



The system of automation of the mix preparation process using control of the sands specific humidity by means of microwave methods is developed.

*В. Ф. ОДИНОЧКО, Д. Л. КОСТЫЛЕВ,
Белорусский национальный технический университет*

УДК 621.74

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЯ

По оценкам отечественных и зарубежных специалистов, около 80% всего объема отливок изготавливается в разовых формах из единых формовочных смесей. При этом более чем в 70% случаев брак отливок в отечественном литейном производстве связан с получением некачественной формовочной смеси и дефектами литейной формы.

Основные физико-механические свойства формовочных смесей определяются адгезионными и когезионными силами, действующими в объеме смеси, взаимодействием между частицами смеси, происходящим либо через оболочку, либо непосредственно между зернами наполнителя связующего.

Соответственно в формировании свойств смеси на стадии приготовления основными факторами влияния являются, во-первых, тип (или собственные характеристики) связующей композиции и ее количество, а, во-вторых, равномерность и характер распределения связующей композиции и других компонентов в объеме смеси.

В общем случае приготовление формовочной смеси представляет собой процесс образования термодинамически устойчивой скелетной системы коагуляционного типа. При этом процесс перемешивания компонентов сопровождается сложным комплексом физико-химических явлений, влияющих на конечный результат — качество смеси. При смешивании механизм смесителя создает в объеме смеси организованный поток составляющих. Внутри этого потока отдельные частицы, соударяясь, движутся беспорядочно. Процесс их движения и траектории подчиняются законам теории вероятности.

В первый момент твердая и жидкая фазы изолированы друг от друга. В ходе смешивания происходит механическое распределение жидкой фазы между элементами твердой. В дальнейшем за счет адгезии и капиллярных сил происходит

смачивание жидким компонентом отдельных зерен песка и образование вокруг них оболочки. Интенсивность смешивания зависит от конструкции рабочих органов смесителя и скорости их движения, физико-механических свойств компонентов смеси, их состояния, относительных размеров их частиц.

Несмотря на то что предельно достижимая неоднородность смеси увлажненного песка и глины получается после относительно непродолжительного смешивания, формовочная смесь за это время не приобретает заданных технологических свойств (прочность и газопроницаемость). В этот период смешивания основная часть глины располагается в виде агрегатов между песчинками и только небольшая часть ее располагается на поверхности песчинок, образуя пленочку, через которую реализуются новые контакты между частицами, придающие смеси большую прочность.

Дальнейшее обволакивание зерен песка глиной происходит при многократном создании в смешиваемом объеме уплотненной и разрыхленной структуры, вследствие чего вся поверхность зерен покрывается оболочкой глины, придавая смеси максимальную прочность.

При более длительном перемешивании влага, содержащаяся в смеси, начинает интенсивно испаряться. В связи с этим отдельные глинистые частички уже не могут располагаться параллельно друг другу, так как вода, находящаяся между ними, перестала играть роль смазки и способствовать их благоприятному расположению. Перемешивание смеси в этих условиях приводит к тому, что глинистые частички в оболочке начинают располагаться хаотически. Такая структура придает глинисто-водным оболочкам после сушки хрупкость, а смесь становится малопрочной.

В общем процесс перемешивания есть непрерывное разрушение и образование коагуляционных контактов, которое сопровождается ростом

межфазной поверхности раздела «связующее—наполнитель» за счет более равномерного распределения связующего по объему смеси (увеличение количества контактов) и более полного обволакивания зерен наполнителя (увеличение площади контакта). Параллельно из отдельных компонентов жидкой фазы (связующее, специальные добавки, вода и т.д.) идет образование связующей композиции — суспензии, эмульсии, коллоидного раствора (если только композиция не была подана в смесь уже в готовом виде) и своего рода механическая активация связующего и поверхности наполнителя. При этом равномерное распределение жидкой связующей композиции по объему смеси происходит со значительным опережением процесса образования равномерной пленки связующего на поверхности зерна наполнителя и активации связующего.

На характеристики формовочных и стержневых смесей в процессе их приготовления важнейшее влияние оказывают конструкция смесителя и режимы смесеприготовления (включая интенсивность, время перемешивания и порядок ввода компонентов в процессе перемешивания).

