

Современные холодно твердеющие смеси и способы повышения их
технологических свойств

А.С. Янушевский, К.Б. Габбасов, В.В. Коршунов
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

В предлагаемой работе проанализированы результаты исследований в области кокильного магниевого литья и производственного опыта в получении качественных отливок. Уделено особое внимание современным, стремительно развивающимся материалам, разработанным для обеспечения стабильного и качественного модернизирования современного производства. Установлено, что на качество литой поверхности изделия, на размерную точность отливок и на склонность к образованию в отливках внутренних напряжений и горячих трещин существенно влияет применение того или иного типа стержней.

Ключевые слова: кокиль, смесь, связующее, наполнитель, отвердитель модификатор.

Литье в кокиль является одним из прогрессивных способов производства отливок из цветных сплавов и в настоящее время широко применяется в России и за рубежом[1]. Номенклатура отливок из цветных сплавов, получаемых в кокиль на отечественных предприятиях, более разнообразна по конфигурации поверхности и применению инновационных технологий, чем в других промышленно развитых странах.

Если говорить о доли производства цветных отливок в современном литейном производстве, получаемых литьем в кокиль, то эта доля составляет порядка 40-50%, от общего числа производимых отливок с применением других способов литья. Что говорит о большой значимости кокильного литья, как в России, так и за рубежом.

Использование металлических форм позволяет добиться более качественных механических свойств отливок, улучшить их структуру и плотность, а так же повысить размерную точность отливок и шероховатость. Применяемые в металлических формах разовые песчаные стержни, позволяют существенно расширить возможности данного способа при производстве крупных фасонных отливок со сложной конфигурацией внутренних и внешних полостей. Так же растет производительность труда, за счет сокращения трудоемких операций. Поэтому применение кокильного литья по данным различных источников, позволяет в 2-3 раза повысить производительность труда в литейных цехах, а так же снизить капитальные затраты на промежуточных операциях.

Появляется возможность механизации и автоматизации процесса изготовления отливки благодаря многократному использованию кокиля. При литье в кокиль устраняется процесс изготовления литейной формы, остаются

лишь сборочные операции: установка стержней, соединение частей кокиля и их крепление перед заливкой, которые легко автоматизируются. Устраняются такие негативные факторы, влияющие на качество отливок характерные для ПГС- форм, как влажность, прочность, газопроницаемость формовочной смеси, иными словами способ литья в кокиль является более стабильным и управляемым. Для получения отливок заданного качества при кокильном литье, легче осуществить автоматическое регулирование технологических параметров процесса, по сравнению со способом литья в ПГС.

Несмотря на ряд преимуществ литья в кокиль, проблемными областями остаются такие аспекты как затрудненный газоотвод из полости металлической формы, слабая податливость и плохая выбиваемость используемых песчаных стержней и другие факторы.

Целью исследования данной работы является отработка оптимального состава холоднотвердеющей смеси, модифицированной техническим лигносульфонатом для получения стержней, с целью применения этих стержней в металлических формах вместо широко используемых жидкостекольных стержней.

Как упоминалось ранее, в условиях современного литейного производства для оформления внутренних и наружных полостей металлических форм широко применяются песчаные стержни. В качестве основного и самого распространенного материала для их изготовления, выступает хорошо зарекомендовавший себя, жидкостекольный состав, отличающийся своей экологичностью и достаточно не плохими технологическими свойствами. Что касается недостатков этого состава, то в данной работе осуществлена попытка решить некоторые из них, а именно проблему плохой выбиваемости стержней после охлаждения отливки и проблему возникновения внутренних напряжений и горячих трещин в ходе усадки металла. В качестве решения данных проблем было предложено использовать вместо жидкостекольной стержневой смеси, современную холоднотвердеющую смесь с определенными технологическими свойствами.

В России крупнейшим производителем химических связующих композиций является ОАО «Уралхимпласт» (г. Нижний Тагил)[2]. Опыт работы фирмы в области производства литейных связующих составляет более 50 лет. Фирма является разработчиком и поставщиком материалов для холодно твердеющих смесей (ХТС) более чем для сотни российских заводов. Например, для процесса «Cold-box», выпускается целый ряд материалов, обеспечивающих различные технологические свойства смесей.

«РЕЗАМИН СВ» – фенольно-изоцианатная трехкомпонентная система, быстрого отверждения, применяется для получения стержней и форм, а в качестве катализатора - третичный амин в газообразном виде.

