

70°C обеспечит замораживание формовочной смеси до -40°C. С целью достижения максимальной эффективности при охлаждении система предусматривает два варианта работы установки.

При небольшой толщине слоя формовочной смеси литейная форма будет охлаждаться только охлажденным воздухом, нагнетаемым в камеру вентилятором. Если толщина слоя формовочной смеси увеличена – тогда охлаждение предусмотрено комбинированное: во внутреннюю полость формы подается охлажденный воздух, а наружные поверхности формы омываются охлажденным в испарителе промежуточным хладоносителем.

УДК 621.742

Р.В. Лютый, Д.В. Кеуш

Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев

СТЕРЖНЕВЫЕ СМЕСИ С ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ И АЛЮМОСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Среди связующих материалов особое место занимают фосфаты, владеющие рядом ценных свойств, благодаря которым они известны также как термостойкие, коррозионностойкие и жаростойкие материалы [1]. Научным и технологическим вопросом являются новые схемы получения связующих фосфатов алюминия в стержневых смесях, исключая применение дефицитных отвердителей и упрощающие процессы смесеприготовления.

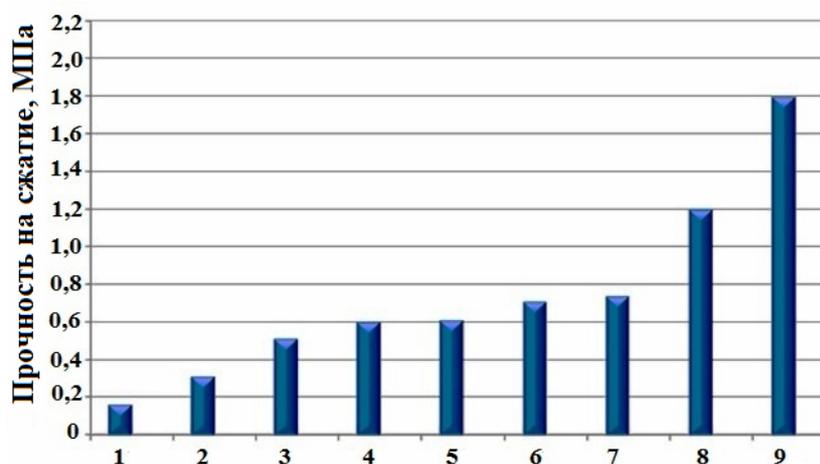
Неорганические соединения алюминия представляют собой обширную группу веществ, большинство из которых нашли широкое применение в литейном производстве, в том числе в составе формовочных и стержневых смесей. Все материалы, выбранные для исследований, разделены на три группы, согласно химико-минералогической природе. К первой группе отнесены огнеупорные алюмосиликатные соединения. Вторая группа объединяет в себе промышленные продукты. В работе использованы побочные продукты получения первичного алюминия (шлак), выплавки алюминиевых сплавов (шлак) и порошковый алюминий (пудра). В третью группу входят неорганические соли алюминия. Наиболее доступными из них являются сульфат и нитрат этого металла.

Проведен качественный анализ способности выбранных материалов образовывать связующие продукты с H_3PO_4 . В состав каждой смеси входило по 3% H_3PO_4 ,

2,5% воды и 5% алюмосодержащего вещества. Огнеупорным наполнителем был речной кварцевый песок марки $3K_5O_3O25$. Использована концентрированная (85%) ортофосфорная кислота.

Образцы смесей выдерживали в течение 1 ч при температуре 250 °С в лабораторной камерной электропечи модели СНОЛ-1,6.2,5/11-И2. Все вещества проявили активность к H_3PO_4 , но в разной степени (рис. 1).

В кристаллических решетках алюмосиликатов чередуются кремнезёмистые Si – O и глинозёмистые Al – O слои. Такие материалы способны реагировать с ортофосфорной кислотой, в первую очередь благодаря наличию алюминия [2]. Для реализации упрочнения необходим нагрев. При этом лучше проявили себя минералы, которые имеют более простое кристаллическое строение (пирофиллит и дистен-силлиманит).



1 – глина бентонитовая; 2 – глина каолиновая; 3 – шлак Al; 4 – дистен-силлиманит; 5 – пирофиллит; 6 – пудра Al; 7 – шлам Al; 8 – нитрат Al; 9 – сульфат Al

Рис. 1 – Прочность смесей с ортофосфорной кислотой и различными алюмосодержащими материалами

Дальнейшие исследования свойств смесей дали возможность достичь более высоких показателей прочности, чем на рис. 1. Смесь с 3...4% H_3PO_4 и 5...6% пылевидного пирофиллита после отверждения при 300 °С имеет прочность на сжатие 1,4...1,6 МПа. Смесь с 3,0...3,5% H_3PO_4 и 1,0...1,5% пылевидного дистен-силлиманита с прочностью 2,8...3,2 МПа стала объектом патентования [3].

