

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

С. А. Дергунов, С. А. Орехов

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ (СОСТАВ, ТЕХНОЛОГИЯ, СВОЙСТВА)

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 270800.62 Строительство

Оренбург
2012

УДК 691(075.8)
ББК 38.3я73
Д 36

Рецензент – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Строительные материалы» Магнитогорского государственного технического университета М. С. Гаркави

Дергунов, С. А.

Д 36 Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства): учебное пособие / С. А. Дергунов, С. А. Орехов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 106 с.

Учебное пособие содержит научно-методический и исследовательский материал по квалифицированному применению и оценке строительно-технических характеристик сухих строительных смесей и отделочных покрытий на их основе.

Учебное пособие предназначено для качественного освоения дисциплины «Сухие строительные смеси» студентами направления подготовки 270800.62 Строительство по профилю «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Материалы учебного пособия могут быть полезны для инженерно-технических работников и предпринимателей, работающих в сфере производства и применения сухих строительных смесей.

УДК 691(075.8)
ББК 38.3я73

© Дергунов С. А.,
Орехов С. А., 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

Введение.....	5
1 Историческое и техническое развитие отрасли.....	7
2 Технологии производства сухих строительных смесей.....	15
3 Разновидности сухих строительных смесей в современном строительстве..	22
3.1 Классификация сухих строительных смесей.....	22
3.2 Номенклатура сухих строительных смесей.....	24
3.3 Компоненты для производства сухих строительных смесей.....	35
3.3.1 Вяжущие.....	35
3.3.2 Заполнители и наполнители.....	37
3.3.3 Химические добавки.....	38
3.3.4 Отходы различных производств.....	42
4 Нормативная база по сухим строительным смесям.....	46
4.1 Современное состояние.....	46
4.2 Технические требования к смесям.....	47
4.2.1 Цементные сухие строительные смеси общестроительного назначения.....	47
4.2.2 Напольные сухие строительные смеси.....	54
4.2.3 Гипсовые штукатурные сухие строительные смеси.....	58
4.2.4 Гипсовые клеевые сухие строительные смеси	60
4.2.5 Гипсовые шпатлевочные сухие строительные смеси	61
4.3 Методика испытаний.....	63
4.3.1 Сухие строительные смеси на основе цемента.....	63
4.3.2 Сухие строительные смеси на основе гипса.....	75
5 Проектирование составов.....	88
Заключение.....	96
Список использованных источников.....	98

Введение

Затраты на выполнение отделочных работ составляют в среднем 35 – 40 % от расходов на возведения зданий и сооружений. Поэтому совершенствованию этого вида строительных работ, освоению новых отделочных материалов должно уделяться пристальное внимание. Усилия представителей науки, проектировщиков и строителей следует направлять на продвижение передовых технологий с целью снижения трудоемкости технологических операций отделочных работ.

Для этого, в первую очередь, требуются высококачественные строительные материалы. Сегодня уже невозможно представить себе как новое строительство, так и реконструкцию или ремонт зданий без использования модифицированных сухих смесей. Их преимущества перед традиционными растворами неоспоримы.

Традиционные растворные смеси изготавливают путем перемешивания минеральных вяжущих (цемент, известь), песка и воды в заводских условиях или непосредственно на строительных объектах.

В процессе транспортировки под воздействием различных факторов может произойти снижение подвижности товарных смесей, а также их расслаивание. На строительных объектах в растворные смеси с целью повышения их подвижности, а значит, и удобоукладываемости, вводят дополнительное количество воды. Необоснованное повышение водоцементного отношения приводит к резкому снижению прочностных характеристик раствора, увеличивается его усадка, снижается трещиностойкость, повышается пористость и, следовательно, снижается морозостойкость и, как следствие, долговечность конечного продукта.

Кроме того, для транспортирования товарных смесей заводского изготовления при отрицательных температурах необходим специальный автотранспорт или в смеси надо вводить противоморозные добавки, вследствие чего ухудшается внешний вид отделочного покрытия и его эксплуатационная надежность.

Приготовление растворных смесей непосредственно на строительном объекте не обеспечивает точность дозировки, что приводит к нестабильности составов. Как правило, такой способ приготовления растворных смесей не предусматривает введение различных химических добавок и не позволяет изготавливать высококачественные смеси широкой номенклатуры. В результате наблюдаются случаи несоблюдения проектных решений и серьёзных нарушений технологии производства работ на строительных объектах.

Недостатков традиционных растворных смесей можно избежать, заменив их на сухие модифицированные смеси заводского изготовления.

Модифицированные сухие смеси представляют собой смесь минеральных вяжущих, заполнителей, наполнителей строго фиксированной дисперсности и модифицирующих химических добавок. Их доставляют на объекты в сухом виде и перемешивают с водой непосредственно перед применением.

Таким образом, по сравнению с традиционными растворными смесями модифицированные сухие смеси имеют следующие преимущества:

- существенно повышается качество строительных работ вследствие стабильности их составов и эффективного перемешивания;
- в зависимости от вида работ и уровня механизации в 1,5-3,0 раза повышается производительность труда;
- в 3-4 раза снижается материалоемкость работ;
- упрощаются снабжение и складские операции.

Особо следует отметить, что транспортировать сухие смеси можно как при положительных, так и при отрицательных температурах. Причем у сухих смесей отсутствуют технологические ограничения по дальности транспортирования. Сухие смеси могут использоваться на строительном объекте мелкими порциями, храниться достаточно длительное время (до полугода), сохраняя при этом все свои свойства.

Технологии изготовления сухих смесей позволяют получать смеси со строго оптимизированным фракционным составом наполнителей и точным дозированием исходных компонентов. Четкое соблюдение требований по подго-

товке исходного сырья, его дозированию и перемешиванию обеспечивают получение сухих смесей и конечной продукции на их основе (растворы и бетоны) стабильно высокого качества.

Именно поэтому модифицированные смеси весьма популярны несмотря на их высокую первоначальную стоимость. В конечном итоге сухие смеси и продукция на их основе оказываются дешевле продукции из традиционных смесей благодаря обеспечению гораздо более высокой производительности труда, низкой материалоемкости, высоким эксплуатационным характеристикам и, главным образом, существенно большей долговечности. Ведь долговечность является определяющим фактором при оценке экономической эффективности применения того или иного материала. Известно, что чем короче межремонтный период, тем больше эксплуатационные расходы. К сожалению, часто приходится сталкиваться с ситуациями, когда применение дешевых строительных материалов, в частности растворных смесей, ведёт к высоким эксплуатационным расходам, и получается, что использование сухих смесей было бы экономически более целесообразно.

Так, например, применение цементно – известковых растворов для оштукатуривания приводит к их разрушению уже через 1-2 года эксплуатации. Существует многолетний отрицательный опыт использования известково–цементных растворов для кирпичной кладки, когда после намокания кладки появляются «высолы».

Таким образом, для оценки экономической эффективности использования сухих смесей необходимо рассматривать не только единовременные, но и эксплуатационные затраты, правильно определяя срок окупаемости.

1 Историческое и техническое развитие отрасли

В течение многих тысяч лет архитектура и строительство зданий и сооружений были тесно связаны с использованием минеральных строительных растворных смесей. Известковые штукатурные растворы известны более 8000 лет, а гипсовые растворы использовались жителями Вавилона около 6000 лет назад. Строительные растворные смеси на основе пуццоланы (измельчённый вулканический пепел) гидравлического схватывания, по всей видимости, были известны более 3000 лет назад и использовались древними финикийцами, греками и римлянами. В античные времена и средние века для улучшения технических характеристик производимых строительных растворов использовались добавки и присадки, такие как мыло разных видов, смолы, белки и зола; они перемешивались на строительной площадке с минеральными вяжущими веществами и заполнителями [1].

Огромный вклад в развитие ранних сухих смесей внесли мастера стенописи. Стремление создавать произведения долговечными побуждало анализировать причины разрушения росписей, искать пути предохранения их от преждевременной гибели.

Многовековой практический опыт говорит о том, что одним из основных условий долголетия произведений стенописи является доброкачественность штукатурного основания и грунта, на котором они написаны, а также добротность кладки стены, на который этот грунт положен, качество её материалов. Мастера прошлых эпох старались придать грунтам (текторууму, штукатуркам и левкасу) наибольшую прочность и долговечность, используя специально разработанные методики и рецептуры компонентов [2].

Первый патент на изготовление и применение сухих смесей был опубликован в 1893 году. Несмотря на это, в Европе до 1950-х годов строительные растворные смеси приготавливались исключительно на строительных площадках.

В течение 1950-х и 1960-х годов в США и Западной Европе, особенно в Германии, в строительной индустрии наблюдался быстро растущий спрос на современные строительные материалы и технологии. Это происходило по ряду причин: нехватка квалифицированной рабочей силы; необходимость сокращения времени строительства наряду с сокращением расходов; увеличение затрат на рабочую силу; диверсификация строительных материалов, подходящих для особых случаев применения; появление новых строительных материалов; повышение спроса на здания и сооружения более высокого качества.

Технология приготовления растворных смесей на строительной площадке неспособна должным образом соответствовать быстрорастущим требованиям. Как следствие, в странах западного мира, начиная с 1960-х гг., в отрасли строительных растворов наблюдаются следующие тенденции, которые в настоящее время можно проследить по всему миру:

- вытеснение традиционноготавливаемых строительных растворов расфасованными сухими строительными смесями;
- механизация применения строительных растворных смесей, включая системы транспортировки, автоматического затворения сухой строительной смеси, а также машинной укладки жидких строительных растворов;
- модификация строительных растворных смесей с использованием полимерных вяжущих веществ (редисперсионных порошков) и специальных добавок (например, эфиров целлюлозы) [3].

Отечественная отрасль сухих строительных смесей (ССС) находится только в самом начале своего развития: практически отсутствует нормативная база, только стали появляться высококачественные смеси, способные конкурировать с зарубежными аналогами, наблюдается значительное отставание в номенклатуре производимых продуктов строительной химии и т.д. Обзор литературных источников свидетельствуют о том, что отрасль сухих смесей до недавнего времени в России отсутствовала, а разработки велись, в основном, в смежных областях, таких как разработка наполненных вяжущих, их механическая

активация, исследования гранулометрических составов заполнителей для бетонов, разрабатывались способы приготовления смесей и их составы [4-37].

Проведенные патентные исследования охватили период, начиная с 1970г. до наших дней, и проводились как по каталогам бюллетеней на изобретения, так и с использованием электронных ресурсов [38]. Условно данный период можно разделить на три этапа. Первый или ранний (приблизительно до 1985 г) отмечен повышенным интересом к фундаментальным научным исследованиям в сфере разработки специальных бесклинкерных вяжущих для бетонов и растворов преимущественно на отходах металлургических и химических производств (различные шлаки, шламы, кеки). На следующем этапе (1985-1995 гг.) наблюдается спад в научной деятельности. Этот период совпадает со временем политического и экономического кризисов в нашей стране и значительным снижением темпов производства во всех сферах деятельности. Несмотря на это, исследования не прекратились полностью и наравне со шлаками в активную разработку внедряются шламы, золы, пыли и др. Кроме того, появляются первые российские изобретения на специальные химические добавки и технологические разработки в области сухих смесей, где приоритет давно был уже за Германией. И на современном этапе, начало которого датируется серединой 90-х годов, наибольший интерес проявляется к созданию различных видов сухих строительных смесей с применением наполненных вяжущих направленного спектра действия, фракционированных заполнителей, наполнителей определённого минералогического состава и химических модифицирующих добавок.

Широкое внедрение в практику строительства модифицированных сухих смесей в России началось с 90-х годов, и за небольшой период времени они завоевали высокий авторитет у российских строителей.

Сегодня на отечественном рынке сухих строительных смесей ситуация стабилизировалась: рост темпов производства составляет в среднем 15-20% в год. Перспективы дальнейшего развития эксперты оценивают как самые благоприятные - всё больше строительных компаний переходят на новые технологии и начинают в своей работе использовать сухие смеси.

В нашей стране потребление ССС на душу населения составляет от 2 до 3 кг в год, в то же время в Германии этот показатель равен 30кг, во Франции, Польше и Финляндии - 20 кг в год. Основные потребители сухих смесей в России - это строительные и ремонтные организации - на их долю приходится 75 % продаж. По мнению участников рынка, частники в массовом порядке пока не готовы к потреблению ССС (рисунок 1) [39].

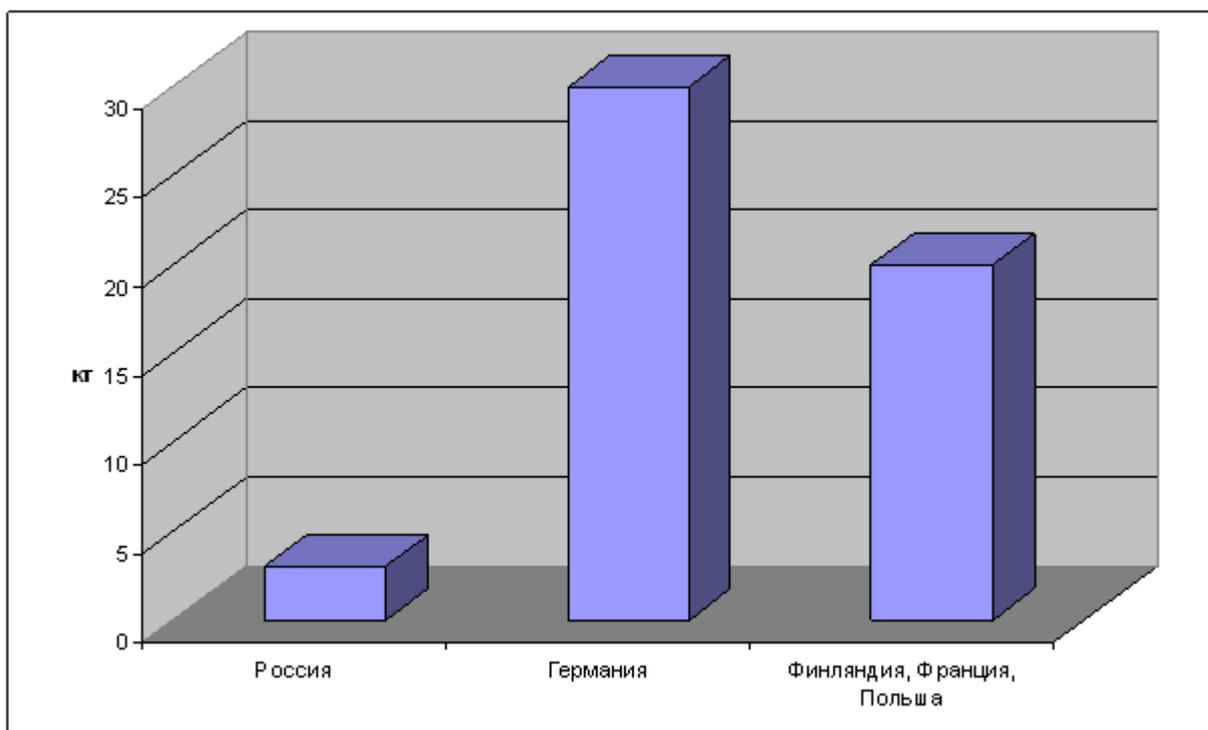


Рисунок 1 - Среднегодовое потребление ССС на душу населения

Наиболее популярный вид сухих строительных смесей - шпаклевки, их покупают более 60 % потребителей. Около 50 % используют штукатурку и универсальные смеси. Чуть меньшую долю занимает клей для плитки, грунтовка и затирки для швов. Гидроизоляция и наливные полы, еще несколько лет назад не имевшие особого успеха, в последнее время всё шире применяются строителями.

Российский рынок смесей находится в стадии активного роста, по темпам опережающего другие сегменты строительно-отделочной индустрии, причем рост рынка обеспечивается в основном отечественными предприятиями, а доля импортируемых смесей постоянно снижается. Бурное развитие жилищного строительства вызвало значительный мультипликативный эффект – потянуло за

собой, прежде всего, промышленность строительных материалов, в частности рост производства сухих строительных смесей.

В сентябре 2012 г. маркетинговое агентство DISCOVERY Research Group завершило исследование российского рынка сухих строительных смесей (ССС). В 2011 году производство модифицированных сухих строительных смесей в России достигло 5,7 млн. тонн в год, прирост к 2010 году – около 20 %, при емкости рынка 6,5 млн. тонн в год [40].

В 2011 году доля импортируемых сухих смесей составила 11%. В среднем по стране, как утверждают аналитики, объемы производства и потребления сухих смесей увеличиваются примерно на 50 %. При этом если в Москве и Санкт-Петербурге рост объемов потребления колеблется в пределах 20 - 25 %, то во многих регионах, которые не входят по показателям темпов экономического развития и благосостояния населения в число депрессивных, эта цифра существенно превышает 50 %.

В настоящее время в России функционирует несколько сотен фирм, предлагающих сухие строительные смеси. Этот рынок изначально обрел ориентацию на дорогостоящую продукцию, но постепенно, с развитием конкуренции на нем, приобретает четкую ценовую дифференциацию. Как правило, рынок СССР состоит из трех ценовых групп:

- дорогостоящие импортные смеси;
- отечественные смеси средней ценовой группы, ориентированные на использование импортных химических добавок и технологий;
- смеси, ориентированные полностью на отечественные составляющие.

Именно третья группа представляет наибольший интерес для отечественных производителей сухих строительных смесей, поскольку невысокая цена при приемлемом качестве и широком ассортименте наиболее предпочтительна для большинства россиян, планирующих строительство или ремонт. В последнее время ведется активное строительство и модернизация заводов по производству СССР, что неизбежно приведет к увеличению производства высококачественной продукции. Перспективы роста рынка сухих строительных материа-

лов связывают с увеличением объемов строительства и улучшением инвестиционного климата.

Рынок смесей характеризуется умеренной степенью концентрации: на пять компаний-лидеров приходится чуть более половины рынка. В последние годы постоянно увеличивается число производителей сухих строительных смесей на российском рынке.

Наиболее популярными марками сухих строительных смесей являются Knauf, Старатели, Юнис, Vetonit (Maxit), Глимс, MC-Bauchemie Russia (Plitonit).

Чтобы быть ближе к российскому потребителю международные компании открывают в российских регионах свои производства. Тенденция открывать региональные производства делает рынок сухих строительных смесей более насыщенным. Однако новые производители с неизвестными марками в ближайшее время вряд ли появятся здесь - их будет ждать слишком жесткая конкуренция.

Поэтому необходимо поддерживать своих производителей, которые в свою очередь должны создавать промышленные цепочки, замкнутые внутри страны. Без такого развития производства невозможно побороть инфляцию, прекратить утечку капитала, т.е. обеспечить нормальное развитие экономики. Отрасль сухих строительных смесей является прекрасным примером подобного развития. Большинство исходных материалов для сухих строительных смесей производится отечественной промышленностью строительных материалов и химической промышленностью, которая имеет громадный потенциал. Поэтому наличие в нашей стране мощной индустрии по производству вяжущих материалов в сочетании с богатыми природными запасами минерального сырья представляют собой прекрасную базу для развития отечественного производства сухих строительных смесей. Таким образом, отечественным производителям при продвижении своих марок сухих строительных смесей необходимо учитывать следующие характерные для рынка тенденции:

- большинство российских строительных и ремонтных организаций готовы широко использовать в своей работе сухие смеси. При отделке зданий и по-

мещений плиткой эти материалы практически полностью превосходят традиционные растворы. Значительный объем потребления приходится на долю индивидуальных потребителей и мелких строительных организаций;

- ожидается стремительное увеличение спроса на сухие строительные смеси в связи со стабилизацией экономического положения и расцветом строительства, что потребует увеличения производства, прежде всего за счет расширения имеющихся мощностей путем активного инвестирования в сферу производства сухих строительных смесей;

- на данный момент на рынке сухих смесей сложилась ситуация, когда более высокая цена товара вовсе не означает превосходство его качественных характеристик над своими аналогами. Любой импорт в настоящее время - слишком дорогое удовольствие. Дешевле и патриотичнее организовать производство в России на основе местных материалов. Такой товар более дешев, в силу описанных выше экономических предпосылок, а качеством зачастую превосходит импортные аналоги. Поэтому отечественные сухие смеси - это конкурентоспособный продукт, который в перспективе должен полностью вытеснить зарубежные аналоги с рынка.

В связи с развитием российского рынка сухих строительных смесей, необходимостью популяризации их среди профессиональных строителей, отделочников и широкого круга потребителей, появлением контрафактной продукции, а также для представления и отстаивания интересов предприятий отрасли в 1999 году было создано некоммерческое партнёрство «Союз производителей сухих строительных смесей» по инициативе компаний ООО «ЭМ – Си Баухеми Россия» (ранее «Отли»), ЗАО «ПП «Крепс»» и ООО «Петромикс». Позднее в состав Союза вошли крупнейшие известные отраслевые фирмы [41].

Представленный экскурс в историческое и техническое развитие отрасли строительных растворов показывает важность и эффективность массового производства и применения качественных сухих строительных смесей различного назначения. При этом качество и экономические показатели выпускаемой продукции определяются выбором составляющих компонентов, рациональным их

использованием и оптимальностью разработанной рецептуры. Это позволяет сформулировать одно из наиболее перспективных направлений развития данной отрасли непосредственно в России – организация производства высокоэффективных сухих строительных смесей с максимальным использованием местной сырьевой базы, в том числе отходов. При этом разработка эффективных строительных растворов должна учитывать специфику и потребности региона, затрагивать вопросы рационального использования минерального сырья и экологии региона.

2 Технологии производства сухих строительных смесей

Из определения термина «технология» следует, что это наука о способах и средствах переработки сырьевых материалов в предметы потребления [42]. Несмотря на кажущуюся простоту технологий сухих смесей, это производство с уверенностью можно отнести к одному из самых наукоёмких.

Передовые работы в данном направлении охватывают решение проблем, связанных с технологической переработкой отдельного компонента, разработкой определённого процесса и конструированием целых производственных предприятий, что подтверждается значительным числом статей, появившихся в последние годы в СМИ [43, 62].

В настоящее время производством как отдельного технологического оборудования, так и целых производственных линий, их модернизацией посредством своих сил или совместно с зарубежными партнёрами на территории Российской Федерации занимаются многие предприятия [44 - 57].

Обобщённая технологическая схема производства сухих строительных смесей расширенной номенклатуры представлена на рисунке 2.

Поставка исходных компонентов на предприятие осуществляется посредством авто- и железнодорожного транспорта, поз. 1, 2. Хранение вяжущих веществ предусмотрено на складах силосного типа 3. Химические модифицирующие добавки складированы в сухих отапливаемых помещениях 4. Заполнители и наполнители обычно хранятся на складах штабельного типа 5, 6.

Песок со склада 5 по галерею ленточных конвейеров 7 через питатель 8 подаётся в сушильный агрегат 9. Сушка песка осуществляется при температуре от 550 °С до 600 °С. Остаточная влажность песка обычно не превышает от 0,2 % до 0,3 %. После сушки песок поступает в промежуточный бункер 10. Далее посредством транспортёров 11 подаётся на классификацию 12 с разделением на необходимые фракции. Крупные и мелкие фракции удаляются в бункер отходов 13 и далее утилизируются, либо вывозятся в отвал. Готовые фракции направляются в металлические силосы 14, где хранятся отдельно по фракциям.

