

Сухие



СТРОИТЕЛЬНЫЕ

СМЕСИ

- **Сухие строительные смеси** – сухие смеси вяжущих веществ, заполнителей, наполнителей и функциональных добавок, оптимизированных по составу, приготовленные в промышленных условиях, требующие для применения при выполнении строительных работ смешивания с определенным количеством воды.
- Отличительными признаками таких строительных смесей являются:
 - научное обоснование составов;
 - высокая точность их воспроизведения за счет массового дозирования необходимых компонентов;
 - тщательная гомогенизация при смешивании на заводах сухих строительных смесей;
 - многокомпонентность составов (иногда до 10 и более), обеспечивающая требуемое качество смеси.

- Сухие строительные смеси относятся к растворным строительным смесям, в результате затвердевания образующим растворы строительные.
- Однако, в ряде случаев, сухие строительные смеси могут содержать крупный заполнитель (> 5 мм), и тогда их относят к сухим бетонным смесям, в том числе к мелкозернистым, образующим при затвердевании мелкозернистые бетоны.
- Компонентами сухих строительных смесей являются вяжущие вещества (минеральные, органические), заполнители, наполнители и функциональные добавки.

- **Органические вяжущие вещества** – тонкодисперсные сухие порошки высокомолекулярных соединений (полимеров), после смешивания с водой образующие водные дисперсии (для нерастворимых в воде полимеров) или водные растворы (для растворимых полимеров), способные при последующем обезвоживании системы образовывать нерастворимые полимерные пленки и проявлять адгезионные свойства.
- Отличительной особенностью этой группы вяжущих веществ является их способность к диспергации или растворению в воде, как необходимое условие проявления вяжущих веществ.

● **Вяжущие вещества (органоминеральные) – смешанные вяжущие вещества –**

тонкодисперсные сухие порошки, состоящие из органических и минеральных вяжущих веществ и характеризующиеся величиной П/Ц – массовым соотношением органического (П) и минерального (Ц) порошка.

- Твердение минерального и органического вяжущих веществ происходит автономно, тем не менее процессы гидратации минерального вяжущего и пленкообразования органического связующего взаимосвязаны.

- **Наполнители** – отличаются от заполнителей зерновым составом и являются тонкодисперсными материалами – содержат частицы с размером преимущественно до 0,16 мм.

- Наиболее распространенные наполнители в сухих строительных смесях – это молотые мрамор, известняк, доломит, кварц, а также техногенные продукты – шлаки и золы тепловых станций.

- Чаще всего к наполнителям относят тонкодисперсные минеральные порошки, не реакционные (инертные) или слабореакционные по отношению к цементу и продуктам его гидратации.

- Двойной функцией – выступать в качестве наполнителя и функциональной добавки – может обладать микроволокно, выполняющее функцию наполнителя, армирующего цементный камень и повышающего его прочность на изгиб.

- В то же время некоторые виды микроволокна, например, на основе целлюлозы, при размере волокон 0,5-1 мм являются добавкой, способствующей проявлению растворными смесями тиксотропных свойств (свойств коагуляционных структур после их механического разрушения самопроизвольно, в течение некоторого времени, восстанавливаться), и вводятся в их состав в небольших количествах (до 1%).

- Заполнители содержатся практически во всех сухих смесях и их доля может достигать 90% и более (например, в бесцементных шпатлевках); наполнители применяются в значительно меньшей номенклатуре сухих смесей и объем их использования существенно ниже.

● К основной номенклатуре сухих строительных смесей можно отнести следующую:

□ **Кладочные растворы:** рядовой; с теплоизоляционными свойствами (теплый шов); декоративные (цветные); для блоков из ячеистого бетона; для зимних условий.

□ **Штукатурки:** грунтовочная (обрызг); выравнивающая смесь (грунт); отделочная (накрывка); фактурная штукатурная смесь (декоративная); цветная (декоративная); легкая штукатурная смесь; теплоизоляционная; для низких и отрицательных температур; известковая реставрационная; saniрующая штукатурка.

❑ **Шпатлевки:** универсальная для влажных и сухих помещений; для сухих помещений (бесцементная); для гипсовых поверхностей; декоративная (финишная) для внутренних работ; универсальная для фасадных работ; декоративная фасадная.

❑ **Смеси для устройства пола:** цементная стяжка (грубофактурная); цементные стяжки: ремонтная, быстротвердеющая; самонивелирующиеся составы для ручного и машинного нанесения; для промышленных полов; самонивелирующиеся составы на основе гипсовых и магнезиальных вяжущих.

❑ **Ремонтные смеси:** для крепления строительных элементов; ремонта штукатурки; ремонта бетонных конструкций.

❑ **Сухие краски:** известковые; известково-цементные; цементные; силикатные; дисперсионные.

❑ **Клеи:** универсальный клей; повышенной эластичности; для сложных поверхностей; с гидроизоляционными и влагоизоляционными свойствами; для тяжелых каменных и мраморных плит; для напольных плит; для пенополистирольных плит; для плит из минеральной ваты, затирки.

❑ **Гидроизоляционные смеси:** штукатурная безусадочная, для обмазочной гидроизоляции; для проникающей изоляции; инъекционные, для ликвидации течей.

