

УДК 681.3

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Вэй Пью Аунг, Остроух А.В.

Аннотация

В докладе анализируется современное состояние развития производства сухих строительных смесей. Кратко исследованы особенности устройств смешивания сухих строительных смесей. Кратко описан технологический процесс производства сухих строительных смесей и приведен макет программной реализации системы автоматизированного управления процессами производства сухих строительных смесей.

***Ключевые слова:** сухие строительные смеси, смешивание, барабанный смеситель, мнемосхема, технологический процесс, АСУ ТП.*

Введение

Сухие строительные смеси представляют собой специальный набор компонентов, подготовленных для производственного цикла. Согласно технологической карте, они строго дозируются и предназначены для выполнения определенного вида ремонтных и строительных работ [1 – 7].

Развитие производства сухих смесей в мировой практике связано, прежде всего, с необходимостью увеличения производительности труда строителей при выполнении отделочных и специальных строительных работ и с повышением их качества, что определяется углублением специализации применяемых материалов. Для каждого вида строительных работ разработаны специальные виды растворных смесей, приготовление которых по традиционной «мокрой» технологии нерационально.

Устройства смешивания сухих строительных смесей

Во время смешивания сухих строительных компонентов частицы подвергаются действию различно направленных сил, а движение частиц является результирующим эффектом сложения этих сил. Кроме того, механизм смешивания зависит от конструкции смесителя и способа проведения процесса, что вызывает дополнительные трудности при математическом описании и моделировании этого явления. Тем не менее, известны попытки качественного описания смешивания, как отечественными, так и зарубежными исследователями. На наш взгляд, наиболее полно этот вопрос рассмотрен американскими учеными, которые выделяют пять основных подпроцессов в процессе смешивания:

- образование в массе слоя скользящих друг по другу плоскостей - срезающее смешивание;

- перемещение групп частиц из одного положения в другое - конвективное смешивание;
- изменение позиции единичными (отдельными) частицами слоя - диффузионное смешивание;
- рассеивание единичных частиц под влиянием их столкновений или ударов о стенки смесителя - ударное смешивание;
- деформация и растирание порции слоя - измельчение.

Изучение движения частиц в горизонтальном барабанном смесителе было начато еще в начале 60-х годов прошлого столетия. В соответствии с результатами этих исследований, «диффузия» частиц смеси в процессе смешивания происходит в основном в двух направлениях - в направлении радиуса смесителя (радиальное или поперечное смешивание) и в направлении его оси (осевое или продольное смешивание).

При описании радиального смешивания обычно рассматривают движение частиц в плоскости поперечного сечения смесителя (рисунок 1). Во время вращения барабана частицы движутся с ним до достижения максимального угла откоса, после чего находящиеся поблизости от поверхности скатываются вниз по склону, образованному из остальных частиц. После достижения нижнего края этой наклонной плоскости частицы вновь уносятся вверх (неподвижно относительно стенки барабана), образуя замкнутый циркуляционный контур.

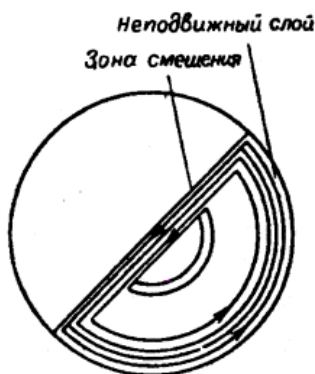


Рисунок 1 - Циркуляция массы в горизонтальном барабанном смесителе

Радиальное смешивание наступает в тот момент, когда частицы изменяют свою траекторию циркуляции в плоскости поперечного сечения, то есть когда между отдельными слоями частиц появляются градиенты скорости. При этом градиент скорости образуется только в слоях, близких к поверхности, то есть там, где частицы свободно скатываются под действием силы тяжести. Такая область их движения называется зоной смешивания. Остальные слои неподвижны как относительно друг друга, так и относительно стенки барабана. Частицы, находящиеся в этих слоях - это статичная (неподвижная) масса.

Изменение траектории циркуляции частиц основано на гравитационном оседании частиц в находящиеся на их пути свободные пространства между зернами непосредственно прилегающего снизу слоя. Это движение полностью случайно. Если компоненты системы отличаются только окраской, то ни одна движущаяся частица не имеет привилегий в отношении других таких же частиц и поэтому в результате образуется неупорядоченная смесь.

Продольное (осевое) смешивание основано на том, что частицы изменяют свои траектории циркуляции в одной плоскости, перпендикулярной радиусу смесителя, на соответствующие или траектории циркуляции в прилегающих плоскостях. Такое явление возникает вблизи боковых стен барабана, находящихся с ними в контакте, поскольку движение частиц задерживается трением о стенки, вследствие чего возникает тенденция к перемещению частиц в соседние слои. Таким образом, формируется характерный профиль продольной конфигурации сыпучего слоя в смесителе (рисунок 2).