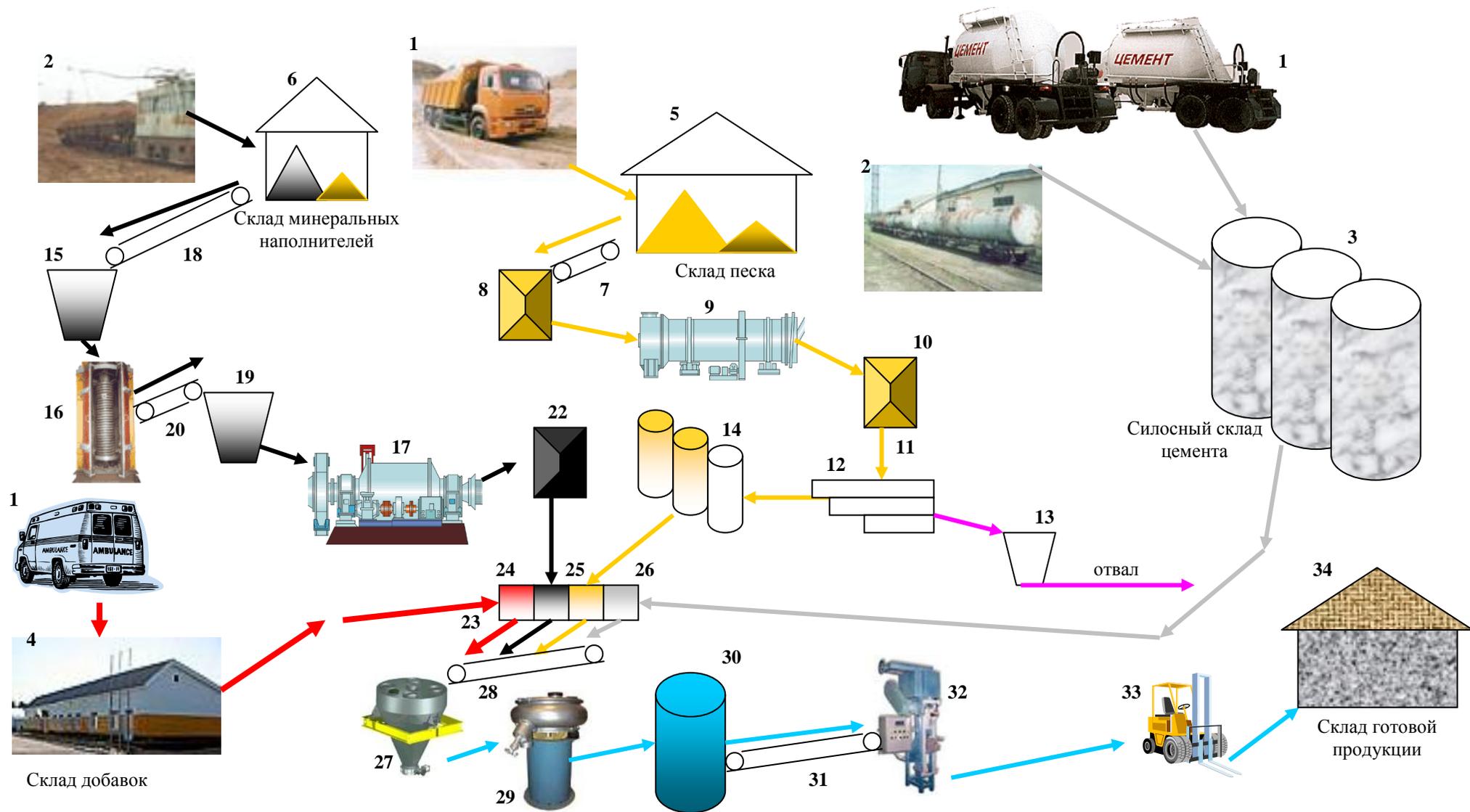
Минеральные наполнители, приготавливаемые на месте, проходят ряд технологических операций: посредством транспортирующих систем 18 и 20 со склада они поступают на сушку 16 через питатель 15 и далее на помол 17. Межоперационное хранение наполнителя осуществляется в промежуточных бункерах 19 и 22.

С промежуточного бункера наполнителей 22, склада фракционированного песка 14 и складов готовой продукции 3 и 4 компоненты поступают в расходные бункера 23, 24, 25, 26 смесительного отделения. Через дозатор 27 и ленточный питатель 28 материалы в строго определённом порядке поступают в смеситель 29.

Перемешивание сыпучих материалов продолжается в течение 60-180 с. Полученная смесь поступает в промежуточный бункер-накопитель готовой продукции 30, а затем через систему транспортёров 31 в упаковочную машину 32, где осуществляется автоматическое отвешивание сухой смеси, наполнение соответствующих бумажных мешков и их упаковка.

Готовые мешки или пакеты с сухой смесью автоматом-манипулятором укладываются на деревянные поддоны или контейнеры 33 и отправляются на склад готовой продукции 34.

На данный момент, по мнению некоторых специалистов [58], все заводы и установки по схеме расположения оборудования можно разделить на горизонтальные, вертикальные и смешанные.



→ - модифицирующие добавки, → - минеральные наполнители, → - песок, → - цемент, → - сухая строительная смесь, → - отходы
 1 – автотранспорт; 2 – железнодорожный транспорт; 3 – склад цемента; 4 – склад химических добавок; 5 – штабелный склад песка; 6 – склад минеральных наполнителей; 7, 18, 20, 11, 31 – системы транспортирования; 8, 10, 15, 19, 22 – бункера промежуточного хранения материалов; 9, 16 – сушильное оборудование; 17 – помольное оборудование; 12 – классификаторы песка; 14 – склад фракционированного песка; 23, 24, 25, 26 – расходные бункера смесительного отделения; 28 – питатель ленточный; 27 – система дозаторов; 29 – смеситель; 30 – накопительный бункер готовой сухой смеси; 32 – фасовочная машина; 33 – укладчик мешков; 34 – склад готовой продукции.

Рисунок 2 - Технологическая схема производства сухих строительных смесей расширенной номенклатуры

При горизонтальном расположении технологических линий помимо основного оборудования в состав установок заводов входят вспомогательные агрегаты для аспирации и обеспечения сжатым воздухом. Преимущество заводов, работающих по данной схеме, в том, что не требуется специально запроектированных высотных сооружений и они могут размещаться в существующих, например, складских помещениях или стройплощадках заводов ЖБИ. Эта конструкционная схема больше ориентирована на модернизацию производственных площадей с целью выпуска сухих строительных смесей. Разработки в данном направлении весьма эффективны, т.к. отличаются меньшими капитальными затратами, чем при организации нового производства.

При реконструкции предприятий удастся использовать часть уже имеющегося оборудования и применять наиболее экономичную схему. Такие установки введены в действие в Самаре, Пензе, Белгороде (рисунок 3) [59].

Ещё одной уникальной разработкой отечественных проектировщиков является создание производств сухих строительных смесей на базе асфальтобетонных заводов, схема размещения установки на предприятии представлена на рисунке 4.

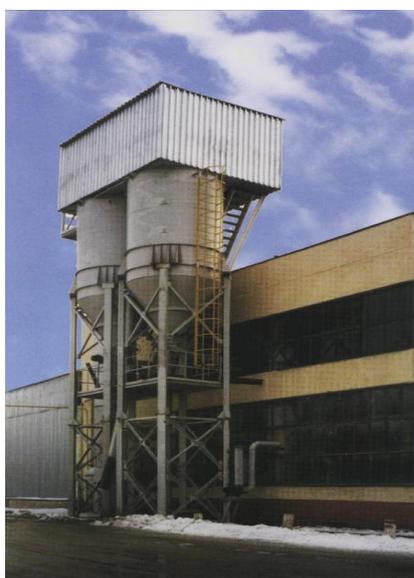


Рисунок 3 - Технологическая линия сухих смесей в г. Белгород

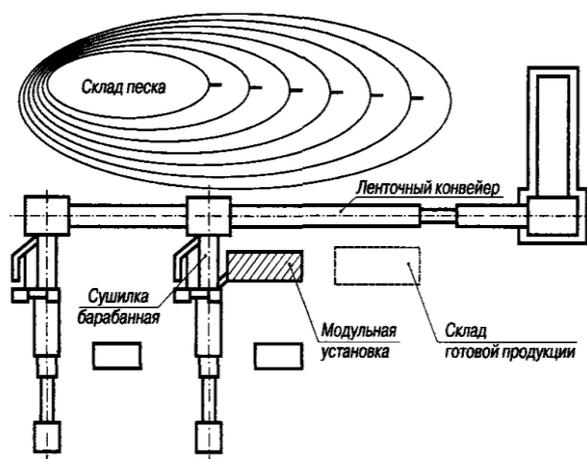


Рисунок 4 - Размещение установки на промплощадке АБЗ

В данном случае линия по производству сухих смесей размещается в непосредственной близости от сушильного барабана и получает сухой песок из элевато-

ра АБЗ. При этом выпуск сухих смесей, как отмечают авторы, можно наладить без нарушения технологической цепочки производства асфальта.

По вертикальной схеме работает большинство заводов западноевропейских стран. Принцип вертикальной схемы завода сухих смесей заключается в размещении силосов сырьевых материалов в верхней части сооружения над вытянутой сверху вниз цепочкой технологического оборудования.

Сырьевые материалы поднимаются вверх один раз при загрузке их в силосы, и далее при прохождении всех технологических операций происходит движение компонентов и готовой продукции вниз. Гравитационная подача материалов является главным достоинством завода с вертикальной схемой размещения оборудования. При этом количество транспортирующих устройств между весами, смесителями и фасовочной машиной сводится к минимуму. Тогда как при горизонтальной схеме расположения оборудования именно транспортирующие устройства создают проблемы, особенно при чередовании рецептур смесей.

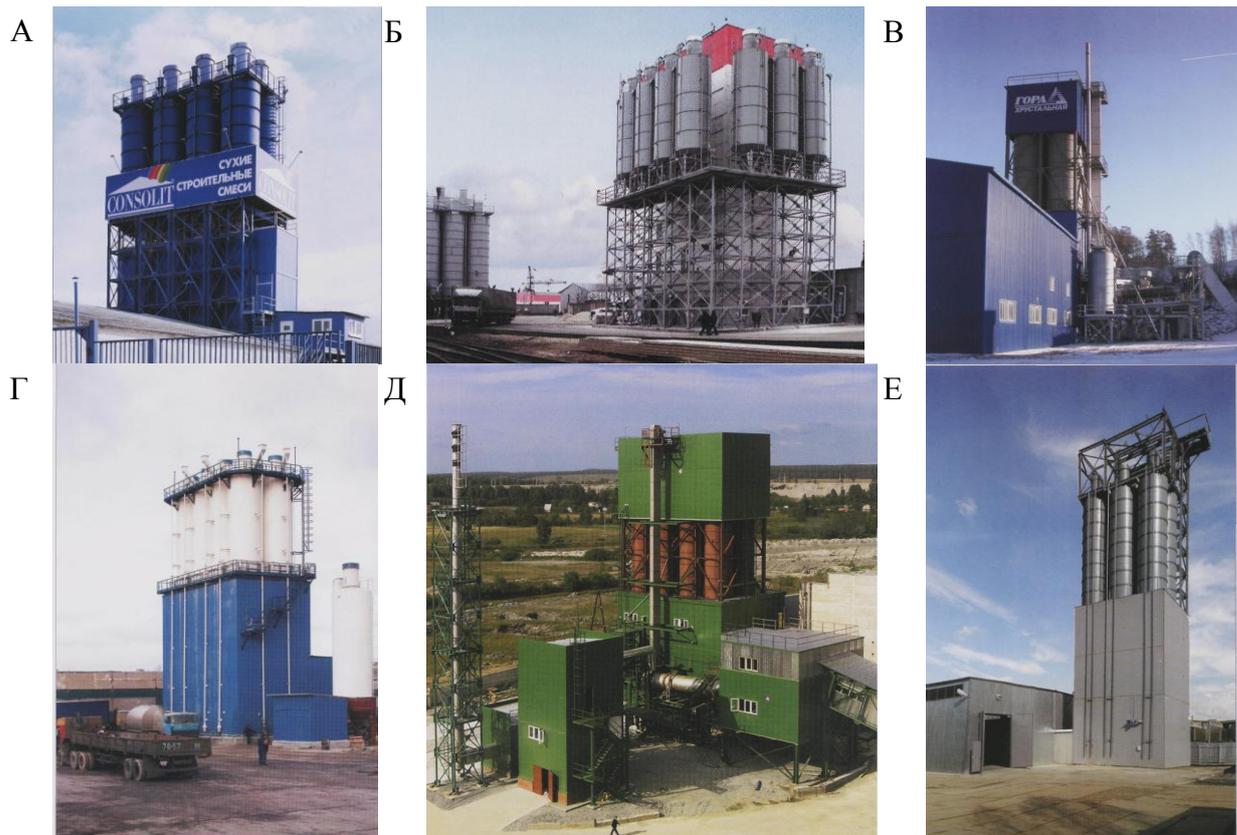
Недостатком вертикальной схемы производства является необходимость строительства мощной опорной конструкции, несущей нагрузки от заполненных силосов.

К наиболее совершенным относятся специальные заводы башенного типа с вертикальной схемой расположения оборудования, представленные на рисунке 5.

Перечисленные заводы полностью оснащены оборудованием крупнейшей машиностроительной фирмы ООО «ВСЕЛУГ» [60].

Определённый интерес представляют мини-заводы сухих смесей МЗС-10 и МЗС-10М, разработанные ЗАО «Стройпрогресс – Новый век» [61], которые относятся к заводам со смешанной компоновкой технологического оборудования (рисунок 6).

Это быстромонтируемые модульные заводы контейнерного типа, изготавливаемые в виде блочной системы, в которую входят следующие блоки: смесительный, бункерный, блок сушильного оборудования, воздухоочистительный и внеблочное оборудование.



А – Московская обл. (CONSOLIT); Б – Московская обл. (СТАРАТЕЛИ);
 В – Екатеринбург (ГОРА ХРУСТАЛЬНАЯ); Г – Московская обл. (БОЛАРС);
 Д – Свердловская обл. (AVANTECH); Е – Московская обл. (EMFI).

Рисунок 5 - Технологические линии по производству сухих смесей

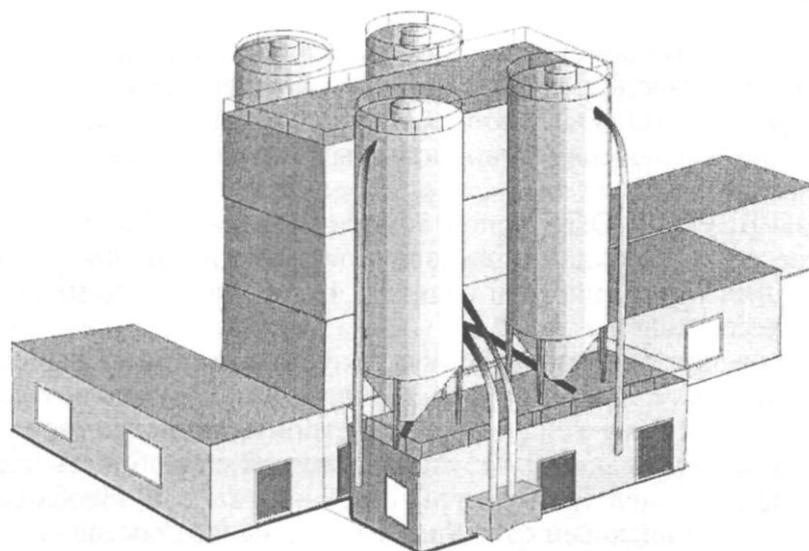


Рисунок 6 - Схема модульного завода МЗС – 10М (модернизированный) производительностью 20 тыс. т сухих смесей в год

Проведённый анализ технологий производства сухих строительных смесей показал богатое разнообразие конструкторских решений, которое в дальнейшем будет развиваться.

Отдельно взятый завод (даже если он собран из серийно выпускаемого оборудования) представляет собой воплощение оптимальных конструкторских решений, технико-экономических расчётов, маркетинговых исследований и т.д., что придаёт ему абсолютную неповторимость. Несмотря на это, главной чертой, сходной для заводов и отдельно взятых установок, является высокая технологичность и автоматизация большинства производственных процессов. Это позволяет с высокой точностью воспроизводить даже сложные многокомпонентные рецептуры сухих смесей, разрабатываемые в специализированных научных лабораториях. Кроме того, при внедрении в производство новых составов необходимо учитывать технологические особенности сырья и производства.

3 Разновидности сухих строительных смесей в современном строительстве

3.1 Классификация сухих строительных смесей

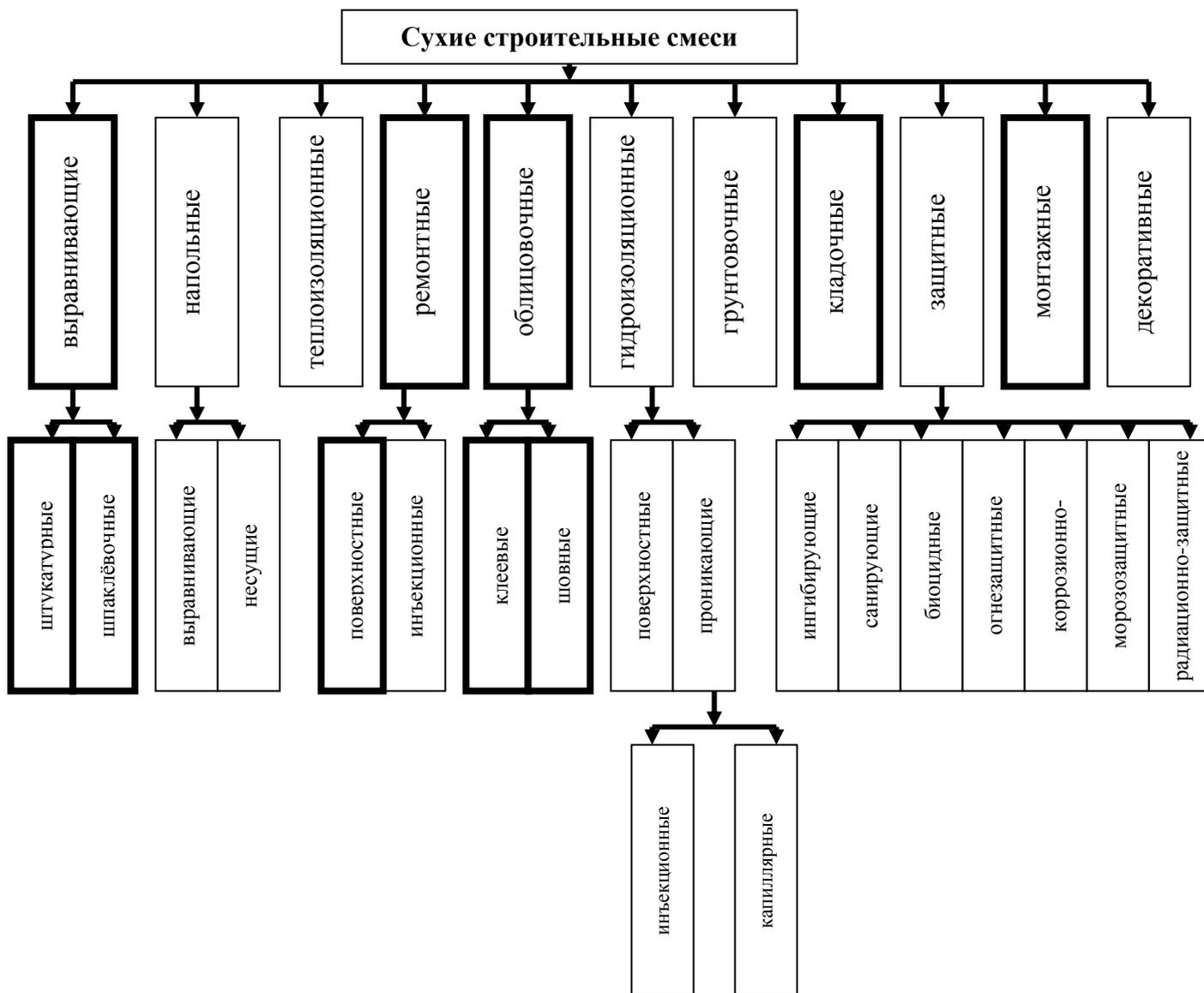
Ассортимент сухих смесей на отечественном рынке широк. Ещё в 1999 г на территории России выпуск общестроительных сухих смесей осуществлялся чуть более тридцатью предприятиями в объёме 240 – 260 тыс. т. В 2002 г количество предприятий увеличилось почти в пять раз и производительность составила более 800 тыс. т. Наряду с продукцией ведущих зарубежных производителей «Knauf», «PCI» (Германия), «Fexima», «Lohja», «Raute Dry Mix» (Финляндия), «Serett», «Super Caracol» (Франция) и др. зарекомендовали себя товары отечественных фирм «ANKER», «ВЕФТ», «ДИОЛА», «КОНСОЛИТ», «КРЕПС», «ПЕТРОМИКС», «СТАРАТЕЛИ» и т.д.[80].

В 2004 году введен ГОСТ 31189 – 2003 «Смеси сухие строительные. Классификация» [81], который распространяется на смеси, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений. Это первый документ из комплекта нормативных актов, разработка которых ведётся отечественными исследователями с учётом гармонизации российских и международных стандартов развитых зарубежных стран.

Классификация сухих строительных смесей осуществляется по назначению и является наиболее полной из приводимых ранее (рисунок 7) [62, 70, 82].

Из представленного разнообразия видов сухих смесей специалистами выделяется особая группа – сухие строительные смеси общестроительного назначения. Доля их производства в общем объёме выпуска составляет более 90 %.

Далее в разделе рассматривается ассортимент продукции отечественных и зарубежных фирм-производителей смесей общестроительного назначения.



 - сухие строительные смеси общестроительного назначения

Рисунок 7 – Классификация сухих смесей по основному назначению

3.2 Номенклатура сухих строительных смесей

Выравнивающие сухие смеси предназначены для выравнивания стен и потолков. Они подразделяются на штукатурные (для выравнивания стен и потолков, придания декоративных свойств) и шпаклёвочные (для выравнивания стен и потолков с последующим шлифованием) [81].

Штукатурные и шпаклёвочные смеси являются самыми производимыми продуктами из всего ассортимента сухих смесей. Практически все предприятия отрасли выпускают данные материалы. Многие считают, что именно с производства этих смесей начала зарождаться современная отрасль сухих смесей в России. Одно из первых упоминаний о централизованном применении сухих штукатурных смесей датировано ещё 1974 годом, и тогда это были очень простые (2 - 3 компонентные) смеси по сравнению с современными продуктами [83]. Это объясняется тем, что практически ни одно современное строительство не обходится без применения штукатурных растворов.

Выбор той или иной штукатурной смеси зависит, в первую очередь, от назначения и дальнейших условий эксплуатации. Если отделке подлежит деревянная поверхность, то чаще всего используют гипсоизвестковые штукатурные смеси, кирпичная кладка – известковогипсовые, для наружных работ и мест с повышенной влажностью – цементно-известковые или цементные.

Широкий ассортимент штукатурных и шпаклёвочных смесей на российском рынке представлен такими компаниями как «Ветонит», «Knauf», «Юнис», «Вефт», «Петромикс» и т.д.

Большим спросом на отечественном рынке пользуется практически весь ассортимент шпаклёвочных смесей, представленный торговой маркой «Ветонит», это: Ветонит КР, Ветонит ЛР Плюс, Ветонит Т, Ветонит Л, Ветонит ВХ и т.п. Соответствующее применение данных смесей позволяет проводить отделку стен и потолков сухих и влажных помещений. При этом толщина отделочного слоя в зависимости от характера поверхности может варьироваться от 1 до 5 мм, расход составлять порядка $1,2 \text{ кг/м}^2$ на каждый 1 мм толщины. Использование данных материалов рекомен-

дуются при условии устоявшейся температуры не менее 10 °С, т.к. ее понижение приводит к замедлению процессов твердения [84, 85].

