

ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ И ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК.

В.А. Марков, К.Е. Нефедов

Для дальнейшего развития литейного производства требуется незамедлительное его обновление и модернизация на основе прогрессивных действующих и новых перспективных технологических процессов. Процессы интеграции отечественного литейного производства в международный рынок ставят перед литейщиками серьезные задачи по снижению себестоимости, повышению качества и товарного вида отливок, а также по повышению экологической чистоты производства, что актуально и для внутреннего отечественного рынка. Использование формовочных и стержневых смесей на жидком стекле во многом решает поставленные задачи так, как данные смеси обладают экологической чистотой, относительно низкой стоимостью и недефицитностью, а также универсальностью применения данных смесей, т.е. применимость одних и тех же составов для изготовления форм и стержней, использование их при производстве отливок из стали, чугуна в массовом производстве отливок. Однако, сдерживающими факторами широкого применения жидкостекольных формовочных и стержневых смесей для получения стальных отливок являются плохая выбиваемость, высокая пригораемость, относительно низкая живучесть, повышенная гигроскопичность, плохая регенерируемость.

Проведенный анализ литературных данных показал, что существует и изучено достаточно большое количество добавок и отвердителей для улучшения технологических свойств жидкостекольных смесей. Эти добавки разделяются на два класса: органические и неорганические.

Используемые добавки как органического, так и неорганического происхождения не полностью удовлетворяют требованиям по улучшению технологических свойств жидкостекольных смесей предъявляемым в настоящее время, так как, улучшая одни свойства, они могут ухудшать другие.

Целью данной работы являлась разработка жидкостекольной смеси с повышенными технологическими свойствами. Для улучшения технологических свойств разрабатываемой смеси, а именно выбиваемости, было предложено ввести в состав адгезивной обо-

лочка зерновой основы смеси, частицы ингридиента с активной поверхностью, соизмеримого по величине с основными структурами адгезивного субстрата (кремнегель), в результате чего следует ожидать разупрочнение отдельных частиц адгезивного субстрата между собой и адгезивной оболочки в целом.

Исследовали улучшение выбиваемости смесей за счет введения в их состав ультрадисперсного пироуглерода (УДП). Применение УДП основывается на знании о термодеструкции формовочных смесей с углеродосодержащими добавками, при которой происходит выделение некоторого количества пироуглерода, который осаждается на зерновой основе смеси, что приводит к изменению угла смачивания зерновой основы жидким стеклом и уменьшению работы выбивки. УДП представляет собой конечный продукт термодеструкции углеводородного сырья, и содержит 89-99 % (масс.) углерода, 0,3-0,5 % водорода, 0,1-10 % кислорода, 0,1-1,1 % серы, до 0,5 % (масс.) минеральных примесей. Средний диаметр частиц УДП колеблется около 9-600 нм. УДП марки П-324 имеет диаметр частиц 24-32 нм.

Рассмотрев характеристики ультрадисперсного пироуглерода можно заключить, что этот материал имеет высокодисперсную структуру с сильно развитой поверхностью и с открытыми химическими связями т.е. химически активен, а также имеет большую термостойкость, при воздействии высоких температур не выделяет в атмосферу вредных веществ.

На стадии смесеприготовления УДП равномерно распределяется по поверхности зерен, формируя плотную термостойкую несмачиваемую жидким металлом адгезивную оболочку.

Вводить УДП возможно непосредственно как на стадии варки жидкого стекла (модифицирование) так и на стадии смесеприготовления. При введении в состав жидкостекольной смеси УДП (от 0,3 до 1%) улучшается выбиваемость смеси из отливок. Однако прочность отвержденной смеси с добавкой УДП значительно снижается, что объясняется высокой удельной поверхностью УДП, на покрытие которой уходит значительное количе-

ство связующего. Оптимальное количество добавки УДП находится для исследуемой смеси в пределах 0,57..0,6%, что было определено экспериментально, и подтверждено с помощью математического планирования эксперимента. Стержни из смеси с таким содержанием добавки УДП имеют низкую осыпаемость и хорошую выбиваемость.

Исследования проводились на жидкостекольных формовочных и стержневых смесях используемых на АО «Сибэнергомаш» для получения стальных отливок.

Для исследований использовали обогащенный кварцевый песок марки 1К02А, ЖС (М=2,5..2,7), асбестовую крошку, огнеупорную глину, каустическую соду и УДП (состав базовой – заводской и исследуемой смеси представлен в табл. 1). Образцы смеси отверждали 8 мин в печи при температуре 200...210°C.

Таблица 1.

