УДК 621.74

РЕЦИКЛИНГ В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

О.М. Заславская, Л.Н. Сабирова, Д.А. Кольцо

RECYCLING IN INVESTMENT CASTING

O.M. Zaslavskaya, L.N. Sabirova, D.A. Koltso

Рассмотрен вопрос повторного применения отработанной песчано-цементной смеси для объемных форм литья по выплавляемым моделям. Проведен рентгенофазовый анализ на дифрактометре «Дрон-3М». Перед применением отработанную песчано-цементную смесь необходимо подвергнуть дроблению до зернистости свежего наполнителя (мелкодисперсного кварцевого песка).

Ключевые слова: литье по выплавляемым моделям, цемент, связующее, форма, диспергирование, активация.

The paper deals with recycling of spent sand-cement mixture for bulk mould in investment casting. X-ray diffraction study with "Dron-3M" diffractometer is performed. Preparation of spent sand-cement mixture includes crushing to the grain of fresh filler (finely dispersed quartz sand).

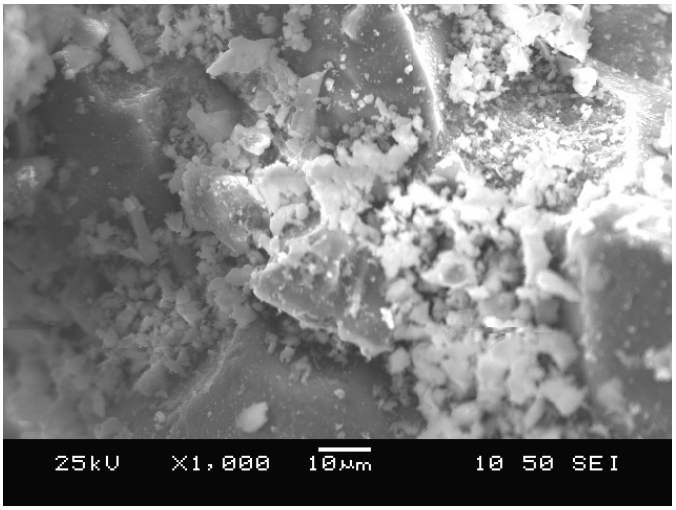
Keywords: investment casting, cement, binder, mold, dispersion, activation.

Применение технологии наливных самотвердеющих смесей на цементном связующем становится перспективным с позиции дальнейшей утилизации отходов отработанных материалов. Преимущество цементной смеси перед другими способами изготовления точных отливок является возможность ее повторного использования после выбивки – замкнутый цикл использования формовочных материалов (рециклирование).

Возможность рециклинга отработанной цементной формовочной смеси подтверждается результатами проведенного рентгенофазового анализа на дифрактометре «Дрон-3М». Рентгенограммы показали, что при температуре 1100 °С система полностью теряет воду в связанном виде. Основу материала составляет трехкальциевый силикат $3CaO{\cdot}SiO_2$ и двукальциевый силикат β-$2CaO{\cdot}SiO_2$, которые могут снова взаимодействовать с водой. Имеются интенсивные линии извести CaO. На основании этого можно сделать вывод, что цемент сохранил минералогический состав и способен гидратировать повторно.

Также были проведены исследования на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6460 LV (см. рисунок). Они показали, что на поверхности частиц рециклированной смеси имеются остатки гидратированного цемента, которые могут сыграть роль микровключений в матричном материале, образовать каркас и помочь быстрее создать прочную структуру.

Согласно теории Байкова о процессе твердения вяжущих веществ трансформация цементного



Рециклированная песчано-цементная смесь

геля в твердое тело обусловливается образованием новых фаз (кристаллогидратных комплексов) в результате взаимодействия цемента с водой. Этот сложный процесс начинается с образования пересыщенного раствора, в котором затем возникают кристаллические зародыши (центры кристаллизации). Продолжительность кристаллизационного периода зависит от степени пересыщения, природы кристаллизующегося вещества и растворителя, содержания в растворе различных твердых частиц. После дробления и измельчения отработанная смесь содержит значительную часть пылевидной фракции, которая образуется в результате термодеструкции и механической деформации. При добавлении рециклированных материалов в песчано-цементную смесь можно ускорить процесс твердения формы за счет введения тонкодисперсных частиц, обладающих свойством адсорбировать на своей поверхности кристаллогидраты цемента. Таким образом, при затворении водой формовочной смеси с добавкой рециклированных материалов процесс кристаллизации ускоряется за счет присутствия твердых частиц кварца с развитой поверхностью. Возникновение и рост кристаллогидратов цемента происходит легче и быстрее в присутствии на ранней стадии гидратации самостоятельно существующих зародышей, играющих роль центров кристаллизации. Это позволяет более чем в два раза уменьшить в предлагаемой смеси содержание наиболее дорогостоящего компонента – ускорителя схватывания – нитрата алюминия, по сравнению со смесью из свежих материалов, и при этом увеличить производительность изготовления качественных цементных форм. Перед использованием отработанную смесь необходимо подвергнуть дроблению до зернистости свежего диспергированного наполнителя (мелкодисперсного кварцевого песка).

Экспериментально подобран количественный состав ингредиентов формовочной смеси на основе рециклированных отходов, мас. %: мелкодисперсный кварцевый песок – 28,9–44,1; рециклированная цементная смесь – 11,0–32,4; портландцемент – 10,8–18,2; нитрат алюминия девятиводный – 0,6–1,5; вода – остальное.

Формовочная смесь на основе рециклированных материалов обеспечивает получение высококачественных отливок, преимущественно сложнопрофильных за счет оптимальных технологических и физико-механических свойств форм и стержней и стабильности техпроцесса их изготовления. Технологический процесс на основе рециклированных материалов является высокопроизводительным и ресурсосберегающим, себестоимость изготовления изделий ниже, чем при аналогичных способах.

Поступила в редакцию 25 июня 2012 г.