ю.П.Васина с введением коэффициента соотношения площадей f_1/f_2 , где f_1 – площадь поверхности стержня, открытая к атмосфере, f_2 – закрытая оснасткой. Установлено, что при соотношении f_1/f_2 менее 0,55 для ускорения проведения процесса термо-химического упрочнения необходимо дополнительно применять вакуумирование стержня в оснастке.

Практическая значимость работы и реализация ее в промышленности. Разработаны составы смесей на ВКЖС и технология скоростного изготовления стержней в нагреваемой оснастке с использованием способов комбинированного упрочнения смесей в производстве отливок из чугуна, стали и цветных сплавов. Высокая эффективность разработанной технологии достигается кратковременностью теплового упрочнения стержней с поверхности на первой стадии и скоростного химического или химико-вакуумного упрочнения остальной части стержня на второй стадии. Предложенная технология внедрена взамен смесей на смолах при изготовлении отливок из цветных сплавов и прошла промышленные испытания при изготовлении отливок из стали и чугуна на заводе точных заготовок и чугуно-сталелитейном заводе АО «Курганмашзавод». Получен экономический эффект 70 млн.руб. в ценах 1995 г.

Апробация работы. Работа докладывалась на ежегодных научно-технических конференциях Челябинского государственного технического университета 1994, 1995, 1996 гг., на 2-м съезде литейщиков России в г. Ульяновске в 1995 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 печатных работы и получено 4 положительных решения на выдачу патентов России: на состав смеси; способ изготовления стержней; конструкции нагреваемой оснастки.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 170 страницах, содержит 25 таблиц, 88 рисунков, состоит из введения, пяти глав, общих выводов, приложений и списка литературных источников из 68 наименований.

В первой главе приведен анализ литературы и патентных источников, рассмотрены тенденции и перспектива развития технологии изготовления стержней из жидкостекольных смесей. Приведены обоснования выбора для исследования способов комбинированного упрочнения стержней из жидкостекольных смесей, поставлена цель работы и задачи исследования.

Во второй главе приведены результаты исследования формирования структуры и прочности смесей на разных стадиях технологического процесса. Приведены результаты микроскопических исследований структуры смесей.

В третьей главе изложены результаты исследования процессов упрочнения жидкостекольных смесей при различных способах упрочнения и в зависимости от свойств связующего и состава смесей. Рассмотрен механизм упрочнения стержней в нагреваемой оснастке.

В четвертой главе приведены результаты исследований формирования основных технологических свойств жидкостекольных смесей, их влияния на качество отливок, рассмотрены пути их улучшения.

В пятой главе изложены результаты разработки и внедрения технологии скоростного изготовления стержней из смесей на ВКЖС с использованием нагреваемой оснастки и комбинированных способов упрочнения.

Приборы и методики исследования. Для исследования структуры жидкостекольных смесей использовали различного типа микроскопы, в том числе электронный и высокотемпературный микроскопы на базе МИМ-7. Дериватографические исследования проведены на дериватографе Ф.Паулик-Л.Паулик-Л.Эрден. Высокотемпературные процессы в смесях исследовали на дилатометре модели Q-1500Д и ЧГТУ с высокоскоростным нагревом. Скорость удаления растворителя из смесей при тепловой и химической обработке и остаточную влажность определяли на массоизмерительном приборе модели "DENVER INSTRUMENT Co." с микропроцессорным управлением. Изготовление образцов в нагреваемой оснастке проводили на модернизированной стандартной пескодувной установке модели 3547А и специально изготовленном приборе ЧГТУ с гравитационно-ударным уплотнением. В исследованиях также использованы стандартные приборы и методики, применяемые для контроля формовочных материалов и смесей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Анализ показал, что наиболее перспективным для изготовления форм и стержней из жидкостекольных смесей является применение комбинированных способов их упрочнения. Известен способ комбинированного упрочнения, предложенный в ЦНИИТМАШе, по которому стержни из жидкостекольных смесей сначала упрочняются обработкой углекислым газом, а затем, после извлечения из оснастки, дополнительно доупрочняются тепловой обработкой. И.П.Ренжин и А.А.Реньш успешно применили способ теплового упрочнения форм принудительным пропусканием через смесь горячего воздуха. В США, Англии и Японии при использовании жидкостекольных смесей применяют комбинацию химического упрочнения углекислым газом и вакуумирования. Об актуальности применения способов комбинированного упрочнения свидетельствуют многочисленные работы, проводимые в СНГ и за рубежом.

