

Способы контроля влажности формовочных смесей в технологическом потоке

Студентка гр.10404118 Курач Д.И.
Научный руководитель – Ровин С.Л.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск

Определение и обеспечение заданной влажности формовочной смеси является важной задачей в технологическом процессе изготовления литейных форм. Вода может быть самостоятельным компонентом связующей композиции (песчано-глинистые, цементные смеси) и входить в состав одного из ее компонентов как растворитель (жидкое стекло, водорастворимые синтетические смолы, технические лигносульфонаты и др.).

Влажность влияет практически на все технологические свойства формовочных смесей: прочность, газотворность, газопроницаемость, уплотняемость, формуемость, текучесть, прочность в зоне конденсации, высокотемпературные свойства. Превышение или снижение влажности относительно оптимального уровня более чем на 10...15 % приводит к образованию поверхностных и внутренних дефектов в отливках: пригар, ужимины, засоры, газовые и песчаные раковины и т.д. В случае, когда вода входит в состав компонентов связующего, ее содержание влияет на скорость упрочнения (отверждения), достигаемую прочность, другие технологические свойства и в конечном итоге также сказывается на качестве отливок [1].

Как правило, под влажностью понимают количество слабо связанной капиллярной и адсорбционной влаги, содержащейся в исследуемой смеси, т. е. воды, которую можно удалить при низкотемпературном высушивании (при 105-110°C).

Важнейшее значение имеет контроль влажности при использовании единых песчано-глинистых смесей (ПГС), так как влажность оборотной смеси, составляющей до 95% от массы единых ПГС, является нестабильной, постоянно изменяющейся в широком диапазоне величины (от 0,5 до 3,5%).

Методы определения и контроля влажности формовочных и стержневых смесей условно подразделяют на прямые методы физического или химического определения влажности и косвенные методы. Прямые методы основаны на непосредственном разделении влажного материала на сухое вещество и воду путем сушки либо химическим способом

Косвенные методы контроля предполагают измерение электрических либо электрофизических свойств смеси, функционально связанных с ее влагосодержанием. Соответственно эти методы сравнительно просто могут быть автоматизированы, измеряемая величина легко преобразуется в цифровой сигнал, а само измерение происходит практически мгновенно [2].

Косвенные (электрофизические) методы подразделяют на:

- Кондуктометрический;
- Емкостный;
- Нейтронный;
- Метод ядерного магнитного резонанса;
- СВЧ-метод и др.

Кондуктометрический метод является, пожалуй, наиболее простым из известных электрических методов контроля влажности. Он основан на измерении электропроводности (или силы тока) влажного материала, которая изменяется в зависимости от влагосодержания. Однако применение этого метода для контроля процесса смесеприготовления в литейном производстве затруднено, т.к. при низком уровне влажности (влажность готовой смеси, как правило, не превышает 4%, а исходных материалов — 0,5-1,5%) собственная проводимость формовочных материалов достаточно низка, изменения ее при колебаниях влагосодержания незначительны, и решающее значение приобретают такие факторы, как собственная проводимость примесей, содержащихся в смеси, и их количество, плотность смеси, ее температура и др.

Емкостные влагомеры основаны на измерении величины емкости конденсатора, между обкладками которого находится исследуемый материал. Так как диэлектрическая проницаемость воды в десятки раз превышает проницаемость большинства сухих веществ (соответственно – 80 ед. у воды и 2-4 у глины и песков), то, оценив емкость конденсатора с влагонасыщенным материалом, можно определить его влажность. Однако при этом необходимо обеспечить равномерное заполнение пространства между обкладками конденсатора контролируемым материалом, без зазоров и с постоянной плотностью, что фактически требует специального формирования исследуемого объема. Кроме того, использование емкостного метода для контроля влажности формовочной смеси затрудняется тем, что для достижения требуемой точности изменений в пределах $\pm 0,2\%$ по влажности необходимо исключить колебания диэлектрической проницаемости основных компонентов смеси (песка и глины) превышающие 1% [3].