Выбор смесителей определенного типа обуславливается следующими факторами: реологическими характеристиками смеси и входящих в ее состав компонентов, а также ее технологическими свойствами, живучестью, гигроскопичностью и т.д.; характером производства; индивидуальными особенностями цеха; объемом выпуска отливок.

Все многообразие используемых в литейном производстве смесителей по режиму работы можно разделить на две большие группы:

- смесители циклического (периодического) действия;
- смесители непрерывного действия.

В смесителях циклического действия материал перемешивается отдельными порциями (замесами). Каждая новая порция может быть загружена в смеситель лишь после выгрузки из него предыдущего замеса. Это позволяет регулировать длительность цикла перемешивания и состав замеса в зависимости от требований и назначения приготавливаемой смеси.

Смесители циклического действия, в основу которых положена жесткая программа, определяющая последовательность, характер и продолжительность отдельных операций, требуют применения различного рода дозаторов и других устройств, обеспечивающих получение заданного состава смеси и периодическую выдачу готового замеса. Эти смесители относительно легко поддаются автоматизации и позволяют обеспечить достаточно строгий контроль каждой порции смеси, поступающей на формовку.

В смесителях непрерывного действия загрузка, перемешивание и выгрузка готовой смеси ведутся одновременно и непрерывно. Машины этого типа

более экономичны и имеют, как правило, более высокую производительность. Однако автоматизация, а главное реализация строгого дозирования отдельных компонентов смеси и управление ее качеством, представляет большую сложность. Это относится в первую очередь к приготовлению единых формовочных смесей (ЕФС).

В связи с этим для приготовления ЕФС используются в основном смесители периодического действия.

Известно, что традиционными агрегатами для приготовления формовочных смесей на протяжении весьма длительного периода служили катковые и центробежные смесители. Механизм перемешивания в такого рода смесителях заключается в перетирании и «намазывании» связующего на зерна наполнителя. Энергия, необходимая для распределения связующего в объеме смеси и по поверхности зерен, в этом случае является результатом работы, в первую очередь, статических сил. Отсюда высокая относительная энергоемкость (до 3,5 кВт·ч на 1 т готовой смеси), невысокая производительность (до 40 т/ч), сравнительно большая удельная материалоемкость на единицу производительности (до 400 кг/т/ч). Прочность приготавливаемых смесей ограничена 0,12 МПа.

В последнее десятилетие в литейном производстве идет обновление парка смесеприготовительного оборудования. На смену катковым и центробежным смесителям, длительное время работавшим в литейных цехах, приходят смесители турбинные.

Турбинное смешивание отличается высокими линейными и вращательными скоростями движения частиц наполнителя. Распределение связующего в объеме смеси и по поверхности зерен наполнителя происходит под воздействием высоких динамических энергий. Интенсивное разнонаправленное поступательно-вращательное движение всей смеси, ее микрообъемов и каждой отдельной частицы обеспечивает получение высококачественной смеси, отличающейся высокой степенью гомогенности и безупречным покрытием каждого зерна. Высокие скорости движения зерен и непрерывное соударение частиц приводят к так называемой механической активации связующего комплекса, обеспечивая тем самым повышение прочностных характеристик смеси. Непрерывная аэрация смеси во время перемешивания улучшает ее формуемость и уплотняемость, позволяет готовить высокопрочные смеси (более 0,2 МПа).

Высокоскоростные турбинные смесители — это современные эффективные смешивающие агрегаты с вращающимися или неподвижными чашами, имеющие общие конструктивные черты. У турбинных смесителей по сравнению с катковыми чаша имеет большую высоту по отношению к диаметру.

В конструкциях с вращающейся чашей, например в смесителях фирмы «Eirich», чаша опирается на подшипник и связана с приводом, обеспечивающим ее вращение. Внутри чаши на вертикальном валу размещена турбина с несколькими рядами радиально ориентированных лопастей. Турбина имеет самостоятельный привод, обеспечивающий ее вращение с частотой до 1000 об/мин. На другом вертикальном валу размещены скребки и мешалки, вращающиеся с меньшей, чем турбина, частотой.