- Уже сейчас ряд зарубежных производителей и некоторые отечественные производят большее число смесей, рассчитанных на конкретные условия применения.
- Следует также иметь ввиду, что эта номенклатура включает сухие смеси чисто строительного назначения, тогда как для завода-производителя определенная часть номенклатуры может быть представлена сухими смесями общетехнического применения.
- Такие смеси могут включать конкретные составы по применению, например: для кладки каминов и топок печей; для устройства дымовых труб; для защиты металлических конструкций при пожаре; для укладки кислотоупорной плитки.

- По основному назначению согласно ГОСТ 31189 «Смеси сухие строительные. Классификация» смеси подразделяют на 11 видов:

- ❖ **выравнивающие** смеси по способу нанесения делят на: штукатурные; шпатлевочные.
- ❖ **облицовочные:** клеевые; шовные.
- ❖ **напольные:** выравнивающие; несущие. В зависимости от технологии устройства на: уплотняемые, самоуплотняющиеся; затирочные.
- ❖ **ремонтные:** поверхностные; инъекционные.

- ❖ **защитные:** ингибирующие; saniрующие;
биоцидные; огнезащитные; коррозионно-
защитные; морозозащитные; радиационно-
защитные.
- ❖ **гидроизоляционные** смеси подразделяют на:
поверхностные; проникающие.
- ❖ **проникающие:** инъекционные; капиллярные.
- ❖ **по применяемым вяжущим:** цементные;
гипсовые; известковые; полимерные; сложные.
- ❖ **по наибольшей крупности зерен
заполнителей** смеси подразделяют на:
бетонные; растворные; дисперсные.

Основные свойства сухих строительных смесей

Свойства сухой смеси (порошка)

- компонентный состав
- цвет
- дисперсность
- наибольшая крупность зёрен
- влажность*
- насыпная плотность
- гигроскопичность
- гидрофобность
- диспертируемость при сухом смешении
- срок хранения

Свойства растворной смеси

- водопотребность
- подвижность **
- водоудерживающая способность
- воздухововлечение
- срок годности готовой растворной смеси
- расслаиваемость
- плотность

Свойства раствора

- прочность сцепления с основанием
- прочность
- плотность
- скорость набора прочности
- истираемость
- водопоглощение
- водонепроницаемость
- водостойкость
- гидрофобность
- стойкость к химической коррозии

- **Состав** сухой смеси представляют в виде ее вещественного состава, т.е. путем указания количества компонентов, из которых приготовлена смесь.
- Определить состав готовой сухой смеси достаточно сложно: для этого потребуются
 - проведение комплексного исследования, включающего рассев смеси на максимально возможное количество фракций;
 - применение методов химического, физико-химического, петрографического анализов для идентификации каждой выделенной фракции.
- Расшифровка состава сухой строительной смеси требует специальной классификации.

- **Дисперсность** – общая характеристика – распределение частиц по размерам.
- Сведения о ней могут быть получены по результатам просеивания сухой смеси через набор стандартных сит, а также через сита с более мелким размером ячейки.
- Характеристику дисперсности сухой смеси можно получить также путем анализа проб на современных лазерных гранулометрах. Для тонкодисперсных смесей – по результатам определения удельной поверхности.
- Размер частиц в сухих смесях может находиться в диапазоне от 20 мкм до 5 мм и выше, в зависимости от вида смеси.

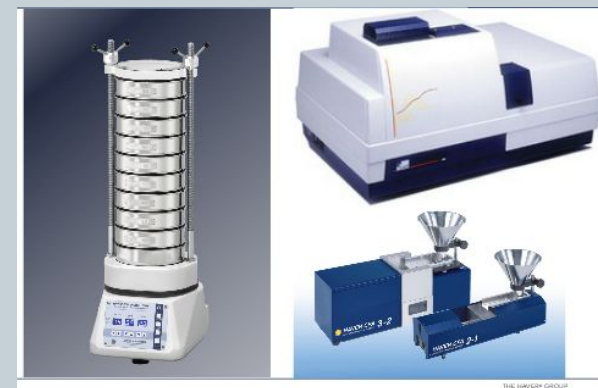
Определение зернового состава



Сита с просеивающей машиной

Установка «ALPINE» для просеивания методом воздушного потока

6



● **Гигроскопичность** – способность компонентов сухой смеси поглощать (адсорбировать) атмосферную влагу.

● Количество адсорбированной влаги увеличивается при повышении относительной влажности воздуха.

● Сконденсированная при изменении температуры среды гигроскопическая влага вступает в химическое взаимодействие с минералами вяжущего и вызывает их гидратацию, что приводит к слеживанию (комкованию) материала.

● Портландцемент является весьма гигроскопичным продуктом и его длительное пребывание на воздухе приводит к потере активности (поэтому сроки хранения цемента ограничиваются).

