

ОБЪЕМНЫЕ КРИСТАЛЛОГИДРАТНЫЕ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ РЕЦИКЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Карпинский, В.К. Дубровин, О.М. Заславская

Известные до настоящего времени технологические процессы изготовления литейных форм из наливных кристаллогидратных формовочных смесей не предусматривали их повторного использования, такие смеси после выбивки идут в отвал. На первоначальном этапе также происходило и с песчано-цементной смесью. Для изучения возможности её повторного использования (рециклинга) были проведены специальные исследования.

На дифрактометре «Дрон-4» изучались изменения в цементе после его гидратации и высокотемпературного воздействия. Был подготовлен образец гидратированного и прокаленного при 1100 °С цемента марки ПЦ-400, приближенного к реальному состоянию структуры цемента в отработанной песчано-цементной смеси. На рентгенограмме (рис. 1) зафиксированы безводные кристаллические фазы трехкальциевого силиката $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, двухкальциевого силиката $\beta\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, оксида кальция CaO . Дифрактограммы были получены для K_α -составляющей в медном излучении.

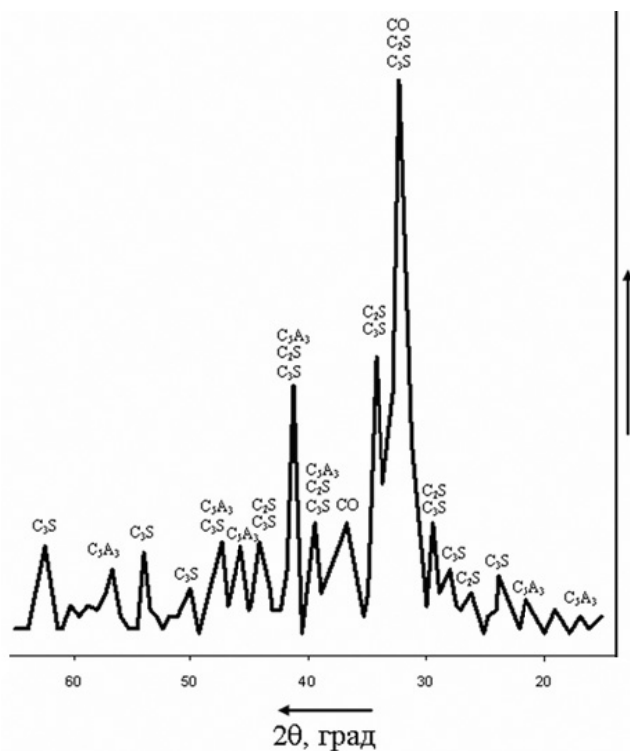


Рис. 1. Дифрактограмма гидратированного портландцемента ПЦ-400 после обжига при 1100 °С: C_3S – алит, C_2S – белит, C_5A_3 – пятикальцевый триалюминат, CO – оксид кальция

Исследования, проведенные на растровом электронном микроскопе «Jeol JSM – 6460 LV» показали, что на поверхности частиц отработанной смеси имеются микровключения гидратированного цемента, которые могут при введении их в цементную смесь сыграть роль кристаллических зародышей, инициаторов гидратационных процессов, то есть стать центрами кристаллизации гидратных новообразований и ускорить процессы гидратации новых фаз. Согласно теории А.А. Байкова о процессе твердения вяжущих веществ, возникновение и рост кристаллогидратов цемента происходит легче и быстрее в присутствии на ранней стадии гидратации самостоятельно существующих зародышей, выполняющих роль центров кристаллизации. Характер изменения химических связей при гидратации портландцемента в присутствии отработанной смеси изучали на ИК-спектрофотометре спектрофотометре Tensor 27 (BRUKER) в области частот $4000 \dots 400 \text{ см}^{-1}$ с разрешением 1 нм (рис. 2). ИК-спектры формовочной смеси с добавлением отработанной смеси (возврата) имеют в целом аналогичную картину изменения со временем характера химических связей. Наблюдается наличие полосы минимума поглощения 1220 см^{-1} , связанного с наличием SiO_2 в возврате. Обращает внимание более быстрое исчезновение свободной воды из межзернового пространства, о чем говорит исчезновение минимума поглощения в области частот $3200 \dots 3400 \text{ см}^{-1}$.

