

Челябинский государственный технический университет

На правах рукописи

Никифоров
НИКИФОРОВ Сергей Алексеевич

РАЗРАБОТКА НОВОГО СОСТАВА СИЛИКАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО
И САМОТВЕРДЕЮЩИХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Специальность: 05.16.04 - Литейное производство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск - 1994

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

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Ю.П.Васин

Официальные оппоненты: академик МИРИА,
АТН Российской Федерации,
АН Чувашской Республики,
доктор технических наук,
профессор И.Е.Илларионов ;

главный инженер
Челябинского КТИАМ,
кандидат технических наук
Ю.Е.Порошин

Ведущее предприятие - Челябинский завод "СТАНКОМАШ"

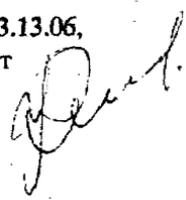
Защита состоится "18" нояб 1994г. в 14 час. 00 мин. на заседании специализированного совета К.053.13.06 Челябинского государственного технического университета.

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

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЧГТУ.

Автореферат разослан "6" нояб 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета К.053.13.06,
кандидат технических наук, доцент


Б.Э.Клецкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Современное развитие технологии литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) определяется повышением качества литых изделий, снижением их себестоимости, улучшением экологии производства. Перспективным в этом направлении является применение в технологии ЛВМ связующих на основе жидкого стекла (ЖС). Это подтверждается многочисленными публикациями как в СНГ, так и за рубежом. Однако связующие на основе стандартного ЖС имеют ряд недостатков, которые приводят к повышенному браку оболочек и отливок, нарушению стабильности производства. Эти недостатки связаны с повышенным содержанием в ЖС щелочных соединений.

Улучшить комплекс технологических свойств жидкостекольных оболочковых форм можно путем модифицирования ЖС активными к пептизации кремнеземосодержащими материалами и химическими реагентами, обеспечивающими эффективное упрочнение оболочек на разных стадиях технологии. Поэтому важно изучить свойства силикатных связующих, характер формирования оболочек на различных технологических стадиях, процессы высокотемпературных превращений в керамике при прокатке.

Цель работы. Изучить процессы формообразования жидкостекольных оболочек и с учетом полученных результатов разработать новый состав связующего с высоким содержанием коллоидного кремнезема, способы приготовления связующего и технологию ЛВМ на его основе для уменьшения брака форм и отливок, снижения себестоимости литья и повышения стабильности производства.

Задачи исследования:

- установить связь разновидностей технологии ЛВМ с величиной брака оболочек и отливок;
- исследовать совместное влияние состава связующего и параметров технологии и с помощью математических методов найти области их оптимальных значений и свойств оболочек;
- изучить процессы высокотемпературных превращений в керамике и установить их связь со свойствами оболочек;
- исследовать и разработать способы модифицирования ЖС активными кремнеземосодержащими материалами и химическими реагентами для получения высококремнеземистого жидкостекольного связующего (ВКЖС) и самотвердеющих суспензий;

- изучить механизм упрочнения и разработать технологию изготовления оболочек из самотвердеющих суспензий;
- испытать и освоить в производстве технологию изготовления оболочек с использованием ВКЖС и СС.

Основные положения, представляемые к защите:

- результаты анализа разновидностей технологий ЛВМ на ЖС по ряду заводов;
- оптимизационные зависимости прочностных свойств оболочек и состава связующего; полученные методом планирования экспериментов;
- результаты дилатометрического и термогравиметрического анализов высокотемпературных превращений в керамике при прокатке;
- механизм и способы приготовления ВКЖС и самотвердеющих суспензий;
- технология изготовления оболочек с применением ВКЖС и самотвердеющих суспензий.

Научная новизна. Определена роль щелочных соединений связующего в формировании свойств жидкостекольных оболочек. Установлено, что низкомолекулярные составы связующего увеличивают содержание в оболочках химически связанной и иммобилизованной воды, которая является основной причиной разупрочнения оболочек на стадии выплавки моделей. Определено, что остаточная вода вызывает также дополнительное (к термическому) расширение и расслоение оболочек при прокатке. Установлено, что при прокатке щелочные соединения являются основной причиной пластической деформации керамики и нарушения размеров оболочек. Теоретическим расчетом определено изменение количества жидкой силикатной фазы в керамике при прокатке с изменением модуля исходного связующего.

Методом математической статистики определены допустимые пределы изменения состава связующего по модулю, при которых достигаются оптимальные прочностные свойства оболочек на разных стадиях технологии. Эти пределы характеризуются величиной модуля исходного связующего от 4,5 до 6,5 ед.

Установлено, что добавки кальций-магниевых материалов в высококремнеземистое связующее способствуют химическому отверждению суспензий с длительным инкубационным периодом коагуляции коллоидного кремнезема. Установлено, что при этом повышаются такие важные свойства оболочек, как гидростойкость за счет образования в пленках связующего кальций-натриевых водостойких

гидросиликатов, термпрочность и термостойкость за счет твердофазного спекания керамики при прокатке. Изучен механизм отверждения самотвердеющих суспензий на основе высококремнеземистого связующего и установлена особенность их упрочнения в тонком слое оболочек при воздушной сушке.

