

2. Милешко Л.П. Общая теория обеспечения экологической безопасности: монография. Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 176 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26127426>

3. Милешко Л.П. Физико-химические и экологические аспекты рационального выбора электролитов для анодного окисления металлов и полупроводников // Известия ЮФУ. Технические науки. 2002. № 6 (29). С. 160-163.

4. Милешко Л.П., Котов В.Н., Королев А.Н., Черепахин И.И., Щербинин И.П., Шестова Е.А., Алхасов С.С., Камышева А.С. Мультисенсорные системы. Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. – 282 с.

5. Милешко Л.П., Хлебинская А.С. Термодинамические функции реакций анодного окисления алюминия // Физика и химия обработки материалов. 2014. № 2. С. 27-29.

6. Хлебинская А.С., Милешко Л.П., Королева А.И. Термодинамические функции реакций анодного окисления вентильных металлов в фосфатных электролитах // Физика и химия обработки материалов. 2016. № 2. С. 58-62.

7. Милешко Л.П., Нестюрина Е.Е., Хлебинская А.С. Анализ экологичности электролитов для анодного окисления алюминия // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 2 (54). С. 32. <http://academygps.ru/ttb>

8. Хлебинская А.С., Милешко Л.П., Королева А.И. Анализ экологичности электролитов для анодного окисления металлов и полупроводников // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 4 (62). С. 336-338. <http://academygps.ru/ttb>

УДК 621.793

Ю.А. Климош, С.Е. Баранцева, В.О. Стойков  
БГТУ, г. Минск

## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Современное машиностроение требует постоянного совершенствования технологии получения отливок, улучшения чистоты их поверхности, значительного сокращения вредных для здоровья технологических операций. Качество литых заготовок зависит от правильности выплавки металла, качества изготовленной формы, разделительных покрытий, которые создают изолирующий слой между заливаемым металлом и поверхностью формы или стержня. Этот слой пре-

пятствует химическому взаимодействию металла и его оксидов с материалом формы и способствует легкому извлечению отливок.

Большинство разделительных покрытий импортируется, поэтому актуальной задачей является обеспечение литейного производства отечественными составами.

Пригаром называют дефект в виде трудноотделяемого слоя на поверхности отливки, образовавшегося вследствие физико-химического взаимодействия формы или стержня с расплавом и его оксидами. Различают три вида пригара: механический, химический и термический[1]. Разделительные покрытия являются наиболее эффективным средством борьбы с этим недостатком, так как их наносят на поверхность форм и стержней, создавая буферный защитный слой с заданными физико-химическими свойствами. От выбора и правильного применения покрытий в значительной степени зависит качество поверхности получаемых отливок, а в конечном итоге товарный вид и конкурентоспособность готовых литых изделий.

В литейной практике в основном используют покрытия, представляющие собой суспензии, то есть дисперсные структуры, включающие огнеупорный наполнитель (основу), связующее, суспензирующее вещество, растворитель (воду или органическую жидкость) и вспомогательные компоненты (например, структурирующие добавки, смачиватели, антисептики). Последние вводят для получения систем с заданными эксплуатационными свойствами.

В зависимости от характера отверждения можно выделить три группы противопригарных покрытий:

- твердеющие при тепловой сушке водные системы, в которых растворителем является вода;
- самовысыхающие, содержащие органический летучий растворитель и образующие пленки при его естественном испарении;
- самотвердеющие (водоразводимые) системы, упрочнение которых происходит в естественных условиях в результате химических превращений.

Возможность применения разделительных покрытий определяется конкретными условиями производства, то есть зависит от материала отливки, ее массы, толщины стенки, технологии изготовления форм и стержней, наличия необходимых исходных материалов, технологии приготовления и нанесения покрытий, культуры производства и других факторов.

Основным назначением разделительных покрытий является предотвращение взаимодействия расплавленного металла с материалом форм или стержней. Для этой цели в состав покрытия вводят ве-

щества повышенной огнеупорности на различных связующих. Составы разделительных покрытий весьма разнообразны, поэтому выбор наполнителя для них определяется характером заливаемого металла, толщиной стенок, весом и габаритом отливок и рядом других факторов.

При изготовлении огнеупорных паст для литейных форм и стержней используется большое разнообразие компонентов: кварц пылевидный, каолин, графит скрытокристаллический, глина бентонитовая, железосодержащий пигмент, формалин, крахмалит, борная кислота, сажа отходов газоочистки и вода. Эффект от применения этих компонентов состоит в том, что достигается уменьшение износа технологического оборудования и улучшение санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала [2].

В составах разделительных покрытий для литейных форм и стержней, помимо огнеупорных наполнителей, используется вода, лигносульфонат и кремнийорганический олигомер (1,1-диметилтрисилан-3-ол), содержащий в качестве функциональных группировок гидросилановые группы, добавление которого значительно повышает прочность и термостойкость разделительного покрытия [2].

Несмотря на большое количество и разнообразие разделительных покрытий, проблемой остается разработка составов композиций покрытий для кокильного литья расплава алюминия и цветных металлов. Поэтому особенно актуальным является синтез покрытий с высокой термостойкостью и требуемой кроющей способностью, что обеспечивает не только высокую чистоту поверхности отливки, но и благодаря защитным теплоизолирующим свойствам, увеличивает срок службы дорогостоящих крупногабаритных стальных изложниц.