Для исследования в настоящей работе предложен новый способ комбинированного упрочнения стержней из жидкостекольных смесей, который, в отличие от известных, состоит в том, что формируемый стержень сначала

кратковременно и интенсивно нагревается с поверхности в контакте с предварительно нагретой оснасткой (термо-шок-процесс), а затем оставшаяся неупрочненная часть стержня обрабатывается углекислым газом (CO_2 -процесс). Поэтому в работе предложенный процесс назвали "термо-шок- CO_2 -процесс". В некоторых случаях, в зависимости от сложности конфигурации стержней, требований к их качеству и скорости упрочнения, в работе предложены различные варианты способа в комбинации с одновременным дополнительным вакуумированием.

Преимущество разработанного способа состоит в том, что, с одной стороны, тепловое упрочнение стержня на первой стадии проводится кратковременно и интенсивно непосредственно в стержневой оснастке, что обеспечивает высокую размерную точность, поверхностную прочность и, следовательно, низкую осыпаемость, с другой стороны, упрочнение углекислым газом также проводится в оснастке с присущей этому способу кратковременностью.

Применение в предложенных способах изготовления стержней нагреваемой оснастки предопределило необходимость решения ряда специфических задач, связанных с заполнением оснастки смесью, ее уплотнением, проведением режимов теплового и химического упрочнения углекислым газом. Установлено, что в отличие от применения смесей на терморезактивных смолах, процессы заполнения и уплотнения жидкостекольных смесей в оснастке имеют решающее значение для формирования качества поверхности стержней и их осыпаемости. Анализ показал, что применяемые в настоящее время способы уплотнения смесей по операционному содержанию можно разделить на две группы: способы с отдельными операциями заполнения и уплотнения смеси и способы с их совмещением. В работе исследовали применимость нагреваемой оснастки для изготовления стержней из жидкостекольных смесей при использовании как отдельных, так и совмещенных способов уплотнения. Результаты испытаний (табл.1) показали, что при выдержке смеси в контакте с нагретой оснасткой после ее заполнения до начала уплотнения более 20 секунд, применительно к отдельным способам, приводит к увеличению осыпаемости стержней и тем больше, чем выше температура нагрева оснастки.

Осыпаемость стержней
при различной выдержке до начала уплотнения (%)

Температура оснастки, °С	Время выдержки до начала уплотнения, с						
	20	40	60	80	100	120	140
60	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,35
120	0,14	0,48	0,81	1,25	2,36	3,47	5,80
240	0,58	1,81	2,68	4,97	5,58	6,12	18,60
360	1,12	2,87	3,22	5,56	6,88	9,67	28,50

Наименьшая осыпаемость стержней (до 0,06%) достигается при использовании совмещенных способов уплотнения: гравитационно-ударного и пескодувного. Однако при нагреве оснастки до температур выше 300...350°С, даже при использовании совмещенных способов уплотнения, осыпаемость стержней все же возрастает (рис. 1).

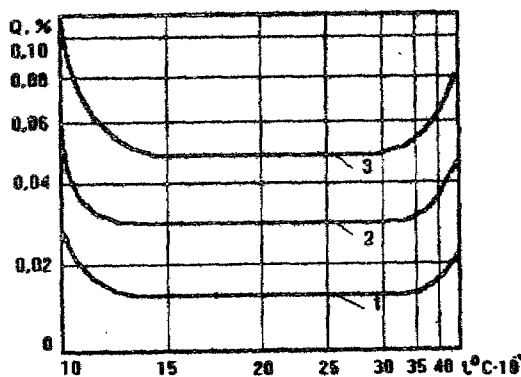


Рис. 1. Графики осыпаемости образцов при гравитационно-ударном уплотнении:
содержание ЖС, мас. %: 1) 8; 2) 6; 3) 4

При этом, чем меньше содержание связующего в смеси, тем выше осыпаемость стержней. Поверхностная прочность и осыпаемость сильно зависят от уплотняемости смесей. Исследование структуры смесей под микроскопом показало, что в исходном состоянии жидкостекольное связующее располагается

на стыке зерен наполнителя, образуя соединительные манжеты с положительным характером смачивания. Поэтому уплотняемость смесей во многом связана со смачиваемостью и вязкостью связующего.