«АЛКАСЕТ СВ» – щелочная малотоксичная феноло-формальдегидная смола и сложноэфирный отвердитель – газообразный метилформиат, обеспечивает манипуляторную прочность сразу после продувки.

«ЭПАКРИЛ СВ» – эпоксиакрилатная смола, отверждаемая диоксидом серы.

«РЕЗОФЕН СВ» - щелочная малотоксичная феноло-формальдегидная смола, отверждаемая углекислым газом.

«РЕЗАМИН NB» – трехкомпонентная система: феноло-формальдегидная орто-резольная смола, изоцианатный компонент, катализатор – жидкий амин.

«РЕЗОФОРМ NB», КФ 65-С, ФФ-65С – карбамидно-фурановые или фенолофурановые или полифуриловые смолы, катализатор – паратолуолсульфокислота, бензолсульфокислота или ортофосфорная кислота с регулируемой живучестью и скоростью отверждения.

« ФЕНОСЕТ NB» – фенольная смола, отверждаемая кислотными катализаторами для изготовления стержней и форм для стального и чугунного литья.

По применимости ХТС в литейном производстве можно выделить множество типов смесей с различными процессами отверждения. Некоторые из таких процессов приведены в «табл. 1».

«Таблица 1»

Типы холоднотвердеющих смесей и область их применения

Тип смеси	Связующая композиция	Область применения
1	2	3
Самотвердеющие		
Фурановые Фенольные Карбамидофурановые	Смолы кислотного отверждения	Стержни, средние и крупные формы, все сплавы
ХТС жидкостекольные	Жидкое стекло с двухкальциевым силикатом, цементами, сложными эфирами	Стержни, средние и крупные формы, чугунное и стальное литье
ХТС фосфатные	Оксиды железа и магния ортофосфорная кислота	Стержни, средние и крупные формы, чугунное и стальное литье
«Рер-set»	Фенольно-изоцианатная композиция с жидким амином	Средние и крупные стержни и формы, все сплавы
«Альфа-сет»	Щелочная фенольная смола со смесью эфиров	Средние и крупные стержни и формы, стальное и чугунное литье
Отверждаемые газовым отвердителем (катализатором)		
«Бета-сет» или «Cold-box-MF»	Щелочная фенольная смола с продувкой метилформиатом	Мелкие и средние стержни, чугунное и стальное литье

«Resol – CO ₂ »	Щелочная фенольная смола с продувкой углекислым газом	Средние и крупные стержни, чугунное и стальное литье
«Ероху – SO ₂ »	Эпокси-акрилатная композиция с продувкой сернистым ангидридом	Мелкие и средние стержни в массовом и крупносерийном производстве, чугунное и цветное литье
«Cold-box-amine»	Фенольно-изоцианатная композиция с продувкой третичным амином	Мелкие и средние стержни в массовом, крупносерийном производстве, все сплавы

В работе было сделано пять замесов холодно твердеющего состава по «Фуран – процессу» с различной концентрацией катализатора и связующего в допустимом диапазоне минимальных и максимальных значений, исходя из рекомендаций «БЕЛНИИЛИТ».

В качестве катализатора (отверждения) использовали ортофосфорную кислоту марки А, плотностью – 1,56 - 1,57 г/см³. В качестве связующего использовалась карбамидоформальдегидная фурановая смола «Резоформ» НБ 65Ф по ТУ 2221-556-55778270. Наполнителем служил песок марки 1К₂О₂02-025 по ГОСТ 2138-91. Перемешивание сухих и жидких компонентов осуществляли в лабораторных смешивающих бегунах модели 42110 компании Simpson Technologies. После равномерного перемешивания компонентов состава изготовили пробы (восьмерки) для определения прочности смеси. Показатель прочности определяли на электронной универсальной установке модели 42104 через 1, 2, 4 и 24 часа. Полученные результаты сведены в «табл. 2».

«Таблица 2»

Прочность образцов состава №1-5

Состав, №	Наполнитель, %	Связующее, %	Отвердитель, %	Время выдержки, час			
				1	2	4	24
				Средняя прочность состава, кгс/см ²			
1	100	0,5	0,325	2,9	2,33	1,66	1,16
2		0,75	0,49	2,91	2,35	1,91	1,83

3		1,0	0,65	4,9	4,7	3,5	3,0
4		1,25	0,81	6,0	5,6	4,65	4,0
5		1,5	0,975	11	10,9	8,1	7,5

Так же были проведены исследования выше указанных составов на склонность к разупрочнению (осыпаемости) на установке модели 42141. Результаты приведены в «табл. 3».

