

УДК 669.131.7

Получение слитков из износостойкого хромокремниевых чугуна для защитных покрытий

Студенты гр.10405119 Хорольский П.Д. Раков И.Г. Бусел А.А.
Научный руководитель – Шейнерт В.А. А.Г.Слуцкий
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Для нанесения защитных покрытий многофункционального назначения с использованием высокоэнергетических тепловых потоков (плазма, лазер) используются различные составы износостойких материалов, содержащих в том числе тугоплавкие металлы.

Главным критерием применимости материала в качестве покрытия является возможность перевода его частиц в расплавленное или высокопластичное состояние и последующая деформация их при встрече с подложкой. Высокие температуры в сочетании с возможностью широкого регулирования состава струи (инертная, восстановительная, окислительная) и скорости ее истечения обеспечивают большое разнообразие материалов, напыляемых газотермическими методами, - от самых тугоплавких металлов, оксидов, карбидов и т.п. до пластмасс.

Практический опыт применения газотермических покрытий, накопленный за последние 20-30 лет в различных отраслях промышленности показывает, что таким путем можно, как правило, в 2-5 раз уменьшить износ деталей машин, эксплуатируемых в самых разных условиях, а также эффективно восстанавливать изношенные детали [1].

Средний размер частиц порошков для газотермического напыления и широта диапазона используемой фракции являются одной из важнейших характеристик материал. Известные в настоящее время способы получения порошков для газотермического получения покрытий делятся на две группы: первичные (формирование исходно частицы порошка) и вторичные (модифицирование полученного исходного порошка в тех случаях, когда использование его позволяет получить покрытие с заданным комплексом свойств)

Другим распространенным способом получения порошков для напыления является механическое измельчение (дробление) компактных материалов. Этот способ применим для хрупких металлов и сплавов, природных минералов, отходов металлургической и металлообрабатывающей промышленности. Такими материалами могут быть высокохромистые износостойкие чугуны [1].

Механическое измельчение осуществляют в барабанах, молотковых, вибрационных и других мельницах. При этом получают так называемые осколочные порошки с частицами неправильной угловатой формы.

Целью настоящей работы является исследование технологических особенностей плавки износостойких хромокремниевых чугунов и изготовление на их основе слитков, легко поддающихся измельчению и размолу до требуемой фракции.

В ранее выполненных работах показана реальная возможность получения таких слитков металлургическим восстановлением легирующих элементов из оксидной фазы [2-3].

В качестве основного материала для получения слитков использовался высокоуглеродистый сплав, предварительно выплавленный в индукционной тигельной печи ИСТ006 из шихты на основе ваграночного чугуна и карбюризатора. Разливка расплава осуществлялась через специальный металлоприемник в бассейн с холодной водой. Химический анализ полученной дроби показал следующие результаты: С-4,02%; Si-1,25%; Mn-0,24; P-0,095; S-0,096; В дальнейшем на базе этого сплава, на высокоскоростной индукционной печи (инверторе) выплавливали специальный износостойкий хромо-кремниевый

чугун. В качестве дополнительных шихтовых и легирующих материалов использовали: стальной лом, хром металлический Хр1, кремний кристаллический Кр1 из расчета получения в готовом сплаве: С-3,3%; Si-5%; Mn-0,3%; Cr-16%. На рисунке 1 представлены фотографии шихтовых материалов.

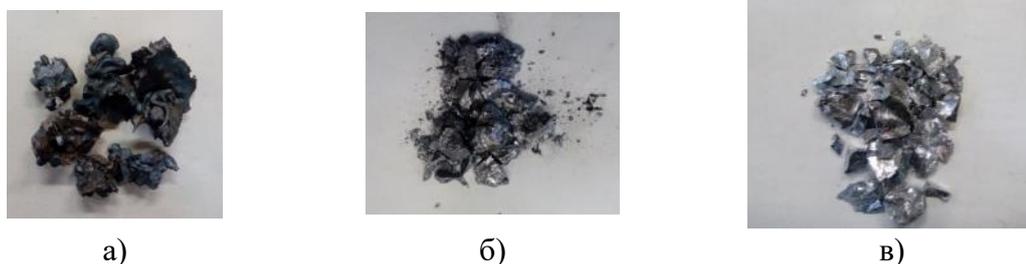


Рисунок 1 – Шихтовые материалы для плавки хромосилицевого чугуна:
а – синтетический чугун; б – кремний кристаллический; в – хром металлический

На рисунке 2 (а, б, в, г) представлены основные этапы плавки и разливки хромосилицевого чугуна. Вначале в графито-шамотном тигле расплавляли навеску синтетического чугуна (а) затем вводили расчетное количество металлического хрома и кристаллического кремния (б). После растворения присадок сплав перегревали и осуществляли его разливку в холодный металлический кокиль (в) с получением слитков в виде пластин размером 2х4х150мм. Затем отливалась проба на химический анализ (г).