Алюминиевый шлам, шлак и пудра по-разному взаимодействуют с H_3PO_4 . Шлак состоит в основном из оксида алюминия, который наименее активен в отношении кислоты, потому получить связующее не представилось возможным.

Шлам представляет собой совокупность частиц (от пылевидных до 2,5 мм) следующего химического состава: SiO_2 – 5,6...14,8%; MgO – 2,4%; Fe_2O_3 – 6,7...11,1%; Al_2O_3 – 48,5%; $\Sigma(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ – 1,75%; потери при прокатке – 8,32%; частицы металлического алюминия – 25,2%. Несмотря на наличие металлических частиц, шлам практически не образует с H_3PO_4 холоднотвердеющей смеси, но способен вступать с ней во взаимодействие при нагреве.

Решающее значение при упрочнении подобных фосфатных систем имеет содержание активных оксидов [1]. Шлам содержит достаточное их количество. Упрочнение смеси объясняется образованием фосфатов таких металлов, как Mg, Fe, возможно также Na и K. Таким образом, образуется сложное связующее, которое представляет собой смесь фосфатов активных элементов, но не Al.

Упрочнение смеси обеспечивает массовое соотношение шлама к кислоте 1:1, при их общем содержании по 5...6%. Смесь упрочняется при 220 °С, при этом достигается прочность на сжатие 2,0...2,4 МПа.

Пудра является мелкодисперсной (исключительно пылевидной) фракцией частиц металлического алюминия. Она интенсивно, со значительным тепловыделением, взаимодействует с кислотой даже при нормальных условиях, что может обеспечить в дальнейшем получение холоднотвердеющей смеси.

Неорганические соли алюминия ранее не были использованы для синтеза алюмофосфатных связующих. Нами проанализированы термодинамические условия химических реакций нитрата и сульфата алюминия с ортофосфорной кислотой. Действительно, обе соли при нормальных условиях не могут с ней взаимодействовать. Однако нагрев композиций способствует снижению изменения свободной энергии, и при температуре около 250 °С реакция нитрата алюминия с H_3PO_4 становится термодинамически возможной.

Рентгенофазовым анализом композиции нитрата алюминия с H_3PO_4 , упрочненной при 250 °С, установлено образование в пробе трехзамещенного фосфата алюминия (берлинита). Таким образом, впервые успешно синтезировано фосфатное связующее из неорганической соли алюминия.

Поскольку нитрат алюминия – растворимая соль, стержневую смесь рационально готовить, смешивая его предварительно с ортофосфорной кислотой. Полученный раствор (10% нитрата алюминия и 90% кислоты с 50%-й концентрацией) в количестве 4...6% обеспечивает после теплового отверждения прочность смеси на сжатие 2,3...2,8 МПа.

Разработанные связующие имеют высокую термостойкость и низкую физико-химическую активность к железоуглеродистым расплавам. Это позволяет использовать их для производства отливок из углеродистой, легированной стали и чугуна, что подтверждено экспериментально. Отливки, полученные с использованием стержней из разработанных смесей, не имеют пригара и других поверхностных дефектов.

Список літератури

1. *Судакас Л.Г.* Фосфатные вяжущие системы. – СПб: РИА «Квинтет», 2008. – 260с.
2. *Копейкин В.А., Клементьева В.С., Красный Б.Л.* Огнеупорные растворы на фосфатных связующих. – М.: Metallurgy, 1986. – 102 с.
3. Патент Украины №99789. МПК В22С9/12. Спосіб зміцнення ливарних стрижнів / *Р.В. Лютый, Д.В. Кеуш, Е.А. Анисимова*, опубл. 25.06.2015.

УДК 621

В. Ф. Мазорчук, Р. В. Усенко, И. Ю. Наумова, С. И. Репях

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТЛИВКИ И ПОЛОГО КЕРАМИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ

Для определения факторов, влияющих на величину напряжений в отливке и стержне (вставке), провели расчёты напряжений в полой цилиндрической отливке и её неподатливом полом стержне бесконечной длины, охлаждённых до комнатной температуры. Схема поперечного сечения такой отливки со стержнем, принятая для расчётов, представлена на рисунке 1.

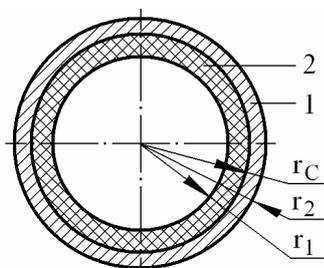


Рисунок 1 – Схема поперечного сечения цилиндрической отливки с полым стержнем:

1 – отливка;
2 – стержень

Из анализа схемы на рисунке 1 следует, что, по сути, в охлаждённом состоянии рассматриваемая система «отливка–стержень» – это составной цилиндр, полученный в результате горячей посадки отливки на стержень.

жень.

Для проведения теоретических исследований приняли, что: