

## ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ АКТИВАЦИИ ФОРМОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛИТЬЕ В КРИСТАЛЛОГИДРАТНЫЕ ФОРМЫ

*О.М. Пашнина, В.К. Дубровин, Б.А. Кулаков*

Использование кристаллогидратных материалов в качестве связующего при изготовлении литейных объемных форм находит все большее распространение. Интерес к этой технологии связан с рядом преимуществ, в частности, сокращением трудоемкости изготовления форм по сравнению с оболочковыми в литье по выплавляемым моделям, повышенная точность и качества поверхности литых заготовок, а так же уменьшение стоимости изделий [1].

На кафедре «Литейное производство» разработана формовочная смесь [2], включающая мелкодисперсный наполнитель на основе кремнезема, поргланецмент, нитрат алюминия девятиводный и воду. Принцип изготовления объемных форм из такой смеси заключается в том, что модель или модельный блок, установленные в опоку, заливают формовочной массой. Поэтому по своей консистенции формовочная смесь должна быть суспензией с хорошей жидкотекучестью.

Применение в качестве связующего портландцемента позволяет получать отливки из сплавов черных металлов с высокой температурой заливки, так как цемент гораздо устойчивее к действию высоких температур, чем гипс. Нитрат алюминия девятиводный - добавка, сокращающая время загустевания смеси, так как он ускоряет процесс начала образования кристаллогидратов цемента. Кроме того, он подвергается гидролизу с образованием гидроксида алюминия, обладающего связующими свойствами. При прокатке форм нитрат алюминия полностью разлагается с образованием оксидов азота и  $Al_2O_3$ , что увеличивает пористость форм и препятствует трещинообразованию. Также добавка улучшает выбиваемость формовочной смеси за счет уменьшения остаточной прочности. В то же время прочность остается на достаточном уровне, обеспечивающем заливку металла, в том числе и центробежную, и высокое качество форм и отливок.

В качестве наполнителя кристаллогидратных форм необходимо применять кварцевый песок с содержанием глинистой составляющей не более 0,5 %. Особое внимание стоит обратить на зерновой состав песка, так как это влияет на технологические свойства форм и качество поверхности получаемых отливок. Перед применением кремнеземистого наполнителя целесообразно провести его активацию. Активация инертных компонентов смеси заключается в удалении с поверхности частиц неактивных поверхностных пленок [3]. В случае, если гранулометрический состав инертных составляющих смеси не удовлетворяет требовани-

ям, песок необходимо диспергировать до зернистости 30...160 мкм, что обеспечивает высокое качество отпечатка форм. Текучесть суспензии определяется зерновым строением песка, которое оказывает влияние на площадь поверхности песка и количество образующихся при перемешивании воздушных пузырьков. Для жидких смесей рекомендуется наполнитель с зернами круглой формы, не раскалывающимися в процессе перемешивания. Диспергирование песка повышает его удельную поверхность, активность наполнителя возрастает. Для тонкого помола песка возможно применение измельчителей-дезинтеграторов сыпучих материалов, шаровых или вибрационных мельниц. На рис. 1 представлены графики изменения зернового состава кварцевого песка исходной фракции 0,4 мм в процессе помола его в вибромельнице марки ВМ-45. Пользуясь данными зависимостями, можно подбирать оптимальное время помола для получения необходимого фракционного состава наполнителя.