Задачей настоящего исследования является разработка состава антипригарного покрытия с использованием алюмофосфатной связки (АФС) и тугоплавкого недефицитного наполнителя, которое может разбавляться водой для получения консистенции, обеспечивающей нанесение тонкого слоя адгезионного покрытия на поверхность кокилей, применяемых при литье алюминиевого расплава.

Фосфатные связующие – это растворы фосфатов (обычно кислых), получаемые или нейтрализацией кислоты (оксидами или гидроксидами), или растворением реактивных фосфатов в воде. Они нашли широкое применение в производстве жаропрочных материалов, в том числе и покрытий [3].

В обогреваемый реактор с мешалкой заливалось расчетное количество экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) с концентрацией

$\text{H}_3\text{PO}_4$  в ней 72,5 %, которую нагревали до  $100 \pm 5$  °С и затем вводили расчетное количество  $\text{Al}(\text{OH})_3$  небольшими порциями. Полноту растворения определяли визуально по прозрачности раствора и отсутствию пены. Плотность поддерживалась в пределах  $(1,6-1,7) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

При растворении гидроксида алюминия протекает реакция с образованием гидро- и дигидрофосфатов и выделением тепла:



Были получены АФС с мольным соотношением  $\text{P}_2\text{O}_5$ :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3:1; 3,5:1; 4:1. Вязкость получаемой связки непосредственно зависит от количества кислоты, внесенной при ее синтезе. Получаемый продукт целесообразно растворять в воде непосредственно после синтеза с целью получения удобно разливаемой жидкости. Цвет связки изменялся от бледно-желтого до желтоватого, рН – от 1 до 2.

Для приготовления покрытия взвешивалось определенное количество АФС, после чего подбирались соотношения связки и наполнителя. В качестве наполнителя использовались алюмосиликатный шамот, отходы катализатора крекинга углеводородов нефти, гранитоидные отсевы – отходы производства дорожного щебня РУПП «Гранит» и природный базальт. Эти компоненты являются достаточно тугоплавкими, химически устойчивыми, а главное доступными и недефицитными.

Для получения алюмосиликатного шамота используются глины высокого качества с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  не менее 28%, а также технический глинозем, который смешивается с глинистым материалом. Он содержит большое количество оксида алюминия и потому является достаточно тугоплавким сырьем, используемым в производстве огнеупорных изделий.

В качестве катализатора крекинга углеводородов нефти в настоящее время используется цеолитсодержащий микросферический катализатор (размер частиц 35–100 мкм, площадь поверхности 300–400 м<sup>2</sup>/г). Он представляет собой крекирующий цеолитный компонент, нанесенный на аморфную алюмосиликатную матрицу. В катализаторе крекинга также содержатся добавки, уменьшающие истирание катализатора, и промоторы дожига  $\text{CO}$ .

Гранитоидные отсевы отличаются постоянством химического состава благодаря существенному усреднению вследствие неоднократного промежуточного дробления. Температура начала плавления гранитоидной породы составляет  $1180 \pm 5$  °С.

Природный базальт представлен в основном плагиоклазом и клинопироксеном, в небольших количествах присутствуют оливин и рудные минералы (магнетит, ильменит), анальцит. Температура

начала плавления базальтов составляет  $1160 \pm 5$  °С.

Важно, чтобы наполнитель не содержал посторонних включений, а также был достаточно измельченным, поэтому все порошки наполнителей просеивались через сито № 0063.

К взвешенным компонентам добавлялась вода до консистенции, удобной для нанесения. Покрытия наносились на предварительно разогретые до 70–75 °С образцы стали марки Ст 45. Кроме того, также были опробованы покрытия на чугуне и сталях марок Ст 3, Х18Н10Т и М2Т. Нанесение велось с помощью кисти, толщина слоя покрытия составляла 0,3–1 мм. Затем покрытия сушились в течение 15–20 минут на разогретом металле или в течение 1ч при комнатной температуре

В результате проведенных экспериментов установлено, что из изученных наполнителей покрытия с использованием гранитоидных отсеков и базальта обладают достаточным сцеплением с поверхностью стальной заготовки, отсутствием склонности к вспучиванию, поэтому они рекомендованы для использования в качестве наполнителя литейных покрытий кокилей для получения алюминиевых отливок необходимого качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скамьянова, Т.Ю. Физико-химические основы литейных процессов / Т.Ю. Скамьянова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 97 с.
2. Валисовский, И.В. Пригар на отливах: монография. – М.: Машиностроение, 1983. – 192 с.
3. Судакас, Л.Г. Фосфатные вяжущие системы. Санкт-Петербург. – 2008. – С. 45, 105-114.

УДК 66.087

А.Ф. Минаковский, В.И. Шатило, Н.С. Дашко,  
А.А. Черник, П.Б. Кубрак, Е.В. Копач  
Белорусский государственный технологический университет

#### **КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЖИДКИХ NS И NKS УДОБРЕНИЙ**

Важным средством интенсификации сельскохозяйственного производства является использование минеральных удобрений. При этом у аграриев всё большим спросом пользуются жидкие минеральные удобрения, которые обладают рядом преимуществ. В производст-