Изучен механизм и кинетика взаимодействия ЖС с добавками активного кремнезема при приготовлении высококремнеземистого связующего.

Практическая значимость работы и реализация ее в промышленности. Разработаны новый состав связующего - ВКЖС, самотвердеющие суспензии (СС) на его основе и технология изготовления комбинированных и единых многослойных оболочек, обеспечивающие уменьшение брака оболочек и отливок, сокращение времени и стабилизацию по параметрам производственного цикла, снижение себестоимости литья. Разработанная технология внедрена на Челябинском заводе "Станкомаш" (ЧЗС) и Кыштымском машиностроительном заводе (КМЗ). При этом достигнуто снижение себестоимости 1 т литья по ЧЗС на 52 руб. 78 коп. и по КМЗ на 25 руб. 45 коп. (по актам внедрения в ценах 1990г.). Продолжаются работы на Рязанском заводе "Центролит" (РЗЦ). Расчетный эффект по РЗЦ в ценах 1992г. составляет 4,5 млн.руб.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях: "Новые формовочные материалы в литейном производстве", Челябинск, 1989; "Охрана труда и прогрессивные технологические процессы в литейном производстве", Чебоксары, 1990; "Рациональное использование материальных ресурсов в литейном производстве", Челябинск, 1991.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ и получено 2 авторских свидетельства на изобретения.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 137 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 68 рисунков, состоит из введения, шести глав, общих выводов, приложений и списка литературных источников из 138 наименований.

В первой главе приведен анализ литературы и патентов, рассмотрены тенденции и перспективы развития технологии ЛВМ с использованием ЖС. Приведены цель, теоретические и практические предпосылки работы, задачи исследования.

Во второй главе приведен анализ по ряду заводов разновидностей технологий ЛВМ и их связи с качеством оболочек и отливок. Представлены результаты исследования методом планирования экспериментов по оптимизации прочностных свойств оболочек, состава связующего и параметров технологии.

В третьей главе изложены результаты исследования свойств жидкостекольной керамики при высоких температурах. Представлен теоретический расчет количества образующейся жидкой силикатной фазы в керамике при прокатке и механизм ее влияния на термомеханические свойства оболочек.

В четвертой главе рассмотрены процессы формирования оболочек из самотвердеющих суспензий. Рассмотрена особенность затвердевания самотвердеющих суспензий в тонком слое оболочки. Представлены составы суспензий и технология изготовления оболочек.

В пятой главе рассмотрены процессы и способы приготовления ВКЖС с использованием активных кремнеземосодержащих материалов.

В шестой главе представлены результаты испытания и внедрения в производство нового состава связующего - ВКЖС и технологии изготовления оболочек.

Приборы и методики исследования. Для оптимизации состава связующего и параметров технологии применен метод планирования экспериментов с обработкой результатов на ЭВМ. Высокотемпературные процессы исследовали на dilatометре модели Q-1500Д, дериватографе системы Ф.Паулик-Л.Паулик-Л.Эрден, высокотемпературном микроскопе на базе МИМ-7. Прочность керамики при нагреве определяли на модернизированном стандартном приборе по методу В.А.Озерова. Расчет количества образующейся жидкой фазы в керамике проведен по методу Ю.П.Васина. Определение живучести самотвердеющих суспензий проводили на автоматизированном приборе (по а.с.№ 137792) методом погружения иглы Вика. Структурные превращения в самотвердеющих композициях определяли с использованием дериватографа и дифрактометра УРС-50. Процессы пептизации кремнезема при модифицировании связующего исследовали с помощью вискозиметров и оптического нефелометра Клейнманна. В исследованиях также использованы стандартные приборы и методы, применяемые в ЛВМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Анализ литературы показал, что в направлении улучшения свойств ЖС, применяемого в ЛВМ, прослеживается два направления: обработка

ЖС неорганическими кислотами или их солями и очистка его от щелочных соединений методом перегонки через катионообменные смолы.

Ни тот, ни другой путь в полной мере не удовлетворяет производство. При обработке ЖС кислотами или их солями щелочные соединения остаются в связующем и сохраняют свое влияние на процессы формообразования. Кремнезоли, очищенные от щелочных соединений, не обеспечивают оболочкам такие важные технологические свойства как гидростойкость, термостойкость и имеют высокую стоимость.

Стандартное ЖС имеет максимальный модуль 3,2 ед. На практике фактически используется ЖС с модулем от 2,2 до 3,2 ед. Поэтому при подготовке ЖС в технологиях ЛВМ часто проводят его предварительную обработку, например, хлористым аммонием, неорганическими кислотами и др.