«Таблица 3»

Показатель осыпаемости смесей

Состав, №	Осыпаемость, %
1	21,07
2	6,58
3	1,63
4	0,83
5	0,50

Важными показателями, оценивающими применимость данных составов при изготовлении стержней для металлических форм, являются их газопроницаемость и газотворность. Результаты по исследованию данных показателей приведены в «табл. 4».

«Таблица 4»

Показатели газопроницаемости и газотворной способности составов №1-5

Состав, №	Газопроницаемость в условных ед.	Максимальное значение газотворности в mb
1	110-125	188
2	100-110	213
3	90-100	220
4	60-70	270
5	45-55	276

Показатель газотворности определяли на установке Gas Pressure Measuring Device PGD-E, при массе исследуемого состава 1 грамм в течение 100 секунд при температуре 1000°C.

Проанализировав результаты исследований представленных составов, можно сказать, что составы №1-2 при достаточно хорошей газопроницаемости и относительно низкой газотворности, имеют сравнительно низкую прочность и высокую осыпаемость. Это может привести к более раннему разупрочнению стержня при более длительном нахождении его в горячей форме и как

следствие подрыву частей стержня потоком металла и нежелательному засорению полости формы.

Составы №4-5 напротив, имеют повышенную прочность, что делает их слабо податливыми, а плохая газопроницаемость и высокая газотворность лишь усугубляют положение. Поскольку эти два параметра являются проблемными для данного типа смесей и требуют тщательной отработки технологического процесса.

Наиболее приемлемым к применению в металлических формах можно считать состав №3, поскольку только он в той или иной мере удовлетворяет технологическим требованиям, предъявляемым к стержням.

С целью улучшения податливости и более эффективной выбиваемости холоднотвердеющих стержней по «Фуран-процессу», получаемых литьем в кокиль, было решено модифицировать состав №3, как наиболее приемлемый для данного способа литья. В качестве модификатора использовали перспективный в литейном производстве материал - технический лигносульфонат (ТЛС), использование которого позволяет добиться требуемых прочностных свойств литейных стержней[3]. В ходе проведения исследований, в известный состав №3, руководствуясь исследовательскими разработками института «ВИАМ» о применении ТЛС в литейном производстве, было введено 0,4% ТЛС, что привело к продлению срока живучести смеси с 10-13 мин до 20 мин и не повлияло на сам цикл отверждения смеси. В дальнейшем необходимо было определить, как поведет себя новый состав при термическом воздействии. Для этого параллельно с модифицированным составом был исследован обычный состав №3 и широко распространенный стержневой жидкостекольный состав МЭ-20, используемый при литье цветных сплавов. Целью было сравнить свойства этих составов при воздействии на них различных температур. Поскольку введение в состав смеси №3 ТЛС в количестве 0,4% на порядок разупрочняет состав, то для сохранения его прочностных свойств до начала термического воздействия было решено использовать комплексный модификатор в виде раствора из смеси кубовых остатков органического синтеза (КООС). Результаты исследования представлены в «табл. 5».

«Таблица 5»

Прочность на сжатие образцов после термического воздействия

Состав, №	Время воздействия температуры, 1 час		
	Температура, °С		
	300	400	500
	Прочность образцов на сжатие, кгс/см ²		
3	2	0,9	0,4
3+ТЛС+КООС	1,4	0,6	0,2
МЭ-20	50	40	40

Вывод: В результате выполненных исследований подтверждена возможность замены жидкостекольной стержневой смеси для изготовления литейных стержней на смесь холодного отверждения с связующим - карбамидоформальдегидной фурановой смолой «Резоформ» НБ 65Ф по ТУ 2221-556-55778270 (1,0%), отвердителем - ортофосфорной кислотой марки А, плотностью 1,56 - 1,57 г/см³ (0,65%); модифицированной техническим лигносульфонатом (0,4%) и раствором из смеси кубовых остатков органического синтеза (КООС), обеспечивающую необходимые технологические свойства литейных стержней.

Библиографический список

1. Арбузов, Б.А. [и др.]. Цветное литье. Легкие сплавы / Б. А. Арбузов; под ред. И. Ф. Колобнева. – М.: Машиностроение, 1966. – 391 с.

2. Жуковский, С.С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справ. / С.С.Жуковский. – М.: Машиностроение, 2010. – 256 с.

3. Евстифеев, Е. Н. Малотоксичные холоднотвердеющие смеси на основе модифицированных технических лигносульфонатов/ Е. Н. Евстифеев, Т.Н. Савускан// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10. – С. 270–273.