- **Гигроскопичность** (сорбционная влажность) характеризуется отношением массы поглощенной материалом влаги – при относительной влажности воздуха 100% и температуре 20°C – к массе сухого материала.
- **Гидрофобизация** сухой смеси достигается путем введения в ее состав гидрофобных или гидрофобизирующих веществ, результатом чего является ухудшение ее смачиваемости водой и увеличение возможных сроков хранения на воздухе.
- **Качественная проба** на гидрофобность сухой смеси предусматривает нанесение на поверхность порошка капли воды, которая не должна при этом быстро впитываться.

● **Влажность** – содержание влаги в веществе, выраженное в % по массе. Определяется как потеря массы вещества при сушке по отношению к массе образца с исходной влажностью.

● Сухая смесь должна характеризоваться минимальной влажностью из-за опасности слеживания смеси.

● Необходимо также учитывать частичную дегидратацию компонентов смеси при определении влажности при температуре 105°C , например, гипса, и потерю физической влаги некоторыми органическими добавками.

Определение влажности



Универсальные сушильные шкафы T=от $+30^{\circ}\text{C}$ до $+300^{\circ}\text{C}$

Аналитические, лабораторные, технические весы

5

Термин «растворная смесь» соответствует термину «смесь, готовая к применению».

Применительно к сухим строительным смесям, водопотребность выражают в относительных единицах через водоцементное (V/C), водо-вяжущее (V/V_B) или, при применении более одного вида вяжущего, через водо-твердое отношение (V/T). Водопотребность смеси должна обеспечивать необходимую подвижность растворной смеси.

Подвижность растворной смеси характеризуют глубиной погружения эталонного конуса, расплывом конуса или расплывом кольца.

Определение расплыва конуса

Столик Хагерманна
по EN 413-2, EN 459-2
1.0224.01

- Электрический привод 230 В / 50 Гц,
- поверхность из нержавеющей стали \varnothing 300мм
- Масса падающей части 10 кг
- в комплекте с формой, воронкой и трамбовкой



- *Подвижность* растворной смеси – способность растекаться под действием силы тяжести или **внешних сил**. Характеризуется глубиной погружения металлического конуса стандартного прибора в растворную смесь.
- Подвижность назначают в зависимости от вида раствора и отсасывающей способности основания.
- Для кирпичной кладки подвижность растворов составляет 9-13 см, для заполнения швов между панелями и другими сборными элементами – 4-6 см, а для вибрирования бутовой кладки – 1-3 см.



- Сущность метода определения подвижности смеси, готовой для применения заключается в определении количества воды, необходимой для получения растворной смеси требуемой подвижности.

- ***Определение подвижности текучих (литых) растворных смесей на гипсовом вяжущем***

- Определяют диаметр расплыва образца растворной смеси, помещенной в форму (кольцо Вика) после снятия формы.
- Форма (кольцо Вика) высотой 40 мм, верхним диаметром 65 мм и нижним диаметром 75 мм из нержавеющей стали.

- Воду в количестве, указанном в маркировке сухой смеси и необходимом для получения растворной смеси требуемой подвижности, выливают в чашу смесителя или чашу для ручного перемешивания, предварительно протертые влажной тканью.
- - 300-400 г сухой смеси всыпают в воду в течение 30 с;
- - оставляют смесь в покое в течение 60 с;
- - перемешивают смесь в смесителе в течение 30 с при скорости вращения лопасти (140 ± 5) об/мин, при ручном перемешивании делают лопаткой 30 движений в форме цифры восемь;
- - оставляют смесь в покое в течение 30 с;
- - повторно перемешивают смесь в смесителе в течение 30 с, при ручном перемешивании делают 30 движений в форме цифры восемь.
- Количество сухой смеси определяют предварительно, при этом полученная растворная смесь должна заполнить форму.

- Приготовленную растворную смесь в течение 15 с переносят форму, установленную в центре стеклянной пластинки, удаляя металлической линейкой избыток смеси вровень с верхним краем формы. Форму поднимают строго вверх, чтобы дать растворной смеси свободно растекаться по пластинке.
- Измеряют диаметр расплыва образца растворной смеси в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с погрешностью ± 5 мм и определяют среднеарифметическое значение, которое округляют до 1 мм. диаметр расплыва образца растворной смеси должен быть 150-210 мм.
- Если диаметр расплыва образца выходит за указанные выше пределы, испытание повторяют с измененным (увеличенным или уменьшенным) расходом воды. Если диаметр расплыва образца находится в пределах указанного диапазона, определяют водотвердое отношение В/Т по формуле

$$\frac{B}{T} = \frac{m_1}{m_2}$$

- где m_1 – масса воды для получения смеси, требуемой подвижности, г;
- m_2 – масса навески сухой смеси, г.

● **Определение подвижности пластичных растворных смесей на гипсовом вяжущем**

- Определяют диаметр расплыва образца растворной смеси на встряхивающем столике.
- Воду в количестве, указанном в маркировке сухой смеси и необходимом для получения растворной смеси требуемой подвижности, выливают в чашу смесителя или чашу для ручного перемешивания, предварительно протертые влажной тканью.
- Смесь приготавливают в следующей последовательности:
 - - сухую смесь в количестве 300-400 г сухой смеси всыпают в воду в течение 5-10 с;
 - - перемешивают смесь в смесителе в течение 1 мин при скорости вращения лопасти (140 ± 5) об/мин или вручную с частотой (62 ± 5) движений в минуту.
- Количество сухой смеси определяют предварительно, при этом полученная растворная смесь должна заполнить форму.