Проведенный анализ разновидностей технологий на заводах ЧТЗ, ЧелябинЗИП, КМЗ, УРАЛАЗ, РЗЦ показал, что брак оболочек и отливок выше в тех технологиях, в которых используется низко модульное ЖС (КМЗ, ЧелябинЗИП). Особенно высок брак оболочек на заводах, где ЖС не контролируется по модулю (РЗЦ). Установлено, что предварительная обработка ЖС, например хлористым аммонием, способствует снижению брака оболочек на стадии выплавки моделей, но не устраняет их брак на стадии прокатки и заливки.

В работе определена роль щелочных соединений связующего в формировании оболочек на разных стадиях технологии.

Исследовали технологию формирования многослойной оболочки с воздушной сушкой каждого слоя. В качестве контрольных параметров выбрали прочность оболочек после выплавки моделей в модельном расплаве или горячей подкисленной (по норме производства) воде, при нагреве до 800°C - "горячая прочность" (ГП), и после охлаждения прокаленных оболочек. Установлено, что при воздушной сушке образцов щелочные соединения мигрируют к поверхности (в направлении от модели), создавая градиент изменения состава связующего по сечению каждого нанесенного слоя. Химическим анализом определено, что на внутренней поверхности в направлении от модели содержание щелочей в каждом слое снижается до 40%, а на наружной - повышается до 80% от исходного содержания. В результате этого создается неравномерность прочности, а из-за разности усадки поверхностей - возникновение напряжений между слоями оболочек. Эти процессы приводят к расслоению частичному разрушению оболочек при выплавке моделей и прокатке. Установлено, что при выдержке высушенных образцов в модельном расплаве по мере нагрева они размягчаются и теряют прочность

на 40...80% в зависимости от модуля связующего. Чем ниже модуль, тем больше теряется прочность оболочек. Установлено, что это связано с воздействием остаточной влаги в пленках ЖС, которые при нагреве в замкнутом пространстве модельного расплава размягчаются из-за плавления щелочи в остаточной химически связанной и иммобилизованной воде. Установлено, что при охлаждении после выплавки моделей прочность оболочек увеличивается за счет упрочнения модельного состава, находящегося в порах материала оболочек. Однако зародившиеся трещины и расслоения в оболочках сохраняются и снижают их сравнительную прочность. Вместе с тем установлено, что щелочные соединения способствуют спеканию керамики при прокатке оболочек и повышению их прочности после охлаждения. При этом избыток щелочей в связующем способствует залечиванию мелких трещин керамики, но вызывает развитие крупных трещин и расслоение из-за снижения ГП и высокой пластической деформации оболочек. При недостатке щелочей в связующем снижается термостойкость оболочек и их прочность после охлаждения.

Таким образом щелочные соединения ЖС проявляют как отрицательное, так и положительное влияние на процесс формобразования оболочек. Поэтому необходимо было определить допустимые пределы их содержания в связующем при которых достигаются оптимальные свойства оболочек на разных стадиях формообразования.

Оптимизация состава связующего по модулю проведена методом планирования экспериментов с обработкой результатов на ЭВМ. Получены уравнения регрессии и факторные графические и табличные зависимости прочностных свойств образцов на выбранных стадиях исследуемой технологии от модуля, плотности связующего и вязкости суспензии. На рис.1 представлены графические зависимости прочности от модуля и плотности связующего при фиксированных значениях вязкости суспензии.

Как видно, все зависимости по характеру приближаются к параболическому изменению. Поэтому с помощью ЭВМ провели обработку результатов экспериментов и определили область оптимальных значений прочности для указанных трех стадий технологии, которая располагается при значениях модуля связующего от 4,5 до 6,5 ед., его плотности от 1200 до 1250 кг/м³ и вязкости от 38 до 45 с по ВЗ-4. На рис.2 представлена полученная на ЭВМ одна из номограмм прочностей, оптимальная область которых для выбранных стадий технологии располагается при модуле связующего около 5 ед., плотности около 1250 кг/м³ при фиксированной вязкости 45 с.

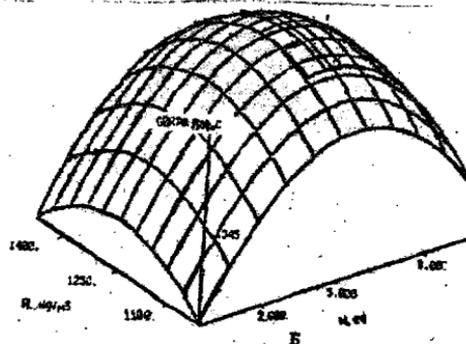
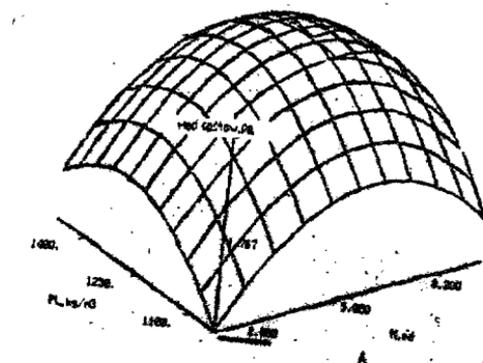