Для увеличения уплотняемости смесей исследовали влияние различных ПАВ на смачиваемость и вязкость связующего. Наилучшие результаты получены при использовании в качестве ПАВ карбамида и Д-РАС. Добавка Д-РАС (до 0,02% от массы связующего) снижает краевой угол смачивания ЖС с 58° до 1° , а вязкость уменьшается на 25...30%, уплотняемость смеси значительно возрастает. Однако время упрочнения стержня (особенно при CO_2 -процессе) увеличивается и несколько снижается прочность после теплового и химического отверждения при прочих равных условиях. В отличие от Д-РАС добавка карбамида (до 0,6% от массы связующего) несколько меньше улучшает смачиваемость ЖС и лишь на 15...18% снижает его вязкость, но практически не влияет на прочность смеси при CO_2 -процессе и значительно увеличивает прочность после тепловой обработки. Полученные результаты положены в основу разработки составов смесей применительно к стержням для изготовления отливок из различных сплавов.

Установлено, что тепловое упрочнение жидкостекольных смесей, связанное с испарением влаги из связующего, завершается процессом концентрационной полимеризации коллоидного кремнезема с образованием прочной, близкой к стеклообразному состоянию, структуры.

В зависимости от модуля жидкостекольное связующее после теплового упрочнения придает прочностью смесям зачастую превышающую технологически регламентируемые значения. Чрезмерно высокая прочность стержней из жидкостекольных смесей нежелательна, так как может привести к плохой податливости стержней в низкотемпературном диапазоне нагрева и, тем самым, вызвать опасность трещинообразования в отливках, а также приводит к плохой выбиваемости смесей. Исследования показали, что прочность смесей после теплового упрочнения в 5...7 раз превышает прочность после химического упрочнения углекислым газом. Поэтому, учитывая возможность формирования наружного слоя стержня тепловым упрочнением в нагреваемой оснастке, можно несколько снизить его прочность для улучшения важнейшего свойства жидкостекольных смесей – выбиваемости. Указанное достигается обычно либо

снижением содержания в смесях связующего, либо повышением его силикатного модуля. Исследования показали, что кардинально улучшить выбиваемость стержней при высоких исходных физико-механических свойствах смесей можно за счет повышения модуля ЖС до 3,3...3,8 ед. Это связующее назвали высококремнеземистым жидкостекольным связующим (ВКЖС). Установлено, что ВКЖС не только значительно улучшает выбиваемость, но и способствует более быстрому как тепловому, так и химическому упрочнению при сокращении удельного расхода углекислого газа. По результатам исследований разработаны и внедрены составы стержневых смесей, представленные в табл.2

Таблица 2

Составы смесей

Наименование компонентов	Содержание компонентов по видам литья		
	стальное	чугунное	из цветных сплавов
Кварцевый песок марки 2К ₁ О ₃ 03	Основа	-	-
Кварцевый песок марки 2К ₁ О ₃ 02	-	Основа	Основа
ВКЖС, мас. %	6...7	5...7	5...6
М, ед	2,8...3,3	3,3...3,8	3,3...3,8
γ, кг/м ³	1500...1510	1480...1500	1470...1480
ПАВ - мочевины, мас. %	0,8	0,6	0,2
ПАВ - Д-РАС, мас. %	-	-	0,02
Гранулированный уголь, мас. %	0,8...1,0	1,2...1,5	-

Исследования показали, что стержни, получаемые в нагреваемой оснастке из смесей на ВКЖС, имеют ряд положительных свойств: низкую осыпаемость, высокую стойкость против термического и химического пригара, хорошую податливость, выбиваемость и регенерируемость песка из отходов смеси после выбивки.

Комбинированное тепловое и химическое упрочнение жидкостекольных смесей в нагреваемой оснастке связано с фильтрацией через поры формируемого стержня как образующихся паров воды, так и углекислого газа. Поэтому важным

показателем в скорости формирования стержня является его газопроводность, которую оценивают формулой: $\Pi = k f / h$, где k – газопроницаемость смеси, ед.; f и h – соответственно площадь и высота стержня.

