

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СМЕСЕЙ: ТЕРМО- И МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ИХ КОМПОНЕНТОВ, ДОБАВКИ

Сухие строительные смеси (ССС) — это тщательно смешанные в заводских условиях композиции вяжущего, полимерных связующих, наполнителей (добавок-красителей), заполнителей, модификаторов, фибры (редиспергаторов). При смешивании в физическом и силовом поле одновременно активируются по-

верхности компонентов с химизацией и перестроением их внутренней структуры. А разбавление ССС водой на месте производства строительных работ завершает получение «потребительских» и эксплуатационных (инженерных) свойств и окончательную «самоорганизацию» структуры.

При сушке порошкообразных наполнителей, мелкозернистых материалов и заполнителей в тепловом (физическом) поле до нормируемой влажности не более 0,1 — 0,5% с подводом тепловой энергии осуществляются образование и отведение паров с поверхности твердого материала в окружающую среду за счет молекулярной, а затем конвективной диффузии. При испарении влаги с поверхности материала одновременно происходит и непрерывный перенос ее из глубинных слоев материала. Но при небольшой влажности или с повышением давления сушильного агента на поверхность испарения влага может перемещаться вглубь материала, и тогда процесс сопровождается диффузией паров через высохший слой.

Вид связи влаги с материалом предопределяют его структура и физико-химические свойства. Исследователь П. А. Ребиндер по уменьшению энергии связи разделяет влагу на химически, физико-химически и физико-механически связанную со структурным скелетом материала.

- Химическая влага удерживается молекулярными или ионными связями и при сушке из материала не удаляется.
- Физико-химическая влага благодаря адсорбционным силам прочно удерживается на поверхности материала в первом мономолекулярном слое, а по мере удаления от него она ослабевает.
- Физико-механическая влага крупных капилляров и влага смачивания поверхно-

сти имеют наименьшую энергию и легко удаляются.

Не останавливаясь на значениях внешней энергии, необходимой для разрыва физико-химических связей при удалении влаги, сами массообменные процессы благодаря температурному полю, трансформируемому при сушке через деформации капилляров и другие явления в механо-силовое воздействие на поверхностные и структурные слои материала, становятся **активационными**, способствующими при перемешивании дальнейшему «сухому» (в твердом состоянии) механохимическому взаимодействию дисперсных порошкообразных и зерновых компонентов смеси между собой. Дальнейшее перемешивание



ЗАО САМАРСКИЙ ГИПСОВЫЙ КОМБИНАТ

**ПАЗОГРЕБНЕВЫЕ ПЛИТЫ
ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ
СУХИЕ СМЕСИ**

*Скидки дилерам и
оптовым клиентам*

(846) 269-64-23

443052, г. Самара
ул. Береговая, 9
www.samaragips.ru

сухих компонентов в ограниченном объеме смесителя — главная технологическая операция, осуществляемая уже в механосиловом поле, определяющем перераспределение (перенос), диспергирование, гомогенизацию, досушку частиц, создание потенциальных условий, ускоряющих химические превращения на поверхностных слоях, а при затворении водой — возникновение межфазовых контактов и получение однородных порошковых или порошково-зернистых композиций. В качестве способов смешивания применяют следующие: пересыпание, перелопачивание, наложение тонких слоев, псевдоожижение и их комбинированные сочетания.

Смешивание твердых сыпучих материалов считалось механическим процессом. Однако в последнее время исследователи выявили в механизме перераспределения частиц закономерности, соответствующие гидродинамическим задачам.

Особенностью, усложняющей изучение механизма и технологию получения однородных сухих смесей, является образование вторичных агрегатов из зерен порошка по причинам различия физико-химических и физико-механических свойств компонентов, характеризующихся гранулометрическим составом, насыпной массой, формой частиц, силой сцепления между ними, текучестью, абразивностью, наличием электростатического заряда, а также углами и коэффициентом трения.

Несмотря на широкое применение смешивания сыпучих материалов в промышленности, полной ясности в механизме процессов перемешивания сухих сред не имеется. Однако при смешивании зернистых материалов в смесителе по характеру перемещения зерен, точнее, по движению их

потоков, все же выделяют диффузионную и конвективную составляющую процесса распределения частиц по размерам.

Диффузионное смешивание сыпучих материалов осуществляется успешно в потоке лишь в пограничных прилегающих зонах слоев порошков или порошков к зернистому компоненту. В остальной массе этого не происходит.

Для обеспечения перемещения компонентов во всем объеме перемешиваемой массы сыпучего материала необходимо разрушить ядро потока, приведя в действие другую составляющую механизма смешивания — конвективную, обеспечивающую перенос материала из пограничного слоя в ядро потока. Для этого в смесительных аппаратах создают условия нарушения ядра потока путем установки на пути движения компонентов препятствий (например, перегородок, подвижных лопастей, ножей и др. устройств) или устройств пересыпки материала в смешиваемом объеме (например, многократное пересыпание в барабанных или центробежных смесителях).