Рис.1 Графические зависимости прочности от модуля и плотности связующего при фиксированных значениях вязкости суспензии

а - после выплавки модели

б - горячая прочность при 800°C

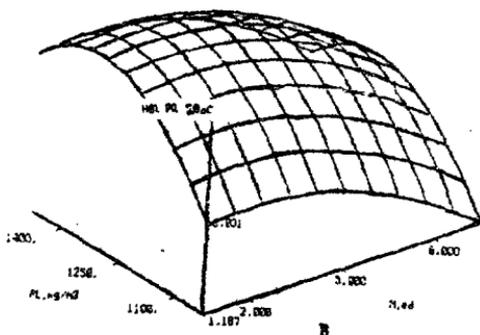


Рис.1 в - прочность после охлаждения (продолжение)

Связующее с модулем 4,5...6,5 ед. отличается по количественному составу от стандартного ЖС, поэтому его условно назвали высококремнеземистым жидкостекольным связующим (ВКЖС).

Сравнительные исследования образцов из связующих разного состава при высоких температурах показали существенные различия в их деформации и термопрочности в зависимости от модуля связующего. На рис.3 показаны графики деформаций образцов с модулем связующего, ед.: 2,5; 3; 5; 45, испытанных при одинаковых условиях нагрева.

Установлено, что в зависимости от модуля связующего деформация расширения при нагреве протекает до температуры 620...638°C и соответственно для вышеуказанных модулей составила, %: 2,45; 1,59; 1,45; 1,41. Пластическая деформация (уменьшение размера образца по высоте при постоянной нагрузке), которая начинается при температурах выше 620...638°C соответственно составила, %: 1,91; 0,5; 0,14; 0.

Более высокое расширение образцов с низким модулем связующего связано с повышенным содержанием в них иммобилизованной и химически связанной воды, которая при нагреве вспучивает пленки связующего. Это подтверждается результатами испытания на дериватографе, по которым установлено изменение массы образцов с теми же значениями модуля связующего соответственно, %: 2,27; 1,5; 0,93; 0,44. На термограммах всех образцов отмечены участки эндозффектов при температурах 100°C, а для образцов с модулем 2,5 и 3 ед. также при

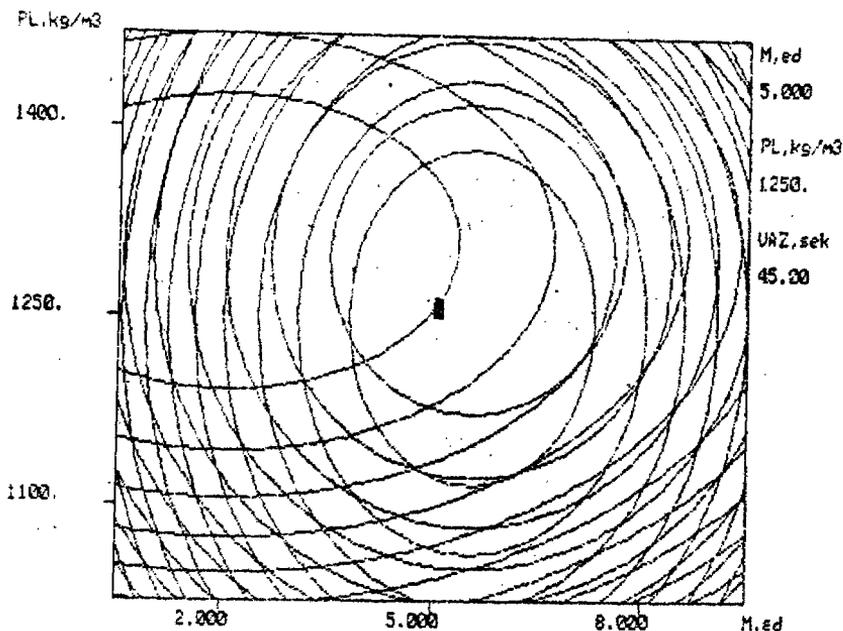


Рис.2 Номограмма оптимальных прочностей

температурах, °C: 270; 440; 490. Наблюдения на высокотемпературном микроскопе показали, что высушенные пленки низко модульного связующего и суспензий при нагреве до 600°C сначала вспучиваются, вызывая дополнительное (к термическому) расширение образцов, а затем при дальнейшем нагреве размягчаются и уплотняются. Причем более интенсивное вспучивание и размягчение наблюдается у образцов на низко модульном ЖС. При этом существенно изменяется прочность образцов в нагретом состоянии - "горячая прочность" (ГП). С уменьшением модуля связующего ГП при температурах прокалики 800...850°C сильно уменьшается и при модуле ЖС 2,5 ед. она доходит до нуля. Величина ГП при прокалике определяется количеством образующейся в керамике при вторичном силикатообразовании жидкой силикатной фазы и ее вязкостью. Расчеты по диаграмме состояния $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ показали, что при одинаковом исходном содержании связующего количество жидкой фазы в образцах на кремнеземистом наполнителе с низко модульным связующим 2,5 ед. на 16% больше, чем в образцах с модулем 3 ед. Согласно данным А.А.Аппена это