Помимо широко известных продуктов фирмы «KNAUF» гипсовых штукатурок (ротбанд и гольбанд) и шпаклёвок (унифлот, фугенфюллер, финиш-паста, флизшпахтель, дюннэстрих, нивелиршпахтель) в практике строительства применяются смеси на основе цемента, такие как КНАУФ-Зокельпутц, КНАУФ-Унтерпутц и КНАУФ-Цементпутц. Отмечается значительное повышение объёмов продаж данных марок, что объясняется, по мнению производителей, модернизацией рецептур в 2003г. и достигнутой небывалой трещиностойкостью [86].

Широкий ассортимент выравнивающих смесей на рынках Москвы и Санкт-Петербурга представлен фирмами «ANKER» и «Старатели».

Значительным интересом у контрафактных умельцев пользуются штукатурные и шпаклёвочные смеси «Юнис», характеристики которых представлены в таблице 1 [87].

Таблица 1 - Характеристики смесей марки «Юнис»

Марка	Цвет	Связующее	Фракция наполнителя, мм	Степень белизны, %	Температура работ, °С	Толщина слоя, мм	Расход при толщине слоя в 1 мм, кг/м ²	Жизнеспособность, мин.	Прочность на сжатие, кгс/см ²	Прочность сцепления, кгс/см ²	Теплопроводность, Вт/м ⁰ К	Морозостойкость, циклов
ТЕПЛОН	белый	гипс	до 3	-	+5-+30	5-20	0,85-1,25	60	25	5,0	0,269	-
ТЕПЛОН А	белый	гипс	до 2	-	+5-+25	5-20	0,85-1,25	180	25	4,0	0,269	-
ТЕПЛОН М	белый	гипс	до 2	-	+5-+25	5-20	0,85-1,25	90	25	5,0	0,269	-
ТЕПЛОН Ц	белый	цем.	до 3	-	+5-+25	5-15	0,80-1,20	120	25	4,0	0,147	-
СИЛИН	белый	гипс	до 0,5	-	+5-+25	3-15	1,25-1,65	60	100	5,0	-	>35
СИЛИН Ц-100	серый	цем.	до 0,5	-	+5-+25	5-10	1,40-1,80	120	100	4,0	-	>35
СИЛИН Ц-150	серый	цем.	до 0,5	-	+5-+30	4-10	1,40-1,80	120	150	5,0	-	>35
ЮНИС КР	белый	орган.	до 0,2	76	+10-+30	0,2-3	1,20-1,60	-	-	6,0	-	-
ЮНИС ГШ	белый	гипс	до 0,3	79	+5-+25	0,5-3	1,10-1,50	50	50	5,0	-	-
ЮНИС ГШ Слайд	белый	гипс	до 0,2	76	+5-+30	0,5-3	1,00	50	50	6,0	-	-

Комплексное обслуживание при производстве отделочных работ предоставляет ООО «Старатели». Помимо широкого спектра производимых ими смесей предлагается применение автоматизированных устройств, поставляемых также данной

компанией. Ассортимент выравнивающих штукатурных и шпаклёвочных смесей представлен следующими марками: шпаклёвочные - «Фасадная», «Базовая», «Базовая ПЛЮС», «Фасадно-финишная», «Финишная» (гипсовая), «Финишная КР» (полимерная), «Масляно-клеевая», «Акриловая»; штукатурные – «Гипсовая», «Белая гипсовая», «Гипсовая для машинного нанесения». При поставке продукции производитель гарантирует шестимесячный срок годности [88].

В последние годы ВНИИСТРОМом им. П. П. Будникова в творческом союзе с рядом предприятий, таких как ЗАО «Комбинат «Гипсопродукт»» (г. Бокситогорск), СП «ТИГИ КНАУФ» и др., выпускающих сухие смеси в городах Красноярск, Тула, разработана широкая номенклатура конкурентоспособных модифицированных сухих смесей с характеристиками, представленными в таблице 2 [89].

Таблица 2 - Технические свойства отделочных растворов

Технические свойства	Штукатурные смеси			Шпаклеводочные смеси		
	цементно-песчаные	цементно-известковые	гипсовые	цементные	гипсовые	полимер-минеральные
Водоудерживающая способность, %	93-95	95-96	95-96	95-97	97-98	95-96
Жизнеспособность, не менее, ч	1,5-2	2-3	0,75-1	1-1,5	1-2	24
Прочность при сжатии, не менее, МПа	5	2,5	3	10	5	-
Прочность сцепления, не менее, МПа	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
Морозостойкость, не менее, циклы	50	35	-	35	-	-

Облицовочные сухие смеси предназначены для отделки поверхности конструкций зданий и сооружений штучными отделочными изделиями. Они подразделяются на клеевые (для крепления на поверхности конструкций отделочных штучных изделий из искусственных и природных материалов) и шовные (для заполнения швов между облицовочными изделиями) [81].

Облицовочные клеевые сухие смеси на российском рынке представлены широкой номенклатурой продукции отечественных фирм: АНТЦ «Алит» (АЛИТ СПР-

1в, 1вэ, 1вн, 1вб), ООО «ВЕФТ» («МОНОЛИТ» Р-21, 23, 25), ЗАО «ЕК Кемикал» (ЕК 2000, 3000), Опытный завод сухих смесей («БИРСС» стандарт 26Н, универсал 26, огнеупор 26О, эластик 58, суперэластик 57, стандарт 27, профессионал 27, гидрофикс 27С, гидрофлекс 27С, мраморит 26, мраморит 26 экспресс), ООО «Петромикс» (Петромикс К, КС, КУ), ООО «Химстройсмесь», ООО «Kimeg», ООО «Мираж», ООО НПП «Радиянт», ООО «Старатели», ООО «ЮНИС», «ANKER» и др; и зарубежных производителей – «Ветонит», «SAMSUNG CORPORATION», «ELO-TECH» и др. Сводная характеристика облицовочных клеевых сухих смесей представлена в таблице 3 [80, 90, 91].

Таблица 3 - Облицовочные клеевые сухие смеси

Наименование показателя		Характеристика смеси				Физико-механические показатели					
		Вязущее	Наибольшая крупность зёрен, мм	Цвет	Расход смеси на 1 м ² , кг	Время коррекции, ч	Прочность при сжатии, МПа	Прочность сцепления, МПа	Жизнеспособность смеси, ч	Контактная поверхность, %	Устойчивость к сползанию, мм
Значение показателя	min	Разновидности цемента различных марок, полимерные порошки.	0,25	серый	2	10	2,5	0,4	3	75	0,1
	max		0,9		4	20	24,2	2,5	5	95	1,0

Ориентировочные составы сухих клеевых композиций представлены на рисунке 8.

Активное использование сухих клеевых смесей во многом определено успехами отечественной отрасли производства и применения отделочных покрытий с использованием декоративных штучных керамических материалов (плитка, керамогранит и т.д.), объёмы производства которых пока также не перекрывают существующую потребность в России [92]. Повышен интерес и к отделке фасадов жилых, административных и общественных зданий. Несмотря на качество исходных материалов, конечный результат во многом определяется человеческим фактором. При производстве отделочных клеевых работ не всегда учитываются многие нюансы (незнание, игнорирование, экономия и т.п.), накопленный комплекс

которых в итоге приводит к необратимым последствиям (опадание плиток, отслоение). Это, по мнению потребителей, вина производителей клеевых композитов. Для решения данной проблемы существуют инструкции на типовые работы [93, 94].

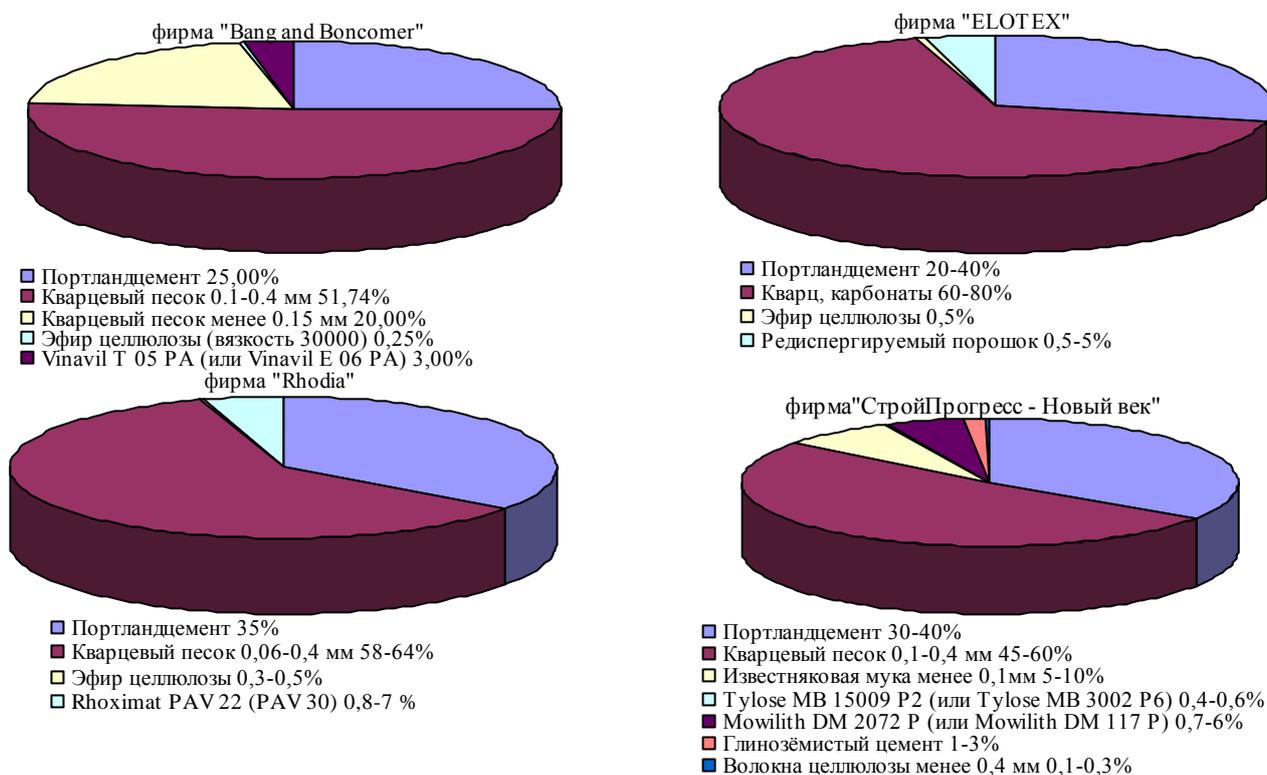


Рисунок 8 – Базовые рекомендуемые составы клеевых смесей различных фирм

Необходимость правильного выбора шовных сухих отделочных смесей велика. При использовании той или иной марки должны учитываться как объективные факторы (условия эксплуатации покрытия, физико-механические характеристики), так и субъективные, подчёркивающие эстетический облик отделочной композиции.

Выбор соответствующего цвета шовной композиции напрямую зависит от цветовой гаммы штучного отделочного материала. Так, затирки для швов «Ветонит» представлены на отечественном рынке шестнадцатью цветами для кафельных и тремя - для напольных плиток [88]. Данные материалы пригодны для заделки швов толщиной 2-5 мм, при этом расход составляет в среднем 0,7 – 1,5 кг/м² для кафель-

ных плиток, и толщиной 3-12 мм с расходом 1 – 8 кг/м² для напольных плиток, и они не предназначены для бассейнов.

Широко известны отечественные продукты «МОНОЛИТ Р-37», выпускаемые ООО «ВЕФТ» и ООО «Kimeg» с двадцатью разными оттенками. Основные эксплуатационные показатели некоторых отечественных облицовочных шовных смесей представлены в таблице 4 [41].

Таблица 4 - Эксплуатационные показатели облицовочных шовных смесей

Наименование смеси (производитель)	Показатели						
	Усадка, мм/м	Ширина шва, мм	Предел прочности при сжатии, МПа	Прочность сцепления, МПа	Истираемость, г/см ²	Готовность к эксплуатации, сут	Жизнеспособность, ч
Затирка для швов «МОНОЛИТ» Р-37 (ООО «ВЕФТ»)	1,0	-	10	0,7	1,0	-	-
Универсальная затирка ЕК F100, F200 (ЗАО «ЕК Кемикал»)	-	2-15	-	-	-	1,5	2,0
Затирка для швов ПЕТРОМИКС «З» (ООО «Петромикс»)	-	до 6	10	-	-	1	1,0
Затирка для швов «Фарвест» (ООО «Химстройсесь»)	-	2-7	-	0,5	-	-	-
Затирка для швов «Фарвест Люкс» (ООО «Химстройсесь»)	-	2-7	-	1,0	-	-	-
Затирка для швов Р – 37 (ООО «Kimeg»)	1,0	-	10	0,7	1,0	-	-

Ремонтные сухие смеси предназначены для восстановления геометрических и эксплуатационных показателей бетонных, железобетонных и каменных конструкций. Они подразделяются на поверхностные (для восстановления геометрических и эксплуатационных показателей конструкций их поверхностной обработкой) и инъекционные (для устранения внутренних дефектов и восстановления эксплуатационных показателей конструкций зданий и сооружений) [82].

Широкое применение ремонтных сухих смесей в России в последние годы обусловлено накопившимся значительным количеством жилых и общественных зданий, промышленных конструкций и корпусов, памятников архитектуры и древнего зодчества, нуждающихся в поверхностном ремонте, частичной или полной реконструкции и реставрации.

Одними из самых известных материалов данного типа являются ремонтные смеси серии «EMASO». Благодаря высокой надёжности, прочности и потребительским свойствам эти смеси успешно использовались для ремонта покрытий аэропортов России [97], на объектах РАО «ЕЭС» [99] и т.д. Данная продукция выпускается ЗАО «Ирмаст – Холдинг» по лицензии итальянской фирмы «MAC». Наибольшей популярностью у потребителей пользуются пять марок, это: S80 – тиксотропный тип, относящийся к компенсирующим усадку, непроницаемым материалам высокой прочности и обладающим повышенным сцеплением с бетоном и сталью; S88 – наливной тип, отличающийся исключительной прочностью даже в высокоагрессивной среде; SFR – материал, содержащий гальванизированные стальные волокна, обладающий исключительной механической стойкостью к динамическим нагрузкам, высокой прочностью на изгиб и сжатие; S90 – однокомпонентная цементная смесь, модифицированная полимерами для ремонта конструкций, испытывающих нагрузки от движения транспортных средств.

Широкий ассортимент ремонтных и в то же время защитных смесей представлен ЗАО «Антикорстрой» серии «РИКАВЕРОН», сводная характеристика которых представлена в таблице 5 [98].

Таблица 5 - Материалы серии «РИКАВЕРОН»

Наименование показателя	Значение
Прочность на сжатие, МПа	30 – 55
Прочность на изгиб, МПа	до 8
Прочность сцепления со старым и новым бетоном, МПа:	
с тяжёлым	не менее 2
с ячеистым	не менее 1,5
Морозостойкость, циклов	300
Водонепроницаемость	до W20

Отечественный рынок наполнен и рядом других сухих ремонтных смесей как отечественного, так и импортного производства, применяемых для ремонта строительных конструкций в различных областях промышленности: ЛАХТА – ремонтный состав (ЗАО «РАСТРО»), ремонтные материалы серии «БАРС» (АООТ «Цемдекор»), Sika MonoTop-612 («Sika»), Ремонтуршпахтельмассе («KNAUF») и т.д. [100 - 102].

Кладочные сухие смеси предназначены для кладки стен и перегородок из мелкоштучных изделий [82].

Данный вид сухих смесей пока не нашёл широкого применения на территории РФ. В большинстве случаев такие работы ведутся на базе традиционных растворов.

Кладочные растворные сухие смеси состоят из портландцемента, извести-пушонки в качестве пластификатора, кварцевого песка (крупностью до 5 мм) и многофункциональных химических добавок [195]. Рекомендуемые составы представлены в таблице 6 [103].

Таблица 6 - Рецептуры сухих смесей для кирпичной кладки и клея для пористого бетона, в процентах

Компонент	Строительная смесь для кирпичной кладки	Клеящий состав, повышающий сцепление с поризованным легким бетоном
Цемент	12-20	36
Гидратная известь	0-6	4
Известняковая пыль, 0 – 0,1 мм	10-20	-
Кварцевый или известняковый песок, 0 – 4 мм	60-80	-
Кварцевый или известняковый песок, 0 – 0,5 мм	-	60
Воздухововлекающий материал	0,01-0,03	-
Метилцеллюлоза, средняя вязкость	0,02-0,04	-
Метилцеллюлоза, высокая вязкость	-	0,3-0,4

Широкий ассортимент кладочных смесей представлен ОАО «Опытный завод сухих смесей», выпускающим такие продукты, как «БИРСС ПОРОБЕТОН 26Я», БИРСС ИЗОТЕРМ ПБ» и БИРСС ТЕРМОФИКС 51». Пользуются спросом на рынке также такие смеси, как клей для блоков из ячеистого бетона Р–67 (ООО «Kimeg»), сухая смесь кладочная декоративная ДССК (ОАО «Цемдекор»), ПЕТРОМИКС «КБ»

(ООО «Петромикс»), «Фарвест – Строитель» (ООО «Химстройсмесь»), смесь для кладки блоков из ячеистого бетона «МОНОЛИТ Р-67» (ООО «ВЕФТ») и т.д.

Анализ выпускаемых смесей показал, что в своём большинстве они характеризуются прочностью при сжатии 50-200 кгс/см², прочность сцепления при этом составляет 5-10 кгс/см², а водоудерживающая способность не менее 90 % [81].

Данные смеси позволяют работать с материалами, произведёнными по высокому классу точности, и выполнять кладку с тонкими швами (2 – 3 мм, максимум 5мм), в результате чего сводятся к минимуму теплопотери через швы кладки. Ориентировочный расход смеси составляет 3,0 – 7,5 кг раствора на 1 м² в зависимости от толщины слоя.

При работе с материалами меньшего класса точности (сильно повреждённые поверхности, наличие углублений) толщина контактного слоя может достигать 3 – 10 мм [196].

Монтажные сухие смеси предназначены для выполнения монтажных работ при установке строительных конструкций и изделий, омоналичивания стыков между ними, крепления анкеров и др. [82]. Область применения и составы отдельных отечественных монтажных смесей представлены в таблице 7 [81].

Таблица 7 - Монтажные сухие строительные смеси

Наименование, торговая марка, нормативный документ, изготовитель	Область применения	Состав сухой смеси
1	2	3
Сухая смесь растворная монтажная анкерная АЛИТ СМА – 1 ТУ 5745-005-45498032-02 АНТЦ «Алит»	Применяется для крепления анкеров и закладных деталей в бетонных и каменных конструкциях.	Состоит из гидравлических вяжущих, наполнителей и нейтральных для здоровья полимерных добавок. Наибольшая крупность заполнителя – 3 мм.
Сухая смесь растворная монтажная подливочная АЛИТ ПР-3 ТУ 5745-004-45498032-02 АНТЦ «Алит»	Применяется для подливки под опорные части мостовых пролётных строений, станины станков, и др.	Состоит из гидравлических вяжущих, наполнителей и нейтральных для здоровья полимерных добавок. Наибольшая крупность заполнителя – 3 мм.

Продолжение таблицы 7

1	2	3
Сухая смесь дисперсная монтажная подливочная саморастекающаяся АЛИТ СДМП-1ср ТУ 5745-004-45498032-02 АНТЦ «Алит»	Применяется для подливки под опорные части мостовых пролётных строений, станины станков, и др., имеющие большую площадь подливки.	Состоит из гидравлических вяжущих, наполнителей и нейтральных для здоровья полимерных добавок. Наибольшая крупность заполнителя – 0,63 мм.
Универсальная смесь 4С У ТУ 57-45-001-11000821-99 изм. №1 НПП ООО «Радиант»	Для монтажа изделий с повышенной пористостью и водопоглощением.	На основе сульфатостойкого портландцемента М 400, фракционированного формовочного песка. Наибольшая крупность наполнителя – 0,5 мм.
Монтажная смесь 4С У ТУ 57-45-001-11000821-99 изм. №1 НПП ООО «Радиант»	Для монтажа и кладки изделий с повышенной пористостью и водопоглощением.	На основе сульфатостойкого портландцемента М 400, песка для строительных работ. Фракция наполнителя не более 0,63 мм.

Анализ физико-механических характеристик показывает, что данную группу смесей можно условно разделить на две. Первая - для монтажа высокоответственных конструкций. Такие смеси отличаются повышенными качественными показателями. Для них марка по морозостойкости в среднем составляет F 300, прочность при сжатии не менее 40 МПа, а прочность сцепления с основой 2-3 МПа. Вторая – для монтажа мелкоштучных изделий и малоответственных конструкций. Здесь морозостойкость обычно не превышает F 50, а прочность при сжатии варьируется от 5 до 15 МПа.

Расход смеси при монтаже напрямую зависит от характера монтируемой поверхности. Так, при монтаже газобетонных блоков толщина слоя обычно находится в пределах 3 – 5 мм и расход смеси составляет 3-5 кг на 1 м². При монтаже крупных сооружений со значительно неровной поверхностью толщина наносимого слоя может составлять более 35 мм, при этом расход смеси будет значительным.

Известный зарубежный продукт данного типа «Ceresit CX-5» (Польша) пользуется популярностью во всей Европе. Данный материал является практически водонепроницаемым, морозостойким, безусадочным, развивающим прочность на сжатие более 40 МПа и применяемым для ускоренной анкеровки и крепления металлических и полимерных элементов к цементосодержащим поверхностям. Другой из-

вестной маркой является «Бетонфикс» (производство Index S.p.A. (Италия), предназначенный для крепления и заделки металлодеталей в бетоне.

Представленные в данном разделе сухие смеси обладают рядом отличительных свойств от традиционных растворов и бетонов. Они характеризуются повышенной водоудерживающей способностью, пониженной водопотребностью, различными сроками схватывания, интенсивностью набора прочности и др. Наличие специфических особенностей смесей позволяет получить конечные материалы (штукатурное покрытие, кладочный шов и т.д.) с высокими эксплуатационными показателями.

Трудно судить об оптимальности рецептур рассмотренных выше сухих смесей. Однако отсутствие современных основополагающих принципов и методик проектирования составов эффективных строительных смесей ведёт к разработке рецептур без учета индивидуальных особенностей всех слагаемых компонентов, что вызывает повышенный расход добавок-модификаторов. Это позволяет достичь качественных характеристик смеси и раствора, но в то же время существенно сказывается на стоимости продукции. Поэтому эффективность сухой строительной смеси определяется высокими качественными показателями при минимальной себестоимости, достигаемой рационально разработанным составом смеси.

3.3 Компоненты для производства сухих строительных смесей

Сырьевая база для производства смесей обширна, начиная от высококачественного минерального сырья и заканчивая отходами различных производств (таблица 8).

Таблица 8 - Материалы для приготовления сухих строительных смесей

Вяжущие	Наполнители и заполнители	Химические добавки
Разновидности портландцемента, гипс, ангидрит, известь, глинозёмистый цемент, диспергируемые полимерные порошки	Кварцевый песок, известняк, мел, доломит, перлит, каолин, микрокремнезём, волокна (фибра), пигменты, лёгкие заполнители (керамзит, вспученные вермикулит и перлит, пемза и т.д.) отходы различных производств (шламы, шлаки, отсеvy, золы и т.д)	Пластификаторы, водоудерживающие, диспергируемые и редиспергируемые полимерные порошки, замедлители, ускорители, загустители, порообразующие и антивспенивающие, гидрофобизаторы, биоцидные и т.д.