Рисунок 2 – Этапы плавки и заливки хромосилицевого чугуна:
а – расплавление основной шихты; б – доводка по химическому составу; в – разливка в металлическую форму (кокиль); г-заливка пробы на химический анализ

В дальнейшем полученные слитки (рисунок 3) подвергались дроблению и размолу по методике, описанной в работе [4-5].



а)



б)

Рисунок 3 – Металлическая форма (а) и готовые слитки хромосилицевого чугуна (б)

Установлено что, полученный сплав плохо поддаётся дроблению и дисперсный порошок требуемой фракции из него получить оказалось проблематично. В этой связи, произвели корректировку состава чугуна по кремнию, увеличив его концентрацию до 10%. Это обеспечило получение более хрупкого материала, что подтвердили результаты дробления и размола (рисунок 4,5).



а)



б)

Рисунок 4 – Результаты дробления и размола хромосилицевого чугуна (10% кремния):

а) – фракция $>0,315$ мм после размола; б) – фракция $<0,315$ мм, после отсева.

В дальнейшем порошок фракции менее 0,315 мм подвергался последующему ситовому анализу с использованием более мелких ячеек.



а)



б)

Рисунок 5 – Порошок хромосилицевого чугуна после более мелкого отсева на фракции:

а) – менее 0,1 мм; б) – 0,1-0,3 мм

Исходная навеска предварительно дробленного чугуна составляла 315 г. Использовались шары диаметром 8, 25, 40 мм и весом 2,6 кг, а время помола составляло 5 минут. Получены следующие результаты: фракция менее 0,315 – 25 г, более 0,315 – 290 г. Затем фракцию более

0,315мм измельчали еще 15 минут и получили следующий результат: менее 0,315 – 52,3 г, более 0,315 – 238 г.

На последнем этапе продолжительность размола оставшейся фракции размером более 0,315мм составляла 40 минут. Получено 73 г порошка фракции менее 0,315 мм. Итого за весь цикл размола получено 150 г, что составляет примерно 50% от веса дробленого чугуна. Полученные образцы порошка хромокремниевое чугуна переданы для испытаний при нанесении защитных покрытий газопламенным напылением.

Таким образом проведенные экспериментальные исследования показали реальную возможность получения порошков их хромокремниевое чугуна для нанесения защитных покрытий с использованием метода литья.

Список использованных источников

1. Борисов, Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. – Киев: Наукова думка, 1987. – 543 с.

2. Энерго- и ресурсосберегающие процессы получения лигатур на основе молибдена, хрома и марганца / А.Г. Слуцкий [и др.] // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов.* – 2018. – № 39. – С. 1-15.

3. Слуцкий, А.Г. Энергосберегающая технология получения лигатур на основе молибдена / А.Г. Слуцкий, А.С. Калиниченко, В.А. Шейнерт // *Литье и металлургия.* – 2014. – № 2. – С. 91-94.

4. Слуцкий, А.Г. Способы получения износостойких материалов для защитных покрытий с использованием литейно-металлургических методов / А.Г. Слуцкий, Н.В. Зык, В.А. Шейнерт, И.А. Касперович, Е.А. Малышко // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов в 2 ч.* – Минск: БНТУ, 2021. – Вып. 42 с.216-225.

5. Хорольский, П.Д. Способы получения износостойких порошковых материалов для защитных покрытий с использованием плазмы и лазера / Хорольский П.Д., Раков И.Г. В.А. Шейнерт // *Новые материалы и технологии их обработки: материалы XXII Респ. студ. научн.-техн. конф., Минск, 21-22 апреля 2021 г. / Белорус. нац. техн. ун-т: ред. кол.: И.А Иванов [и др.].* – Минск, 2021. – С. 21-25.