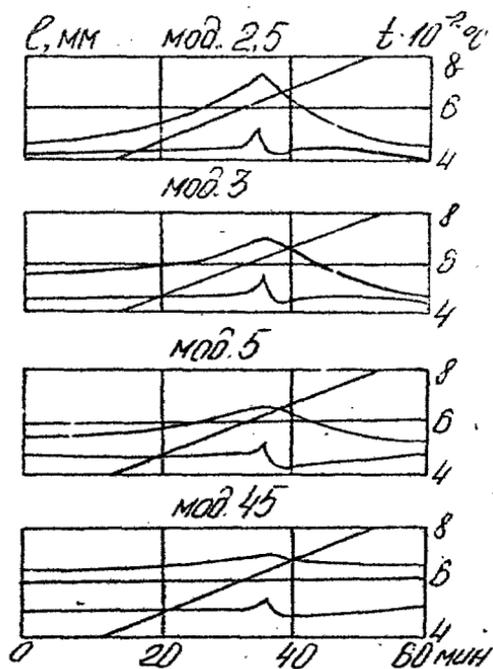


Рис.3 Графики деформации

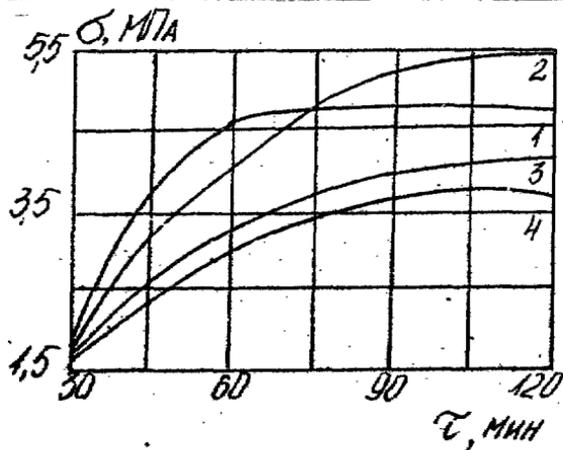


Рис.4 Графики изменения прочности

объясняется превалированием по скорости процесса образования жидкой фазы в силикатах доэвтектического состава (при модуле от 2-х до 3 ед.) над процессом ее расхода на растворение кварцевого наполнителя в заэвтектических составах (при модуле от 3-х и более). Причем наименьшая вязкость силиката достигается при модуле 3 ед.

Таким образом, применение высокремнеземистого связующего ВКЖС с модулем 4,5...6,5 ед. позволяет снизить в керамике при прокатке количество жидкой силикатной фазы и увеличить ее вязкость, что обеспечивает сохранение ГП оболочек на высоком уровне, например для модуля 5 ед. около 1,3...1,5 МПа, при котором полностью исключается пластическая деформация керамики и связанные с ней отклонения размеров оболочек.

Вместе с тем установлено, что с повышением модуля связующего снижается термостойкость оболочек, оцениваемая в работе по остаточной прочности керамики после охлаждения на воздухе и быстром вторичном нагреве до 1200°C. Установлено, что при теплосменах снижение прочности тем больше, чем выше модуль и меньше плотность исходного связующего. Поэтому при использовании технологий, в которых предусматривается прокатка оболочек без опорного наполнителя, хранение их после прокатки и заливка в холодном состоянии (например на Челябинце, КМЗ, РЗЦ), необходимо применять меры по повышению термостойкости керамики.

Установлено, что наиболее подходящей мерой для повышения термостойкости оболочек является применение в составе суспензий кальций или магний содержащих добавок, которые, способствуя твердофазному спеканию керамики, не вызывают ее пластической деформации при прокатке и снижение прочности при быстром охлаждении после прокатки и при заливке формблоков металлом.

В работе подробно исследовали влияние на процесс формирования оболочек двухкальциевого силиката ($C_2S_{\%}$) в виде саморассыпающегося шлака феррохромового производства. Установлено, что добавки указванного материала не только повышают термостойкость и термопрочность керамики при прокатке, но и улучшают свойства оболочек при воздушной сушке за счет эффекта самотвердения суспензий. В частности, увеличивается скорость упрочнения и конечная прочность, а также повышается гидростойкость оболочек, уменьшающая их разупрочнение при выплавке в модельном расплаве или горячей воде. Важным фактором для самотвердеющих суспензий (СС) оказалась их живучесть. Установлено, что живучесть суспензий с добавками свежeproкаленного $\% C_2S$ составляет 40...60 мин., что достаточно для технологии изготовления оболочек небольшими партиями, когда полностью расходуется весь объем

приготовленной суспензии (например как на ЧЗС). Однако этого времени недостаточно для устойчивой работы в условиях конвейерного производства. Учитывая, что γ C_2S является эффективным, дешевым и широко распространенным в литейном производстве материалом, исследовали возможность повышения живучести СС с его применением.