● Форму устанавливают на стеклянную пластинку в центре встряхивающего столика. Стеклянную пластинку и форму следует предварительно протереть влажной тканью.

● Заполняют форму растворной смесью до верха и снимают избыток смеси металлической линейкой.

● Через 10-15 с форму резко поднимают строго вверх и встряхивают растворную смесь 15 раз с постоянной частотой 1 удар в секунду.

● Измеряют диаметр расплыва образца растворной смеси в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с погрешностью ± 5 мм. Диаметр расплыва образца должен быть (165 ± 5) мм.

● Если полученный результат отличается от указанного выше, испытание повторяют с измененным (увеличенным или уменьшенным) расходом воды. Если диаметр расплыва образца соответствует приведенной выше норме, определяют водотвердое отношение В/Т по формуле

$$\frac{В}{Т} = \frac{m_1}{m_2}$$

● где m_1 – масса воды для получения смеси, требуемой подвижности, г;

m_2 – масса навески сухой смеси, г.

● Если не представляется возможным определить подвижность из-за быстрого схватывания растворной смеси, допускается в воду для затворения добавлять замедлитель схватывания. При этом в журнале испытаний должны быть указаны вид и дозировка использованного замедлителя.

● **Определение начала схватывания**

- **Сущность метода заключается в определении глубины погружения в растворную смесь требуемой подвижности съёмного конуса, установленного на приборе Вика.**
- **Время начала схватывания характеризует продолжительность переработки растворной смеси, в течение которого смесь следует использовать по назначению.**
- **Растворную смесь приготавливают в соответствии с требуемой подвижностью в зависимости от вида смеси (литая или подвижная).**

- Приготовленную растворную смесь переносят в форму, установленную на стеклянную пластинку. Для удаления воздуха из смеси форму с пластинкой встряхивают 4-5 раз, поднимая одну из сторон пластинки приблизительно на 10 мм и затем отпуская ее.
- Удаляют избыток смеси металлической линейкой вровень с краями формы и устанавливают стеклянную пластинку с формой на основание прибора Вика.
- Конус, закрепленный на подвижном стержне прибора Вика, устанавливают поворотом пластины-фиксатора так, чтобы острием он касался поверхности смеси, и фиксируют его в этом положении.
- Для погружения конуса в смесь освобождают подвижный стержень прибора Вика нажатием на пластинку фиксатор. По шкале прибора определяют глубину погружения конуса.
- После каждого погружения конус очищают и высушивают, интервал между погружениями должен быть не более 2 мин. Расстояние между точками погружения – не менее 12 мм.
- За начало схватывания принимают время от момента затворения сухой смеси водой t_0 до момента, когда конус погружается в смесь на глубину (22 ± 2) мм, t_1 .
- Начало схватывания T , мин, определяют по формуле $T = t_1 - t_0$,
где t_1 – время, когда конус погружается в смесь на глубину (22 ± 2) мм, мин;
 t_0 – начало затворения сухой смеси водой, мин.

● **Определение водоудерживающей способности**

- Сущность метода заключается в определении количества воды, удерживаемой растворной смесью после затворения ее водой, и распределении на пористом, поглощающем воду основании.
- Для определения водоудерживающей способности применяется устройство, состоящее из металлического кольца, листов фильтровальной бумаги, прокладки из марлевой ткани, стеклянной пластинки.
- Десять листов фильтровальной бумаги взвешивают и помещают на стеклянную пластинку; сверху укладывают прокладку из марлевой ткани. На прокладку устанавливают металлическое кольцо и все устройство взвешивают.
- Приготовленную смесь укладывают в металлическое кольцо, выравнивают ножом, взвешивают и оставляют на 10 мин.
- По истечении указанного времени кольцо со смесью снимают вместе с марлей и взвешивают фильтровальную бумагу.
- Водоудерживающую способность растворной смеси (в %) устанавливают по содержанию в ней воды после испытания.



● $m_B = m_c \frac{B}{T}$

● Где m_B - первоначальная масса воды в смеси, г;

● m_c – масса растворной смеси, уложенной в металлическое кольцо, г, определяемая по формуле $m_c = m_2 - m_1$

● $\frac{B}{T}$ - водотвердое отношение,

● m_2 – масса устройства с растворной смесью, г;

● m_1 – масса устройства без растворной смеси, г.

● Потерю воды смесью $m_{\text{пот}}$, %, определяют по формуле

$$m_{\text{пот}} = \frac{m_{\text{вб}}}{m_B} 100,$$

Где $m_{\text{вб}}$ – масса воды, поглощенной бумагой, г, определяемая по формуле $m_{\text{вб}} = m_3 - m_B$;

m_B - масса воды для получения смеси требуемой подвижности, г;

m – масса бумаги до испытания, г;

m_3 - масса бумаги после испытания, г.