3.3.1 Вяжущие

Широкое применение в производстве сухих строительных смесей нашел портландцемент различных марок и его разновидности: белый и цветной, ШПЦ, ППЦ, сульфатостойкий, гидрофобный и пластифицированный, быстротвердеющий. На основе представленных вяжущих выпускается широкий ассортимент отечественных смесей.

Наряду с вышеуказанными вяжущими при изготовлении сухих строительных смесей применяются также вяжущее (цемент) низкой водопотребности (ВНВ или ЦНВ), представляющие собой тонкомолотые клинкерные цементы, характеризующиеся высокой прочностью и другими улучшенными свойствами.

Глинозёмистый цемент применяется в основном для получения быстротвердеющих и жаростойких строительных растворов [67 - 69].

Значительной популярностью у отделочников пользуются смеси на основе гипсового вяжущего, которое должно удовлетворять требованиям ГОСТ 125-79, для штукатурных и шпаклёвочных смесей исключительно для внутренней отделки [70]. Благодаря белизне гипсовых смесей и быстрому набору прочности они весьма удобны и целесообразны для комплексной отделки.

Все больше находят применение водостойкие гипсовые вяжущие [71], отвечающие требованиям соответствующих ТУ, которые применяются в смесях для отделки внутренних помещений с повышенной влажностью.

Строительная известь, используемая в производстве сухих смесей, может быть представлена в виде извести-кипелки или извести-пушонки и должна соответствовать требованиям ГОСТ 9179-77 [72]. Она применяется в сухих смесях широкого профиля в качестве добавки к основному вяжущему.

Широкое применение в сухих смесях для устройства бесшовных финишных промышленных полов с готовой ровной поверхностью нашли магнезиальные вяжущие [73]. Рациональное их использование позволяет достичь высокой прочности, уменьшения или полного отсутствия усадки, значительной стойкости к агрессивным средам и т.д.

Из химических вяжущих наибольший интерес для сухих смесей представляет силикат-глыба – прозрачный стекловидный сплав щелочных силикатов, чаще всего силиката натрия. Из-за слабой растворимости в воде силикат до недавнего времени использовался только в жаростойких бетонах и растворах [74].

Несмотря на то, что использование полимерных клеев в сухих композициях известно было задолго до появления современных строительных смесей, существенное их применение отмечено только в последние три десятилетия. Химическая промышленность развитых стран Запада быстро освоила выпуск водорастворимых порошкообразных полимеров. Полимерные связующие – это дисперсионные (ДПП) или редисперсионные (РПП) полимерные порошки. Их получают методом распылительной сушки водных синтетических дисперсий на базе гомо- и сополимеров винилацетата, бутадиен-стирольных полимеров, акрилатных и стирол-акрилатных. Это продукция известных западных фирм «Клариант», «Аквалон», «Элотекс», «Родиа» и др.

На основе ДПП с тонкомолотыми наполнителями (мелом, мраморной и доломитовой мукой) готовят шпаклёвки для финишной отделки стен, потолков и порошковые краски. Содержание ДПП в смесях обычно не превышает 8 % по массе.

Номенклатура вяжущих веществ для ССС огромна. Правильный выбор и оптимальное содержание данного компонента в составе во многом определяет качественные характеристики и условия эксплуатации смесей. В то же время, специалистами отмечается не всегда рациональное использование серийно выпускаемых высокопрочных вяжущих веществ и необходимость частичного перехода на местные наполненные вяжущие направленного спектра действия.

3.3.2 Заполнители и наполнители

При производстве сухих строительных смесей применяют заполнители крупностью зерен 0,16-5,0 мм, т.е. строительные пески и иногда мелкий щебень крупностью до 15 мм. Строительный песок для сухих смесей должен быть сухой, чистый и иметь оптимальный зерновой состав в соответствии с назначением изготавливаемой сухой смеси.

Для разных слоев раствора нужны зерна песка различного размера. Для верхнего слоя должны быть от 0,3 до 1,2 мм, для первых слоев грунта допускают зерна с размером до 2,5 мм. Для увеличения прочности раствора лучше использовать остро-ребристый песок, шероховатая поверхность которого обеспечивает хорошее сцепление с вяжущим.

Отмечена возможность использования некондиционных заполнителей в производстве смесей и строительных растворов благодаря оптимизации их гранулометрического и качественного составов.

Наполнители вводятся в сухие смеси с целью снижения расхода вяжущего и получения более плотного раствора, для повышения водоудерживающей способности. Кроме того, наполнители являются неотъемлемыми компонентами клеевых составов, паст, шпаклевок и т.д.

В качестве наполнителей применяют активные минеральные добавки природного происхождения, а также золу-унос, молотый известняк, мел, шлаки, кирпичную крошку и многие другие.

Если в растворе не достает частиц наполнителя крупностью от 30 до 100 мкм, то цементный гель создает не только кристаллические, но и аморфные образования, несравнимые по прочности с цементным камнем.

Наибольшей активностью в цементе обладают зерна крупностью до 30 мкм, которые и образуют основную часть кристаллов из цементного геля. Поэтому не рекомендуется вводить в растворные смеси инертные наполнители крупностью менее 30 мкм, тогда как введение наполнителей крупностью от 30 до 100 мкм является эффективным [62].

3.3.3 Химические добавки

Современное производство сухих строительных смесей немислимо без использования модифицирующих добавок. Несмотря на то, что основные процессы формирования свойств строительных растворов определяется взаимодействиями в системе <минеральное вяжущее - заполнитель - вода>, введение в такую систему неорганических и органических модифицирующих добавок позволяет изменять практически все характеристики материала и получать строительные растворы с заданными свойствами, предназначенные для применения в различных, включая экстремальные, условиях. Применение модифицирующих добавок в составах сухих строительных растворных смесей позволило изменять в широких пределах технологические свойства растворных смесей и строительно-технические свойства растворов и открыло возможность широкого применения тонкослойных технологий и технологий машинного нанесения, позволило изменять в широких пределах технологические свойства растворов. Номенклатура таких добавок на сегодняшний день велика, к ним относятся: поверхностно-активные вещества (ПАВ), водорастворимые полимеры, водные дисперсии полимеров, добавки - электролиты и др.

Применение модифицирующих добавок в составах строительных растворов и бетонов имеет свою достаточно давнюю историю. Использование в качестве добавок в известковые бетоны и кладочные растворы растительного масла, крови животных, белка, куриных яиц, молочных продуктов, отваров древесной коры и т.п. позволило сохранить до настоящего времени храмы древних российских городов Владимира и Суздаля, мечети Бухары и Самарканда, знаменитый Карлов мост г. Праги и др. Однако с появлением гидравлических вяжущих модифицирующие добавки, применявшиеся мастерами в старину, отошли на второй план и были незаслуженно забыты. И только с начала тридцатых годов XX века использование модифицирующих добавок в бетонах и растворах вновь входит в практику строителей, но уже на новом научно-техническом уровне. К настоящему времени во многих промышленно развитых странах доля используемых в строительстве бетонов и растворов, приготовленных с использованием модифицирующих добавок, достигла 90 - 95 %.

На сегодняшний день в России не существует специального нормативного документа, регламентирующего применение добавок в составах сухих строительных смесей. ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия» устанавливает применение добавок в строительных растворах. Существует ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов. Общие требования». Однако в перечень модифицирующих добавок, используемых при производстве сухих строительных смесей, в настоящее время входят продукты, которые в силу различных причин не применялись на момент разработки данного нормативного документа. Особенностью использования модифицирующих добавок в сухих строительных смесях является технология их применения. Если для приготовления бетонных и растворных смесей добавки вводятся с водой затворения в виде растворов, дисперсий, эмульсий и суспензий, то для сухих строительных смесей добавки используются исключительно в виде порошков, которые наряду с общими требованиями, предъявляемыми к модифицирующим добавкам, должны обладать низкой гигроскопичностью и равномерно распределяться в сухих и растворных смесях.

В соответствии с основными принципами классификации модифицирующих добавок, изложенными в ГОСТ 24211-2008, и с учетом специфики производства су-

хих строительных смесей, модифицирующие добавки для сухих строительных смесей в зависимости от основного эффекта действия можно классифицировать следующим образом:

- регуляторы реологических свойств;
- регуляторы процессов схватывания и твердения;
- регуляторы структуры;
- специального назначения;
- полифункционального действия.

Наиболее широкое применение в производстве сухих строительных смесей нашли модифицирующие добавки первого класса - регуляторы реологических свойств. Добавки данного класса используют для модификации сухих строительных смесей практически любого назначения.

Второй класс модифицирующих добавок - регуляторов сроков схватывания и твердения используют для модификации ремонтных составов, составов для устройства полов, составов для механизированного нанесения, сухих строительных смесей на основе гипсовых вяжущих и т.д.

Модифицирующие добавки третьего класса - регуляторы структуры используются для модификации ремонтных, гидроизоляционных, штукатурных и т.п. составов.

Модифицирующие добавки четвертого класса - придающие растворам специальные свойства используют для составов сухих строительных смесей, к которым предъявляются особые, функциональные требования по условиям применения или эксплуатации.

К сожалению, каждый класс модификаторов в отдельности не может наряду с основным эффектом действия изменить в нужном направлении другие важные технологические и строительно-технические свойства растворных смесей и растворов, а в ряде случаев даже ухудшают их. Поэтому применение модифицирующих доба-

вок пятого класса - полифункционального действия позволяет ослабить или совсем исключить отрицательное действие отдельных компонентов, сохранив при этом положительный эффект их действия. Добавки данного класса нашли применение в составах для устройства полов, штукатурных составах ручного и машинного нанесения и особенно в составах сухих строительных смесей со специальными свойствами.

Рассмотренная система классификации добавок касается различных типов сухих смесей как общестроительного назначения, так и узкоспециального: жароупорных, защищающих от ионизирующих излучений, химически стойких и т.п. В специальных смесях основной эффект достигается не за счет добавок, а в результате замены вяжущего, заполнителя или того и другого на специальные компоненты. Например, для получения растворов, защищающих от проникающих(ионизирующих) излучений, в зависимости от вида излучения используют в качестве заполнителя: барит, железные руды, металлический скрап в случае γ -излучения и заполнители из гранул полимеров в случае нейтронного излучения. Добавки в таких смесях играют такую же роль, как и в общестроительных: регулируют реологические свойства, кинетику схватывания и твердения и т.п.

В данной классификации модифицирующих добавок представлены не все добавки, применяемые при производстве сухих строительных смесей. Однако основные принципы данной классификации позволяют определить место существующих и вновь создаваемых модифицирующих добавок и помогут определять основные направления рационального применения различных добавок.

Зарубежная отрасль продуктов строительной химии значительно опережает отечественные технологии в данном направлении, и сегодня ведущими поставщиками эффективных химических модифицирующих добавок на российский рынок являются в основном иностранные фирмы, основные из них представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Ведущие мировые производители продуктов строительной химии для сухих строительных смесей

Наименование фирмы (страна)	Описание ассортимента продукции	Марка
Rhodia (Франция)	Латексные редисперсионные порошки (гомополимерные винилацетатные и винилацетат-версатные). Замедлители схватывания Армирующие волокна	RHOXIMAT PAV GLUCIDEX NYLKRETE
Dairen (Тайвань)	Латексные редисперсионные порошки (гомополимерные и сополимерные винилацетатные, винилацетат-версатные, акрилатные).	Dairen DA
BASF (Германия)	Акриловые сополимеры	ACRONAL
Akzo Nobel (Швеция)	Этилгидроксиэтилцеллюлоза (водоудерживающие реагенты и модификаторы липкости) Воздухововлечатель	BERMOCOLL BERMODOL
Avebe (Нидерланды)	Эфиры крахмала (загустители)	OPAGEL, CASUCOL, SOLVITOSE
Prestorp (Швеция)	Суперпластификаторы	PERAMIN
Troy (США)	Бактерицидные Пенегасители	Mergal TROYKYD
Chemmetal	Ускоритель схватывания	
Bonollo	Замедлитель схватывания	
Tricosal GmbH	Замедлитель схватывания	Retardan
Peter Greven	Гидрофобизаторы	Liga
Nordkalk Corp. (Финляндия)	Армирующие волокна	NORDKALK FW, NORDKALK WICROLL
Graf (Германия)	Гидрофобизаторы	SILSAN

3.3.4 Отходы различных производств

Оренбургская область по минеральным богатствам занимает видное место в нашей стране. В недрах Оренбуржья найдено более 80 различных полезных ископаемых, из них 50 имеют промышленное значение.

В связи с возрастающими потребностями в минеральном сырье продолжается активное изучение и освоение земельных богатств с применением прогрессивных методов.

Следует учитывать, что современный экологический кризис ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведёт к дестабилизации биосферы, утрате её целостности и способности поддерживать качество окружающей среды, необходимое для жизни.

По мере развития общества природные ресурсы всё более интенсивно вовлекаются в хозяйственную деятельность человека, что приводит к накоплению различного вида отходов. Это обусловлено существующим уровнем технологии переработки соответствующего сырья, часто непредусматривающей его комплексного использования.

Проблема предотвращения загрязнения окружающей среды отходами промышленности является одной из наиболее актуальных, так как возникают многочисленные осложнения из-за потребительского отношения к природе. Подход к утилизации и переработке отходов должен отвечать требованиям инженерно-экологической упорядоченности, т. е. должен иметь высокий процент использования веществ и энергии, высокий уровень очистки и переработки отходов с учётом отдалённых негативных последствий загрязнения окружающей среды [76].

В мире существуют большие диспропорции по степени утилизации промышленных отходов. Например, в Великобритании и Италии численность населения примерно одинакова (соответственно 58 и 57 млн. человек). Тем не менее, согласно исследованию, выполненному ЕС в 1999 году организацией Symonds, в Англии ежегодно образуется 30 млн. т отходов, а в Италии на 10 млн. меньше. Однако Англия утилизирует из указанного количества 45 %, а Италия - только 9 %. Остальная масса направляется в отвалы, нелегально сжигается или оказывается на свалке. Результаты данных исследований приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Результаты исследования организации Symonds на 2010г

Страна	Отходы промышленности и строительного лома (млн. тонн)	Процент использования	Процент вывозов в отвал, на свалку, сжигание
Австрия	5	41	59
Австралия	5,6	50	50
Бельгия	7	87	13
Великобритания	30	45	55
Германия	59	17	83
Греция	2	5	95
Гонконг	2,7	58	42
Дания	3	81	19
Италия	20	9	91
Ирландия	1	5	95
Испания	13	5	95
Канада	10	45	55
Корея	24	40	60
Нидерланды	14	80-90	10-20
Норвегия	1,5	25-50	50-75
Португалия	3	5	95
Россия	30	2	98
США	123	20-30	70-80
Швеция	2	21	79
Финляндия	1	45	55
Франция	24	15	85
Япония	99	42-45	55-58

В России ежегодное образование твёрдых промышленных отходов составляет около 130 млн. куб. м (около 30 млн. т), перерабатывается их не более 2 % на мусоросжигательных заводах и заводах по компостированию. Объекты складирования и захоронения отходов эксплуатируются с нарушениями экологических требований [76, 77].

Повторное применение большинства материалов вызвано, прежде всего, снижением запасов сырья, необходимостью охраны окружающей среды и снижением себестоимости продукции. Сегодня масштабы образования отходов производства и

потребления таковы, что о них следует говорить как о ценных сырьевых ресурсах, за счёт которых может быть выпущено большое количество товаров народного потребления и продукции производства.

Одним из сдерживающих факторов при использовании отходов является настороженное отношение к ним как к потенциальным источникам экологической опасности для человека [78].

В результате деятельности многих предприятий накапливается огромное количество различных отходов. Уровень их оперативной утилизации остаётся низким. Организация же производства продукции на их основе требует затрат в 2-3 раза меньших, чем для соответствующих производств на базе специально добываемого сырья.

В то же время промышленные отходы многих видов по своему химическому составу и свойствам близки к природному сырью (или даже лучше его), используемому различными отраслями промышленности строительных материалов, и поэтому могут служить полноценным и экономичным заменителем природного сырья.

Обеспечение полного комплексного и рационального использования минерального сырья на всех стадиях его добычи и переработки, вовлечение в технологический процесс многотоннажных отходов – одна из важнейших экономических и экологических задач, решение которой позволит не только повысить эффективность производства, но и снизить загрязнение почвы, водного и воздушного бассейнов.

4 Нормативная база по сухим строительным смесям

4.1 Современное состояние

На данный момент введены в действие 8 межгосударственных стандартов [87-94]:

1. ГОСТ 31189 – 2003 Смеси сухие строительные. Классификация;
2. ГОСТ 31356-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний;
3. ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия;
4. ГОСТ 31358-2007 Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия;
5. ГОСТ 31376-2008 Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний;
6. ГОСТ 31386-2008 Смеси сухие строительные клеевые на гипсовом вяжущем. Технические условия;
7. ГОСТ 31387-2008 Смеси сухие строительные шпатлевочные на гипсовом вяжущем. Технические условия;
8. ГОСТ 31377-2008 Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем. Технические условия.

Эти стандарты являются межгосударственными, приняты Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС). За их принятие проголосовали: Россия, Азербайджан, Армения, Киргизия, Молдова, Узбекистан, Таджикистан. В каждой из этих стран данные стандарты являются национальными.

С введением в действие ФЗ «О техническом регулировании» изменился статус стандарта. Государственные стандарты из основного инструмента государственного технического нормирования трансформировались в добровольные российские национальные стандарты, которые могут служить доказательной базой для техниче-

ских регламентов. Законом «О техническом регулировании» установлены следующие документы по стандартизации:

- Национальные стандарты.
- Правила, нормы и рекомендации.
- Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

- Стандарты организаций.

- Своды правил (внесены в закон «О техническом регулировании» в мае 2007 г.; предполагается, что к ним относятся документы, широко применяемые в промышленности технические кодексы установившейся практики (СниПы, СанПиНы, НПБ и многие др.), и новые документы, разрабатываемые в случае отсутствия национальных стандартов применительно к отдельным требованиям технических регламентов или к объектам технического регулирования в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов к продукции или связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

ТУ в новом законе нет, поэтому национальные стандарты, конечно, предпочтительнее.

4.2 Технические требования к смесям

4.2.1 Цементные сухие строительные смеси общестроительного назначения

К сухим строительным смесям изготавливаемых на цементном вяжущем на основе портландцементного клинкера или на смешанных (сложных) вяжущих на его основе, на глиноземистом цементе, содержащих полимерные добавки не более 5 % массы смеси, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений нормативной документацией регламентируются следующие характеристики:

Основные показателями качества сухих смесей:

- влажность;
- наибольшая крупность зерен заполнителя;
- содержание зерен наибольшей крупности;
- насыпная плотность (при необходимости).

Основные показатели качества смесей, готовых к применению:

- подвижность (кроме клеевых, для клеевых - при необходимости);
- сохраняемость первоначальной подвижности;
- водоудерживающая способность;
- объем вовлеченного воздуха (при необходимости).

Основными показателями качества затвердевшего раствора:

- прочность на сжатие (кроме клеевых);
- водопоглощение;
- морозостойкость (кроме смесей для внутренних работ);
- прочность сцепления с основанием (адгезия);
- водонепроницаемость (для гидроизоляционных смесей и при необходимости);
- истираемость (для напольных смесей и при необходимости);
- морозостойкость контактной зоны (кроме смесей для внутренних работ).

Для смесей конкретного вида устанавливают следующие дополнительные показатели качества в соответствии с областью их применения:

- прочность на растяжение при изгибе;
- деформации усадки (расширения);
- стойкость к ударным воздействиям;
- модуль упругости;
- теплопроводность;
- паропроницаемость;
- коррозионная стойкость при различных видах коррозии.

Условное обозначение сухих смесей должно состоять из наименования соответствующих классификационных признаков в соответствии с ГОСТ 31189, обозна-

чения основных технических показателей смесей (при необходимости) и обозначения нормативного или технического документа на смеси конкретных видов.

Примеры условного обозначения:

- сухой строительной бетонной смеси на цементном вяжущем, монтажной, марки по подвижности ПЗ , класса по прочности на сжатие В30 , марки по водонепроницаемости W 8, марки по морозостойкости F 150:

Смесь сухая бетонная, монтажная, ПЗ , В30 , W 8, F 150 (обозначение нормативного или технического документа на смесь конкретного вида)

- сухой строительной растворной смеси на цементно - известковом вяжущем , ремонтной , поверхностной, марки по подвижности Пк 3, марки по прочности на сжатие М 75, марки по морозостойкости F 100:

Смесь сухая растворная, цементно-известковая, ремонтная, поверхностная Пк 3, М 75, F 100 (обозначение нормативного или технического документа на смесь конкретного вида)

- сухой строительной дисперсной смеси на цементном вяжущем, выравнивающей, шпаклевочной, марки по подвижности Пк 3, марки по прочности на сжатие М 100, марки по морозостойкости F 50:

Смесь сухая дисперсная, шпаклевочная Пк 3, М 100, F 50 (обозначение нормативного или технического документа на смесь конкретного вида)

Влажность сухих смесей не должна превышать, % по массе:

0,2 - для смесей на цементных и смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента 80 % массы смешанного вяжущего и более;

0,3 - для смесей на смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента менее 80 % массы смешанного вяжущего.

Наибольшая крупность зерен заполнителя $D_{наиб}$, мм , должна быть не более:

20,00 - для бетонных смесей;

5,00 - для растворных смесей;

0,63 - для дисперсных смесей.

Содержание зерен наибольшей крупности в сухих смесях определяют по остатку на сите, соответствующем наибольшей крупности зерен заполнителя $D_{наиб}$.

Остаток на сите, соответствующем размеру зерен наибольшей крупности заполнителя, в сухих смесях (кроме дисперсных) должен быть не более 5,0 %, в дисперсных смесях - не более 0,5 %.

Подвижность смесей, готовых к применению, определяют:

- по осадке ОК и / или расплыву конуса РК, см, - для бетонных смесей;
- по погружению Пк и расплыву конуса РК, см, - для растворных и дисперсных смесей соответственно;
- по расплыву кольца Рк, см, - для дисперсных самоуплотняющихся смесей.

Подвижность смесей должна быть обеспечена при затворении водой в количестве, указанном на маркировке.

Марку по подвижности и критерий оценки подвижности устанавливают в нормативных или технических документах на сухие смеси конкретных видов в зависимости от их назначения.

Сохраняемость первоначальной подвижности смесей, готовых к применению, определяют временем сохранения первоначальной подвижности в минутах. Сохраняемость первоначальной подвижности смесей должна быть не менее времени, в течение которого смесь вырабатывается.

Водоудерживающая способность смесей, готовых к применению, должна быть не менее 90 %, содержащих водоудерживающие добавки, - не менее 95 %.

Нормируемые показатели качества затвердевших растворов (бетонов) должны быть обеспечены в проектном возрасте в условиях нормально - влажностного ($t = 18^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха более 95 %) или естественного твердения ($t = 20^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха от 50 % до 60 %) в зависимости от области применения смесей конкретных видов.

Проектный возраст и условия твердения следует указывать в нормативных или технических документах на сухие смеси конкретных видов. Если в нормативном или техническом документе на смесь конкретного вида это не указано, то за проектный возраст следует принимать 28 сут. в условиях нормально - влажностного твердения для бетонных смесей и естественного твердения - для растворных и дисперсных смесей.