Примером смесителей с неподвижной чашей являются смесители компании «Georg Fischer Disa». Смесители с неподвижными чашами имеют вращающуюся в ней траверсу (водило), на которой размещается одна или две высокоскоростные турбины, а также скребки для очистки стенок чаши смесителя. Траверса опирается на центральную стойку, к которой крепится плужок, очищающий днище чаши и подающий смесь под турбину. Привод траверсы (20–30 об/мин) и двигатель привода турбины располагаются на крышке смесителя. Привод скоростной турбины (300–600 об/мин) находится в корпусе траверсы. На турбине в три–четыре яруса устанавливаются сменные износостойкие лопатки, которые при вращении турбины обеспечивают аэрацию смеси и равномерное распределение входящих в ее состав компонентов.

Получаемая в турбинных смесителях формовочная смесь отличается высокой степенью однородности и безупречным покрытием каждого зерна связующим. Смесители этого типа используются, как правило, для приготовления прочных и высокопрочных песчано-глинистых и пластичных самотвердеющих смесей для механизированных и автоматических формовочных линий. В таких смесителях практически исключаются перегирание и измельчение зерновой основы смеси, имеющие место в катковых смесителях.

Турбинные смесители по сравнению с катковыми и центробежными имеют меньшую относительную энергоемкость (от 2 до 3 кВт·ч на 1 т готовой смеси), производительность (от 40 до 60 т/ч) и удельную материалоемкость на единицу производительности (до 150 кг/т/ч).

Безусловной тенденцией в развитии современных систем смесеприготовления является применение специальных автоматических систем точного определения свойств формовочных смесей. Постоянный контроль параметров свойств формовочной смеси необходим для предупреждения образования брака отливок и уменьшения затрат на формовочные материалы и очистку отливок.

Для обеспечения качества формовочных смесей в современных системах их приготовления применяется непрерывный и полностью автоматизированный процесс управления с помощью мультиконтроллеров на основе сравнения заданных параметров смеси и практически получен-

ных результатов испытаний образцов (песчаных цилиндров).

Прибор для контроля технологических свойств смеси (уплотняемости, твердости, прочности образца при срезе и сжатии) обычно устанавливается на выходе из смесителя и размещается над ленточным транспортером, принимающим из него смесь. Он представляет собой стол или платформу и может состоять из одной или нескольких позиций, на которых изготавливается образец и определяются различные свойства смеси. Усилия, которые измерительные цилиндры оказывают на смесь при ее испытаниях на уплотнение, срез и сжатие, обычно определяются силоизмерительными датчиками, установленными на штоках этих цилиндров.

Требуемое количество воды определяется путем сравнения заданной плотности и реально полученной. При этом расчете учитываются масса загрузки и существующие условия влажности. На основании этого электронная дозирующая система обеспечивает добавление в смесь необходимого количества воды.

Оптимальное количество бентонита также рассчитывается путем сравнения заданной прочности формы и полученной при испытании образца. С помощью мультиконтроллера необходимое количество бентонита добавляется в следующую загрузку для получения фактического значения прочности в заданных пределах. Все заданные параметры и полученные результаты испытаний образцов могут быть отображены на экране компьютера и распечатаны в цифровом или графическом виде.

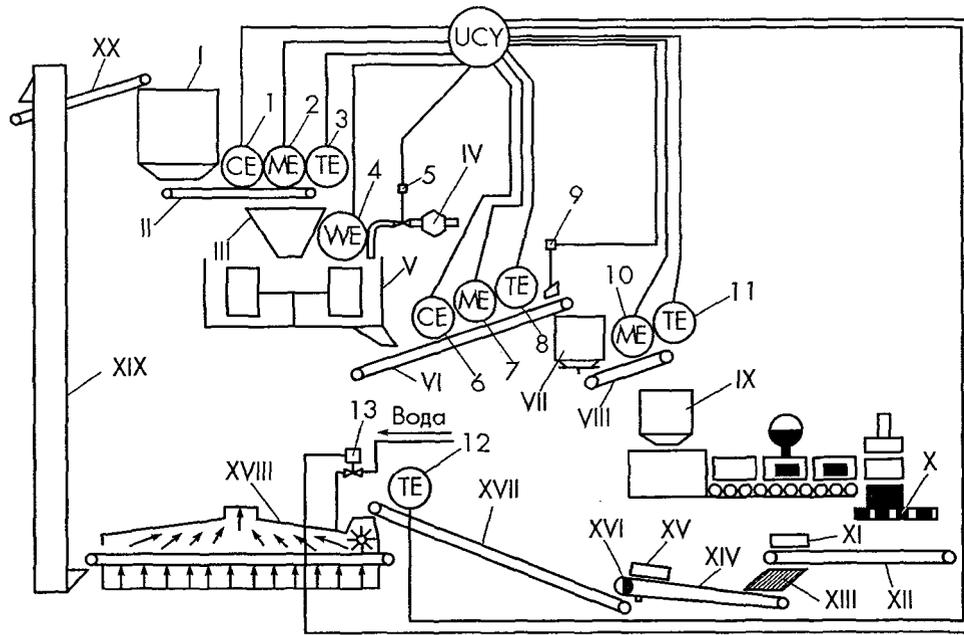
На кафедре «Машины и технология литейного производства» Белорусского национального технического университета разработан способ контроля влагосодержания формовочных смесей с помощью СВЧ-методов. Этот способ отличается высокой точностью, относительной простотой и дешевизной инструментальной реализации, возможностью бесконтактных измерений и высокой информационностью оценки.