Водоудерживающую способность смеси B , %, определяют по формуле

$$B = 100 - m_{\text{пот}}$$

- **Срок годности готовой растворной смеси (живучесть)** – способность строительных растворных смесей в течение определенного времени сохранять технологические свойства – подвижность (консистенцию, удобоукладываемость, удобообрабатываемость), однородность, водоудерживающую способность и т.п., а также обеспечивать проектные показатели и свойства (механическую прочность, морозостойкость, долговечность) при последующем отвердевании.
- В качестве критерия характеризующего живучесть, принимают, например, период времени, в течение которого один из показателей, характеризующий какое-либо технологическое свойство растворной смеси, не изменяется сверх установленного нормативом значения.

● **Воздухововлечение** – содержание воздуха в растворной смеси в уплотненном состоянии.

● Воздух вовлекается в растворные смеси в процессе их приготовления – он механически захватывается при перемешивании и, кроме того, вовлекается в растворные смеси в результате действия воздухововлекающих добавок – поверхностно-активных веществ (ПАВ).

● Содержание воздуха в растворных смесях может достигать 8-12% и более и определяется специальными приборами – поромерами.

Измерение
воздухововлечения

- 2.0334 для бетонной смеси 8 л.
- 1.0336 для раствора 1 л

EN 459-2, 413-2



17

● **Прочность** растворов, полученных на основе сухих строительных смесей, обычно включает три характеристики:

- - предел прочности на растяжение при изгибе;
- - предел прочности при сжатии (определяется испытанием образцов-кубов с длиной ребра 70,7 мм или образцов-половинок балочек 40x40x160 мм, предварительно испытанных на изгиб);
- - прочность сцепления раствора с основанием (адгезия) – характеристика, определяющая механическую прочность в зоне контакта строительного раствора (штукатурки, кладочного раствора и др.) и основания .



- При определении прочности сцепления с основанием кроме величины максимальной силы также отмечается характер отрыва образцов.

- При испытании возможны четыре варианта отрыва образцов.

- 1 – отрыв по контактной зоне

основание – затвердевший раствор.

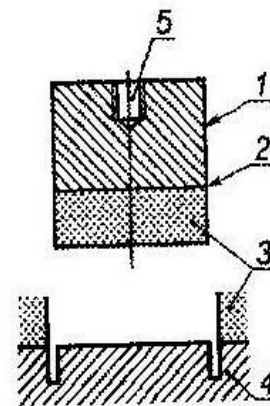
Результат

испытания

соответствует

предельному

сопротивлению отрыву.



1 - металлическая пластинка; 2 - слой клея; 3 - слой затвердевшего раствора; 4 - основание; 5 - отверстие с внутренней резьбой по центру пластинки для крепления приспособления для отрыва образцов от основания

Рисунок 6 - Разрушение на границе между слоем затвердевшего раствора и основанием (результат испытания соответствует прочности сцепления)

- 2 – отрыв по затвердевшему раствору. Прочность сцепления превышает

полученное при испытании значение.

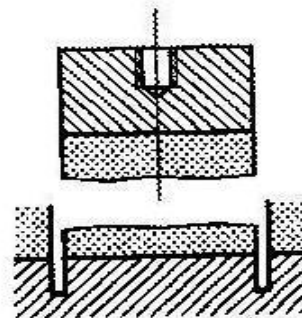


Рисунок 7 - Разрушение по слою затвердевшего раствора (прочность сцепления превышает полученное при испытании значение)

- 3 – отрыв по основанию прочность сцепления превышает

полученное при испытании значение

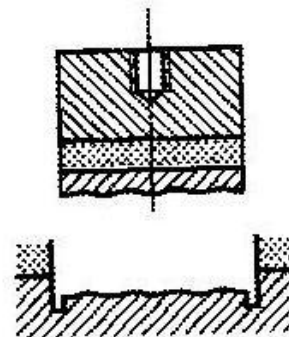


Рисунок 8 - Разрушение материала основания (прочность сцепления превышает полученное при испытании значение)

- Отрыв по клею.
- Испытание следует повторить, так как, вероятно, допущены ошибки при приклеивании металлической пластинки или неправильно выбран клей.