Для растворов в проектном возрасте устанавливают следующие классы (марки):

- по прочности на сжатие

классы: В 10, В 15, В 20, В 22,5, В 25, В30 , В 35, В 40, В 45, В 50;

марки : М 5, М 10, М 25, М 50, М 75, М 100, М 150, М 200, М 250, М 300;

- по прочности на растяжение при изгибе

классы : В_{тб} 0,4; В_{тб} 0,8; В_{тб} 1,2; В_{тб} 1,6; В_{тб} 2,0; В_{тб} 2,4; В_{тб} 2,8; В_{тб} 3,2; В_{тб} 3,6; В_{тб} 4,0; В_{тб} 4,4; В_{тб} 4,8; В_{тб} 5,2.

Водопоглощение затвердевших растворов при насыщении водой в течение 48 ч. и полном погружении образцов в воду не должно превышать, % по массе:

8,0 - для смесей на цементных и смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента 80 % массы смешанного вяжущего и более;

15,0 - для смесей на смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента менее 80 % массы смешанного вяжущего.

Водопоглощение при капиллярном подсосе в течение 24 ч не должно превышать $0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч}^{0,5})$ (кроме гидроизоляционных смесей), для гидроизоляционных смесей - не более $0,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч}^{0,5})$.

Марки по морозостойкости затвердевших бетонов устанавливают по ГОСТ 10060.0.

Для затвердевших растворов устанавливают следующие марки по морозостойкости : F 15, F 25, F 35, F 50, F 75, F 100, F 150, F 200, F 300, F 400.

Прочность сцепления затвердевших растворов с бетонным основанием (адгезия) должна быть установлена в нормативных или технических документах на сухие смеси конкретных видов и должна быть не ниже:

0,8 МПа - для ремонтных;

0,5 МПа - для клеевых;

0,4 МПа - для наружных выравнивающих;

0,25 МПа - для внутренних выравнивающих смесей.

Прочность сцепления (адгезия) затвердевших растворов с основанием из других материалов (кирпич, природный камень, плиты из минеральной ваты, керамическая плитка, пенополистирол и др.) устанавливают в нормативных или технических документах на сухие смеси конкретных видов в зависимости от области применения.

Затвердевшие растворы должны иметь следующие марки по морозостойкости контактной зоны : F кз 25, F кз 35, F кз 50, F кз 75, F кз 100.

Морозостойкость контактной зоны F кз определяют по изменению прочности сцепления (адгезии) затвердевших растворов с основанием после установленного для данной марки числа циклов переменного замораживания и оттаивания по режиму, приведенному в ГОСТ 10060.0 .

Марка растворов по водонепроницаемости для гидроизоляционных смесей (кроме гидроизоляционных проникающих) должна быть не ниже W 6. Для гидроизоляционных проникающих смесей, предназначенных для обработки бетонов, марка по водонепроницаемости бетонов, обработанных проникающими смесями, должна быть выше не менее чем на две ступени по сравнению с необработанными бетонами.

Истираемость принимают по ГОСТ 13015 или нормативным и техническим документам на смеси конкретных видов в зависимости от области их применения.

Требования к материалам для приготовления смесей.

Материалы, применяемые для приготовления смесей, должны соответствовать требованиям нормативных или технических документов РФ на эти материалы.

В качестве вяжущих материалов применяют: портландцемент, шлакопортландцемент, общестроительные цементы, глиноземистый цемент, белый цемент, смешанные (сложные) вяжущие.

Содержание щелочей в цементных вяжущих, предназначенных для изготовления декоративных смесей, не должно превышать 0,6 % массы вяжущего. Известь в составе смешанных (сложных) вяжущих не должна содержать непогасившиеся частицы извести.

В качестве заполнителей применяют: щебень или гравий, песок для строительных работ, пористые пески, декоративные заполнители и наполнители (мраморная крошка, слюда и др.).

Пигменты (диоксид титана, сурик железный, охра и др.) должны обладать стойкостью в щелочной среде и соответствовать требованиям нормативных и технических документов на пигменты конкретных видов.

Добавки вводят в состав сухих смесей в виде водорастворимого порошка или гранул.

4.2.2 Напольные сухие строительные смеси

Свойства напольных смесей должны характеризоваться показателями качества смесей в сухом состоянии; смесей, готовых к применению, и затвердевшего раствора (бетона).

Основными показателями качества напольных смесей в сухом состоянии должны быть:

- влажность;
- наибольшая крупность зерен заполнителя;
- содержание зерен наибольшей крупности.

Основными показателями качества напольных смесей, готовых к применению, должны быть:

- подвижность;
- водоудерживающая способность (кроме самоуплотняющихся смесей);
- сохраняемость первоначальной подвижности.

Основными показателями качества затвердевшего раствора (бетона) должны быть:

- прочность на сжатие и растяжение при изгибе в возрасте 1(3) и 28 сут;
- истираемость (сопротивление износу);
- прочность сцепления с основанием (адгезия) в возрасте 7 и 28 сут;
- морозостойкость (для несущих смесей, кроме смесей для внутренних работ);
- деформации усадки (расширения);

- стойкость к ударным воздействиям (для несущих смесей).

Условное обозначение напольных смесей должно состоять из наименования классификационных признаков, основных технических показателей смесей и обозначения нормативного или технического документа на напольные смеси конкретного вида.

Пример условного обозначения сухой напольной дисперсной смеси на цементном вяжущем, самоуплотняющейся, марки по расплыву кольца Рк4, класса по прочности на сжатие В30:

Смесь сухая напольная дисперсная самоуплотняющаяся Рк4, В30, ГОСТ 31358-2007

Влажность сухих напольных смесей не должна превышать 0,2 % по массе.

Наибольшая крупность зерен заполнителя в напольных смесях определяется толщиной слоя напольного покрытия и не должна превышать 1/4 его толщины.

Содержание зерен наибольшей крупности $D_{\text{наиб}}$ должно быть не более 5,0 % в бетонных и растворных смесях и не более 2,5 % - в дисперсных смесях.

Требования к напольным смесям, готовым к применению

Подвижность смесей, готовых к применению, определяют по:

- осадке конуса ОК - для бетонных уплотняемых смесей;
- погружению конуса Пк - для растворных уплотняемых смесей;
- расплыву кольца Рк- для дисперсных самоуплотняющихся смесей.

В зависимости от подвижности растворные уплотняемые смеси на марки: Пк1, Пк2, Пк3, Пк4. Дисперсные самоуплотняющиеся смеси подразделяют на марки Рк1, Рк2, Рк3, Рк4, Рк5 в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 - Марки дисперсных самоуплотняющихся напольных смесей по подвижности

Марка по подвижности Рк	Расплыв кольца, см
Рк1	От 10 до 12 включ.
Рк2	Св. 12 до 15 включ.
Рк3	Св. 15 до 18 включ.
Рк4	Св. 18 до 22 включ.
Рк5	Св. 22 до 26 включ.

Сохраняемость первоначальной подвижности смесей, готовых к применению, определяют временем сохранения первоначальной подвижности в минутах. Сохраняемость первоначальной подвижности смесей должна быть не менее периода времени, в течение которого смесь вырабатывается.

Водоудерживающая способность смесей, готовых к применению, должна быть не менее 95 %.

Требования к затвердевшим растворам (бетонам) из напольных смесей

Нормируемые показатели качества затвердевших растворов (бетонов) должны быть обеспечены в проектном возрасте в условиях естественного твердения при температуре 20°C - 23°C и относительной влажности воздуха от 50 % до 60 %.

Проектный возраст принимают в зависимости от применяемого вяжущего.

В зависимости от прочности на сжатие устанавливают классы (марки) затвердевших растворов (бетонов) в проектном возрасте в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 - Классы (марки) по прочности на сжатие затвердевших растворов (бетонов) из напольных смесей

Класс	B3,5	B5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B50	B60	B70
Марка	M50	M75	M100	M150	M200	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочность на сжатие, МПа, не менее	5	7	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80

Для смесей с ускоренными сроками твердения прочность на сжатие в возрасте 1 сут. должна быть не менее 30 % проектной. Для смесей с нормальными сроками твердения прочность на сжатие в возрасте 3 сут. должна быть не менее 30 % проектной.

Класс (марка) по прочности на сжатие затвердевших растворов (бетонов) из напольных несущих смесей должен быть не ниже B15 (M 200).

В зависимости от прочности на растяжение при изгибе устанавливают классы затвердевших растворов (бетонов) в проектном возрасте в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13 - Классы по прочности на растяжение при изгибе затвердевших растворов (бетонов) из напольных смесей

Класс	Btb0,8	Btb1,6	Btb2,4	Btb3,2	Btb4	Btb4,4	Btb5,2	Btb8	Btb10	Btb15	Btb25	Btb30	Btb40
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, не менее	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	40	50

Прочность на растяжение при изгибе смесей с ускоренными сроками твердения в возрасте 1 сут должна быть не менее 30 % проектной; смесей с нормальными сроками твердения в возрасте 3 сут - не менее 30 % проектной.

Класс по прочности на растяжение при изгибе растворов (бетонов) из напольных несущих смесей должен быть не ниже Btb3,2.

Истираемость покрытий, выполненных из напольных смесей, определенная по потере массы образцов, в соответствии с условиями работы конструкций полов и в зависимости от интенсивности движения. Допускается определять истираемость покрытий из напольных смесей по объему или глубине износа образцов. Классы затвердевших растворов (бетонов) в зависимости от объема износа принимают по таблице 14.

Таблица 14 - Классы затвердевших растворов (бетонов) по объему износа

Класс	A22	A15	A12	A9	A6	A3	A1,5
Объем износа, см ³ , не более	22	15	12	9	6	3	1,5

Классы затвердевших растворов (бетонов) в зависимости от глубины износа принимают по таблице 15.

Таблица 15 - Классы затвердевших растворов (бетонов) по глубине износа

Класс	AP6	AP4	AP2	AP1	AP0,5
Максимальная глубина износа, μm	600	400	200	100	50

Прочность сцепления (адгезия) затвердевшего раствора (бетона) с бетонным основанием в возрасте 28 сут должна быть не менее 0,75 МПа для несущих смесей, не менее 0,6 МПа - для выравнивающих смесей. Прочность сцепления затвердевшего раствора с бетонным основанием через 7 сут должна составлять не менее 50 % проектной.

Затвердевшие растворы (бетоны) должны быть следующих марок по морозостойкости: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500.

Стойкость к ударным воздействиям затвердевшего раствора (бетона) должна соответствовать значениям, установленным нормами строительного проектирования в зависимости от интенсивности механических воздействий.

Деформации усадки затвердевшего раствора (бетона) должны быть не более 1,0 мм/м, расширения - не более 0,5 мм/м.

4.2.3 Гипсовые штукатурные сухие строительные смеси

Свойства штукатурных смесей должны характеризоваться показателями качества смесей в сухом состоянии, смесей, готовых для применения (растворных смесей), и затвердевших смесей.

Основными показателями качества штукатурных смесей в сухом состоянии должны быть:

- влажность;
- зерновой состав;
- насыпная плотность.

Основными показателями качества штукатурных смесей, готовых для применения, должны быть:

- время начала схватывания (продолжительность переработки);
- подвижность;
- водоудерживающая способность.

Основными показателями качества штукатурных затвердевших смесей должны быть:

- прочность сцепления с основанием (адгезия);

- прочность на растяжение при изгибе;
- прочность при сжатии;
- средняя плотность (при необходимости и по просьбе потребителя).

Для штукатурных смесей могут быть установлены дополнительные нормируемые показатели качества в соответствии с ГОСТ 4.233 или условиями контракта.

Условное обозначение штукатурных смесей должно состоять из наименования смеси, значений основных показателей качества (если необходимо) и обозначения стандарта или технических условий, по которому выпускают смесь.

Пример условного обозначения штукатурной смеси на гипсовом вяжущем с началом схватывания при ручном нанесении 45 мин, машинном нанесении - 90 мин, прочностью при сжатии-2,0 МПа:

Смесь сухая штукатурная на гипсовом вяжущем 45/90/2,0 ГОСТ 31377-2008

Допускается вносить в условное обозначение штукатурной смеси дополнительные данные для полной идентификации смеси.

Требования к сухим штукатурным смесям

Влажность штукатурных смесей не должна превышать 0,30 % по массе.

Штукатурные смеси не должны содержать зерен размером более 5 мм. Содержание зерен размером 1,25 мм должно быть не более 1,0 %, размером 0,20 мм - не более 12,0 %, размером 0,125 мм - не более 15 %.

Изготовитель штукатурной смеси должен определять насыпную плотность сухой смеси и предоставлять данные потребителю (по его просьбе).

Требования к штукатурным смесям, готовым для применения

Начало схватывания штукатурных растворных смесей должно наступать с момента затворения водой не ранее:

45 мин - при производстве работ вручную;

90 мин - при механизированном производстве работ.

Подвижность штукатурных растворных смесей должна быть такой, чтобы диаметр расплыва образца пластичной смеси не превышал (165 ± 5) мм, текучей (литой) - находился в интервале 150-210 мм.

Допускается приготовление растворных смесей подвижностью, отличной от указанной, при условии, если затвердевшие смеси будут соответствовать требованиям настоящего стандарта по показателям прочности на растяжение при изгибе, прочности при сжатии и прочности сцепления с основанием.

Водоудерживающая способность штукатурных растворных смесей должна быть не менее 90 %, смесей, содержащих водоудерживающую добавку, - не менее 95 %.

Требования к затвердевшим штукатурным смесям

Предел прочности на растяжение при изгибе затвердевших смесей должен быть не менее 1,0 МПа.

Предел прочности при сжатии затвердевших смесей должен быть не менее 2,0 МПа.

Прочность сцепления затвердевших смесей с основанием должна быть не менее 0,3 МПа.

Изготовитель по просьбе потребителя или, если необходимо, определяет среднюю плотность затвердевшей смеси.

Показатели качества затвердевших смесей определяют в возрасте 7 сут.

4.2.4 Гипсовые клеевые сухие строительные смеси

Свойства клеевых смесей должны характеризоваться показателями качества смесей в сухом состоянии, смесей, готовых для применения (растворных смесей), и затвердевших смесей.

Основными показателями качества клеевых смесей в сухом состоянии должны быть:

- влажность;
- зерновой состав;
- насыпная плотность.

Основными показателями качества клеевых смесей, готовых для применения, должны быть:

- время начала схватывания (продолжительность переработки);

- подвижность;
- водоудерживающая способность.

Основными показателями качества клеевых затвердевших смесей должны быть:

- прочность сцепления с основанием (адгезия);
- прочность на растяжение при изгибе;
- прочность при сжатии;
- средняя плотность (если необходимо и/или по просьбе потребителя).

Условное обозначение клеевых смесей должно состоять из наименования смеси, значений основных показателей качества (если необходимо) и обозначения настоящего стандарта.

Пример условного обозначения клеевой смеси на гипсовом вяжущем с началом схватывания 40 мин, прочностью при сжатии - 3,0 МПа:

Смесь сухая клеевая на гипсовом вяжущем 40/3,0 ГОСТ 31386-2008.

Допускается вносить в условное обозначение клеевой смеси дополнительные данные для полной идентификации смеси.

Требования к сухим клеевым смесям

Влажность клеевых смесей не должна превышать 0,3 % массы.

Клеевые смеси не должны содержать зерен размером более 0,63 мм. Содержание в смесях зерен размером более 0,20 мм должно быть не более 10,0 %.

Изготовитель клеевой смеси должен определять насыпную плотность сухой смеси и предоставлять данные потребителю (по его просьбе).

Требования к клеевым смесям, готовым для применения

Начало схватывания клеевых растворных смесей должно наступать не ранее 40 мин с момента затворения водой.

Подвижность клеевых растворных смесей должна быть такой, чтобы диаметр расплыва образца пластичной растворной смеси не превышал (165 ± 5) мм, текучей (литой) - 150-210 мм.

Водоудерживающая способность клеевых растворных смесей должна быть не менее 95 %.

Допускается приготовление растворных смесей подвижностью, отличной от указанной, при условии, что затвердевшие смеси будут соответствовать требованиям настоящего стандарта по показателям прочности на растяжение при изгибе, прочности при сжатии и прочности сцепления с основанием.

Требования к затвердевшим клеевым смесям

Предел прочности на растяжение при изгибе затвердевших смесей должен быть не менее 1,2 МПа.

Предел прочности при сжатии затвердевших смесей должен быть не менее 3,0 МПа.

Прочность сцепления затвердевших смесей с основанием должна быть не менее 0,30 МПа.

Изготовитель по просьбе потребителя или, если необходимо, определяет среднюю плотность затвердевшей смеси.

Показатели качества клеевых затвердевших смесей определяют в возрасте 7 сут.

4.2.5 Гипсовые шпатлевочные сухие строительные смеси

Свойства шпатлевочных смесей должны характеризоваться показателями качества смесей в сухом состоянии, смесей, готовых для применения (растворных смесей), и затвердевших смесей.

Основными показателями качества шпатлевочных смесей в сухом состоянии должны быть:

- влажность;
- зерновой состав;
- насыпная плотность.

Основными показателями качества шпатлевочных смесей, готовых для применения, должны быть:

- время начала схватывания (продолжительность переработки);
- подвижность;
- водоудерживающая способность.

Основными показателями качества шпатлевочных затвердевших смесей должны быть:

- прочность сцепления с основанием (адгезия);
- прочность на растяжение при изгибе;
- прочность при сжатии;
- стойкость к образованию трещин;
- средняя плотность (если необходимо и/или по просьбе потребителя).

Условное обозначение шпатлевочных смесей должно состоять из наименования смеси, значений основных показателей качества (если необходимо) и обозначения настоящего стандарта.

Пример условного обозначения шпатлевочной смеси на гипсовом вяжущем с началом схватывания 60 мин, прочностью при сжатии - 2,0 МПа:

Смесь сухая шпатлевочная на гипсовом вяжущем 60/2,0 ГОСТ 31387-2008.

Допускается вносить в условное обозначение шпатлевочной смеси дополнительные данные для полной идентификации смеси.

Требования к сухим шпатлевочным смесям

Влажность шпатлевочных смесей не должна превышать 0,30 % массы.

Содержание в шпатлевочной смеси зерен размером более 0,20 мм не должно быть более 0,30 %.

Изготовитель шпатлевочной смеси должен определять насыпную плотность сухой смеси и предоставлять данные потребителю (по его просьбе).

Требования к шпатлевочным смесям, готовым для применения

Начало схватывания шпатлевочных растворных смесей при производстве работ вручную должно наступать не ранее 60 мин.

Подвижность шпатлевочных растворных смесей должна быть такой, чтобы диаметр расплыва образца пластичной растворной смеси не превышал (165 ± 5) мм, текучей (литой) - 150-210 мм.

Допускается приготовление растворных смесей подвижностью, отличной от указанной выше, при условии, если затвердевшие смеси будут соответствовать требованиям настоящего стандарта по показателям прочности на растяжение при изги-

бе, прочности при сжатии, прочности сцепления с основанием и стойкости к образованию трещин.

Водоудерживающая способность шпатлевочных растворов смесей должна быть не менее 95 %.

Требования к затвердевшим шпатлевочным смесям

Предел прочности на растяжение при изгибе затвердевших смесей должен быть не менее 1,0 МПа.

Предел прочности при сжатии затвердевших смесей должен быть не менее 2,0 МПа.

Прочность сцепления затвердевших смесей с основанием должна быть не менее 0,30 МПа.

Затвердевшие шпатлевочные смеси должны быть стойкими к образованию трещин. Трещины на поверхности затвердевшей смеси не допускаются.

Изготовитель по просьбе потребителя или если необходимо определяет среднюю плотность затвердевшей смеси.

Показатели качества затвердевших шпатлевочных смесей определяют в возрасте 7 сут.

4.3 Методика испытаний

4.3.1 Сухие строительные смеси на основе цемента

Представленные в разделе методики определения строительно-технических характеристик распространяются на сухие строительные смеси, изготавливаемые на цементном вяжущем на основе портландцементного клинкера или на смешанных (сложных) вяжущих на его основе, на глиноземистом цементе, содержащие полимерные добавки не более 5 % массы смеси, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений.

Испытания необходимо проводить в помещениях специализированных лабораторий при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(60 \pm 10) \%$.

Приготовление смесей необходимо проводить в смесителе (рисунок 9) или допускается приготовление смесей вручную.

Чашу и лопасть смесителя изготавливают из нержавеющей стали. Смеситель должен иметь приспособление, позволяющее крепить чашу вместимостью 5 л не-

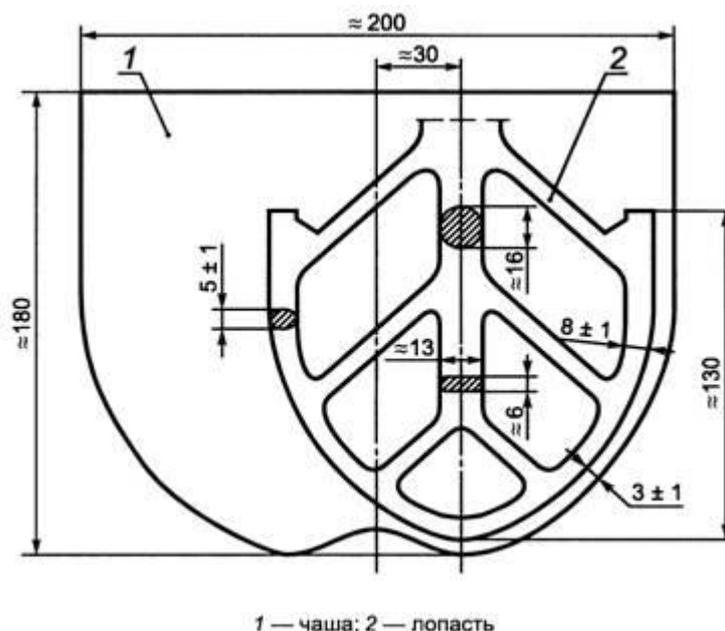


Рисунок 9 – Смеситель для приготовления растворных смесей

подвижно к станине и изменять положение чаши по высоте относительно лопасти для регулирования зазора между ними, который в момент максимального приближения лопасти к стенке чаши должен быть $(3,0 \pm 1,0)$ мм.

Началом перемешивания смеси считают момент соединения всей пробы сухой смеси с водой (момент затворения).

Смесь приготавливают в смесителе в следующей последовательности:

- перемешивание в течение 120 с;
- остановка смесителя для снятия налипшей на стенки смесителя смеси в течение 90 с;
- перемешивание в течение 60 с.

При приготовлении вручную смесь должна перемешиваться непрерывно.

Общее время перемешивания смеси с момента затворения водой должно быть не менее 3 мин без учета времени остановки смесителя. Допускается приготавливать смеси по инструкции предприятия - изготовителя сухой смеси.

Определение подвижности по расплыву кольца

Подвижность по расплыву кольца R_k определяют для дисперсных растворных смесей по диаметру расплыва в миллиметрах растворной смеси, вытекающей из кольца при его поднятии.

Для этого приготовленную растворную смесь быстро за один прием переносят в кольцо из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью, внутренним диаметром $(70 \pm 0,1)$ мм и высотой $(50 \pm 0,1)$ мм., установленное в центре стеклянной пластины. Стекло и кольцо предварительно протирают влажной тканью. Излишки смеси срезают вровень с краями кольца ножом, протертым влажной тканью.

Через 10-15 с после заполнения смесью кольцо поднимают вертикально на высоту 10-15 см и отводят в сторону. Диаметр расплыва растворной смеси измеряют линейкой сразу после поднятия кольца в двух взаимно перпендикулярных направлениях с погрешностью ± 5 мм и вычисляют среднеарифметическое значение результатов двух измерений диаметра расплыва. Среднеарифметическое значение округляют до 1 мм.

Испытание повторяют, используя новую пробу растворной смеси.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов измерения диаметра расплыва двух проб растворной смеси, округленное до 1 мм.

