

РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОСТАВОВ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ В МНОГОСЛОЙНЫЕ ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ

А. В. Павленок

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. А. Бойко

В настоящее время отрасль литья по выплавляемым моделям претерпевает изменения в области изготовления керамических форм. Требования по защите окружающей среды и соответствующее законодательство вынуждают пользователей этилсиликатных связующих переходить на использование связующих на водной основе.

Литье по выплавляемым моделям является способом получения фасонных отливок из металлических сплавов в неразъемной, горячей и негазозатворной оболочковой форме, рабочая полость которой образована удалением литейной модели выжиганием, выплавлением или растворением.

При этом способе литья в пресс-формы (обычно металлические) запрессовывают модельный состав, который после затвердевания образует модели деталей и литниковой системы. Зачастую модельный состав удаляют, выплавляя его в горячей воде.

В настоящее время в машиностроении наиболее распространенным способом получения точных отливок является литьё по выплавляемым моделям (ЛВМ) в многослойные оболочковые формы (ОФ) на гидролизованном этилсиликате в качестве связующего с применением различных наполнителей.

Выбор материала наполнителя в большинстве случаев зависит от типа заливаемого сплава. При изготовлении отливок из цветных сплавов, чугуна и стали часто используют обычный кварцевый песок. Для литья жаропрочных сплавов кварцевый песок заменяют на электрокорунд, дистенсиллиманит. При этом для формирования внутренних полостей отливки используют стержни, получаемые обычно методом твердофазного спекания из порошков огнеупорных материалов.

В качестве связующего для получения форм в методе ЛВМ используют в основном золь кремниевой кислоты, обеспечивающий получение отливок высокой точности и сложной конфигурации. Использование кремнезольного связующего, обладающего рядом преимуществ, долгое время сдерживалось из-за отсутствия производственного опыта, отечественных научных разработок и ограничения производства кремнезоля.

Основой связующих являются синтетические кремнеземы российского производства, поставляемые потребителям в виде порошка КОВЕЛОС® (ТУ 2168-001-14344269-03) или пасты (полужидкая субстанция с массовой долей SiO_2 от 13 до 27 %). Мелкодисперсный порошок представляет собой легкодезагломерирующую фракцию SiO_2 с размерами частиц от 1 до 10 мкм. Важным аспектом в использовании данного материала в порошкообразном виде является возможность его транспортировки и хранения при минусовых температурах. Заводская упаковка – от мешков массой пять килограммов до пакетов массой сто и пятьдесят граммов.

Нами проведены исследования, направленные на определение возможности использования кремнезоля собственного изготовления, полученного на основе КОВЕЛОСа марок СЖКЗ-27 и СК-25/20 в технологии формирования керамических оболочковых форм повышенной прочности.

1. Приготовление суспензии (связующего).

Кремнезоль СЖКЗ-27 смешивали с сухим кремнеземным порошком Ковелос 25105-М и пылевидным кварцем. После тщательного перемешивания смеси с помощью механической мешалки в течение 30 мин следует этап созревания в течение 20–30 мин. Определение смачивающей способности и равномерности распределения суспензии по поверхности модельной формы производят путем окунания в суспензию модельной восковой пластины. Пригодность суспензии для нанесения первого слоя оболочковой формы определяется по отсутствию «залысин» после стекания лишнего количества жидкости.

2. Нанесение слоев.

2.1. Нанесение первого слоя оболочковой формы.

Модель окунается в полученную суспензию, извлекается из жидкости и поворачивается несколько раз для полного смачивания. Далее предусмотрено стекание лишней жидкости. Поворачивая модель, производится ее обсыпка молотым кварцем с зернами осколочной формы размером 0,55–0,75 мм. После нанесения первого слоя

влажное покрытие имеет серый цвет. Модель с нанесенным первым слоем ставится в сушильный шкаф с принудительным обдувом с температурой 40 °С, время выдержки – 1 ч. Покрытие имеет ровный белый цвет, что подтверждает окончательную степень высыхания слоя.

2.2. Нанесение второго слоя оболочковой формы.

В состав для формирования первого слоя добавляется кремнезоль СЖКЗ-27. Кремнезоль с молотым кварцем и зернами осколочной формы тщательно перемешивается с помощью механической мешалки. Модель с высушенным первым слоем окунается в данную суспензию, выдерживается 1–2 мин, затем извлекается. Поворачивая модель, производится ее обсыпка молотым кварцем с зернами осколочной формы размером 0,55–0,75 мм. После обсыпки покрытие также имеет серый цвет. Модель с нанесенным вторым слоем ставится в сушильный шкаф с принудительным обдувом с температурой 40 °С, время выдержки – 2 ч. После сушки покрытие имеет ровный белый цвет, что подтверждает окончательную степень высыхания второго слоя.

2.3. Нанесение третьего слоя оболочковой формы.

В состав для нанесения второго слоя добавляется определенное количество кремнезоля СЖКЗ-27 и тщательно перемешивается с помощью механической мешалки. Модель с высушенным вторым слоем окунается в данную суспензию и извлекается. Далее аккуратно поворачивая модель, производится ее обсыпка молотым кварцем с зернами осколочной формы размером 1,0–1,25 мм. Модель с нанесенным третьим слоем ставится в сушильный шкаф с принудительным обдувом с температурой 40 °С, время выдержки – 3 ч.

2.4. Нанесение последующих слоев.

При односменной работе модель с нанесенными и высушенными тремя слоями остается на ночь в выключенном и закрытом сушильном шкафу (не допускается адсорбирование влаги промежуточными слоями оболочковой формы). При трехсменной работе непрерывно продолжается нанесение слоев ОФ. Остальные 4 слоя ОФ наносятся с использованием суспензии для 3-го слоя (перед употреблением необходимо тщательно ее перемешать). Обсыпка производится молотым кварцем с зернами осколочной формы размером 1,0–1,25 мм. Сушка каждого последующего слоя должна быть не менее 3-х ч (при слабом принудительном обдуве). Внешний вид готовой семислойной ОФ после сушки последнего слоя при температуре 40 °С в течение 3-х ч имеет белый равномерный вид без трещин.

Выжигание фотополимера проводится в муфельной печи, на воздухе. Для облегчения сгорания и доступа воздуха дверцу печи оставляют приоткрытой. Для полного выгорания фотополимерной модели достаточно нагрева до температуры 900 °С. Если скорость подъема температуры в печи выше 300°/ч, то выделяющиеся при сгорании фотополимера газы могут разорвать ОФ, вероятнее всего, в области просверленных отверстий.

В результате проведенных экспериментов установлено, что для получения прочной и бездефектной ОФ оптимальными режимами для выжигания фотополимера и прокаливания является скорость подъема температуры 200–300°/ч (до 900 °С) и выдержка при температуре 900 °С в течение 1 ч.

Пробная заливка чугуна в оболочковую форму. С использованием готовой ОФ, полученной с использованием разработанного нового связующего, в заводских условиях (ОАО «Энергомашиностроительное конструкторское бюро», г. Москва)

был залит чугун с целью определения ее пригодности для литья деталей сложной формы. После остывания расплава и попыток разрушения керамических слоев установлено, что полученная оболочка обладает повышенной адгезией по отношению к поверхности чугуна (рис. 1), а также повышенной прочностью, что приводит к трудности ее разрушения и удаления с поверхности отливки.



Рис. 1. Результат отливки детали в полученную оболочковую форму