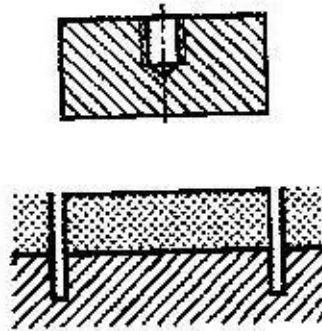


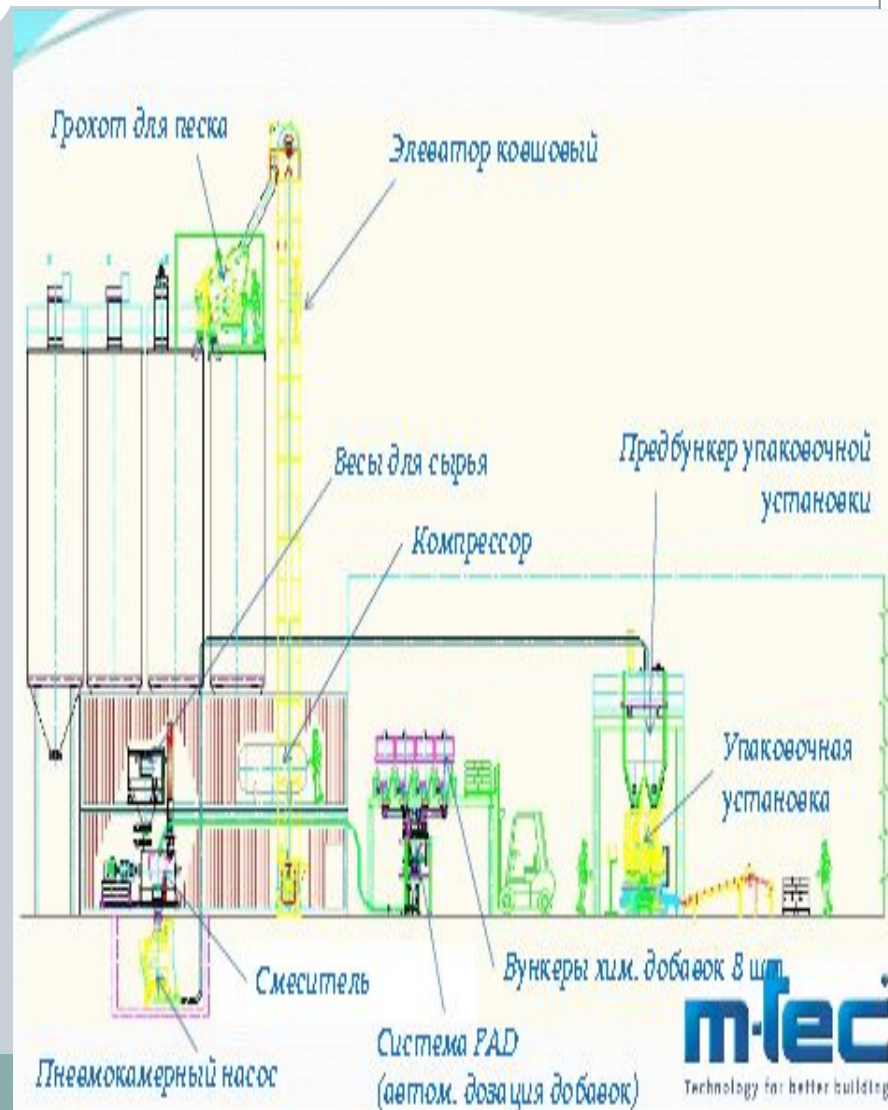
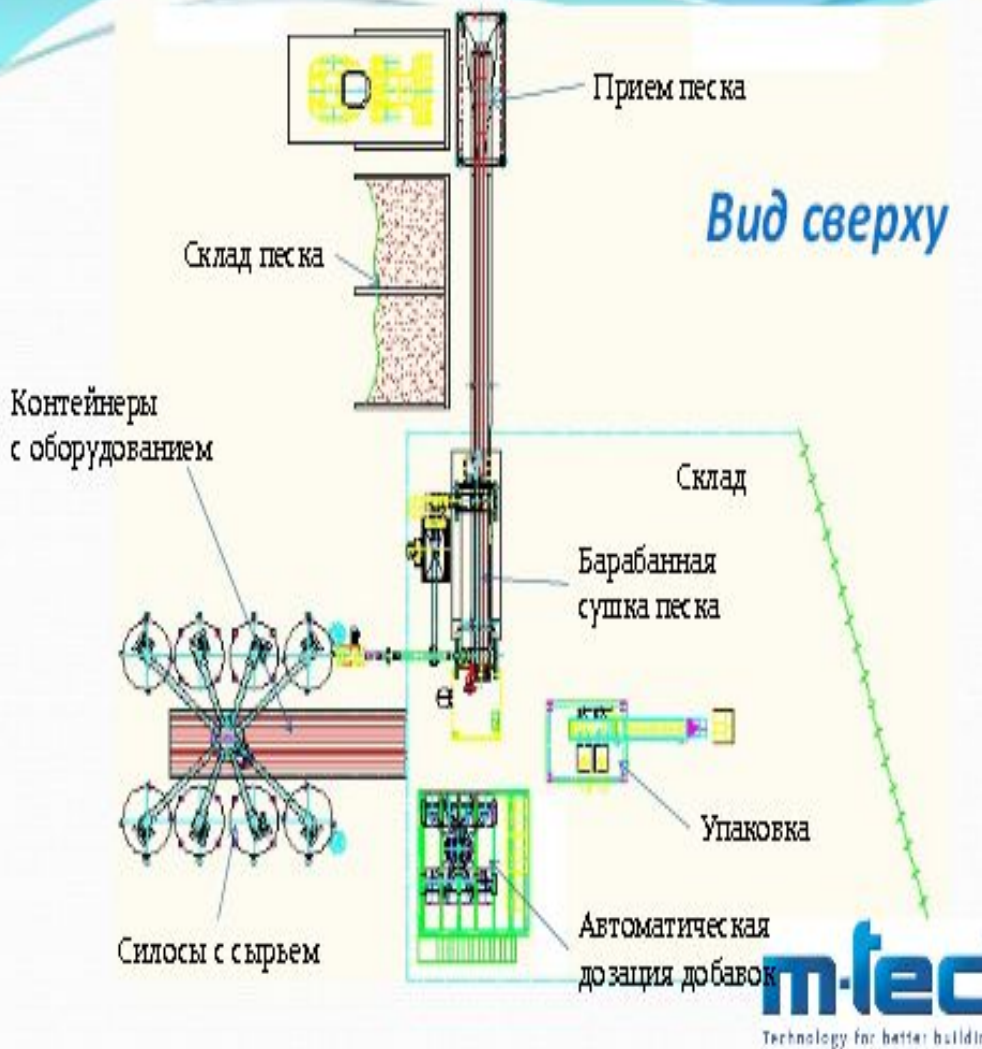
Рисунок 9 - Разрушение по слою клея (испытание следует повторить)

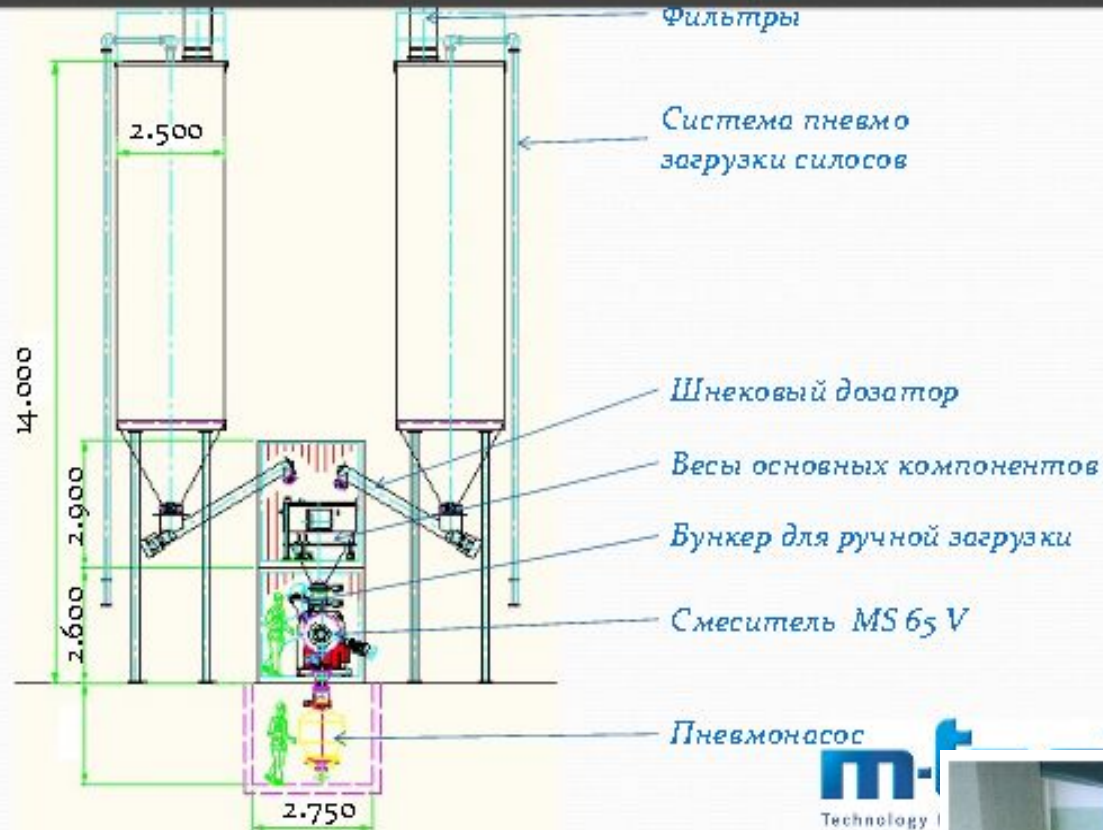
- При смешанных вариантах отрыва, например, частично по основанию и частично по затвердевшему раствору, необходимо сделать запись в журнале испытания, указав приблизительную долю каждого варианта разрушения в процентах.
- Все варианты разрушения образцов должны быть описаны в журнале испытаний.

- **Усадка** – уменьшение линейных размеров и объема твердеющего строительного раствора или бетона вследствие связывания воды в гидратные фазы, высыхания, карбонизации и др. процессов.
- Для растворных смесей, в которых в качестве вяжущего применяют гипс, известь и др., увеличивающиеся в объеме при твердении вещества, измеряют величину расширения.
- Усадку (расширение) раствора определяют, используя оборудование, применяемое к данному типу растворных смесей.