Одним из простых и доступных путей повышения живучести СС является предварительная водная обработка отвердителя. Установлено, что при водной обработке γ C_2S происходит гидратация его частиц с поверхности и снижение активности к жидкостекольному связующему. При этом эффект самотвердения уменьшается, но влияние добавки γ C_2S на термостойкость и термпрочность оболочек сохраняются. С помощью водной обработки γ C_2S в зависимости от ее длительности удалось увеличить живучесть СС до 3...8 часов, что вполне удовлетворяет условиям конвейерного производства при периодическом обновлении суспензии в расходном баке по мере ее потребления на формообразование.

При исследовании установлена особенность отверждения СС в тонком слое суспензии, нанесенной на блок. Согласно работам П.А.Борсука и С.П.Дорошенко процесс затвердевания ЖС с двухкальциевым силикатом сопровождается коагуляцией коллоидного кремнезема и образованием гидросиликатов кальция. Установлено, что прочность в нанесенном на блок слое при воздушной сушке и гидростойкость оболочек зависят от полноты образования в связующей композиции гидросиликатов. Рентгеноструктурным анализом установлено, что появление гидросиликатов кальция: ксонотлита, тоберморита в связующей композиции обнаруживается через 60...80 мин. после выдержки образцов на воздухе. При этом замечено, что образование гидросиликатов кальция связано с водным балансом в связующей композиции. При уменьшении содержания воды в системе образование гидросиликатов замедляется.

Определено, что в тонком слое суспензии при воздушной сушке оболочек одновременно протекают два процесса упрочнения. Один из процессов связан с удалением из связующего воды в атмосферу, при котором происходит повышение плотности связующей композиции и концентрационное упрочнение в ней коллоидного кремнезема. При этом, в отличие от обычной жидкостекольной суспензии, пленки связующей композиции из СС имеют более пористую структуру, способствующую хорошему удалению воды испарением из материала оболочки. Поэтому, как установлено с помощью дериватограммы, в материале оболочек из СС на 85% содержится меньше иммобилизованной воды.

Второй процесс упрочнения определяется химическим взаимодействием жидкостекольного связующего с C_2S , который сопровождается образованием гидросиликатов кальция.

Установлено, что если второй процесс превалирует над первым, то конечная прочность и гидростойкость оболочек увеличиваются. Исследованием определено, что развитие второго процесса усиливается при использовании в суспензии ПАВ, замедляющих испарение воды из связующей композиции. На рис.4 представлены зависимости изменения прочности образцов при воздушной сушке: 1 - с γC_2S без ПАВ; 2 - с γC_2S и ПАВ; 3 - с γC_2S , обработанного предварительно водой; 4 - без отвердителя.

Лучшие результаты получены с добавками ПАВ в виде пасты РАС и машинного масла. Для подавления пенообразования совместно с ПАВ в суспензиях применяются пеногасители в виде моноэтаноламина. При этом добавки ПАВ улучшают смачиваемость моделей самотвердеющими суспензиями, необходимую при формировании лицевых слоев оболочек.

На основании результатов исследования разработаны составы самотвердеющих суспензий с использованием ВКЖС и технологии партионного и конвейерного изготовления многослойных оболочек.

В работе исследованы процессы, протекающие при приготовлении ВКЖС из стандартного ЖС с добавками растворов кремнезоля, аэросила и аморфного микрокремнезема в виде электрофильтровой пыли ферросплавных печей. Рассмотрен механизм пептизации кремнезема при различных условиях введения добавки, интенсивности перемешивания и нагрева.

При введении раствора кремнезоля в ЖС сначала наблюдается флокуляция коллоидного кремнезема, а затем его пептизация в раствор. Установлено, что это связано с перестройкой мицелл кремнезоля, имеющего малое содержание стабилизирующего иона. При введении твердых порошкообразных материалов аэросила или микрокремнезема вязкость обрабатываемого ЖС сначала сильно повышается, а затем снижается и стабилизируется. Наблюдения под микроскопом и с помощью оптического нефелометра показали, что пептизация твердого кремнезема происходит медленно в течение 30...40 мин. при активном перемешивании. Процесс ускоряется при нагреве раствора. Наилучшие результаты приготовления ВКЖС получены при автоклавной обработке стандартной силикат-глыбы совместно с микрокремнеземом. ВКЖС, полученное автоклавным способом, испытано и внедрено на ЧЗС для изготовления комбинированных с ЭТС слоями оболочек. При этом достигнуто снижение брака оболочек и отливок на 20%, уменьшен расход этилсиликата и

повышена производительность в 2,8 раза. На этом же заводе испытаны с положительным результатом самотвердеющие суспензии на основе ВКЖС и C_2S для формирования единых многослойных оболочек. Принято решение об организации отдельного участка для конвейерного изготовления оболочек из СС.