Учитывая, что при формировании стержней в оснастке часть их поверхности, обычно знаковые части, открыты к атмосфере, а другие – закрыты оснасткой, известная формула преобразована с введением коэффициента соотношения площадей: f_1/f_2 , где f_1 – открытых к поверхности и f_2 – закрытых. У стержней с сильно развитыми знаковыми частями, открытыми к атмосфере, газопроводность оказывается достаточной для эффективной фильтрации паров воды и углекислого газа под давлением 0,2...0,25 МПа без наколов в смеси. Показано, что при соотношениях f_1/f_2 менее 0,55 для улучшения процессов фильтрации необходимо принудительное вентилирование стержней и оснастки. Эффективная вентиляция оснастки осуществляется приложением вакуума с разрежением 0,02...0,025 МПа. Для улучшения естественного и принудительного вентилирования стержней при комбинированном упрочнении разработана нагреваемая оснастка с газопроницаемыми пористыми формообразующими элементами из термостойкой керамики.

Важным в технологии является определение необходимой толщины слоя стержня, формируемого тепловым упрочнением. Установлено, что для гарантированного исключения осыпаемости стержня минимальная толщина его поверхностной корочки должна быть около 3 мм. При необходимости повышения общей прочности стержня при термо-химическом упрочнении толщину наружного слоя можно увеличивать. Однако при формировании слоя теплового упрочнения более 30 мм значительно увеличивается общая продолжительность изготовления стержня, что нецелесообразно из-за снижения производительности и повышения энергозатрат. На рис.2 показаны графики изменения продолжительности формирования разной заданной толщины наружного слоя стержня при тепловом упрочнении в зависимости от температуры оснастки.

По результатам исследований разработаны режимы изготовления стержней и предложены конструкции оборудования применительно и индивидуально и механизированному производству. На рис.3 представлена схема конструкции

промышленной установки для комбинированного изготовления стержней в нагреваемой оснастке в производстве чугунного литья.

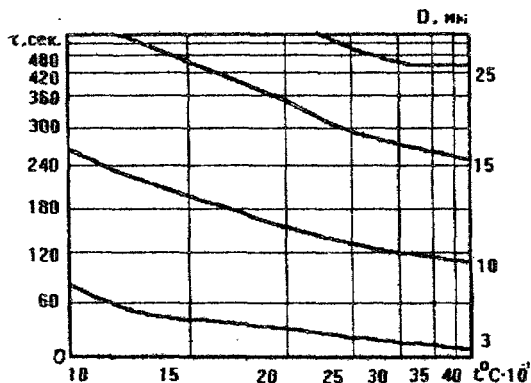


Рис. 2. Графики толщины слоя теплового упрочнения стержня

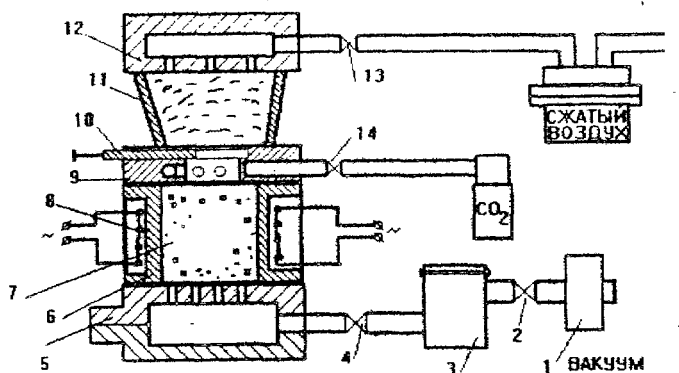


Рис. 3. Схема промышленной установки для комбинированного изготовления стержней: 1 - вакуумнасос; 2, 4, 13, 14 - кран; 3 - вакуумный ресивер; 5 - вакуумная камера; 6 - стержневой ящик; 7 - стержень; 8 - электроннагреватель; 9 - вдувная головка; 10 - шибер; 11 - передвижной резервуар; 12 - воздуходувная головка

Смесь на ВКЖС и технология скоростного изготовления стержней внедрена в производство отливок из чугуна, стали и алюминиевых сплавов взамен смесей на смоляных связующих материалах.