Важным обстоятельством получения качественной формовочной суспензии является выбор смесеприготовительного оборудования, так как показатели однородности песчано-цементной смеси оказывают существенное влияние на основные физико-механические свойства форм. С целью повышения эффективности технологического процесса изготовления точных объемных форм из наливных смесей на цементном связующем на ЗАО «Уральская бронза» был проведен комплекс технических мероприятий. Для качественного предварительного смешивания сухих компонентов внедрен в производство барабанный смеситель периодического действия. На рис. 2 представлена фотография приготовленной в данном агрегате песчано-цементной формовочной смеси, выполненная на электронном микроскопе JEOL JSM-6460LV (Япония). Смесь характеризуется высокой однородностью. Для приготовления жидкоподвижной формовочной массы разработан и внедрен в производство трехроторный лопастной смеситель, работа которого основана на принципе турбулентного перемешивания, создающего высокие градиенты скоростей, способствующие равномерному распределению в приготавливаемой суспензии различных компонентов. Быстро вращающиеся активаторы (роторы) создают турбулентные потоки, поэтому воздействие на компоненты суспензии при перемешивании осуществляется динамическим возмущением среды. Повышение активности как вяжущих, так и инертных компонентов смеси, а также вакуумирование суспензии в процессе ее приготовления позволяет получать высококачест-