На КМЗ вместо стандартного ЖС внедрено связующее ВКЖС. При этом сокращено число слоев оболочек с 5-ти до 4-х и заменен один из 2-х слоев из ЭТС на ВКЖС. Продолжаются работы по применению ВКЖС и самотвердеющих суспензий на РЗЦ, где ожидается сокращение брака оболочек и отливок и расхода ЭТС в условиях массового конвейерного производства.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ производства показал, что величина брака оболочек и отливок в основном связана с разновидностью применяемых технологий, в частности, со свойствами исходного ЖС и способами его предварительной подготовки,

2. Установлено, что основное влияние на формирование качества оболочек и отливок оказывают щелочные соединения ЖС, которые на разных стадиях технологии проявляют как отрицательное, так и положительное влияние. Поэтому как избыток, так и недостаток щелочей в связующем, ухудшает качество оболочек и отливок.

3. Установлено, что при формировании оболочек воздушной сушкой в ее слоях происходит миграция щелочи и возникновение градиента состава связующего по толщине каждого поочередно нанесенного слоя, из-за которого происходит расслоение и разрушение оболочек на стадиях выгонки моделей. При прокалке оболочек щелочные соединения способствуют спеканию керамики и повышению ее термостойкости. Однако, как при избытке, так и при недостатке их в связующем, деформационные и прочностные свойства оболочек ухудшаются.

4. Методом планирования экспериментов с обработкой результатов на ЭВМ определены допустимые пределы изменения состава связующего по модулю от 4,5 до 6,5 ед., его плотности от 1200 до 1250 kg/m^3 и по вязкости суспензии от 38 до 45 с по ВЗ-4, при которых достигаются оптимальные прочностные свойства оболочек на разных стадиях технологии.

5. Дериватографическими исследованиями установлено, что низкомолекулярные составы ЖС содержат больше как иммобилизованной, так и химически связанной воды. Значения потери массы образцов при испытании составили для связующих с модулем 2,5; 3; 5; 45 ед.

соответственно, %: 2,27; 1,5; 0,93; 0,44. Оптические наблюдения показали, что удаление воды из образцов при нагреве сопровождается вспучиванием связующих пленок, которое приводит к их деформации.

6. Дилатометрические исследования показали, что величина деформации расширения керамики при нагреве с увеличением модуля ЖС с 2,5 до 6,5 ед. уменьшается на 45...48%, а пластическая - на 92...96%, что снижает вероятность разрушения и расслоения оболочек на стадиях выплавки моделей и прокатки.

7. Установлено, что снижение горячей прочности керамики при прокатке связано с образованием в ней жидкой силикатной фазы. Расчеты показали, что при снижении модуля ЖС с 3 до 2,5 ед. в керамике при 800°C дополнительно увеличивается количество жидкой фазы на 16% за счет взаимодействия избытка щелочи с наполнителем - пылевидным кварцем. Наоборот, с увеличением модуля с 3-х до 5 ед. - оно уменьшается на 33%. При этом ГП при 800°C низкомодульных составов керамики снижается до 0, а высококремнеземистых - лишь до 1,7...1,9 МПа. Поэтому применение высококремнеземистого связующего обеспечивает возможность проведения прокатки оболочек без опорного наполнителя с малой вероятностью их деформации и разрушения.

8. Для повышения гидростойкости и термостойкости оболочек в состав суспензии на основе ВКЖС предложено вводить двухкальциевый силикат. При этом в оболочках при сушке их на воздухе происходит дополнительное упрочнение связующего за счет самотвердения суспензии.

9. В работе установлена особенность упрочнения самотвердеющих суспензий в тонком слое при воздушной сушке оболочек, которая связана с протеканием двух процессов: испарения воды и образования в связующей системе сложных кальций-натриевых гидросиликатов. Превалирование второго процесса над первым приводит к повышению конечной прочности оболочек и их гидростойкости. Повышение гидростойкости оболочек обеспечивает им сохранение высокой прочности при выплавке в модельном расплаве или горячей воде.

10. Разработаны составы самотвердеющих суспензий на основе ВКЖС с добавками δ - S_2S . Для повышения живучести суспензий в работе исследован и разработан способ предварительной водной обработки порошкообразного δ - S_2S в виде ФШ. Установлено, что в зависимости от длительности водной обработки живучесть суспензии можно увеличить до 3...8 часов, что обеспечивает возможность использования самотвердеющих суспензий в непрерывном конвейерном производстве.

11. Разработаны способы приготовления ВКЖС с использованием активного кремнезема. Интенсивность пептизации активного кремнезема

зависит от температуры и параметров перемешивания раствора. Наилучшие результаты достигаются при автоклавном приготовлении ВКЖС с использованием аморфного микрокремнезема.

12. Разработаны и внедрены в производство составы СС и технология изготовления оболочек. Новый состав связующего ВКЖС и самоотвердеющие суспензии позволяют частично или полностью заменить эгилсиликат, сократить брак оболочек на 50...80% и отливок на 30...40%. При этом достигается снижение себестоимости литья и стабилизация технологического процесса.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Физико-химические превращения в материале керамических форм на основе силикатов натрия / Ю.П.Васин, М.М.Бортников, В.Г.Гурлев, С.А.Никифоров // Полифосфатные холоднотвердеющие смеси и отливки из высокопрочного чугуна: Тез.докл.науч.-техн.конф. - Липецк: ЛПИ. - 1989. - С.28.