Введение конвективной составляющей, позволяющая значительно интенсифицировать распределение компонентов в смешиваемом объеме, приводит и к диспергированию зерен до однородной массы по размерам их объединений, соизмеримых в основном с толщиной каждого пограничного слоя. Эта «послойность», упорядочивая структуру смесей, нарушает некоторым образом их целостную (внутреннюю) однородность, исключая равномерность распределения зерен разного размера по всем слоям.

При смешивании в ограниченном объеме смесителя компоненты ССС — например, на основе ПАВ, цемента (вяжущего), заполнителя, фибры и др. — подвергаются еще и деформационному воздействию. Энергия деформации накапливается в виде поверхностной энергии [4]. А релаксация поверхностной энергии физически сопровождается перемещением газообразной (а с водой и жидкой) фаз к областям наибольших напряжений.

Перемещение вместе с деформацией сдвига (сжатия) приводит к ориентации частиц в направлении действия максимальных направлений сдвига. При этом в основной той их части, у которой хотя бы одно пространственное измерение отличается от двух других [4].

При ориентации плоских и волокнистых частиц дисперсная система приобретет анизотропную структуру с волновым порядком упаковки твердых частиц в направлении их минимального размера (рис. 1).

Поскольку чередование слоев или их порядок формирует волновой характер пространства повторяющихся механических воздействий (например, периодическое перемещение по одной траектории лопастей) на дисперсно-зернистую систему,

то чем полнее происходит процесс релаксации, тем определеннее выражены эти слои.

В научных работах [4] установлено, что в процессе перемешивания при формировании структур строительных материалов именно мельчайшие частицы вяжущего (цемента) первыми перемещаются к протяженным поверхностям раздела фаз. Поэтому траектории движения компонентов твердой фазы при агрегации всегда будут направлены к поверхности фибры, а порядок упаковки определится геометрическими размерами зернистых частиц и конфигурацией дисперсной арматуры (наполнителя).

Но эффективные ориентации и порядок упаковки частиц достигаются лишь в зонах, где градиент скоростей процессов достигает наибольших значений. Если они недостаточны, то при смешивании порошковых материалов одновременно с распределением компонентов происходит частичное расслоение (сегрегация) зернистого материала по объему. Степень расслоения зависит от физико-механических свойств зернистых материалов и особенностей смесителя.

В этих случаях смешение сыпучих материалов иногда проводят путем последовательного (раздельного) наложения тонких слоев с последующим усреднением. Такое смешивание обычно осуществляется в центробежных смесителях непрерывного действия тарельчатого типа. Отличительной особенностью такого процесса смешивания является быстрое раздробление (расчленение) смешиваемых компонентов до размера групп зерен однородного материала, соизмеримого с толщиной пограничного слоя. Процесс миграции компонентов при таком смешивании подчиняется рассмотренным закономерностям.

В сложившихся условиях сегодня технологии уделяют пристальное внимание смесям на кварцесодержащем цементе с химическими добавками. Модифицирование добавками отдельных компонентов сухих смесей в процессе их приготовления — это важный научный и технологический аспект, основанный на синергетическом эффекте от воздействия при смешении твердых частиц энергетических технологических факторов — истирания, дробления, помола, механического перелопачивания, возможно, совместного действия этих явлений и физико-химических свойств добавок различного состава. Технологические параметры по способам модифицирования строительных материалов химическими добавками производители, как правило, в своих проспектах не приводят. А они во многом определяют технологичность получения и, следовательно, объективную стоимость товарной продукции, и главное — гарантированную обеспеченность требуемых в строительном процессе технологических показателей смесей и физико-механических свойств затвердевшего материала.

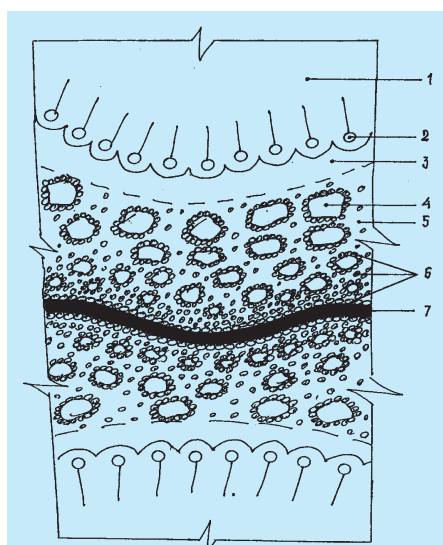


Рис. 1. Схема фрагмента межпоровой перегородки в фибропенобетоне:

1 — газовая дисперсная фаза; 2 — молекулы ПАВ в составе жидкого кристалла на границе раздела «газ — жидкость»; 3 — вода в составе жидкого кристалла; 4 — частицы заполнителя; 5 — отдельные молекулы ПАВ; 6 — зерна цемента; 7 — фибра.

