



The results of investigations of some aspects of forming of the sand-clay agglutinant sands at using of different kinds of mix preparation are given in the article.

Д. М. КУКУЙ, БНТУ, С. Л. РОВИН, УП «Технолит»,
М. А. САЙКОВ, РУП «Гомельский литейный завод «Центролит», В. В. СТЕЛЬМАХ, БНТУ

УДК 621.74

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ

Вопросы формирования свойств формовочных и стержневых смесей в процессе смесеприготовления (соединения и перемешивания компонентов), несмотря на большое многообразие смесителей, по-прежнему остаются одной из наименее исследованных и плохо изученных областей технологии литейного производства. Как правило, оценка того или иного смесеприготовительного агрегата ограничивается определением интенсивности (времени) и равномерности распределения компонентов в приготавливаемом объеме и сравнительной оценкой удельных энергозатрат, необходимых для получения однородной массы смеси.

В то же время в формировании свойств смеси огромную роль играет не только соотношение компонентов и их равномерное распределение в объеме смеси, но и их взаимодействие между собой: площадь, количество и сила контактных взаимосвязей. При этом решающее значение в формировании физико-механических свойств смеси имеет взаимодействие наполнителя и связующей композиции: силы адгезии и условия смачивания на поверхности раздела фаз, силы когезии и поверхностное натяжение в среде связующего.

Кроме того, при оценке и выборе смесеприготовительного оборудования существенное значение имеет анализ воздействия, которое оказывает смеситель на отдельные компоненты, входящие в состав смеси: измельчение и разрушение частиц наполнителя, диспергирование и активация связующего и других компонентов смеси и т.д.

В настоящей статье приведены результаты исследований некоторых аспектов формирования свойств песчано-глинистых формовочных смесей при использовании различных способов смесеприготовления.

Для анализа были избраны традиционные, чаще всего встречающиеся в отечественных литейных цехах, катковые смесители, и перспективные — высокоскоростные турбинные смесители. При проведении экспериментов использовали лабораторный катковый смеситель LM-2 и установку, воспроизводящую процесс перемешивания в высокоскоростном турбинном смесителе с вращающейся чашей. Исследовали песчано-глинистую смесь (ПГС) постоянного состава, взятую из реального смесеоборота РУП «ГЛЗ «Центролит» (общее глиносодержание смеси — 12%, активная глина — 8%). В процессе экспериментов изменяли только время перемешивания и количество добавляемой в смесь воды.

Преимуществом высокоскоростных турбинных смесителей является высокая скорость гомогенизации смеси. Исследования показали, что уже через 60–90 с перемешивания все компоненты, помещенные в высокоскоростной смеситель, равномерно распределяются по объему замеса. Равномерность распределения воды определяли по разнице во влажности (ΔW) различных участков (микрообъемов) смеси в одном замесе. В то же время в катковом смесителе на аналогичных смесях тот же уровень равномерности перемешивания достигается через 3–4 мин (рис. 1). Подтверждением сказанному является более высокая паспортная производительность (и соответственно меньшая продолжи-



Рис. 1. Влияние типа смесителя и способа перемешивания на равномерность распределения компонентов (воды)

тельность рабочего цикла) практически всех высокоскоростных смесителей по отношению к катковым при аналогичных объемах замеса.

Смесь, приготовленная в высокоскоростных вихревых (турбинных) смесителях, имеет более высокие характеристики и по таким важным показателям, как уплотняемость и газопроницаемость (рис. 2, 3). Это объясняется, в первую очередь, аэрацией смеси, которая имеет место в турбинных смесителях: смесь по окончании процесса насыщена воздухом, в ней отсутствуют комки и переуплотненные микрообъемы и, как следствие, хорошая формуемость, уплотняемость и высокая газопроницаемость.

В то же время, как показывают исследования, прочностные характеристики смесей, приготовленных в катковых смесителях (при соблюдении равенства состава смеси и влажности), выше, чем у смесей, полученных в вихревых (турбинных) смесителях. Причем если в турбинных смесителях прочность практически не зависит от времени перемешивания (после достижения равномерного распределения компонентов в объеме замеса изменения прочности находятся в пределах доверительного интервала ошибки измерений), то в катковых смесителях с увеличением времени перемешивания нарастает и прочность смеси (следует,