2. Смачиваемость выплавляемых моделей жидкостекольными суспензиями / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, О.Г.Десяткова, Л.М.Смолина // Новые формовочные материалы в литейном производстве: Тез.докл.науч.-техн.конф. - Челябинск: УДНТП. - 1989. - С.78.

3. Улучшение термических свойств комбинированных оболочек / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, М.М.Бортников, С.М.Антипов // Охрана труда и прогрессивные техн. процессы в литейном производстве: Тез.докл.межреспубл.науч.-практич.конф. - Чебоксары: Чувашский госуниверситет. - 1990 - С.124.

4. Влияние модуля жидкого стекла на прочность оболочковых форм ЛВМ / С.А.Никифоров, С.М.Антипов, В.Г.Гурлев // Охрана труда и прогрессивные техн. процессы в литейном производстве: Тез.докл.межреспубл.науч.-практич.конф. - Чебоксары: Чувашский госуниверситет. - 1990. - С.120.

5. Модифицирование жидкого стекла кремнеземом / М.М.Бортников, С.А.Никифоров, С.М.Антипов // Охрана труда и прогрессивные техн. процессы в литейном производстве: Тез.докл.межреспубл.науч.-практич.конф. - Чебоксары: Чувашский госуниверситет. - 1990. - С.122.

6. Физико-химические процессы при модифицировании жидкостекольного связующего / Ю.П.Васин, В.Г.Гурлев, М.М.Бортников, С.А.Никифоров // Состояние техн. уровня и тенденции развития литейного производства: Тез.докл. краевой науч.-техн.конф. - Красноярск: СДНТП. - 1990. - С.12.

7. Повышение прочности комбинированных оболочковых форм / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, М.М.Бортников // Интенсификация техн. процессов в литейном производстве: Тез докл. - 1990. - С.22.

8. Суспензии на основе коллоидного кремнезоля / С.А.Никифоров, М.М.Бортников, С.М.Антипов // Прогрессивные технологии изготовления форм для производства отливок: Тез докл. науч.-техн. конф. - Челябинск: УДНТП. - 1990. - С.92.

9. Высокотемпературные превращения в материале оболочковых форм / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, В.Г.Гурлев, М.В.Судариков // Рациональное использование материальных ресурсов в литейном производстве: Тез докл. науч.-техн. конф. - Челябинск: УДНТП. - 1991. - С.37.

10. Улучшение свойств керамических оболочек / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, В.Г.Гурлев // Новые процессы формообразования: Тез докл. науч.-практич. конф., посвященной 40-летию НПС "НИСа" - Одесса: ОПИ. - 1991. - С.77.

11. Повышение прочности керамических оболочек / С.А.Никифоров, С.М.Антипов, В.В.Архипенко // Вопросы теории и технологии литейных процессов: Сб. науч. тр. / Под ред докт. техн. наук, проф. В.М.Александрова. - Челябинск: ЧГТУ. - 1991. - С.145-149.

12. Васин Ю.П., Никифоров С.А. Самоотвердеющие суспензии для керамических оболочковых форм // Рациональное использование материальных ресурсов в литейном производстве: Тез докл. науч.-техн. конф. - Челябинск: УДНТП. - 1991. - С. 37-39.

13. Связующие композиции на основе жидкостеклянного коллоидного кремнезёма / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, М.М.Бортников // Технология получения и применения новых материалов в порошковой металлургии и машиностроении: Сб. науч. тр. Института машиноведения и металлургии ДВО РАН. - Владивосток: ВИМАШ. - 1992. - С.143-147.

14. Самоотвердеющие суспензии для оболочковых форм / Ю.П.Васин, С.А.Никифоров, М.М.Бортников, В.Г.Гурлев // Литейное производство. - 1993. - N 4. - С.19-20.

15. А.С. 1357792, СССР. МКИ G 01 N 11/10. Установка для определения срока схватывания самоотвердеющей связующей композиции / С.А.Никифоров, Н.И.Анкудинов, А.П.Никифоров // Заявл. 01.04.86, N 4047677/31-02, опубл. 07.12.87 в Б.И. N 45.

16. А.С. 1304968, СССР. МКИ B22C 1/02, 1/18. Самоотвердеющая смесь для изготовления литейных форм / Ю.А.Дрягин, С.А.Никифоров, Б.М.Токмин // Заявл. 11.09.85, N 3968494/22-02, опубл. 23.04.87 в Б.И. N 15.



Издательство Челябинского
государственного технического университета

ЛР#020364. 20.01.92. Подписано в печать 24.03.94. Формат бумаги
60X84 1/16. Печать офсетная. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,99.
Тираж 100 экз. Заказ 62/136.

УОИ издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76.