Определение водопоглощения при капиллярном подсосе

Водопоглощение при капиллярном подсосе $W_{кп}$ определяют по объему воды, поглощенной образцом, высушенным до постоянной массы, при атмосферном давлении за счет капиллярных или адсорбционных сил.

Для испытания изготавливают образцы-балочки размером 40x40x160 мм. Число образцов должно быть не менее трех.

Образцы выдерживают не менее 28 сут. при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ по следующему режиму: 2 сут. - хранение образцов в форме, далее 5 сут. - хранение образцов после распалубки при влажности окружающего воздуха $(95 \pm 5) \%$ и затем 21 сут. - при влажности $(65 \pm 5) \%$.

По истечении 28 сут. торцевые грани образцов-балочек обрабатывают наждачной бумагой для получения шероховатой поверхности.

Перед испытанием образцы высушивают до постоянной массы при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ и покрывают боковые грани водонепроницаемым составом (растопленным парафином, эпоксидной смолой и др.). При попадании водонепроницаемого состава на торцевые грани их следует повторно обработать наждачной бумагой. Далее подготовленные образцы взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г (масса m_1), а линейные размеры увлажняемой торцевой грани измеряют штангенциркулем с погрешностью $\pm 0,1$ мм.

Образцы помещают торцевой гранью в ванну на сетчатую подставку. Ванну заполняют водой температурой $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ так, чтобы торец был погружен в воду на 5-10 мм. Уровень воды в ванне должен поддерживаться постоянным в течение всего времени испытания (рисунок 10).

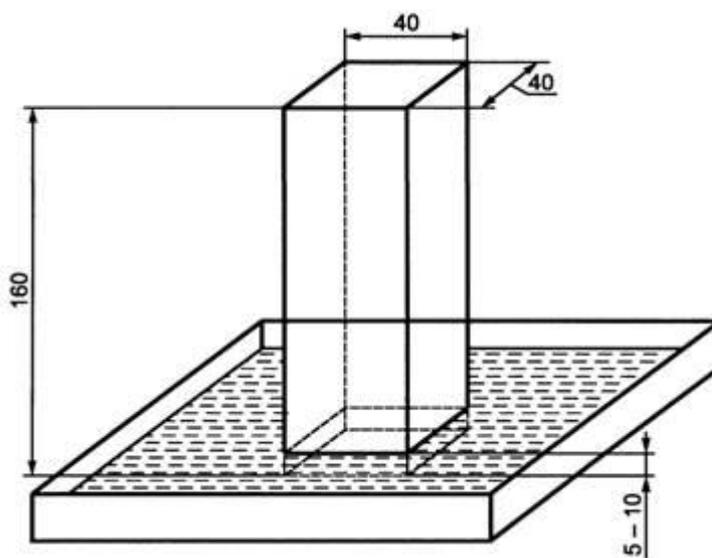


Рисунок 10 - Схема испытания по определению водопоглощения при капиллярном подсосе.

Через 24 ч образцы извлекают из воды, удаляют с поверхности образцов избыток воды влажной тканью и взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г (масса m_2).

Водопоглощение при капиллярном подсосе $W_{\text{кп}}$, кг/(м²·ч^{0,5}), определяют по формуле

$$W_{\text{кп}} = K_w \frac{m_2 - m_1}{S}, \quad (1)$$

где m_1 - масса сухого образца, кг;

m_2 - масса образца после насыщения водой, кг;

S - площадь увлажняемой грани образца, м²;

K_w - коэффициент, учитывающий время насыщения образца и равный $\frac{1}{\sqrt{24}}$, ч^{-0,5}.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытания трех образцов, округленное до 0,1 кг/(м²·ч^{0,5})

Определение прочности сцепления (адгезии) раствора с основанием

Прочность сцепления (адгезию) с основанием определяют для затвердевших растворов и мелкозернистых бетонов.

Прочность сцепления (адгезию) определяют по силе отрыва образца затвердевшего раствора (бетона) от основания - бетонной плиты, приложенной к образцу через металлический диск с анкером (далее - штамп), приклеенный к поверхности образца.

В зависимости от области применения смесей в качестве основания могут применяться: кирпич, природный камень, плита из минеральной ваты, пенополистирол, керамическая плитка и др. при условии выполнения требований настоящего стандарта.

Образцы для испытания изготавливают в форме цилиндров диаметром 50 мм или призмы с квадратным поперечным сечением размером 50x50 мм. Толщина образцов должна быть не более 10мм.

На бетонное или другое основание устанавливают трафарет из нержавеющей стали толщиной 5 мм с квадратными отверстиями размером 50x50 мм или круглыми диаметром 50 мм., на который наносят смесь, готовую к применению и с установ-

ленной маркой по подвижности. Смесь заглаживают металлическим шпателем, после чего трафарет немедленно снимают.

Образцы цилиндрической формы могут быть изготовлены без использования трафарета. Для изготовления образцов цилиндрической формы смесь, готовую к применению, наносят на основание слоем толщиной не более 10 мм, и разглаживают. В период структурообразования (до начала твердения) в слой смеси, вращая, вдавливают до основания усеченные конические кольца. Затем, продолжая вращение, кольца осторожно удаляют. Если в процессе изготовления образца происходит нарушение сцепления смеси с основанием, образец бракуют и изготавливают новый. Расстояние между кольцами, а также между кольцами и краями основания должно быть не менее 50 мм.

Число образцов для испытания должно быть не менее пяти.

Изготовленные образцы до проведения испытания хранят в течение 7 сут при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(95 \pm 5) \%$, а затем в течение 21 сут - при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(65 \pm 5) \%$.

Общее время твердения образцов должно быть 28 сут.

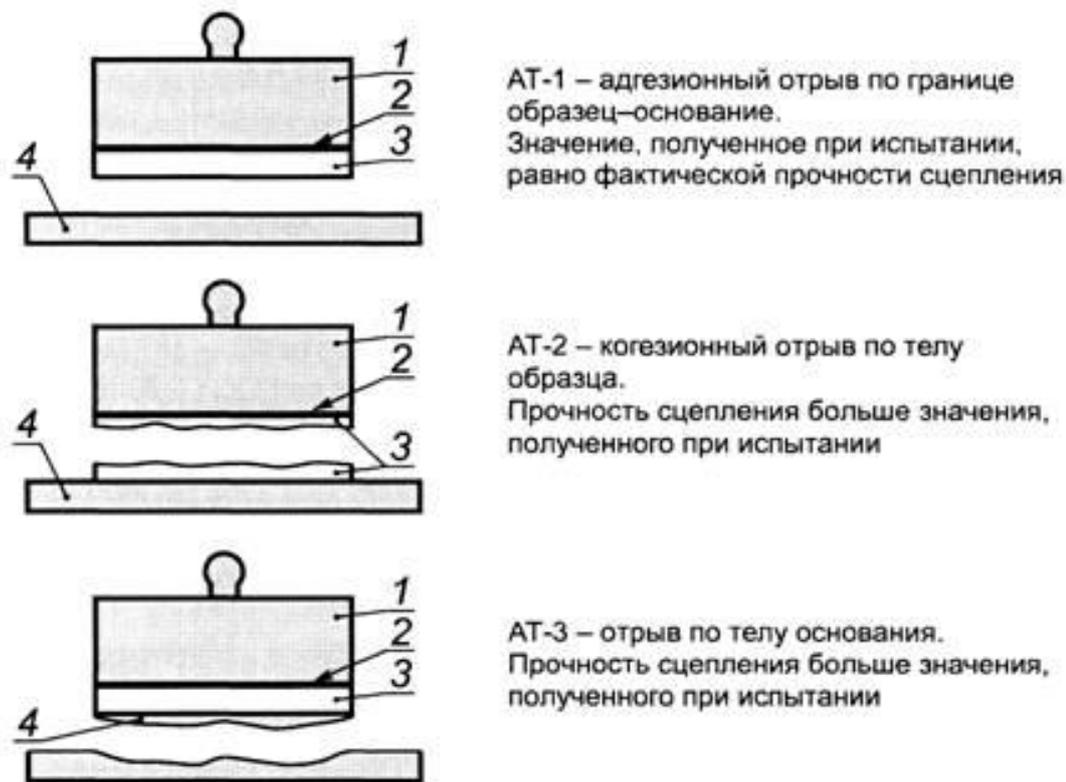
В зависимости от области применения сухих смесей допускается твердение образцов по режиму, установленному в нормативных или технических документах на смеси конкретного вида.

Допускается изготавливать образцы из сплошного слоя смеси, затвердевшего на поверхности бетонной плиты или другого основания, прорезанием слоя любым режущим инструментом.

Через 27 сут к затвердевшим образцам эпоксидным или другим быстротвердеющим клеем высокой прочности приклеивают штамп и продолжают хранение образцов при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(65 \pm 5) \%$ в течение 24 ч.

Силу отрыва образцов от основания определяют через 24 ч на прессе или другом средстве измерения, прикладывая к штампу силу со скоростью ее нарастания $(250 \pm 50) \text{ Н/с}$.

При испытании отмечают характер отрыва образцов от основания. Возможные варианты отрыва (АТ-1, АТ-2, АТ-3) приведены на рисунке 11. Характер отрыва образцов от основания отмечают в журнале испытания.



1 - металлический штамп; 2 - клей; 3 - образец; 4 - бетонная плита (основание)

Рисунок 11 - Варианты отрыва образца от основания

Прочность сцепления (адгезию) образца с основанием определяют как максимальную силу, приложенную перпендикулярно к поверхности образца, при которой происходит отрыв образца от основания.

Прочность сцепления (адгезию) с основанием при испытании одного образца A_i , МПа, определяют по формуле

$$A_i = \frac{F}{S}, \quad (2)$$

где F - максимальная сила отрыва образца от основания, Н;

S - площадь контакта поверхности образца с основанием, мм².

Каждое единичное значение прочности сцепления округляют до 0,1 МПа.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытания всех образцов А, МПа (варианты АТ-1, АТ-2, АТ-3), рассчитанное по формуле

$$A = (A1 + An)/n \quad (3)$$

Среднеарифметическое значение округляют до 0,1 МПа.

При отрыве образцов по вариантам АТ-2 и/или АТ-3 результаты испытания следует считать ниже фактического значения предела прочности сцепления образцов с основанием.

Определение морозостойкости растворных и дисперсных смесей

При определении морозостойкости растворных и дисперсных смесей применяют следующие методы:

- основной при многократном замораживании и оттаивании;
- ускоренный (дилатометрический) при однократном замораживании.

Ускоренный метод определения морозостойкости растворных и дисперсных смесей не распространяется на смеси, предназначенные для дорожных и аэродромных покрытий, а также на дисперсные смеси с максимальным размером зерен заполнителя менее 0,5 мм.

Условия испытания при определении морозостойкости в зависимости от метода принимают по таблице 16.

Таблица 16 - Условия испытания при определении морозостойкости

Условия испытания		
Среда насыщения	Среда/температура замораживания, °С	Среда оттаивания
Основной метод		
Вода	Воздушная/минус (18 ± 2)°С	Вода
Ускоренный метод		
Вода	Керосин/минус (18 ± 2)°С	-

Число и размеры образцов для испытания в зависимости от метода определения морозостойкости должны соответствовать приведенным в таблице 17.

Таблица 17 - Число и размеры образцов для испытания

Метод определения морозостойкости	Размер образцов, мм	Число образцов, шт.	
		контрольных	основных
Основной	Кубы 100x100x100 или 70x70x70 или призмы 40x40x160	6	12***
Ускоренный	Кубы 100x100x100 или 70x70x70* или пластины 100x100xh**, или цилиндры диаметром и высотой 70 мм	-	3

* - Кубы размером 70x70x70 мм являются базовыми образцами.

** - Высота образцов h должна быть не менее 20 и не более 60 мм.

*** - Шесть основных образцов предназначены для промежуточных испытаний, шесть - для итоговых.

При определении морозостойкости по ускоренному методу допускается отбирать образцы из конструкций, при этом размеры образцов должны соответствовать приведенным в таблице 17.

Образцы испытывают сериями в проектном возрасте после выдержки в камере нормально-влажностного твердения.

Контрольные и основные образцы, предназначенные для испытания по основному или ускоренному методу, насыщают водой.

Проведение испытания по основному методу

Число циклов замораживания - оттаивания в зависимости от марки смесей по морозостойкости принимают по таблице 18.

Таблица 18 - Число циклов замораживания - оттаивания при определении морозостойкости по основному методу

Метод испытания	Число циклов замораживания - оттаивания для раствора марки по морозостойкости										
	F10	F15	F25	F35	F50	F75	F100	F150	F200	F300	F400
Основной	$\frac{5^*}{10}$	$\frac{10^*}{15}$	$\frac{15^*}{25}$	$\frac{25^*}{35}$	$\frac{35^*}{50}$	$\frac{50^*}{75}$	$\frac{75^*}{100}$	$\frac{100^*}{150}$	$\frac{150^*}{200}$	$\frac{200^*}{300}$	$\frac{300^*}{400}$

* - Над чертой указано число циклов, после которого проводят промежуточное испытание, под чертой - итоговое число циклов, соответствующее марке смеси по морозостойкости.

Марку смесей по морозостойкости при испытании основным методом принимают за соответствующую требуемой, если среднее значение прочности на сжатие

основных образцов после проведения числа циклов переменного замораживания и оттаивания, установленных в таблице 18 для данной марки, уменьшилось не более чем на 10 % по сравнению со средней прочностью на сжатие контрольных образцов.

Марка смеси по морозостойкости не соответствует требуемой, если среднее значение прочности на сжатие основных образцов данной марки по морозостойкости уменьшилось более чем на 10 % по сравнению со средней прочностью на сжатие контрольных образцов. В этом случае марку смеси по морозостойкости устанавливают по результатам промежуточных испытаний.

Если уменьшение среднего значения прочности основных образцов после промежуточных испытаний по сравнению со средним значением прочности контрольных образцов превышает 10 %, испытания прекращают, как не соответствие смеси требуемой марке по морозостойкости.

Проведение испытания по ускоренному методу

Образцы раствора, насыщенные водой, помещают поочередно или одновременно, в зависимости от модификации дилатометра, в измерительную камеру (измерительные камеры) дилатометра. Стандартный образец помещают в отдельную камеру.

Камеру (камеры) дилатометра заполняют керосином и герметизируют. Дилатометр с образцами устанавливают в морозильную камеру и выдерживают в течение 30 мин, после чего начинают снижать температуру со скоростью $0,3^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до температуры минус $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Во время замораживания непрерывно записывают кривую разности объемных деформаций испытываемых и стандартного образцов.

Марку смесей по морозостойкости при испытании серии образцов по ускоренному методу, выраженную в циклах переменного замораживания и оттаивания образцов в воде, принимают по таблице 19.

Таблица 19 - Число циклов замораживания - оттаивания при определении морозостойкости ускоренным методом

Форма и размер базового образца, мм	Вид раствора	Пределы максимального относительного увеличения разности объемной деформации испытуемых и стандартного образцов $Q_{cp} \cdot 10^{-3}$ для марки раствора по морозостойкости								
		F25	F35	F50	F75	F100	F150	F200	F300	F400
Куб 70x70x70 мм	Тяжелый	Более 1,53	1,53-1,08	1,08-0,79	0,79-0,52	0,52-0,39	0,39-0,25	0,25-0,17	0,17-0,10	Менее 0,10
	Легкий	2,74-1,87	1,87-0,92	0,92-0,46	0,46-0,19	Менее 0,19	-	-	-	-

При испытании образцов, отличающихся по размеру от базового, учитывают масштабный коэффициент K_M , рассчитываемый по формуле

$$K_M = \frac{V}{V_{CT}}, \quad (4)$$

где V - объем испытуемого образца, см³;

V_{CT} - объем стандартного образца (343 см³).

Фактическое значение относительных деформаций Q_{Φ} с учетом масштабного коэффициента определяют по формуле

$$Q_{\Phi} = K_M \cdot Q_{cp} \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

Марку смеси по морозостойкости при испытании по ускоренному методу принимают соответствующей требуемой, если среднеарифметическое значение относительного увеличения разности объемной деформации серии образцов $Q_{cp} \cdot 10^{-3}$ находится в пределах значений относительного увеличения разности объемной деформации стандартного и испытуемых образцов, указанных в таблице 19 для данной марки смеси по морозостойкости.

При совпадении среднеарифметического значения относительного увеличения разности объемной деформации серии образцов с граничными значениями диапазона назначают марку смеси по морозостойкости, предшествующую требуемой.

Определение морозостойкости контактной зоны

Морозостойкость контактной зоны смесей характеризуют маркой по морозостойкости $F_{кз}$.

За марку смесей по морозостойкости контактной зоны $F_{кз}$ принимают установленное нормативными или техническими документами на смеси конкретных видов число циклов переменного замораживания и оттаивания образцов, испытанных основным методом, при которых прочность сцепления (адгезия) с основанием образцов, уменьшается не более чем на 20 % по сравнению с первоначальной.

Для испытания изготавливают 15 образцов: пять образцов - контрольные, десять - основные для переменного замораживания и оттаивания (пять образцов - для промежуточных испытаний, пять - для итоговых).

Контрольные образцы перед определением прочности сцепления с основанием, а основные образцы перед замораживанием насыщают водой температурой от 18 °С до 20 °С в течение 48 ч.

Контрольные образцы после насыщения водой хранят в течение 2-4 ч в естественных условиях (температура от 20 °С до 23 °С, влажность от 50 % до 60 %), после чего испытывают на прочность сцепления с основанием.

Основные образцы подвергают переменному замораживанию и оттаиванию.

Число циклов переменного замораживания и оттаивания при промежуточных и итоговых испытаниях, после которых определяют прочность сцепления, устанавливают по таблице 20. Число одновременно испытываемых образцов должно быть не менее пяти.

Таблица 20 - Число циклов замораживания - оттаивания при промежуточных и итоговых испытаниях

Метод испытания	Число циклов замораживания - оттаивания раствора марки по морозостойкости						
	F10	F15	F25	F35	F50	F75	F100
Основной	$\frac{5^*}{10}$	$\frac{10^*}{15}$	$\frac{15^*}{25}$	$\frac{25^*}{35}$	$\frac{35^*}{50}$	$\frac{50^*}{75}$	$\frac{75^*}{100}$

* - Над чертой указано число циклов, после которого проводят промежуточное испытание, под чертой - число циклов, соответствующее марке смеси по морозостойкости контактной зоны.

Для определения прочности сцепления с основанием основных образцов после их оттаивания, через 2-4 ч хранения в естественных условиях к ним приклеивают штампы. Образцы со штампами выдерживают при температуре от 20°C до 23°C и относительной влажности воздуха от 50 % до 60 % в течение 24 ч, после чего испытывают.

Марку смесей по морозостойкости контактной зоны принимают за соответствующую требуемой, если среднее значение прочности сцепления (адгезии) основных образцов после установленного в нормативных или технических документах на смеси конкретных видов для данной марки числа циклов переменного замораживания и оттаивания уменьшилось не более чем на 20 % по сравнению со средней прочностью контрольных образцов.

Марка смеси по морозостойкости контактной зоны не соответствует требуемой, если среднее значение прочности сцепления (адгезии) основных образцов данной марки по морозостойкости уменьшилось более чем на 20 % по сравнению со средней прочностью сцепления (адгезией) контрольных образцов. В этом случае марку смеси по морозостойкости назначают по результатам промежуточных испытаний.

Если уменьшение среднего значения прочности сцепления (адгезии) основных образцов после промежуточных испытаний по сравнению со средним значением прочности сцепления (адгезией) контрольных образцов превышает 20 %, испытания прекращают.

4.3.2 Сухие строительные смеси на основе гипса

Испытания смесей на гипсовом вяжущем проводят в помещениях специализированных лабораторий при температуре воздуха (20 ± 2) °C и относительной влажности (60 ± 10) %.

Определение влажности

Влажность сухой смеси определяют по разности масс навески смеси до и после ее высушивания.

Для этого навеску сухой смеси массой не менее 10 г помещают в предварительно взвешенную бюксу, распределяют равномерным слоем толщиной до 2 мм и взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г.

Навеску высушивают в сушильном шкафу при температуре (45 ± 3) °С в течение не менее 1 ч до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г.

Влажность сухой смеси W , % по массе, вычисляют с точностью до 0,1 % по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} 100 \quad (6)$$

где m - масса бюксы, г;

m_1 - масса бюксы с навеской до сушки, г;

m_2 - масса бюксы с навеской после сушки, г.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытания двух навесок, округленное до первой значащей цифры после запятой.

Определение зернового состава

Методом рассеивания на ситах ручным или механическим способом определяют содержание зерен размером, установленным стандартом или техническими условиями на сухую смесь конкретного вида.

Из лабораторной пробы сухой смеси отбирают пробу массой 200 г, высушивают до постоянной массы при температуре (45 ± 3) °С в течение не менее 1 ч и охлаждают в сушильном шкафу до комнатной температуры.

Высушенную пробу просеивают через сито с отверстиями диаметром 5 мм. Из пробы, прошедшей через сито, отбирают навески массой 30 г каждая и просеивают каждую навеску через соответствующее сито, указанное в стандарте или технических условиях на смесь конкретного вида. Число отобранных навесок соответствует числу сит, входящих в набор.

При просеивании сито с навеской, укрепленное на поддоне, удерживают рукой с небольшим наклоном, встряхивают и затем ударяют ситом по свободной руке с частотой 125 ударов в минуту для равномерного распределения сухой смеси на си-

те. После 25 ударов сито поворачивают на 90°. После просеивания в течение 1 мин остаток на сите взвешивают и продолжают просеивание до тех пор, пока масса сухой смеси, прошедшей через сито в течение 1 мин, не будет менее 0,4 г.

После просеивания в течение приблизительно 3 мин кисточкой очищают раму сита от остатков сухой смеси, возвращая их на сито, и продолжают просеивание. Просеивание считают законченным, если масса сухой смеси, прошедшей через сито в течение 1 мин, будет менее 0,2 г.

Кисточкой очищают каждую сторону сита. Остаток смеси с кисточки возвращают на сито, на котором проводилось просеивание.

Остаток на сите взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г.

Определяют частный остаток на каждом сите α_i в процентах массы просеиваемой навески по формуле

$$\alpha_i = \frac{m_i}{m} 100. \quad (7)$$

где m_i - масса остатка на сите, г;

m - масса просеиваемой навески, г.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений содержания зерен на каждом сите.

Растворную смесь готовую к употреблению приготавливают в смесителе или в ручную.

Определение подвижности литых смесей

Сущность метода заключается в определении количества воды, необходимой для получения растворной смеси требуемой подвижности, определяемой по диаметру расплыва (растекаемости) образца растворной смеси.

Определяют диаметр расплыва образца растворной смеси, помещенной в форму (кольцо Вика), после снятия формы.

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.

Растворную смесь приготавливают в следующей последовательности:

- 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 лопаткой 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 в форму, установленную в центре стеклянной пластинки, удаляя металлической линейкой избыток смеси вровень с верхним краем формы. Форму резко поднимают строго вверх (выше верхней поверхности пробы), 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, опреде-

ляют водотвердое отношение $\frac{B}{T}$ - по формуле

$$\frac{B}{T} = \frac{m_1}{m_2}, \quad (8)$$

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

m_2 - масса навески сухой смеси, г.

Определение водотвердого отношения повторяют, используя новую пробу сухой смеси.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов измерения диаметра расплыва двух образцов растворной смеси.

Значение водотвердого отношения используют при определении водоудерживающей способности.

Определение подвижности пластичных растворных смесей

Определяют диаметр расплыва образца растворной смеси на встряхивающем столике.