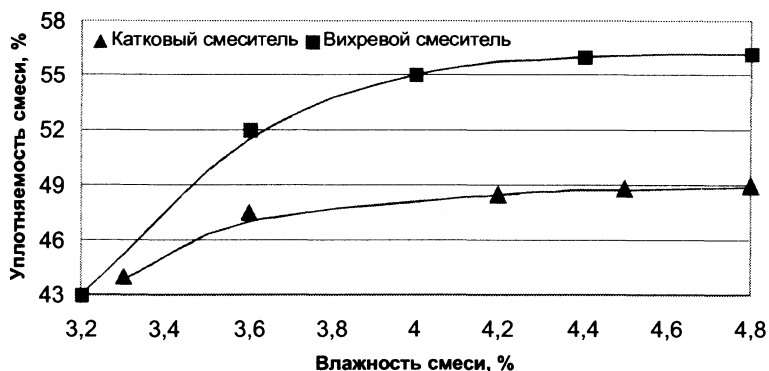


Рис. 2. Влияние влажности на уплотняемость смеси

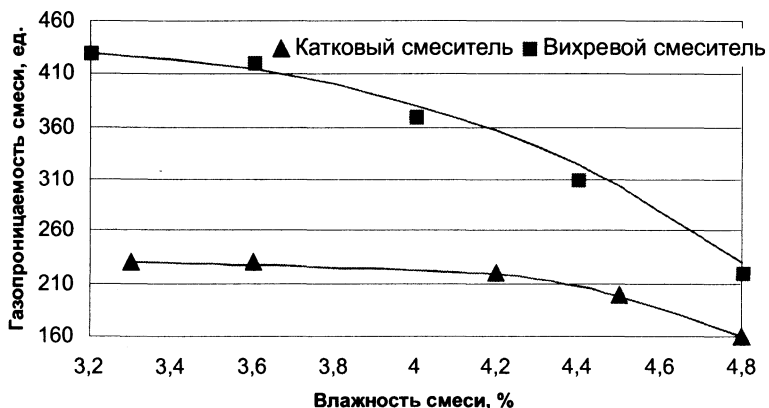


Рис. 3. Влияние типа смесителя и влажности на газопроницаемость смеси

правда, отметить, что рост продолжается до некоторого максимума, характерного для данной влажности). На рис. 4 полученные результаты представлены в виде двухпараметрических зависимостей (прочности смеси от влажности и времени перемешивания).

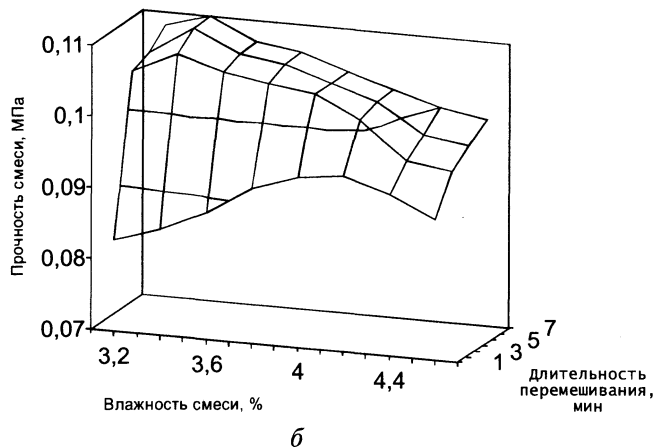
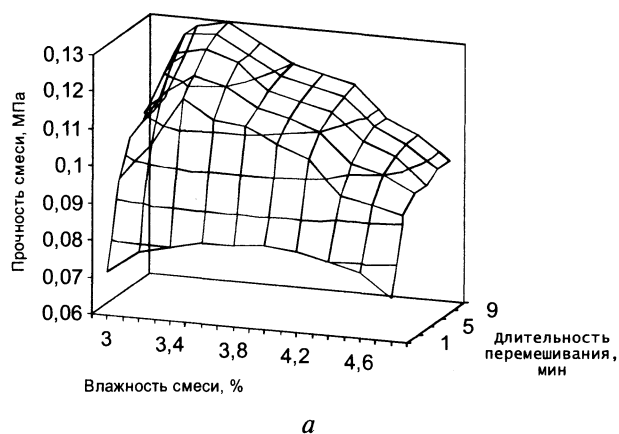


Рис. 4. Зависимость прочности смеси от влажности и времени перемешивания: а – катковый смеситель; б – вихревой смеситель

Полученные закономерности могут быть объяснены с позиций физической химии композиционных полидисперсных материалов с преобладающим коагуляционным типом связей, к которым относятся песчано-глинистые формовочные смеси.

В песчано-глинистых формовочных смесях связи между частицами формируются в основном через тонкую прослойку воды за счет слабых

ван-дер-ваальсовых сил. Прочность этих связей во многом определяется толщиной этой водной прослойки (или толщиной стыковых манжет между частицами), чем она тоньше (до определенного предела), тем прочнее связь.

Как правило, вода в готовой формовочной смеси (после распределения в объеме замеса) находится в прочно- и слабосвязанном состоянии.