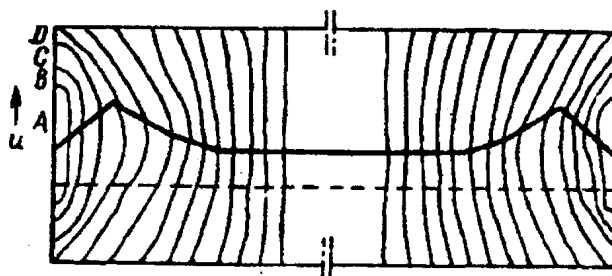


Рисунок 2 - Профиль скоростей в горизонтальном барабанном смесителе

Общим признаком работы аппаратов этого типа является способ работы, основанный на том, что весь смеситель приводится во вращательное движение, вызывающее осыпание, а значит и смешивание сыпучего материала. В связи с относительно несложным характером процесса такой способ смешивания наиболее часто используется в исследовательских работах, касающихся изучения механизма смешивания, и поэтому полнее других способов описан теоретически. В этой группе обычно выделяют горизонтальные барабанные смесители (рисунок 3).

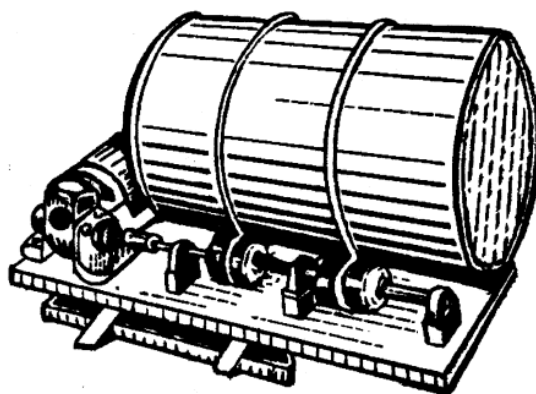


Рисунок 3 - Горизонтальный барабанный смеситель

В настоящее время выпускаются как горизонтальные (ось вращения совпадает с продольной осью аппарата), так и наклонные барабанные смесители. В тех случаях, когда возникает тенденция к слеживанию (комкованию), хороший результат смешивания получается в барабанных смесителях с оребренной внутренней поверхностью, так как наряду с пересыпанием материал в таком аппарате срезается ребрами, что приводит к разрушению агломерата. Смесители такого типа наиболее эффективно работают при больших объемах барабана (порядка нескольких м).

Различные по производительности барабанные смесители имеют и очень отличающиеся потребляемые мощности. Так, например, при объеме рабочего пространства барабана, равного приблизительно $1,5 \text{ м}^3$ потребляемая мощность равна 3,8 кВт, а при 20 м^3 она составляет 34 кВт. Этот параметр не является, однако, определяющим при выборе типа смесителя, если аппарат удовлетворяет другим требованиям. Лишь в тех случаях, когда несколько типов смесителей обеспечивают все требования технологии приготовления смесей, с учетом эксплуатационных расходов и производительности выбирается один или несколько смесителей меньшей мощности. Здесь всегда следует учитывать, что для установочной мощности решающее значение имеет пусковая мощность, которая в случае приготовления тяжелых строительных смесей в несколько раз выше мощности, расходуемой на движение смешиваемой массы.

Технологические аспекты построения системы автоматизированного управления процессами производства сухих смесей (АС ЗСС)

Технология сухих строительных смесей относительно проста, хотя и имеет свои специфические особенности. Упрощенно она может быть сведена к сушке и фракционированию заполнителей (песков), сушке и размолу минеральных наполнителей (в случае, если они не поставляются на завод в готовом виде), складированию (хранению) всех компонентов (в том числе вяжущих веществ и добавок) и их дозированию в аппарат-смеситель. Аппарат-смеситель (основной агрегат технологического цикла) – периодически действующий сухой смеситель, способный гомогенизировать порошки из исходных компонентов, отличающихся друг от друга по размеру частиц (от долей микрона до 5 мм) и плотности (от $0,5 \text{ г/см}^3$ до $4,0 \text{ г/см}^3$). Заключительный цикл технологического процесса – упаковка и отгрузка готовой продукции (преимущественно в бумажных мешках).

Технологические процессы, осуществляемые при производстве сухих смесей: хранение порошков, дозирование, сушка, грохочение, размол, аспирация, пневмотранспорт, упаковка, отгрузка – аналогичны процессам, реализуемым при производстве цемента и других вяжущих веществ. [2,4]

Стационарный завод сухих смесей (ЗСС) предназначен для производства в автоматическом режиме широкой номенклатуры сухих смесей и оснащен компьютерной системой управления (рисунок 4). Контроль и управление работой системы осуществляется одним оператором из операторского помещения.