Технологическая схема автоматизированной системы приготовления песчано-глинистых формовочных смесей, работающей на многих заводах Республики Беларусь и Российской Федерации, показана на рисунке. Система может быть использована для обеспечения формовочной смесью литейного конвейера или автоматической литейной линии.

Технологическое оборудование системы: бункер-накопитель I, весовой бункер-дозатор обратной смеси III, дозатор суспензии IV, смеситель V, бункеры VII и IX, выбивная установка X, магнитные сепараторы XI, XV и XVI, сито XIII, установка охлаждения и обеспыливания XVIII, элеватор XIX, ленточные конвейеры II, VI, VIII, XII, XIV, XVII и XX. Система оснащена средствами

автоматизации: датчики наличия материала 1 и 6, датчик массы 4, датчики влажности 2, 7 и 10, датчики температуры 3, 8, 11 и 12, а также исполнительные механизмы привода направляющих плужков 9, дозаторов глинистой суспензии и воды 5 и 13 соответственно. Число используемых приборов контроля влажности и температуры зависит в общем случае от числа смесителей, включенных в единую систему смешивания. Информация о протекании технологического процесса и контролируемых параметрах формовочной смеси поступает в центр управления системой (ЦУС), который оснащен ПЭВМ, контроллером и блоком бесперебойного питания.

Контроль количества поданной в смеситель глинистой суспензии производится с помощью дозатора суспензии IV, управление потоком смеси — с помощью приводных направляющих плужков. Стабильность массы замеса обеспечивается весовым дозатором оборотной смеси III. Корректировка температуры смеси осуществляется системой дополнительного охлаждения непосредственно в смесителе (если смеситель оборудован системой отсоса пыли) и изменением количества воды, подаваемой на орошение смеси в установке охлаждения и обеспыливания XVIII. Обратная смесь из бункера-накопителя I по ленточному конвейеру II поступает в дозатор III, проходя между излучающей и приемной антеннами датчика СВЧ-влажномера 2. Информация о влагосодержании и температуре оборотной смеси передается и обрабатывается в ЦУС, где в соответствии с заданными параметрами готовой формовочной смеси вырабатываются управляющие команды для исполнительных механизмов 5 и 13.



Приборы контроля на выходе из смесителя отслеживают параметры готовой формовочной смеси, обеспечивая, таким образом, контроль технологического процесса перемешивания: срабатывание исполнительных механизмов, точность дозирующих устройств, адекватность работы датчиков, контролирующих параметры оборотной смеси. По показаниям этих приборов можно оценить качество работы смесителя. В случае если замес, выпущенный из смесителя, не укладывается в заданные параметры готовой смеси (по влагосодержанию или температуре), срабатывает исполнительный механизм 9 направляющего плужка и смесь сбрасывается на конвейер XVII.

Приборы контроля влажности и температуры, установленные в бункере IX в непосредственной близости от формовочной машины, позволяют отслеживать изменения влажности и температуры формовочной смеси, произошедшие при транспортировке смеси от смесителя к формовочной машине. При этом они выполняют и функцию гибкой обратной связи, внося необходимые корректировки в работу ЦУС и обеспечивая ее самонастройку при изменениях температуры и влажности в цехе.