

УДК 621.742

Р.В. Лютый, Д.В. Кеуш, А.Р. Пивошук, М.В. Скирденко

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев

**НОВЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СМЕСИ С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СВЯЗУЮЩИМИ И
КОМБИНИРОВАННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ**

На кафедре литейного производства черных и цветных металлов НТУУ «КПИ им. И. Сикорского» ведутся разработки неорганических связующих для изготовления стержней. Эти материалы имеют ряд существенных преимуществ – таких, как экологическая безопасность, доступность, недефицитность, относительно невысокая стоимость. При этом следует стремиться к обеспечению необходимого качества поверхностей литых деталей, их размерной точности и отсутствию дефектов.

Применение неорганических связующих сейчас ограничено по следующим причинам:

- 1) Формовочные глины – придают смеси низкую прочность, потому непригодны для стержней.
- 2) Жидкое стекло – неудовлетворительная выбиваемость стержней.
- 3) Цементы – медленное твердение (24 ч и больше), невысокая прочность.
- 4) Сульфаты (наиболее известен $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – гипс) – низкая термостойкость, непригоден для литья чугуна и стали.
- 5) Фосфаты – недостаточно изучены.

В наших разработках представлены новые виды фосфатных связующих, полученных по оригинальным методикам из ряда известных формовочных материалов. В первую очередь, смеси не содержат отвердителей. Связующее в них также не вводят в готовом виде, а оно образуется при нагреве в процессе сушки стержня. Смеси содержат комбинированный наполнитель. Этот термин подразумевает один из следующих вариантов:

- комбинацию крупной и пылевидной фракции одного огнеупора (например, кварца или циркона);
- комбинацию песка и пылевидной алюмосодержащей добавки;
- комбинацию песка и неорганической соли металла.

Виды наших смесей:

1. Трехкомпонентная. В нее, кроме наполнителя, входит ортофосфорная кислота, пылевидная добавка и вода. Все компоненты подаются в смеситель по отдельности.

2. Двухкомпонентная. Кислота в смеси отсутствует. В нее вводится сухая связующая композиция, состоящая из неорганической соли металла и ортофосфорной кислоты, предварительно смешанных и выдержанных при 150...250 °С. Кроме этой композиции, отдельно вводится вода.

3. Однокомпонентная. В смесь вводится раствор неорганической соли металла или же суспензия пылевидного огнеупора в ортофосфорной кислоте. Такие растворы или суспензии похожи на известные фосфатные связующие, за тем исключением, что они не требуют отвердителей.

В работах использована ортофосфорная кислота 85%-й концентрации. Наполнителем является речной кварцевый песок марки $3K_5O_3O_{25}$, содержащий не более 1% глинистой составляющей, средний диаметр песчинок 0,25 мм.

До этого момента во всех известных формовочных и стержневых смесях огнеупорный наполнитель рассматривался исключительно как инертная основа композиции. Основным требованием (кроме высокой термической стойкости) к наполнителю является физико-химическая стойкость, исключая всевозможные реакции его с другими компонентами смеси.

В результате наших исследований впервые показана возможность образования связующего непосредственно из наполнителя (кварц, циркон) или его части. При этом обеспечиваются необходимые технологические характеристики. В нормальных условиях (при комнатной температуре) взаимодействия компонентов смеси не происходит, поэтому она характеризуется высокой живучестью. Смесь пригодна к использованию в течение нескольких дней после приготовления. При нагреве до 300...350 °С, ортофосфорная кислота вступает в химическое взаимодействие с наполнителем, таким образом скрепляя его частицы между собой и образуя новые в литейном производстве связующие.

Рентгенофазовым анализом установлено, что в смеси на основе кварцевого песка с H_3PO_4 и добавкой пылевидного кварца образовавшееся связующее – это пиррофосфат кремния. В аналогичной смеси на основе цирконового песка с добавкой пылевидного циркона образуется пиррофосфат циркония.

Связующие также могут быть образованы при взаимодействии ортофосфорной кислоты с алюмосодержащими материалами. К этим материалам относятся пиррофиллит (природный водный алюмосиликат $Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$, добываемый в Укра-

ине), дистен-силлиманит (распространенный огнеупорный наполнитель Al_2SiO_5), а также побочные продукты получения металлического алюминия (шламы). Смеси с пирофиллитом и дистен-силлиманитом отверждаются в горячей оснастке при $300\text{ }^\circ\text{C}$, а смесь с алюминиевым шламом – при $200\text{ }^\circ\text{C}$. Наполнителем во всех смесях является кварцевый песок, однако в этом случае кварц не вступает во взаимодействие с кислотой, поскольку тут имеются более активные компоненты, т. е. алюмо-содержащие вещества.

Для синтеза связующих из соединений активных металлов необходимо избирать те, которые при нормальных условиях наименее активны к H_3PO_4 или вообще не реагируют с ней. Это условие необходимо, поскольку в процессе смесеприготовления всяческие химические взаимодействия нежелательны. Соединения, которые удовлетворяют условию, кроме вышеупомянутых огнеупорных наполнителей – это неорганические соли.

Задачи обеспечения необходимых условий прохождения химических реакций в исследуемых смесях успешно решены. Для этого проведены термодинамические расчеты, рентгенофазовые и термогравиметрические анализы. На сегодня уже подтверждено образование новых связующих в системах ортофосфорной кислоты с нитратом алюминия ($200\text{ }^\circ\text{C}$), сульфатом алюминия ($200\text{ }^\circ\text{C}$), хлоридом ($300\text{ }^\circ\text{C}$) и карбонатом натрия ($150\text{ }^\circ\text{C}$), хлоридом ($250\text{ }^\circ\text{C}$) и бромидом калия ($250\text{ }^\circ\text{C}$).

Получение фосфатных связующих из неорганических солей металлов осуществлено впервые.

По прочности новые стержневые смеси незначительно уступают песчано-смоляным. Однако для большинства стержней достаточным является $2,0\text{ МПа}$ при сжатии, для стержней повышенной сложности – $3,0\text{ МПа}$. Представленные смеси имеют указанный уровень прочности.

Выбиваемость определяли по работе выбивки на лабораторном копре стандартного образца смеси (диаметром и высотой по 50 мм) из стальных отливок. Результаты показывают, что стержни могут быть применены для получения сложных внутренних контуров в отливках, поскольку их выбиваемость как для неорганических связующих очень хорошая.

Представленные смеси предназначены для изготовления стержней или же оболочковых форм при нагреве от 150 до $350\text{ }^\circ\text{C}$, а стержни, в свою очередь, обеспечивают получение качественных отливок с низкой шероховатостью поверхностей из железоуглеродистых сплавов, включая легированную сталь.