Экономический эффект достигается за счет удешевления применяемых

исходных материалов, улучшения санитарных условий труда и повышения качества отливок.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ производства и литературных источников показал, что применяемые для изготовления стержней смоляные связующие не всегда удовлетворяют современным экономическим и экологическим требованиям и характеризуются значительно более высокой стоимостью и дефицитностью в сравнении жидкостекольным связующим, но имеющим ограниченное применение в крупносерийном производстве отливок, которое, во многом, связано с повышенной осыпаемостью форм и стержней при CO_2 -процессе и плохой выбиваемостью смесей из отливок при тепловом отверждении. Вместе с тем, свойства жидкостекольного связующего и возможности его применения при изготовлении форм и стержней для отливок из различных сплавов в полной мере в промышленности не реализованы.

2. Предложен новый способ комбинированного отверждения смесей на высококремнеземистом жидком стекле (ВКЖС) – термо-шок- CO_2 -процесс, в котором упрочнение осуществляется в две стадии: на первой стадии – кратковременным интенсивным тепловым воздействием для отверждения стержня с поверхности в нагреваемой оснастке (термо-шок-процесс), а на второй – упрочнение углекислым газом оставшейся части стержня (CO_2 -процесс). Улучшение фильтрации паров воды и углекислого газа через поры смеси дополнительно достигается вакуумированием.

3. Установлено, что с повышением силикатного модуля связующего его вязкость возрастает, смачивающая способность ухудшается, а скорость концентрационной полимеризации и химической коагуляции увеличиваются. При этом несколько снижаются прочностные свойства стержней после упрочнения, но значительно улучшается их выбиваемость из отливок. Для улучшения смачиваемости и снижения вязкости в состав ВКЖС для разработанных смесей предложены добавки ПАВ в виде мочевины или алкилсурилла (Д-РАС). При введении карбамида от 0,2 до 0,6% к массе жидкого стекла краевой угол

смачивания на кварце уменьшается с 52° до 30°, а при добавлении Д-РАС около 0,02% – с 52° до 10°. При этом оптимальная прочность смеси достигается при содержании ВКЖС в количестве 5,5...7%.

4. Показано, что при тепловой обработке прочность стержней в 5...7 раз выше прочности достигаемой при химической обработке. Причем, чем ниже силикатный модуль связующего, тем больше разница в прочности. Повышение модуля связующего несколько снижает прочность стержней в исходном состоянии, но после тепловой обработки поверхности достигаемая прочность исключает осыпаемость, характерную для химически упрочненных стержней. Для разработки составов смесей предложено использовать высококремнеземистое жидкостеклянное связующее (ВКЖС) с модулем 3,3...3,8 ед.

5. Определено, что для формирования качественной поверхности стержней, изготавливаемых из смесей на ВКЖС в нагреваемой оснастке, наиболее предпочтительными являются совмещенные способы заполнения и уплотнения: гравитационно-ударный и пескодувный. При этих способах процессе формообразования происходит с опережением заметного теплового воздействия на стержень нагреваемой оснастки.

6. Выявлено, что при тепловом упрочнении из связующего при 90...95°С удаляется 60...75% водного растворителя, а химически связанная вода – при температурах 300...400°С. Чем выше модуль, тем большее количество воды удаляется при низких температурах за более короткое промежуток времени. Установлено, что при химическом упрочнении основная часть водного растворителя остается в порах скоагулированного кремнегеля и обеспечивает, в значительной мере, его прочность. При удалении иммобилизованной воды сформированный каркас кремнегеля деформируется и вызывает снижение прочности стержней. Поэтому такие стержни необходимо изолировать от атмосферы быстросохнущими противопопригарными покрытиями.

7. Определено, что добавка Д-РАС снижает прочность смесей на ВКЖС как в исходном состоянии, так и после теплового упрочнения. Добавка карбамида снижает прочность смеси в исходном состоянии, обеспечивая хорошую уплотняемость, но значительно повышает прочность стержня после тепловой обработки. При химическом упрочнении добавка Д-РАС уменьшает как скорость

отверждения, так и конечную прочность смесей. При добавке карбамида скорость упрочнения смесей уменьшается незначительно, а прочность практически не изменяется. Поэтому в большинстве случаев предпочтительным является введение в смесь добавки карбамида в количестве 0,2...0,6% от массы связующего.

8. Исследование служебных свойств смесей на ВКЖС показал, что стержни из разработанных смесей обладают хорошей податливостью, легкой выбиваемостью и повышенными противопригарными свойствами. Высокая податливость стержней связана с улучшением доуплотняемости смесей в диапазоне температур 600...650°C; хорошая выбиваемость достигается за счет повышения температуры образования жидкой фазы с 800 до 900...1100°C при вторичном силикатообразовании, а высокие противопригарные свойства – благодаря повышению термостойкости смесей.

9. Установлено, что для получения стержней с низкой осыпаемостью достаточно тепловым упрочнением получить толщину поверхностного слоя 3...5 мм. Для повышения общей прочности стержня толщину слоя теплового упрочнения можно увеличить до 25 мм, изменяя продолжительность выдержки стержня в контакте с нагретой оснасткой до начала обработки углекислым газом.

10. Экспериментально определено, что продолжительность формирования стержней как при тепловом, так и при химическом упрочнении, сокращается при дополнительном воздействии вакуума. Применение вакуума позволяет проводить термо-вакуумное и термо-химико-вакуумное упрочнение. При этом скорость упрочнения возрастает в 3...5 раз, а прочность, достигаемая химическим упрочнением, увеличивается на 30...35%.

11. На основании результатов исследований разработаны и запатентованы составы смесей, способы комбинированного упрочнения стержней и конструкции стержневой нагреваемой оснастки с пористыми газопроницаемыми формообразующими элементами из металлокерамики. Внедрение технологии осуществлено на предприятии АО «Курганмашзавод» при изготовлении отливок из алюминиевых сплавов с экономическим эффектом 70 млн.руб. в ценах 1995 года и опробовано в производстве отливок из чугуна и стали.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Изготовление стержней из жидкостекольной смеси в нагреваемой оснастке / З.Я.Иткис, М.В.Никифорова, А.П.Никифоров и др. // Литейное производство. – 1995. – № 4. – С.37.
2. Иткис З.Я., Никифорова М.В. Повышение скорости отверждения жидкостекольных смесей в нагреваемой оснастке // Теория и технология литейного производства: Сб.научн.трудов / Под ред. д.т.н.,проф. Б.А.Кулакова. – Челябинск: ЧГТУ, 1996. – С.114-118.
3. Иткис З.Я., Никифорова М.В. Формирование прочности жидкостекольных смесей при нагреве // Там же. – С.107-113.
4. Никифоров С.А., Никифорова М.В. Получение высококремнеземистого жидкостекольного связующего при модифицировании кремнеземом // Там же. – С.45-48.
5. Способ изготовления литейных стержней или форм из жидкостекольных смесей / З.Я.Иткис, М.В.Никифорова, А.В.Афонаскин и др. // Положительное решение о выдаче патента России по заявке № 94-037649/02 от 06.10.1994.
6. Устройство для изготовления литейных стержней и форм / З.Я.Иткис, М.В.Никифорова, А.В.Афонаскин и др. // Положительное решение о выдаче патента России по заявке № 94-037798/02 от 07.10.1994.
7. Жидкостекольная смесь для изготовления литейных стержней и форм в нагреваемой оснастке / З.Я.Иткис, М.В.Никифорова, А.В.Афонаскин и др. // Положительное решение о выдаче патента России по заявке № 94-037651/02 от 06.10.1994.
8. Способ изготовления литейных стержней и форм в нагреваемой оснастке / З.Я.Иткис, М.В.Никифорова, А.В.Афонаскин и др. // Положительное решение о выдаче патента России по заявке № 96106924/02 от 22.10.96.

Иткис

Издательство Челябинского
государственного технического университета

ЛР № 020364 от 10.04.97 г. Подписано в печать 08.05.97. Формат
60x84 1/16. Печать офсетная. Усл.печ.л. 0,98. Уч.-изд.л. 1.
Тираж 100 экз. Заказ 150/166.

УОП издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 93.