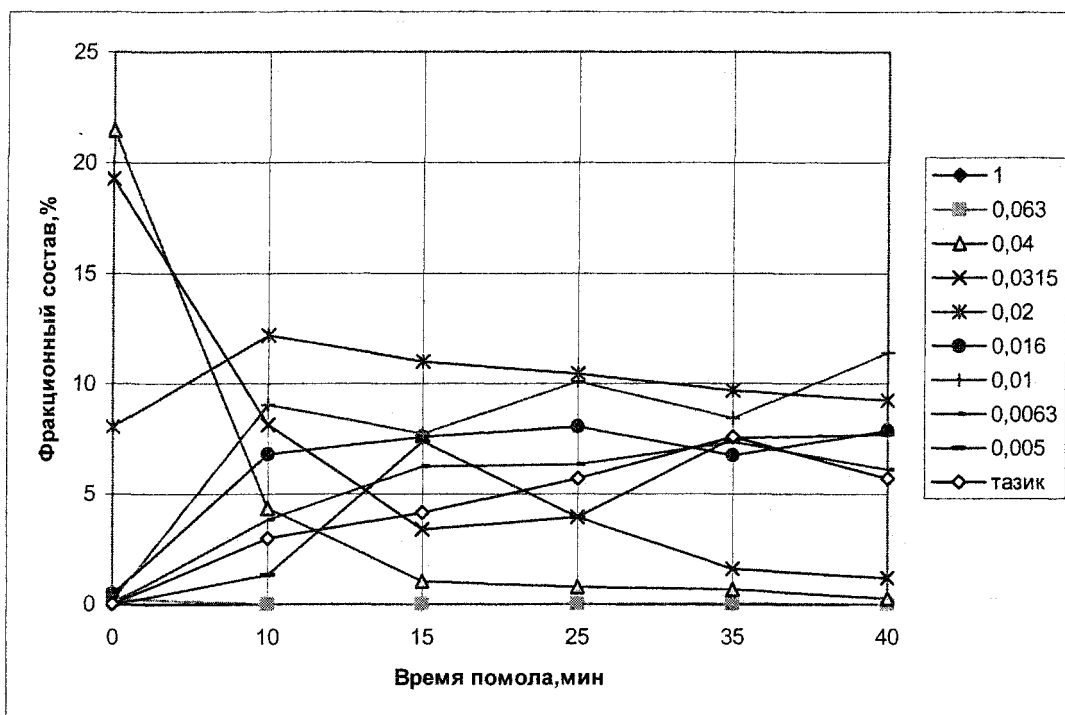


Рис. 1. Графики гранулометрического анализа диспергированного песка

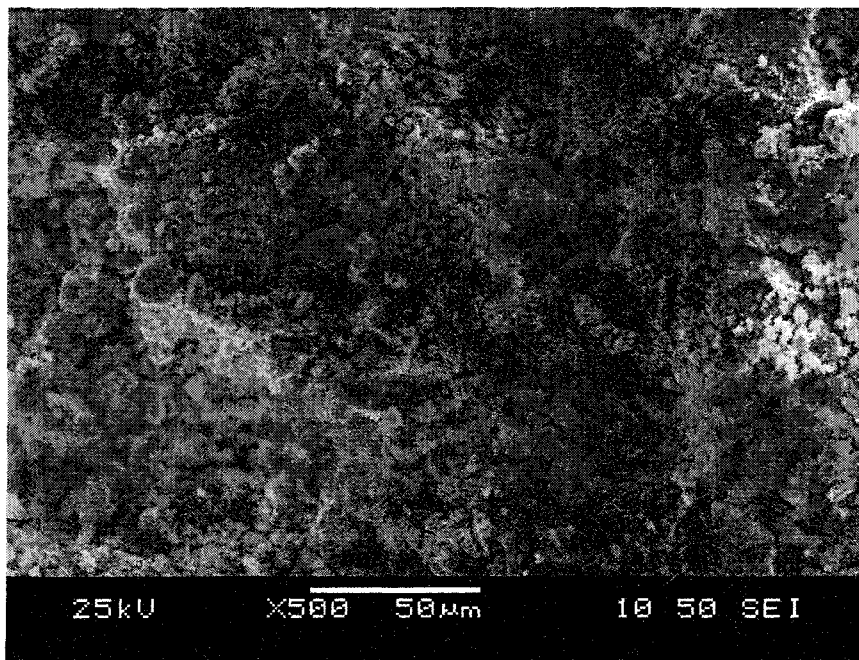


Рис. 2 Сухая формовочная смесь

венные наливные формовочные смеси при пониженном расходе воды. При этом активация и смешивание происходят одновременно и не снижают практическую производительность смесеприготовительного оборудования.

Применение технологии наливных самотвердеющих смесей на цементном связующем становится перспективным с позиции дальнейшей утилизации отходов отработанных материалов. Преимущество цементной смеси перед другими спо-

собами изготовления точных отливок является возможность ее повторного использования после выбивки - замкнутый цикл использования формовочных материалов. Зерна рециклированного наполнителя имеют на поверхности остатки гидратированной цементной составляющей смеси, частицы которой являются центрами зарождения новых кристаллогидратов. При введении оборотной смеси происходит химическая активация процессов схватывания и затвердевания формовочной

суспензии. Это позволяет в два раза уменьшить содержание в смеси наиболее дорогостоящего компонента - нитрата алюминия и при этом увеличить производительность изготовления качественных цементных форм. Перед использованием отработанную смесь подвергают дроблению до зернистости свежего диспергированного наполнителя. Рециклирование отходов также позволяет значительно уменьшить площади земель, используемых для их хранения, сократить расход природных ресурсов, затрачиваемых на производство свежего наполнителя для смеси. Количество рециклированной смеси в составе формовочной в пределах 20...50 мас.% является оптимальным с позиции живучести, подвижности смеси и водоцементного соотношения. Для упрощения технологического процесса возможно совмещение диспергирования кварцевого песка и дробления возврата.

Таким образом, механическая и химическая активация процессов формообразования из кри-

сталлогидратных смесей позволяет улучшить качество литейных форм и, следовательно, получаемых в них точных отливок, а также решить проблему повторного использования отходов.

#### *Литература*

1. *Новые технологии в художественном литье* / В.К. Дубровин и др. // *Литейщик России*. - 2006 - №9 - С. 25-29.

2. Пат. 2252103 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 22 С 1/00. Смесь наливная самотвердеющая для изготовления форм и стержней при производстве отливок по выплавляемым моделям / В.К. Дубровин, Б.А. Кулаков, А.В. Карпинский, Л.Г. Знаменский, И.Н. Ермаков, О.В. Ивочкина. - № 2004104585/02; заявл. 16.02.2004; опубл. 20.05.2005, Бюл. № 14. - 5 с.

3. Абакумов, Е.Г. *Механические методы активации химических процессов* / Е.Г. Абакумов. - Новосибирск: Наука, 1986 - 306 с