Теоретические предположения полностью подтвердились на практике. При затворении измельченной отработанной смеси схватывание её происходит быстрее. Однако, текучесть её значительно хуже, чем смеси, состоящей только из свежих материалов. Это связано с большим содержа-

ем в ней пылевидных фракций. Для улучшения текучести необходимо увеличить содержание затворителя в суспензии, что также нежелательно, так как провоцирует трещинообразование в формах при сушке. Целесообразно в данном случае готовить формовочную смесь из свежих материалов с добавлением возврата. При этом желательно вводить в состав формовочной смеси максимальное количество возврата, но с условием небольшого увеличения водомассового соотношения при сохранении или незначительном изменении технологических свойств.

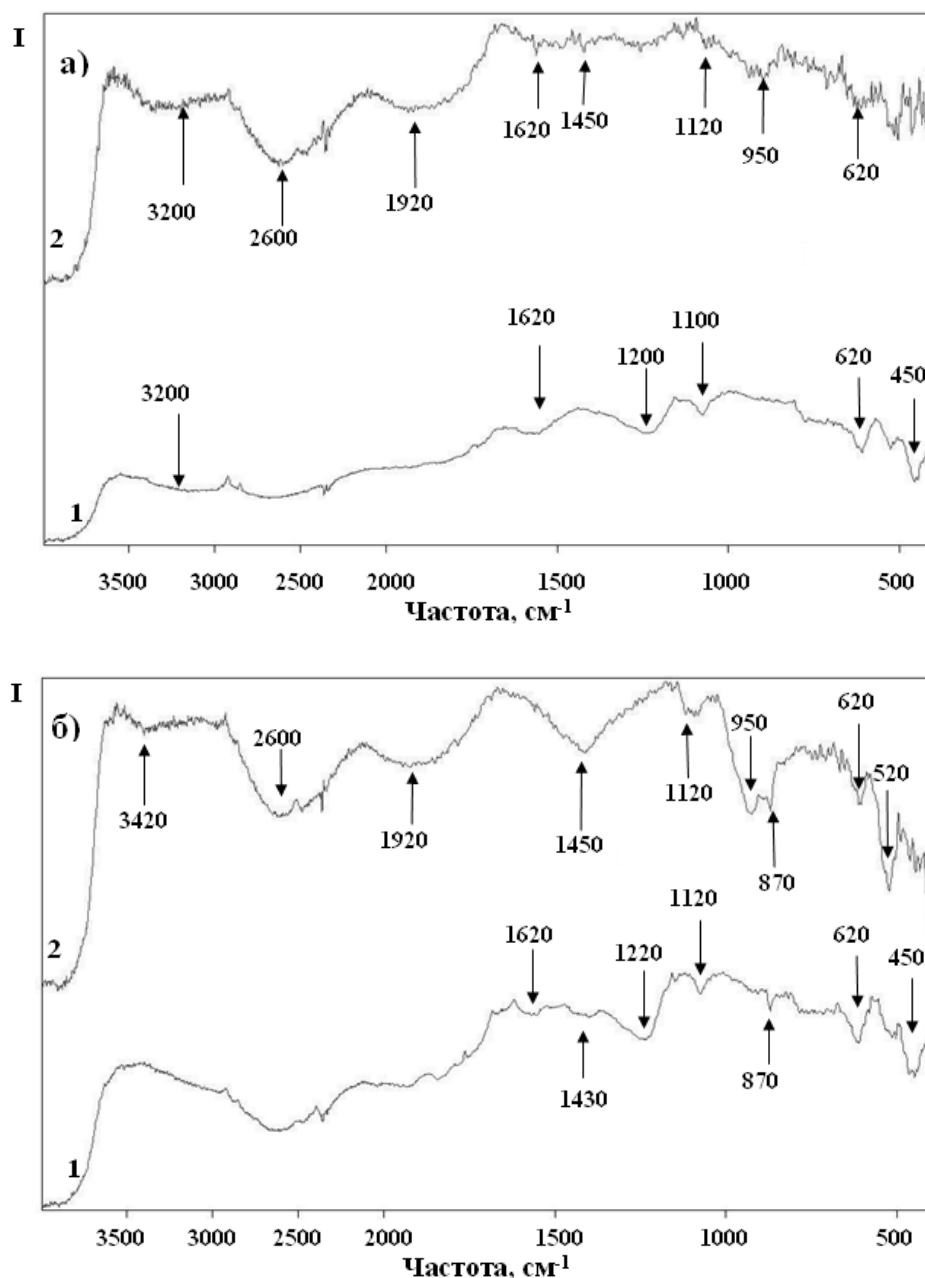


Рис. 2. Инфракрасные спектры гидратации кристаллогидратных суспензий: а – в начальный момент; б – через 30 минут после затворения; 1 – рециклированная смесь; 2 – портландцемент с нитратом алюминия

Экспериментально была определена текучесть формовочной смеси при различном содержании возврата. Характер зависимости показан на рис. 3.

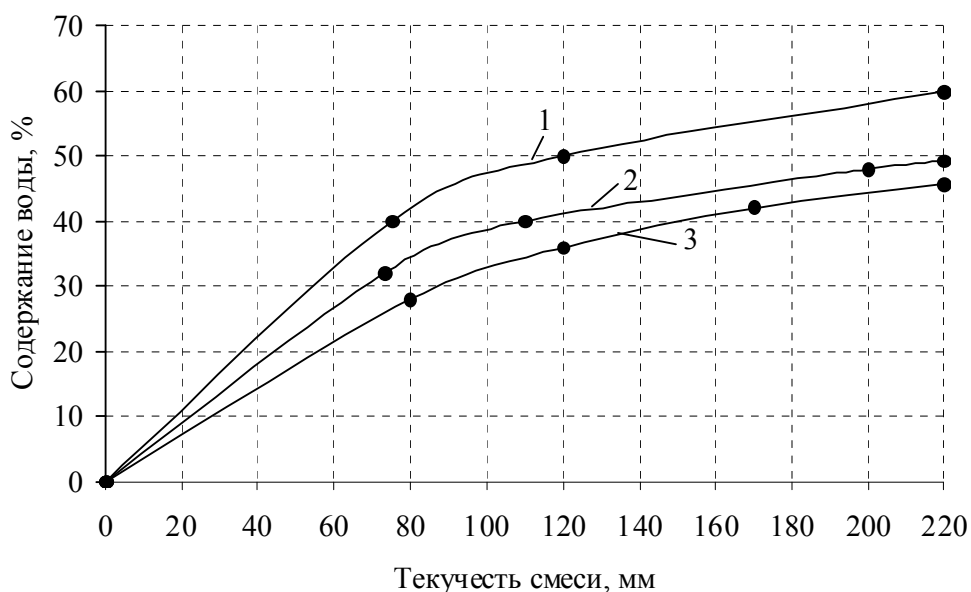


Рис. 3. Зависимость текучести песчано-цементной смеси от содержания воды с добавлением рециклированных материалов: 1 – в количестве 100 %; 2 – в количестве 50 %; 3 – в количестве 20 %