Для этого воду в количестве, указанном в маркировке сухой смеси и необходимым 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 400 г всыпают в воду в течение 5 - 10 с;
- перемешивают смесь в течение 1 мин в смесителе 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. Эксцентриситет установки формы относительно центра пластинки на столике не должен превышать 1 мм. 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 один удар в секунду. 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 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 - по формуле 8.

Определение водотвердого отношения повторяют, используя новую пробу сухой смеси. За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов измерения диаметра расплыва двух образцов растворной смеси, округленное до 1 мм.

Если не представляется возможным определить подвижность из-за быстрого схватывания растворной смеси, допускается в воду для затворения добавлять замедлитель схватывания.

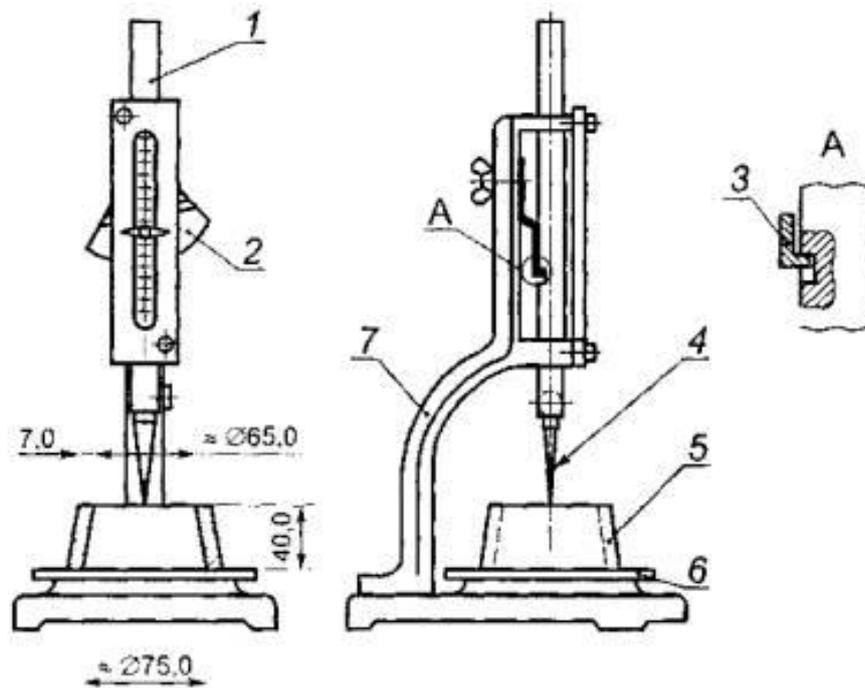
Определение начала схватывания

Сущность метода заключается в определении глубины погружения в растворную смесь требуемой подвижности съемного конуса, установленного на приборе Вика (рисунок 12-14).

Время начала схватывания характеризует продолжительность переработки растворной смеси, в течение которого смесь следует использовать по назначению.

Для определения готовят растворную смесь с заранее установленной подвижностью. При приготовлении растворной смеси фиксируют время засыпки сухой смеси в воду t_0 (начало затворения).

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



1 - подвижный стержень; 2 - пластинка-фиксатор подвижного стержня; 3 - пружинная пластина; 4 - погружной съемный конус; 5 - кольцо Вика; 6 - стеклянная пластинка; 7 - штатив

Рисунок 12 - Прибор Вика со съемным конусом

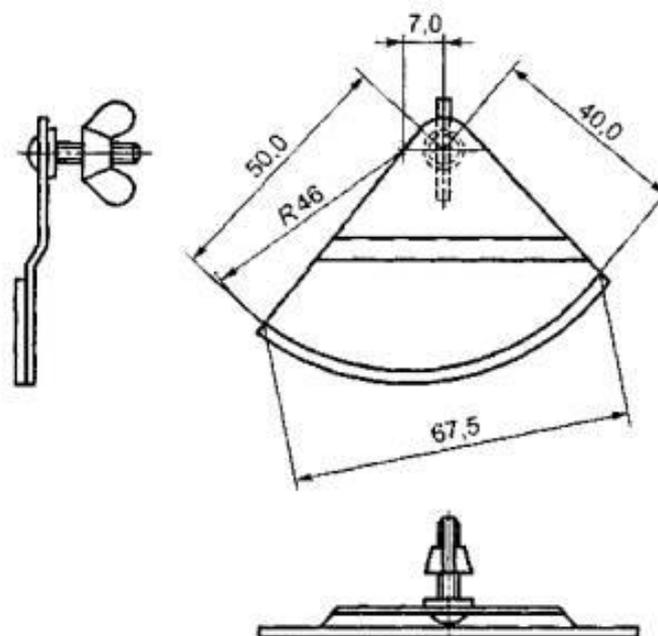
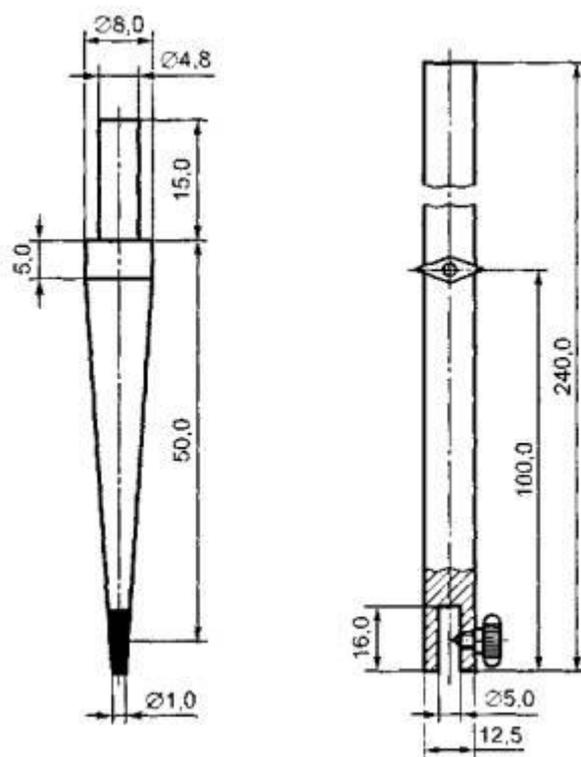


Рисунок 13 - Пластинка-фиксатор подвижного стержня с конусом



а) съемный конус, материал - сталь б) подвижный стержень, материал - алюминиевый сплав

Рисунок 14 - Подвижная часть прибора Вика

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 конуса - 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

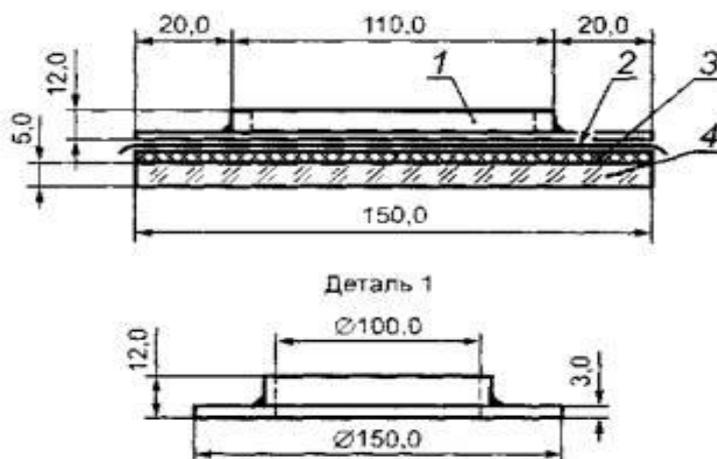
$$T = t_1 - t_0 \quad (9)$$

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 испытания взвешивают 10 листов фильтровальной бумаги с погрешностью $\pm 0,1$ г, помещают на стеклянную пластинку и сверху укладывают прокладку из марлевой ткани. На прокладку устанавливают металлическое кольцо и все устройство взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г (рисунок 15).



1 - кольцо со смесью; 2 - прокладка из марлевой ткани; 3 - десять листов бумаги; 4 - стеклянная пластинка

Рисунок 15 - Схема устройства для определения водоудерживающей способности

Приготовленную смесь укладывают в металлическое кольцо вровень с краями, выравнивают ножом, протертым влажной тканью, взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г и оставляют на 10 мин.

По истечении 10 мин кольцо со смесью снимают вместе с марлей. Бумагу взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ г.

Водоудерживающую способность смеси устанавливают по содержанию воды в пробе смеси после испытания.

Первоначальную массу воды в смеси $m_{в}$, г, определяют по формуле

$$m_{\text{в}} = m_{\text{с}} \frac{B}{T} \quad (10)$$

где $m_{\text{с}}$ - масса растворной смеси, уложенной в металлическое кольцо, г, определяемая по формуле

$$m_{\text{с}} = m_2 - m_1 \quad (11)$$

$\frac{B}{T}$ - водотвердое отношение;

m_2 - масса устройства с растворной смесью, г;

m_1 - масса устройства без растворной смеси, г.

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

$$m_{\text{пот}} = \frac{m_{\text{вб}}}{m_{\text{в}}} 100 \quad (12)$$

где $m_{\text{вб}}$ - масса воды, поглощенной бумагой, г, определяемая по формуле

$$m_{\text{вб}} = m_3 - m \quad (13)$$

$m_{\text{в}}$ - 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

$$B = 100 - m_{\text{пот}} \quad (14)$$

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний двух проб.

Определение прочности сцепления с основанием (адгезии)

Сущность метода аналогична испытаниям цементных смесей и заключается в определении предельного сопротивления отрыву затвердевшего раствора от основания.

Отличие заключается в изменении времени твердения образцов. Изготовленные образцы до проведения испытания выдерживают в камере в течение 7 сут. при температуре $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(60 + 10) \%$. Через 7 сут. к затвердевшим образцам приклеивают металлические пластинки с приспособлением для отрыва образцов и продолжают хранение образцов в камере при температуре $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности (60 ± 10) в течение 24 ч. При приклеивании необходимо следить, чтобы пластинки располагались строго по центру поверхности образцов, а клей не растекался по боковым поверхностям.

Силу отрыва образцов от основания определяют через 24 ч на прессе ил и другом средстве измерения при равномерной скорости нарастания нагрузки. Скорость нарастания нагрузки в зависимости от ожидаемого сопротивления отрыву (прочности сцепления) приведена в таблице 21.

Таблица 21 - Скорость нарастания нагрузки в зависимости от ожидаемого сопротивления отрыву

Ожидаемое сопротивление отрыву, МПа (Н/мм ²)	Скорость нарастания нагрузки	
	Н/с	МПа/с
Менее 0,2	5	0,003
Св. 0,2 до 0,5 включ.	25	0,013
Св. 0,5 до 1,0 включ.	100	0,050
Более 1,0	200	0,100

Отмечают характер отрыва образцов.

Прочность сцепления (адгезию) образца с основанием определяют как максимальную силу, приложенную перпендикулярно к поверхности образца, при которой происходит отрыв образца от основания.

Каждое единичное значение прочности сцепления округляют до 0,1 МПа.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов 5 образцов А, МПа.

Определение предела прочности на растяжение при изгибе и при сжатии

Определяют прочность на растяжение при изгибе и при сжатии образцов-балочек размерами 160×40×40 мм, изготовленных из растворной смеси требуемой подвижности.

Для определения предела прочности на растяжение при изгибе образцы-балочки после 7-и суток твердения высушивают в сушильном шкафу при температуре $(45 \pm 3) ^\circ\text{C}$ в течение не менее 1 ч до постоянной массы и охлаждают в сушильном шкафу до $15 ^\circ\text{C} - 20 ^\circ\text{C}$.

Далее образец устанавливают на опоры прибора для испытания на изгиб так, чтобы его грани, горизонтальные при изготовлении, находились в вертикальном положении. Расстояние между опорами должно быть $(100 \pm 0,152)$ мм. Скорость нарастания нагрузки - (50 ± 10) Н/с.

Предел прочности на растяжение при изгибе одного образца $R_{\text{изг}}$ МПа ($\text{Н}/\text{мм}^2$, $\text{кгс}/\text{см}^2$), определяют по формуле

$$R_{\text{изг}} = 0,0235 F \quad (15)$$

где F - разрушающая нагрузка, Н.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний трех образцов, вычисленное с точностью $\pm 0,05$ МПа.

Предел прочности при сжатии определяют испытанием шести половинок образцов-балочек, полученных при испытании на изгиб.

Половинку образца помещают между двумя пластинками для передачи нагрузки на образец так, чтобы боковые грани, которые при формовании образцов находились в вертикальном положении, находились в плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегали к торцевой гладкой грани образца. Скорость нарастания нагрузки при испытании - (50 ± 10) Н/с.

Предел прочности при сжатии одного образца $R_{\text{сж}}$, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{\text{сж}} = \frac{F}{S}, \quad (16)$$

где F - разрушающая нагрузка, Н;

S - площадь рабочей поверхности пластинки, равная 25 см^2 .

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытания шести образцов, вычисленное с точностью $\pm 0,1$ МПа.

5 Проектирование составов

В развитии любой научной области наступает период, когда актуальным становится качественно новое обобщение накопленных знаний, которые должны сложиться в определённую, доступную для понимания и эффективного применения систему. Это означает, что в результате соответствующего обобщения, осуществляемого на основе современного накопленного опыта, должны стать ясными проблематика и структура данной области, содержание её составных частей, фундаментальная основа, прикладные её следствия и проблемы дальнейшего развития.

Современная отечественная отрасль сухих строительных смесей переживает момент, который характеризуется определённым существенным прорывом в своих научных исследованиях и одновременно интеллектуальной «шлифовкой» его традиционных, ставших уже классическими положений.

Малоизученной темой в исследовании отечественных сухих строительных смесей является создание современных рекомендаций и принципов проектирования составов эффективных сухих строительных смесей.

Специалистами отмечается, что основные физико-механические характеристики сухих строительных смесей должны закладываться именно на стадии проектирования.

Представленные в СП 82-101-98 [91] рекомендации и расчетный метод по подбору составов строительных растворов позволяют условно разработать рецептуру смеси определенной марки по прочности. Условность в данном случае заключается в применении как значительного количества усредненных коэффициентов, так и в отсутствии учета других, не менее важных (структурных, технологических и т.д.) показателей. Кроме того, представленная методика абсолютно не учитывает индивидуальные особенности сырьевых компонентов, которые позволяют выявить направления наиболее рационального использования.

Частичное преодоление недостатков расчетного метода проектирования составов сухих смесей возможно при использовании статистических методов [8]. Учитывая тот факт, что смесь может состоять из фракционированного песка (до четырех

фракций), вяжущего (возможно сложного), наполнителей и воды, то число независимых факторов может достигать 5-8, не говоря уже об использовании добавок модификаторов. Это приводит к существенной громоздкости экспериментальных исследований и зачастую к возможности реализации только в специализированных лабораториях. Но даже в этом случае трудно учесть и рационально использовать индивидуальные особенности отдельных компонентов.

В связи с этим можно утверждать, что эффективной методики проектирования составов сухих строительных смесей с учетом индивидуальных особенностей сырьевых компонентов нет.

Отсутствие общепринятых критериев проектирования и комплексности в подходе к созданию составов сухих строительных смесей вынуждает разработчиков выдвигать и в дальнейшем применять свои, более узкие принципы при подборе рецептур смесей.

Так, Козлов В. В. предлагает рассматривать сухие строительные смеси как адгезив. Совместная работа склеиваемых элементов в конструкции зависит от монолитности их соединения, определяемого адгезивами с комплексом заданных свойств и структурой адгезионного соединения. Процесс проектирования и оптимизации составов смесей в данном случае решает двуединую задачу. С одной стороны, должны достигаться высокие когезионные, прочностные и деформативные свойства, что обеспечивается оптимальной структурой, а с другой стороны, они должны иметь высокие адгезионные свойства, что обеспечивается реологией адгезива.

В другом случае, при расчете составов и параметров сухие строительные смеси рассматриваются как зернистые системы [9 - 11]. Основной принцип данной методики - это максимально плотная упаковка частиц в смеси. При этом авторами уточняется, что теоретически рассчитать состав, в который входит до 8 компонентов, практически невозможно. Однако определение количества основных компонентов – задача вполне решаемая. В данном случае расчет ведётся на основе зависимостей теории компактной упаковки шаровидных зёрен. Данная методика также далека от учета индивидуальных особенностей сырья.

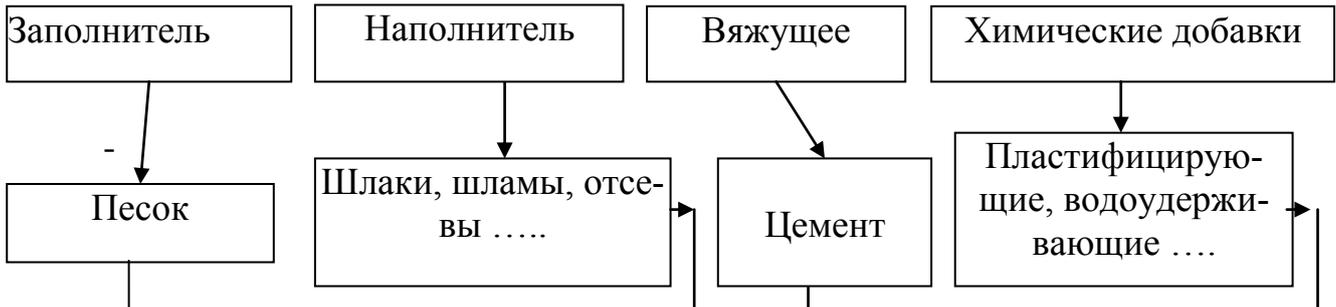
Значительным интересом пользуются общепринятые методы определения влияний модифицирующих добавок на качественные показатели смеси и раствора, хотя современное строительство требует все большей специализации в данном вопросе.

Для создания универсальной системы методов испытания с учётом специфических особенностей и разнообразия современных сухих смесей необходимо рассмотреть существующие отечественные и зарубежные методики, а также учесть всё разнообразие методов, представленных в технических условиях на отдельные виды выпускаемой продукции. Только на основе синергизма мирового методологического аппарата возможна разработка передового нормативного документа. Очевидно, что при выборе каких-либо видов сухих смесей разработчики опираются на те технические характеристики, которые отражены в нормативной документации.

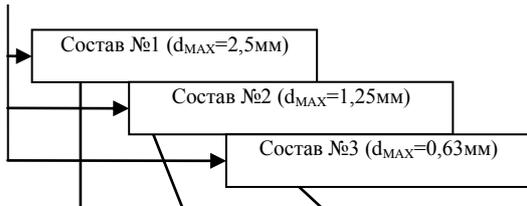
При решении сложной и многоплановой задачи повышения качества строительных материалов важную роль играют вопросы создания новых эффективных строительных материалов, которыми являются сухие строительные смеси. Целенаправленная разработка составов строительных растворов с использованием местных сырьевых компонентов и отходов промышленности позволяет получить продукт, не уступающий по качеству зарубежным аналогам, но более привлекательный в экономическом плане. Именно планомерная оптимизация всех составляющих сухих строительных смесей, учет индивидуальных особенностей сырьевых компонентов и условий их взаимодействия позволяют подобрать наиболее рациональный состав. Для решения этой задачи, на основании результатов ранее проведенных исследований разработана методика проектирования составов сухих строительных смесей, схематично отраженная на рисунке 16, основные этапы которой опубликованы [20 - 37].

Первые пять этапов посвящены разработке, оптимизации и анализу минеральной части сухих строительных смесей, под которой понимается рационально подобранная смесь, состоящая из вяжущего, заполнителя и наполнителя.

Этап № 1 – Определение качественных характеристик сырьевых материалов



Этап № 2 – Изучение гранулометрии и подбор составленных песков



Этап № 3 – Изучение системы «цемент-наполнитель», расчёт составов низкомарочных вяжущих



Этап № 4 – Разработка минеральной части для строительных растворов различного назначения



Этап № 5 – Расчет составов немодифицированных строительных растворов различных марок



Этап № 6 – Изучение влияния химических добавок на свойства смеси и раствора



Этап № 7 – Расчет составов сухих строительных смесей



Рисунок 16 – Этапы проектирования составов сухих строительных смесей

Модификация сухих строительных смесей химическими добавками позволяет корректировать и улучшать строительно-технические свойства минеральных составов до заданных критериев проектирования, что и достигается на двух заключительных этапах.

Проектирование составов эффективных сухих строительных смесей должно включать в себя последовательное выполнение следующих этапов:

Этап №1 – Определение качественных характеристик сырьевых материалов.

На первом этапе производится выбор сырьевых компонентов. Основными критериями подбора являются следующие факторы:

- доступность (учитывалось расположение месторождений, производственных предприятий и отвалов);
- запасы (рассматривались мощности производственных предприятий, учитывались сведения геологической разведки карьеров, оценивались объемы отходов, содержащихся в отвалах с учетом ежегодного прироста);
- технологичность (расставлялись приоритеты технологической готовности компонентов, главным образом наполнителей);
- соответствие действующей отечественной нормативной документации.

Этап № 2 - Изучение гранулометрии и подбор составленных песков.

На базе выбранного месторождения по общепринятым принципам производится разработка составленных песков для смесей различного назначения. Особенность этапа заключается в создании практической модели фракционированных заполнителей. Для этого производится подбор гранулометрических составов песка с учетом принципов теории компактной упаковки. Для более точного определения оптимального соотношения между фракциями, т.е. получения максимальной насыпной плотности, необходима планомерная разработка двух-, трёх- и четырёхкомпонентных систем составленных песков. Если производственная линия ориентирована на двухфракционный заполнитель, то разработка заканчивается ещё на первой стадии, если трёх- и четырёх-, то соответственно на второй и третьей стадиях подбора.

Этап № 3 – Изучение системы «цемент- наполнитель», расчет составов низкопрочных вяжущих.

По мнению многих авторов, изменяя качественный и количественный состав частиц дисперсной фазы, можно контролировать процесс формирования первичных кластерных структур в твердеющих композитах. Оптимальная концентрация и гранулометрический состав наполнителя обеспечивают достижение минимальной усадки при твердении за счет организации структуры, что сказывается на снижении роста трещин в твердеющих дисперсных системах.

Реализацию данного этапа необходимо начать с изучения структуры и формы зёрен минеральных наполнителей и далее изучить их влияние на свойства разбавленного вяжущего. Прослеживая изменения реологических свойств вяжущей системы и структуры камня при наполнении цемента необходимо провести оценку основных направлений использования того или иного состава. В рамках данного этапа возможно проведение исследований по созданию низкоусадочных вяжущих определённых марок.

Этап № 4 - Разработка минеральной части для строительных растворов различного назначения.

Подбор составов минеральной части сухих смесей проводят при помощи метода математического планирования. В качестве переменных факторов выступают соотношения: наполнитель/вяжущее отправной точкой для которого стали исследования, проведенные на этапе №3, наполнитель/вяжущее – этап №2. После обработки результатов эксперимента с помощью специализированных программ на ЭВМ строятся ряд зависимостей влияния составов минеральных частей сухих смесей на их свойства.

При проведении эксперимента контролируют основные характеристики смеси и раствора, такие как: водопотребность смеси, прочность на сжатие, водоудерживающая способность, полная и открытая пористость, плотность смеси и затвердевших образцов на ее основе и т.д.

Этап № 5 - Расчет составов немодифицированных строительных растворов различных марок.