Прочносвязанная (гигроскопическая) вода находится в непосредственной близости от поверхности частиц наполнителя и глинистого связующего (на расстоянии не более 0,25–0,5 мкм) и связана с ними молекулярными силами настолько, что имеет свойства, близкие к свойствам упругих твердых тел (она не обладает растворяющей способностью, замерзает при температуре около -78°C и имеет другие аномальные свойства). Перемещение, перераспределение прочносвязанной воды возможно лишь при испарении, высушивании смеси при температурах выше 105°C . Если в смеси находится только прочносвязанная вода, смесь переходит в сыпучее состояние (для большинства песчано-глинистых формовочных смесей это происходит при влажности 1,5–2,5 %). Слабосвязанная вода находится поверх пленок прочносвязанной (ее свойства зависят от удаленности от поверхности частиц) и может перемещаться по поверхности частиц от мест с большей толщиной пленки к местам с меньшей (стремясь выровнять энергетический баланс по поверхности частиц). Но этот процесс происходит крайне медленно ввиду противодействия сил адгезии и вязкого сопротивления в пленке воды, активизация или инициирование этого перемещения может происходить под воздействием сдвиговых усилий в поверхностном слое. Лишь при влажностях, превышающих максимальную молекулярную влагоемкость (для большинства используемых формовочных ПГС этому уровню соответствует влажность свыше 6–7%), ее перемещение существенно облегчается и может происходить самопроизвольно за счет капиллярных, гравитационных сил или при простом перемещении, пересыпании смеси.

В процессах вихревого перемешивания с помощью высокоскоростных турбин время воздействия на водную оболочку, окружающую частицы наполнителя, очень незначительное, сдвиговые же усилия при вращении чаши смесителя и относительном перемещении слоев смеси не играют определяющей роли и не сравнимы по абсолютным значениям с касательными напряжениями и сдвиговыми усилиями в катковых смесителях.

С другой стороны, сдвиговые деформации, сопровождающиеся большим удельным давлением в направлении, перпендикулярном плоскости сдвига, приводящие к перераспределению поверхностной влаги в объеме смеси, формированию равномерной пленочки «глинисто-водного» связующего вокруг зерен кварцевого наполнителя, приводят к негативным последствиям — измельчению и разрушению зерновой основы смеси.

На рис. 5 приведены результаты исследования изменения зернового состава смеси — пылеобразования, происходящего в процессе пере-

мешивания в смесителях различного типа. За 1,5 ч перемешивания в катковом смесителе количество пылевидной фракции ($\leq 0,1$ мм) в смеси возросло от 8,3 до 9,3% (следует отметить, что общее глиносодержание при этом практически не изменилось). За то же время в турбинном смесителе этот показатель остался практически без изменений (наблюдавшиеся отклонения находились в пределах ошибки измерений). Увеличением пылевидной фракции отчасти объясняется и меньшая газопроницаемость смеси, приготовленной в катковом смесителе.

Проведенные исследования показывают, что при оценке преимуществ того или иного способа смесеприготовления и выборе смесеприготовительного оборудования необходимо рассматривать всю совокупность свойств получаемой смеси, а также условия применения и требования, предъявляемые к оборудованию.

Например, при выборе смесителя для приготовления единой ПГС для автоматических формовочных линий оптимальным агрегатом является высокоскоростной турбинный смеситель, который при максимальных удельных энергозатратах и времени перемешивания обеспечит получение формовочной смеси с высокими показателями по формуемости, уплотняемости и газопроницаемости. В условиях жесткого ограничения времени рабочего цикла перемешивания преимущества каткового смесителя в абсолютных величинах достигаемой прочности практически нивелируются, в то же время исключение разрушающего воздействия на зерновую основу смеси благоприятно скажется не только на характеристиках смеси, но и на качестве получаемых отливок.

С другой стороны, при выборе смесителя для приготовления облицовочной ПГС более предпочтительным, по-видимому, следует признать выбор каткового смесителя. При отсутствии жестких ограничений во времени перемешивания катковый смеситель позволит достичь больших прочностей при меньшем удельном расходе связующего. Некоторое увеличение доли мелочи и снижение газопроницаемости не будут иметь существенного значения, так как облицовочная смесь каждый раз готовится из свежих материалов.

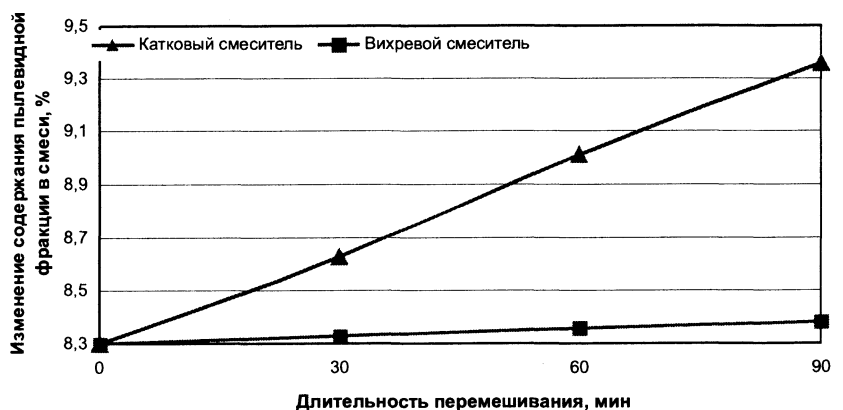


Рис. 5. Зависимость пылеобразования от времени перемешивания