Компоненты	Базовая смесь, %	Исследуемая смесь, %
Кварцевый песок 1К02А	100	100
Огнеупорная глина	2,54..2,66	1,8
Асбестовая крошка	3	2,2
Каустическая сода	1,45	1,4
Жидкое стекло	4,8..5,2	4,8
УДП	—	0,6

Для проведения исследований на определение работы выбивки была разработана технологическая проба для получения отливок с толщиной стенки ($\Delta_{отл}$) равное 5, 10, 15, 20 мм которые заливались сталью 25Л ($<1580^\circ\text{C}$). Стержни из отливок выбивались на лабораторном копке. Результаты экспериментов свидетельствуют об эффективном влиянии добавок УДП на улучшение выбиваемости жидкостекольной смеси (табл. 2).

Таблица 2.

Толщина стенки отливки, мм.	Удельная работа затраченная на выбивку ($A_{уд}' = A_{в}/M_{ст}$), Дж/г.		Снижение работы выбивки, раз.
	Базовая смесь	Исследуемая смесь	
5	0,59	0,18	3,28
10	0,57	0,13	4,38
15	0,54	0,10	5,40
20	0,53	0,08	6,62

После проведенных исследований в заводской лаборатории был получен оптимальный состав стержневой жидкостекольной смеси и проведены производственные испытания в литейном цехе завода АО «Сибэнергомаш» г. Барнаула при получении отливки -

корпус задвижки из стали 25Л.

Приготовление стержневой смеси производилось по технологическому процессу, соответствующему данному заводу. Масса замеса в смесителе составила 405 кг (3 бункера по 135 кг). Время перемешивания - 15 мин. Последовательность ввода компонентов в смеситель была следующей: кварцевый песок, УДП, формовочная глина, асбестовая крошка, каустическая сода, жидкое стекло. После приготовления смеси определяли ее технологические и физико-механические свойства в лаборатории цеха, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Свойства смеси	Базовая смесь	Исследуемая смесь
Прочность на сжатие (сырая), МПа 10^{-1} .	0,15..0,22	0,15..0,39
Прочность на разрыв (сухая), МПа.	2,5..3,8	3,0..3,9
Газопроницаемость, ед.	119..226	295..410
Влажность, %	3,7..4,7	3,6..4,4

Затем стержневая смесь по ленточному транспортеру была подана на стержневой участок, где были изготовлены стержни массой 140 кг (см. рисунок. 1) для отливки «корпус задвижки» 03 1456.032 - задвижка массой 345 кг. Со стержневого участка стержни были отправлены в прокаточные печи, где они подвергались тепловой сушке в течение 60 - 90 мин.



Рисунок 1 – Стержень из жидкостекольной смеси.

После этого стержни установили в формы (см. рис. 1), которые были поданы под заливку сталью 25Л с температурой 1580°C . После охлаждения формы подали с помощью крана на выбивную решетку. После выбивки отливки из формы ее подали на обрубной участок, где была удалена арматура из стержней. Первый визуальный осмотр показал, что стержневая смесь с УДП удаляется из отливки в виде отдельных, небольшого размера кусков или высыпается как сухой песок. По мере приближения к центру отливки стержень удаляется из нее в виде мелкой фракции (см. рис. 2 а). В отличие от экспериментальной стержневой смеси, стержни изготовленные из базовой смеси удалялись из

ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ И ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

отливки кусками по всему периметру (см. рис. 2 б).

На основе результатов проведенных исследований по улучшению технологических свойств жидкостекольных смесей используемых для получения стальных отливок добавками УДП, можно сделать следующие выводы:



а)



б)

Рисунок 2 – Отливка «корпус задвижки»: а) стержень из экспериментальной смеси; б) стержень из базовой – заводской смеси.

В результате исследований установлена принципиальная возможность применения УДП как добавки улучшающей выбиваемость жидкостекольных смесей. Введение микродобавок УДП в смесь существенно не изменяет ее технологические и физико-механические свойства до заливки формы металлом. Однако существенно улучшают ее некоторые технологические свойства после заливки металла.

УДП способен образовывать восстановительную атмосферу в полости формы,

что способствует снижению возможности возникновения окислов на границе раздела металл-форма и уменьшает вероятность образования пригара. УДП имеет низкую газотворную способность по сравнению с традиционными углеродосодержащими материалами, что положительно сказывается на газовом режиме в полости формы после заливки металлом и снижает вероятность образования газовых раковин.

Кроме того, создавая на поверхности зерновой основы термостойкую адгезивную оболочку, способную при нагревании под нагрузкой деформироваться, повышается податливость формы, что в свою очередь снижает вероятность образования дефектов типа ужимин. Наиболее эффективное снижение работы выбивки стержней наблюдается при содержании УДП в смеси 0,6%, что объясняется оптимальным соотношением количества УДП и связующего (жидкого стекла). В зависимости от толщины стенки экспериментальной отливки, работа выбивки сокращается в 3 – 7 раз. При выбивке, смесь удаляется из отливки не большими кусками, а высыпается мелкими частицами, что позволяет улучшить условия по ее регенерации, снизить количество вывозимой смеси в отвал и повысить эффективность использования формовочных материалов.