На данном этапе рассчитываются составы минеральной части определённых марок и характеристики, которыми они обладают. Для определения рационального содержания составляющих минеральной части с целью получения смеси с заданными характеристиками анализируются уравнения влияния компонентов на свойства смеси, полученные ранее. Необходимо решить систему с заранее заложенными значениями свойств и приоритетами расхода того или иного материала. Общий вид системы выглядит следующим образом:

$$F(X_1; X_2) = f(f_1; f_2; f_3; f_4; \dots; f_n) \quad (17)$$

где $X_1; X_2$ – изменяемые параметры эксперимента (содержание компонентов минеральной части);

$f_1; f_2; f_3; f_4; \dots; f_n$ - функции влияния содержания компонентов минеральной части на водопотребность смеси, прочность при сжатии, водоудерживающую способность, пористость и т.д.

Этап № 6 - Изучение влияния химических добавок на свойства смеси и раствора.

На данном этапе определены основные направления воздействия добавками на сухие смеси. В результате определения функциональности необходимых химических добавок производится выбор определённых марок исходя из рекомендаций фирм производителей или распространителей. Предварительное оптимальное содержание добавок пластификаторов и водоудерживающих реагентов подбирают исходя из изменений характеристик смесей. Именно рациональное соотношение между этими модификаторами позволяет получить смесь со значительной водоудерживающей способностью и требуемой подвижностью. Окончательное утверждение оптимального сочетания производят после определения параметров раствора. Влияние полимерных порошков на свойства смесей проявляется незначительно, в то время как изменения параметров растворов ощутимые. Поэтому выбор необходимого со-

держания добавок данного типа производится по параметрам растворов с корректировкой по изменениям характеристик смесей.

Этап № 7 - Расчет составов сухих строительных смесей.

На заключительном этапе по ранее построенным зависимостям рассчитываются составы комплексных добавок-премиксов и определяется оптимальное их содержание в сухих строительных смесях различных марок и назначения. Полученные модифицированные сухие смеси и характеристики, которыми они обладают, сравниваются с существующими аналогами. По результатам исследований делаются выводы.

Заключение

Представленное учебное пособие раскрывает вопросы исторического и технического развития отрасли производства и применения сухих строительных смесей, классификацию и номенклатуру выпускаемой продукции, нормативные методы определения качественных характеристик и основные этапы методики целенаправленной разработки составов строительных растворов с использованием местных сырьевых компонентов и отходов промышленности. Однако, широкое разнообразие и массовое внедрение смесей в практику строительства диктует необходимость более глубокого исследования ряда незатронутых вопросов. Так, для оценки качества строительных материалов на основе цемента наряду с основными показателями, важное значение имеет долговечность, которая не является абсолютной величиной, остающейся неизменной в течение времени. Структура и свойства отделочных покрытий подвержены постоянным изменениям не только под воздействием окружающей среды, но и происходящих внутри термодинамических процессов, при которых система стремится к более низкому энергетическому уровню (упорядочению структуры). Отмечено, что скорость внутренних преобразований зависит от условий эксплуатации, технологических и конструкторских мер защиты. Комплексное воздействие агрессивных факторов приводит к ускоренному старению строительных материалов, что в первую очередь проявляется на поверхностных участках зданий и сооружений. Это связано с особенностью капиллярно-пористой структуры строительных композитов гидратационного твердения. Действие воды при изменении агрегатного состояния или содержащей химические и биологические агрессивные вещества приводит к деструктивным изменениям материала и снижает надежность системы в целом.

Другим не менее важным направлением исследований является оптимизация технологических процессов производства сухих смесей в соответствии с предложенной методикой проектирования и ведения строительного-отделочных работ или поиск новых решений. Это во многом определяет качество конечного продукта и экономику производства.

Так же, большие перспективы за внедрением и адаптацией различных методов атомно-молекулярного моделирования к производственному процессу, которые позволят прогнозировать свойства и долговечности растворного камня.

Список использованных источников

1. Bauer, R. Dru Mortars: Энциклопедия промышленной химии [Электронный ресурс] /Bauer, R., Lutz, H.- Wiley: VCH, Weinheim, 2003.
2. Беляев, Е. 400 процентов [Электронный ресурс] // "Мир стройиндустрии". – 2001, №2. - Режим доступа: http://www.spsss.ru/about_spsss/pages.php?content=publish/article3 - Загл. с экрана.
3. Konietzko, A. Применение современных сухих строительных смесей заводского изготовления / А. Konietzko // ZKG (Zement. Kalk. Gips) International. –1985, no.12.
4. А.с. 1616868 Российская Федерация, МПК⁵ С04В7/14. Вяжущее / Вертопрахова Л.А., Иванова Р.П., Гальперина Т.Я., Макаров В.И., Миронов А.С., Рублева Л.Д., Кондольская О.И. (РФ). - № 4459299/23-33; Заяв. 12.07.88; Бюл.№48.- С 75.
5. А.с. 18115151 Российская Федерация, МПК⁵ С04В7/00 Вяжущее / Сватовская Л.Б., Соловьева В.Я., Сычев М.М., Яхнич И.М., Сватовская М.Б., Абакумова Ю.П., Черкаков В.А. (РФ). - № 4821587/33; Заяв. 03.06.90; Бюл.№15.-С 196.
6. А.с. 2008290 Российская Федерация, МПК⁵ С04В7/00 Вяжущее / Ключосов А.А., Свечников А.И., Вяхирев В.И., Новиков В.И., Суханова Л.С. (РФ). - № 4931780/33; Заяв. 29.04.91; Бюл.№4.-С 80.
7. А.с. 1771471 Российская Федерация, МПК⁵ С04В40/00 Способ получения вяжущего / Ситников И.В., Бедарев В.В., Эрман А.М. (РФ).- №4908986/33; Заяв. 04.12.90; Бюл.№39.- С 204.
8. А.с. 2005697 Российская Федерация, МПК⁵ С04В7/14 Вяжущее / Мартыненко А.А., Коваленко Н.Ю. Олидорт В.И., Иванов В.П., Сураат Л.Е. (РФ).- №5012888/33; Заяв. 21.11.91; Бюл.№1.- С 74.
9. А.с. 2082687 Российская Федерация, МПК⁶ С04В9/00 Способ получения вяжущего / Кузнецова Т.В., Моффе Е.М. Колпаков С.В., Чертков А.А., Хромышева Г.В., Дзюба В.И., Сагалевич Ю.Д., Шедугубов В.Д., Кононова В.А., Гризьяк Ю.С. (РФ).- №5068073/03; Заяв. 02.12.92; Бюл.№18.- С 131.
10. А.с. 2119897 Российская Федерация, МПК⁶ С04В7/04 Цемент / Осипов А.А., Чащин С.О., Широков В.И. (РФ).-№98107156/03; Заяв. 22.04.98; Бюл.№28.- С 251.

11. А.с. 2152367 Российская Федерация, МПК⁷ С04В7/52 Способ приготовления вяжущего вещества / Князев С.В., Мироненко С.В., Янковский Ю.Ф. (РФ).- №98116657/03; Заяв. 27.08.98; Бюл. №19.- С 448.
12. А.с. 2165906 Российская Федерация, МПК⁷ С04В28/04 Вяжущее / Ерофеев В.Т., Черкасов В.Д. Соломатов В.И., Митина Е.А., Шаров В.Г., Косов Н.Ф., Бурнайкин Н.Ф., Грибанова Е.П., Лишко Г.Н., Симонов А.В., Осипов А.П., Скобцова М.Н. (РФ).- №98101626/03; Заяв. 27.01.98; Бюл. №12.- С 415.
13. А.с. 2168476 Российская Федерация, МПК⁷ С04В26/02 Вяжущее / Зубехин А.П., Голованова С.П., Кирсанов П.В. (РФ).- №99116639/04; Заяв. 29.07.99; Бюл. №16.- С 198.
14. А.с. 2180323 Российская Федерация, МПК⁷ С04В7/02 Сульфатостойкий барий-содержащий портландцемент / Усачев А.Н., Тихонов С.В. Нак И.В., Вылиток А.В., Ноздря В.И., Саморуков Д.В., Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р., Кузнецова Т.В. (РФ).- №2001105741/03; Заяв. 01.03.01; Бюл. №7.- С 202.
15. А.с. 2232731 Российская Федерация, МПК⁷ С04В35/565 Безусадочный цемент / Осокин А.П., Пушкарев И.С. Сивков С.П., Энтин З.Б. (РФ).- №2001123471/03; Заяв. 23.08.01; Бюл. №20.- 322 с.: ил.
16. А.с. 1616877 Российская Федерация, МПК⁵ С04В28/14 Состав для приготовления сухой штукатурной смеси / Гонтарь Ю.В., Иванецкий В.В. Гончар В.Ф., Чалова А.И., Лычаков В.И. (РФ).- №4440576/23-33; Заяв. 03.05.88; Бюл. №48.- С 77.
17. А.с. 1838272 Российская Федерация, МПК⁵ С04В28/08 Бетонная смесь / Образцова Н.П., Хорсун Л.А., Гонтарь Д.К. (РФ).- №4870537/33; Заяв. 08.10.90; Бюл. №32.- С 240.
18. А.с. 2184097 Российская Федерация, МПК⁷ С04В26/26 Декоративная цветная сухая штукатурная смесь / Прозоров Е.А., Прозоров А.А. (РФ).- №2001120887/03; Заяв. 26.07.01; Бюл. №18.- 207 с.
19. А.с. 2017698 Российская Федерация, МПК⁵ С04В28/04 Бетонная смесь / Штейн Б.Я., Гольденберг Л.Б., Сотников О.А. (РФ).- №5019371/05; Заяв. 27.12.91; Бюл. №15.- С 64.

20. А.с. 2057098 Российская Федерация, МПК⁶ С04В28/04 Бетонная смесь / Батраков В.Г., Каприелов С.С. Шейнфельд А.В., Жигулев Н.Ф. (РФ).- №92006790/04; Заяв. 16.11.92; Бюл.№9.- С 214.
21. А.с.2118622 Российская Федерация, МПК⁶ С04В28/00 Способ получения сухой строительной смеси / Чурилин Б.Б., Бродский Ю.А. Колосов С.Л., Зайцева И.В. (РФ).-№97107447/03; Заяв. 06.05.97; Бюл. №25.- С 265.
22. А.с. 2122532 Российская Федерация, МПК⁶ С04В28/04 Сухая строительная смесь / Левин В.П., Филиппов В.Н. Ткаченко В.В., Жук Л.В. (РФ).-№96119507/03; Заяв. 30.09.96; Бюл.№33.- С 330.
23. А.с. 2119467 Российская Федерация, МПК⁶ С04В28/02 Сухая строительная смесь / Левин В.П., Филиппов В.Н. Ткаченко В.В., Липрингер В.М. (РФ).- №96119506/03; Заяв. 30.09.96; Бюл.№27.- С 387.
24. А.с. 2144908 Российская Федерация, МПК⁷ С04В28/02 Сухая цементно-песчаная смесь “прогресс-II” / Базоев О.К. (РФ).-№99102376/03; Заяв. 12.02.99; Бюл.№3.- С 330.
25. А.с. 2145310 Российская Федерация, МПК⁷ С04В7/13 Сухая цементно-песчаная смесь “прогресс-I” / Базоев О.К. (РФ).-№99102377/03; Заяв. 12.02.99; Бюл.№4.- С 395.
26. А.с. 2159749 Российская Федерация, МПК⁷ С04В28/14 Сухая строительная смесь / Титов Ю.Н., Рахмин В.Н. Александров А.В., Быкова С.Т., Коптелова Е.К., Гонтарь Ю.В. (РФ).-№99123939/04; Заяв. 15.11.99; Бюл.№33.- С 182.
27. А.с. 2162067 Российская Федерация, МПК⁷ С04В28/04 Теплозвукоизоляционная сухая смесь / Петрова М.Ю. (РФ).-№98110949/03; Заяв. 05.06.98; Бюл. №2.- С 337.
28. А.с. 2214376 Российская Федерация, МПК⁷ С04В28/02 Сухая строительная смесь / Розенталь Н.К., Степанова Е.Ф., Чехний Г.В. (РФ).-№2002115243/03; Заяв. 10.06.02; Бюл.№29.- С 288.
29. А.с. 765230 СССР, МКИЗ С04В13/08 Строительный отделочный раствор / Розенкевич А. М. (СССР).-№2679625/29-33; Заяв. 26.10.78; Бюл. №35.

30. А.с. 747835 СССР, МКИЗ С04В13/08 Сырьевая смесь для приготовления строительного раствора / С. Т. Короткевич, С. М. Коган, А.К.Батура, Е. С. Новиков (СССР). - № 2610316/29-33; Заяв. 11.04.78; Бюл. №26.
31. А.с. 852823 СССР, МКИЗ С04В13/30 Строительный раствор / Гюннер Т.В. (СССР). - № 2782067/29-33; Заяв. 19.06.79; Бюл.
32. А.с. 876599 СССР, МКИЗ С04В25/02 Композиция для отделочных работ / Жуков М.И. (СССР). - № 2866677/29-33; Заяв. 07.01.80; Бюл.
33. А.с. 816994 СССР, МКИЗ С04В13/24 Строительный раствор / Батраков В. Г. (СССР). - № 2766644/29-33; Заяв. 15.05.79; Бюл.
34. А.с. 885182 СССР, МКИЗ С04В13/02 Строительный раствор / Джубаев А.А., Павликова О.Ю. (УССР). - № 2881047/29-33; Заяв. 11.02.80; Бюл. №44.
35. А.с. 885181 СССР, МКИЗ С04В13/02 Строительный раствор / Поспехина Е.А., Халатникова Б.М., Буряков Ю.А. (СССР). - № 2685539/29-33; Заяв. 17.11.78; Бюл.№44.
36. Бортников, Е. В. Основные тенденции и перспективы развития промышленности строительных материалов / Е. В. Бортников // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2000. - №2. – С 4-5.
37. Гаркави, М.С. Кинетические и термодинамические закономерности образования диссипативной структуры при твердении вяжущих / М.С. Гаркави, М.М. Сычев // Цемент. - 1990. - №8. - С. 2-3.
38. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fips.ru> - Загл. с экрана.
39. Обзор российского рынка сухих строительных смесей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vashdom.ru/articles/strm_5.htm
40. Обзор российского рынка сухих строительных смесей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zya.ru/article/article_2235_2.asp
41. Состав СПССС [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://www.spsss.ru/about_spsss/pages.php.bad?content=member

42. Брокгауз, Ф. А. Энциклопедический словарь / Ф.А. Брокгауз, И.А.Ефрон [Современная версия].- М.: Изд-во Эксмо.- 2004.-672с.
43. Дайджест публикаций журнала «Строительные материалы» за 1998-2003гг. по тематике «Сухие строительные смеси». –М.: ООО РИФ «Стройматериалы». – 2004.- 226с (Серия «Совершенствование строительных материалов»).
44. Оборудование для бетонной промышленности [Электронный ресурс] / ОАО «Бевако». – Режим доступа: <http://www.bevako.ru> - Загл. с экрана.
45. Дробильно-сортировачное оборудование [Электронный ресурс] / ОАО «Дробмаш». – Режим доступа: <http://www.drobmash.ru> - Загл. с экрана.
46. Оборудования для рассева, смешивания, сушки, транспортирования и измельчения различных материалов [Электронный ресурс] / ООО «Консит-А». – Режим доступа: <http://www.consit-a.ru> - Загл. с экрана.
47. Оборудования для механической обработки различных материалов [Электронный ресурс] / ЗАО «Мелина – тм». – Режим доступа: <http://www.mekhanobrtexnika.ru>- Загл. с экрана.
48. Промышленное оборудование [Электронный ресурс] / Научно-производственная фирма «МИКСИНГ». – Режим доступа: http://mixing.ru/rus/index_rus.htm - Загл. с экрана.
49. Проектирование, производство и сервисное обслуживание установок и технологических линий для сыпучих материалов [Электронный ресурс] / RAFIZ Strygner i Dyczkowski Spółka Jawna. – Режим доступа: <http://www.rafiz.com.pl> - Загл. с экрана.
50. Упаковочное оборудование [Электронный ресурс] / ЗАО «Русская трапеца». – Режим доступа: <http://www.russkayatrpeza.ru> - Загл. с экрана.
51. Промышленное оборудование [Электронный ресурс] / Промышленная группа «Wamgrop». – Режим доступа: <http://www.wamgrop.ru> - Загл. с экрана.
52. Промышленное оборудование [Электронный ресурс] / ЗАО «Научно-производственная фирма «Стройпрогресс - новый век». – Режим доступа: <http://www.stroyprogress.orc.ru> - Загл. с экрана.

53. Техника для упаковки: весь спектр упаковочного оборудования [Электронный ресурс] / ООО «Техника для упаковки». – Режим доступа: <http://www.techpack.ru> - Загл. с экрана.
54. Машиностроение для производства строительных материалов [Электронный ресурс] / ООО «Технический Центр «ТЕХСТРОММАШ». – Режим доступа: <http://www.hippo.ru/~strommashina/> - Загл. с экрана.
55. Промышленное и лабораторное оборудование для дозирования, хранения и расфасовки сыпучих материалов [Электронный ресурс] / ЗАО «Технэкс». – Режим доступа: <http://www.technex.ru>- Загл. с экрана.
56. Проектирование, производство, модернизация, автоматизация, сервисное обслуживание электронных промышленных весов и весодозирующих линий [Электронный ресурс] / НПФ «Эталон Тензо». – Режим доступа: <http://etalontenzo.ru/> - Загл. с экрана.
57. Оборудование для смешивания и измельчения [Электронный ресурс] / ЗАО «Нойон». – Режим доступа: <http://www.noyon.ru> - Загл. с экрана.
58. Шентяпин, А. А. Сухие смеси для отделочных и общестроительных работ: монография / А. А. Шентяпин. – СамГАСУ, Самара, 2004. – 119 с.
59. Бродский, Ю. А. Оборудование для производства сухих строительных смесей / Ю.А. Бродский, Б.Б. Чурилин // Строительные материалы. – 2000. - №5.
60. Нятин, С. Г. Производство сухих строительных смесей: география поставок оборудования Вселуг / С. Г. Нятин //6-я Международная научно-техническая конференция «Современные технологии сухих смесей в строительстве «MixBUILD»: Сборник докладов / Академический научно-технический центр «АЛИТ», Санкт-Петербург. – М.: 2004. – С 26-29.
61. Денисов, Г. А. Модульные заводы сухих строительных смесей / Г. А. Денисов // 2-я Международная научно-техническая конференция «Современные технологии сухих смесей в строительстве «MixBUILD»: Сборник докладов / Академический научно-технический центр «АЛИТ», Санкт-Петербург. – С.-Пб.: 2000. – С 48-51.

62. А.с.2118622 Российская Федерация, МПК⁶ С04В28/00 Способ получения сухой строительной смеси / Чурилин Б.Б., Бродский Ю.А. Колосов С.Л., Зайцева И.В. (РФ).-№97107447/03; Заяв. 06.05.97; Бюл.№25.- 265 с.
63. Перспектива рынка сухих строительных смесей в условиях кризиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spsss.ru/gazeta/pages.php.bad?content=arxiv>.
64. ГОСТ 31189-2003 Сухие строительные смеси. Классификация. Введ. с 2004-02-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 12с.
65. Козлов, В. В. Сухие строительные смеси : учебное пособие / В. В. Козлов. – М.: Изд-во АСВ. - 2000. – 96с. с ил.
66. Шаров, И. И. Применение сухих растворных смесей в строительстве / И. И. Шаров: Госстрой СССР; Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству; Бюро внедрения.- М.: Стройиздат.- 1974.- 40 с.
67. Ветонит шпаклевки для стен и потолков: рекламный буклет / Ветонит. - 3-40.- 15.09.2000.
68. Шпаклевки для стен и потолков [Электронный ресурс]. / Ветонит – Режим доступа: <http://www.optiros.ru> - Загл. с экрана.
69. Цементные штукатурки Knauf. Надежные стены вашего дома // СтройПрофиль.- 2001.- №7 (37).- С 53.
70. Сухие строительные смеси: Каталог товаров ООО «Унистром-Трейдинг» [Электронный ресурс] / Юнис. – Режим доступа: <http://www.unistrom.ru> - Загл. с экрана.
71. Отделочные материалы: Каталог. Рекламный буклет / Старатели.- 2004.-32с.
72. Гонтарь, Ю. В. Модифицированные сухие смеси для отделочных работ / Ю. В. Гонтарь // Строительные материалы.- 2001.-№4.- С 8-10.
73. “Сухие строительные смеси «3-С справочник»: Российский каталог-справочник / под общей редакцией Э.Л.Большаков. – С.-Пб.: ЭЛБИ, 2003. – 128с.: ил.

74. Применение гипсовых и ангидритовых вяжущих в сухих для устройства оснований полов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vniistrom.ru/reports.php?r=8> - Загл. с экрана.
75. Корнеев, В. И. Словарь «Что» есть «что» в сухих строительных смесях / В. И. Корнеев, П. В. Зозуля. – С-Пб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2005. – 312 с.
76. Ремонтные смеси серии «ЕМАСО» // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2000.- №5.- С 33.
77. Затворницкая, Т. А. Новые материалы и добавки для ремонтно-строительных работ на объектах РАО «ЕЭС России» / Т.А. Затворницкая, А.С. Магитон, А.О. Затворницкая // Петербургский строительный рынок.- 2004.- № 6-7 (71).- С 24-25.
78. Трескина, Г. Е. Рикаверон – составы для защиты и ремонта / Г. Е. Трескина, Ю. В. Кулагин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2001.- №1.- С 16.
79. Производство и поставки строительных материалов: ЛАХТА – сухие смеси для гидроизоляции и ремонта [Электронный ресурс] / ОАО «Растро». – Режим доступа: <http://www.unistrom.ru> - Загл. с экрана.
80. Лебедев, А. О. Новый высокоэффективный ремонтный материал «Барс» / А. О. Лебедев, Т. В. Букреева, Г. Н. Козлов // Строительные материалы - 2000.- №5.- С 40.
81. Хайнер, Г. Современная отделка помещений с использованием комплексных систем «Knauf» / Г. Хайнер. - М.: РИФ «Стройматериалы».- 92с.
82. Ветонит материалы для облицовки плиткой: Рекламный буклет / Ветонит.- 3-70.- 01.11.2002.
83. Сырье для строительной промышленности. Система строительной теплоизоляции: Рекламный буклет / «Bang and Bonsomer». – 2006.
84. Воронин, А. В. Российский рынок напольных покрытий / А. В. Воронин // СтройПрофиль.- 2004.- № 7(37).- С 42-43.
85. Устройство плиточных облицовок с использованием материалов Ceresit: Рекламный буклет / Henkel Bautechnik.- 2002.

86. Укладываем плитку: Инструкция по укладке керамической плитки // Петербургский строительный рынок.- С.-Пб.: НП - Принт. - сентябрь 2003.- С 36 - 39.
87. ГОСТ 31189 – 2003 Смеси сухие строительные. Классификация - Введ. 2004-03-01 - М.: Стандартиформ, 2004.
88. ГОСТ 31356-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний - Введ. 2009-01-01 – М.: Стандартиформ, 2009.
89. ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия - Введ. 2009-01-01 – М.: Стандартиформ, 2009.
90. ГОСТ 31358-2007 Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия - Введ. 2009-01-01 – М.: Стандартиформ, 2009.
91. ГОСТ 31376-2008 Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний - Введ. 2010-07-01 - М.: Стандартиформ, 2010.
92. ГОСТ 31386-2008 Смеси сухие строительные клеевые на гипсовом вяжущем. Технические условия - Введ. 2010-07-01 - М.: Стандартиформ, 2010.
93. ГОСТ 31387-2008 Смеси сухие строительные шпатлевочные на гипсовом вяжущем. Технические условия - Введ. 2010-07-01 - М.: Стандартиформ, 2010.
94. ГОСТ 31377-2008 Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем. Технические условия - Введ. 2010-07-01 - М.: Стандартиформ, 2010.