Учитывая, что композиции строительных смесей гетерогенны, а их гомогенизация добавками в различные промежутки времени может способствовать потенциальному созданию различных по величине и назначению технологических эффектов, то весьма важным и доступным в «сухой технологии» представляется интерес к порядку раздельного введения добавок в рабочий состав. Поскольку добавки могут быть в жидком, твердом вариантах и даже в виде высококонцентрированных паст, технология получения с ними сухих смесей возможна по следующим общим направлениям:

- для порошкообразных продуктов (вяжущее + наполнитель) — путем одновременного перемешивания (или помола) всех компонентов с добавкой;
- для смесей с наличием заполнителей — тоже путем одновременного перемешивания всех составляющих либо в начале процесса перемешивания с добавкой одного или двух заполнителей + вяжущее, либо перемешивание (помол) с добавкой вяжущего + заполнитель.

Приведенные положения базируются на эффекте повышения поверхностной активности частиц компонентов смеси от механохимического воздействия измельчающих или перемешивающих устройств и свойств органоминеральных веществ, входящих в состав добавок. К химическим добавкам в сухие смеси на основе кварцес-

державшего цемента относят прежде всего вещества, облегчающие помол зерен клинкера + кварца или перемешивание заводского цемента + кварцевого наполнителя за счет:

- усиления поверхностного эффекта — от взаимного абразивного воздействия;
- диспергации частиц — от «присадочно-го» эффекта компонентов добавки;
- аморфизации поверхности частиц кварца на различную глубину — от пластической деформации, возникающей от удара шаров при помоле, или от аэродинамического давления воздуха, появляющегося среди частиц смеси, и усиливающих тенденций турбулизации режимов перемешивания порошкообразных и мелкозернистых сред.

При помоле цемента с кварцем механизм действия возникающих ударно-истирающих усилий на поверхность компонентов смеси заключается, по Б. В. Дерягину, в раскрытии микротрещин добавкой в виде забиваемого «клина», а после их раскрытия — в препятствии их закрытию. Последнее обстоятельство, по мнению Г. С. Ходакова [2], объясняется трансформацией первоначального адсорбционного присадочного эффекта в кинетику перераспределения напряжений на поверхности частиц, когда с раскрытием трещин их повышенная поверхностная энергия расходуется на образование пленочного слоя добавки и наступает дальнейшее свободное раскрытие трещин с появлени-

ем новых более мелких частиц. С появлением новых частиц количество свободного вещества добавки уменьшается и образуются весьма прочные тонкие пленочные оболочки на частицах цемента и кварца. При этом значительно еще на стадии «сухого» контакта возрастают и изменяются электрокинетические характеристики частиц. Однако с уменьшением толщины пленок возрастает опасность «старения» органического компонента добавки, а при наличии еще и гигроскопической влаги сокращаются гарантийные сроки хранения смеси, и требуемые технологические эффекты понижаются или пропадают совсем.

Продолжение в следующих номерах.

Б. А. УСОВ, к. т. н., проф. МГОУ

Литература

1. Батраков В. Г. «Модифицированные бетоны. Теория и практика». «Технопроект». М., 1998 г.
2. Ходаков Г. С. «Физика измельчения». — М.: «Наука», 1972 г.
3. Ратинов В. Б., Иванов Ф. М. «Химия в строительстве». — М.: «Стройиздат», 1969 г.
4. Ахматов А. С. «Молекулярная физика граничного трения». М., 1963 г.
5. Соломатов В. И. «Технология полимербетонов и армоцементных изделий». — М.: СИ, 1984 г.
6. Елфимов В. А., Волгушев А. Н., Шестеркина Н. Ф. «Эффективные способы бетонирования в строительстве». ЦНИИТЭИМС, вып. 4, М., 1991 г.

TESTING

Оборудование для контроля и анализа строительных материалов:

цемента, бетона, сухих смесей,
грунта, асфальта, для обследования
и ремонта строительных конструкций.



ООО «РВС»

190020 г. Санкт-Петербург, ул. Бумажная, 17
ГосНИИ «ХИМАНАЛИТ»
(для писем: 190020, СПб., а/я 220)

Тел./факс: (812) 320-6707 (многоканальный)

252-0136, 252-6967, 786-9516

E-mail: post@rvs-ltd.ru



www.rvs-ltd.ru