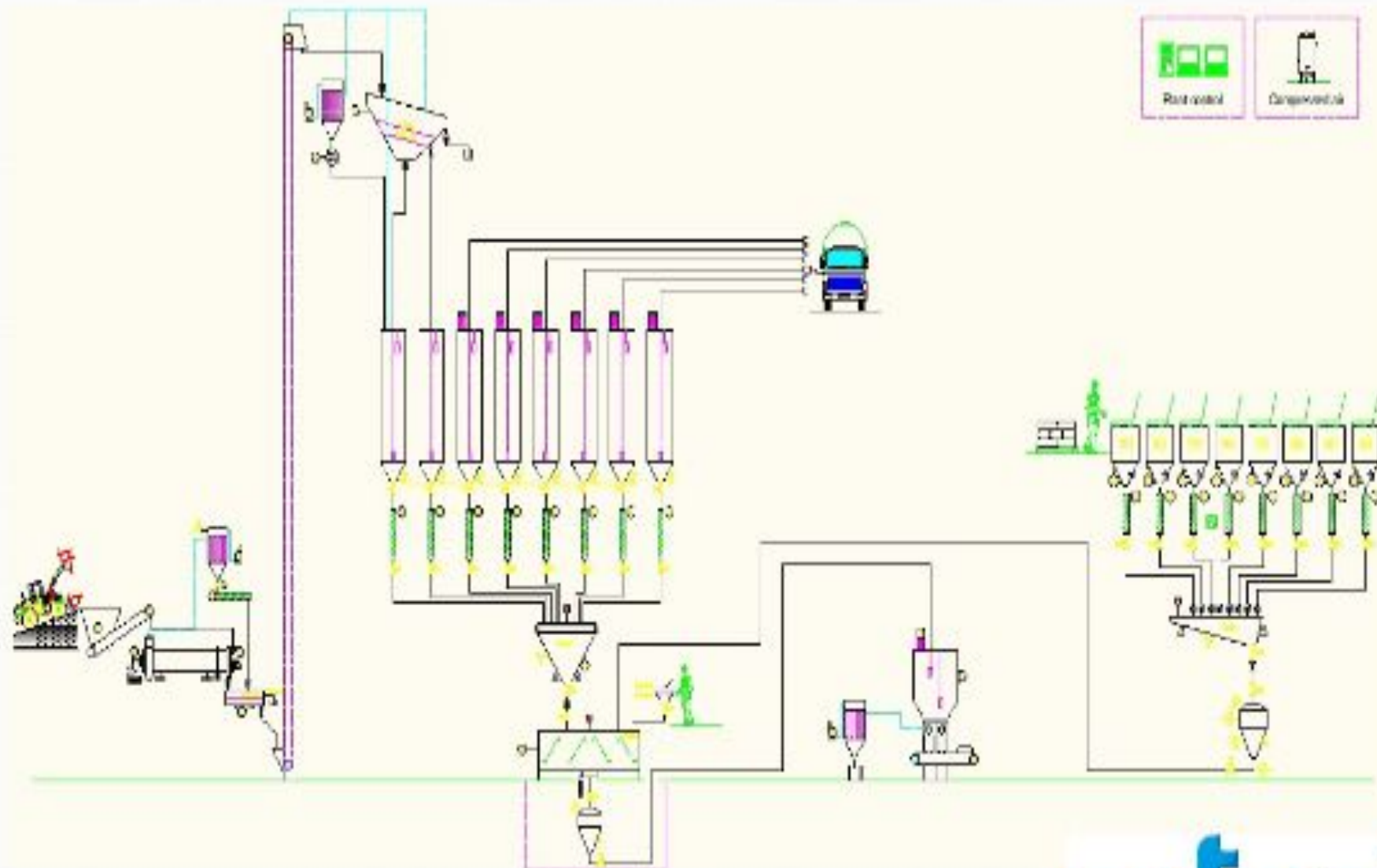
Схема производства сухих строительных смесей.



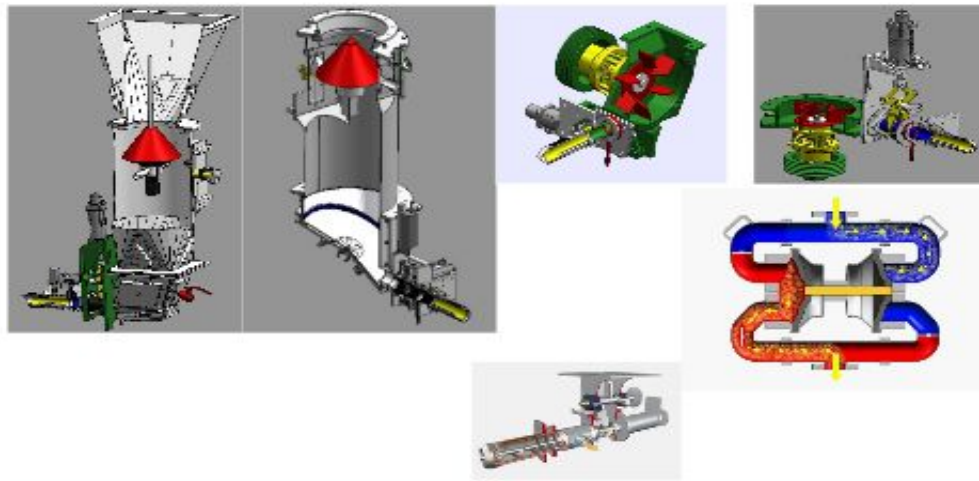


ТРУБЧАТЫЙ КОНВЕИЕР

Схема контейнерного завода



Система фасовки



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТА И МЕШКОВ





СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



ШТАБЕЛЁР-АВТОМАТ