Нейтронный метод применяют преимущественно для автоматизированного измерения влажности сыпучих материалов, а также для экспрессного измерения влажности бетонных и растворных смесей и бетонов с содержанием влаги от 1 до 12%. Метод измерения основан на эффекте существенного замедления быстрых нейтронов в процессе их взаимодействия с ядрами атомов водорода воды, содержащейся в материале. Анизотропный поток быстрых нейтронов при прохождении через влажный материал превращается в изотропный поток медленных, так называемых «тепловых», нейтронов, которые регистрируются специальным детектором. Число (концентрация) зарегистрированных медленных нейтронов и характеризует объемную влажность контролируемого материала. Различают нейтронные влагомеры погружного (зондового) и поверхностного типа. В качестве источника быстрых нейтронов используются радиоактивные элементы: полоний (Po), радий (Ra), плутоний (Pu), а в качестве детекторов: чаще всего – борные счётчики, или фольга из индия, родия или кадмия [4].

Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) основан на резонансном поглощении или излучении энергии электромагнитных волн высокой частоты ядрами атомов водорода в составе воды, находящейся в постоянном магнитном поле. Этот метод позволяет измерять содержание влаги в различных её формах (и свободную, и связанную влагу). Однако и нейтронный метод, и метод ядерного магнитного резонанса требуют строгого соблюдения правил работы с радиоактивными источниками, использования специальных средств защиты, характеризуются сложностью устройства и высокой стоимостью используемого оборудования и для контроля влажности формовочных смесей практически не применяются [5].

В последнее время в различных отраслях промышленности (в индустрии стройматериалов, в химической и пищевой промышленности, в производстве медпрепаратов) все большую популярность завоевывают микроволновые (СВЧ) методы контроля влажности. Эти методы отличаются высокой точностью, относительной простотой и дешёвой инструментальной реализации, возможностью бесконтактных измерений, стабильностью и высокой информативностью оценки, что позволяет легко их использовать в системах автоматического контроля влажности непосредственно в технологическом потоке. В основе микроволновых методов влагометрии лежат уникальные диэлектрические свойства воды в СВЧ диапазоне от 0,3 до 30 ГГц, а именно – наличие максимума диэлектрических потерь, которого не наблюдается более ни у одного из известных материалов. Диэлектрические потери в воде на частоте 17 ГГц достигают 36 ед., в то же время диэлектрические потери в обезвоженных веществах и жидких неполярных диэлектриках практически равны нулю. Так, например, слой воды толщиной 1 см вызывает ослабление электромагнитного микроволнового сигнала в 10000 раз, в то же время гометровые пласты песка, глины, известняка и т.п. практически радиопрозрачны.

В большинстве случаев в промышленности используются СВЧ влагомеры, работающие по методу поглощения. Измеряемым параметром в этих влагомерах является ослабление или затухание СВЧ энергии в исследуемом материале [6]. Применение СВЧ метода для контроля влажности единых песчано-глинистых и жидкостекольных формовочных смесей впервые было предложено и реализовано белорусскими учеными, сотрудниками кафедры «Машины и

технология литейного производства». Сегодня этот метод является одним из основных методов контроля влагосодержания единых формовочных смесей в технологическом потоке, как во время транспортировки смеси, так и во время ее приготовления непосредственно в смесителе.

Список использованных источников

1. Кукуй Д.М., Мельников А.П., Ровин С.Л., Голуб Д.М., Одиночко В.Ф. Технологии процессов смесеприготовления и изготовления песчаных литейных форм. – Минск: БНТУ, 2009. – 437с.
2. Методы и средства измерения влажности твердых и сыпучих тел. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chimbiolab.ru/novosti-i-stati/Metodi_i_sredstva_izmerenia_vlazhnosti. Дата доступа: 05.11.2021.
3. ГОСТ 23422-87 Материалы строительные. Нейтронный метод измерения влажности
4. Нейтронный метод измерения влажности. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://bstudy.net/920422/tehnika/neytronnyy_metod_izmereniya_vlazhnosti. Дата доступа: 05.11.2021.
5. Способы измерения влажности материалов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vevivi.ru/best/Sposoby-izmereniya-vlazhnosti-materialov-ref228146.html>. Дата доступа: 05.11.2021.
6. Ровин С.Л., Ренгарт И.И. Создание систем автоматического управления качеством формовочной смеси на основе непрерывного контроля ее диэлектрических параметров // Металлургия и литейное производство: Сб. научн. тр. – Минск: Белоргстанкинпромиздат, 1997. – С.41–44.