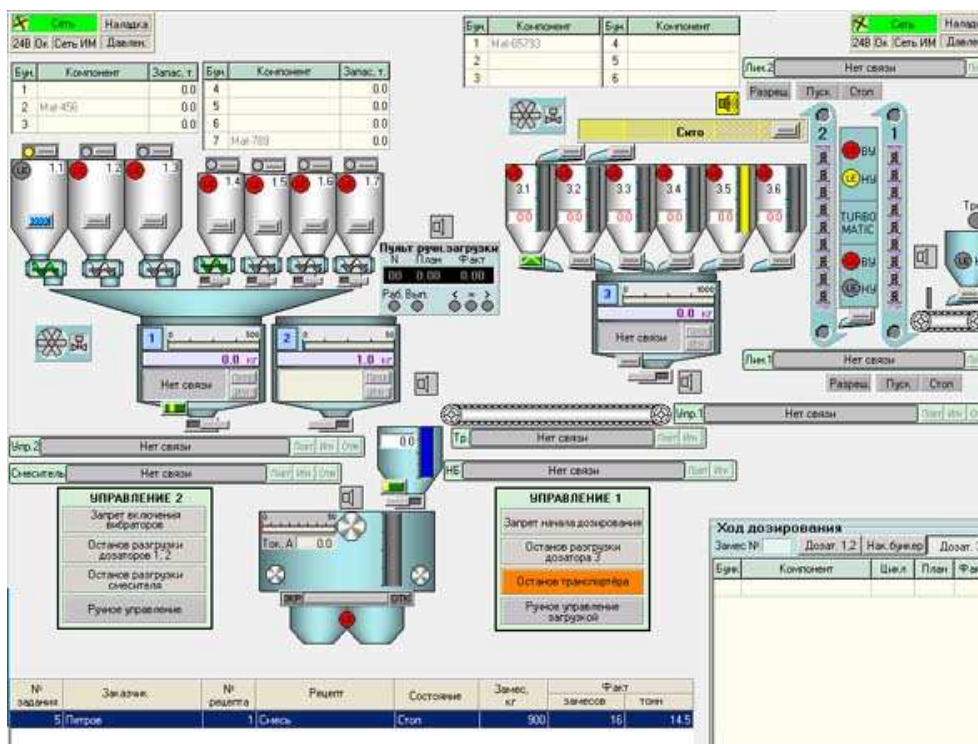


Рисунок 4 – Мнемосхема АС ЗСС

Автоматизированная система управления ЗСС осуществляет управление всеми технологическими процессами завода: [2,4 - 6]

- работа трактов загрузки сушильной установки и разделения песка на фракции;
- автоматическое дозирование компонент в соответствии с заданными рецептами;
- выдерживание регламента загрузки смесителя и смешивания;
- учет расхода материалов и выхода готовых смесей;
- выполнение технологических блокировок для предотвращения выхода из строя технологического оборудования.

Заключение

В настоящее время производство сухих строительных смесей в нашей стране является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений строительной индустрии.

Сегодня производство сухих смесей является не только одним из крупнейших сегментов строительного рынка, но и своеобразной испытательной базой, где перспективные разработки, как в области строительной химии, так и специального технологического оборудования подвергаются самой серьезной проверке и апробации.

Список информационных источников

- [1] Вэй Пью Аунг, Остроух А.В. АСУТП производства сухих строительных смесей // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 1(3); URL: auts.esrae.ru/3-52 (дата обращения: 11.03.2013).
- [2] Вэй Пью Аунг Краткий обзор современного состояния развития производства сухих строительных смесей // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 1; URL: auts.esrae.ru/1-2 (дата обращения: 11.03.2013).
- [3] Растворы сухие строительные и композиции защитно-отделочные: материалы VI Международной научно-технической конференции / Минск, 2–3 ноября 2011 г. / редкол.: Е.А. Урецкая [канд. хим. наук] [и др.]. – Минск, 2011. – 52 с.
- [4] Остроух, А.В. Информационные технологии в научной и производственной деятельности / [ред. А.В. Остроух] - М: ООО "Техполиграфцентр", 2011. - 240 с. - ISBN 978-5-94385-056-1.
- [5] Остроух А.В. Обзор современного состояния развития автоматизации производства сухих строительных смесей / А.В. Остроух, Вэй Пью Аунг, Мью Лин Аунг, М.И. Исмоилов // В мире научных открытий. - Серия «Проблемы науки и образования». - 2012. - №12. - С.12-19.
- [6] Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий: монография. - М.: ООО «Техполиграфцентр». - 2008. - 280 с. - ISBN 978-5-94385-033-2.
- [7] Остроух, А.В. Информационные технологии в научной и производственной деятельности / [ред. А.В. Остроух] - М: ООО "Техполиграфцентр", 2011. - 240 с. - ISBN 978-5-94385-056-1.