Наиболее приемлемым с практической стороны оказалось введение в состав формовочной смеси 50 % возврата вместо исходного наполнителя на стадии перемешивания компонентов в смешивающем барабане. Это позволило в 2...2,5 раза уменьшить содержание самого дорогостоящего компонента – нитрата алюминия девятиводного, сократить в 1,5...2 раза расход свежего наполнителя и значительно уменьшить отходы отработанной смеси [1].

При этом было лишь незначительно (на 2...3 %) увеличено водомассовое соотношение, остальные технологические характеристики формовочной смеси и форм (текучесть, интервал затвердевания, прочность, осыпаемость, коэффициент термического линейного расширения) остались на уровне смеси, приготовленной из свежих материалов. При этом было отмечено уменьшение шероховатости получаемых в таких формах отливок до $R_a = 1,25$ мкм.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о перспективности рециклинга смесей, используемых в литье по выплавляемым моделям в объемные кристаллогидратные формы, а также целесообразности дальнейших работ в этом направлении.

Библиографический список

Пат. 2326750 Российская Федерация, МПК⁷ В 22 С 1/18. Смесь наливная самотвердеющая на цементном связующем для производства точных отливок / В.К. Дубровин, О.М. Пашнина, Б.А. Кулаков. – 2008, Бюл. № 17. – 5 с.