

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова

ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Под общей редакцией заслуженного строителя России,
почетного работника ВПО РФ, профессора Н.И. Гусева

Пенза 2016

УДК 693.6
ББК 38.639
Г69

Рецензенты: генеральный директор ООО «Техно-
стройпроект», заслуженный строитель
России, профессор В.С. Абрашитов;
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой УКиТСП В.И. Логанина
(ПГУАС)

Гусев Н.И.

Г69 **Защитно-отделочные покрытия наружных стен зданий: моногр. /**
Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова; под общ. ред. проф. Н.И. Гусева. – Пен-
за: ПГУАС, 2016. – 124с.
ISBN 978-5-9282-1370-1

В монографии изложены основные технологические решения отделки и оформле-
ния фасадов наружных стен отапливаемых зданий. Разработаны и даны рекомендации
по использованию в строительной практике нового отделочного пенополимерце-
ментного состава с рецептурой и технологией его применения. Исследованы свойства
пенополимерцементного раствора, подтверждены его достоинства и недостатки. Пока-
заны преимущества основных видов и способов отделочных работ.

Подготовлена на кафедре «Управление качеством и технология строительного
производства» и может быть полезна студентам, обучающимся по направлению
08.03.01 «Строительство», при изучении дисциплины «Технологические процессы в
строительстве».

ISBN 978-5-9282-1370-1

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, 2016

ВВЕДЕНИЕ

За многовековую историю строительства человечество применяло самые разнообразные материалы для наружных стен. Наиболее подходящим материалом оказалось дерево. Бревенчатые дома были широко распространены в холодном русском климате, хотя и с недостатками, главным из которых была горючесть древесины. Пожары были не редки. Дерево было также хорошим укрытием для домашних вредителей, в том числе и биологических. И только сейчас, как нам кажется, появился материал, который не горит, не гниет, не заводит гнезд для грызунов, отличается, как и дерево гвоздимостью и надежно удерживает в доме домашнее тепло при свежем воздухе. Этим материалом является пенобетон.

За последние годы в строительной отрасли появились определенные успехи в создании различных эффективных способов и приемов отделки фасадов жилых и гражданских зданий и их цветового решения, в изготовлении панелей, блоков и других изделий высокой заводской готовности. В проектах большинства жилых домов и гражданских зданий архитекторами и строителями смело решаются вопросы фактурной и цветовой отделки фасадов.

Наряду с покраской зданий кремнийорганическими эмалями применяется облицовка их керамическими плитками различных размеров и цвета, их боем, мелкой щебенкой, каменной крошкой, декоративными бетонами и растворами с различными технологическими приемами обработки фасадных поверхностей, используются другие эффективные технологии отделки фасадов зданий. Однако применяемые виды отделки фасадов еще не полностью отвечают требованиям массового промышленного производства конструкций и деталей. Еще значительная часть работ по отделке фасадов выполняется на строительных площадках методом окраски недолговечными красками. Большинство заводов имеют возможности освоить не менее 3–4 видов отделки и применять практически неограниченную гамму цветов.

Однако и такой замечательный материал как пенобетон не безупречен. Он не обладает надежной атмосферостойкостью и требует защиты от атмосферных воздействий, так как имеет повышенную гигроскопичность и, следовательно, низкую морозостойкость.

Попытки защитить пенобетон слоем наружной штукатурки не дали положительного эффекта и даже усугубили отрицательный результат. Сезонная поровая влага в наружной стене, перемещаясь, как и положено, от тепла к холоду по материалу с высокой паропроницаемостью, скапливается под слоем штукатурки с низкой паропроницаемостью, замерзает, увеличиваясь при этом в объеме на 9 %, и отторгает штукатурный слой. Становится совершенно очевидным, что для исключения, или хотя бы

снижения отторжения слоя плотного цементного раствора с низкой паропроницаемостью, нужно создать высокую адгезию в зоне контакта двух материалов: пенобетона и слоя цементного раствора, а также обеспечить их долговременную совместную работу в ограждающих конструкциях.

На основании результатов проведенных исследований и внедрения в производство, даны практические рекомендации по отделке стен из пенобетона пенополимерцементным раствором, позволяющим получить разнообразный декоративный эффект при достаточно высоких экономических показателях. Затраты при долговременной эксплуатации не превысят 1/3 затрат при отделке окраской. Это дает возможность применять декоративный пенополимерцементный раствор наряду с известными прогрессивными способами отделки пенобетона.

Гусевым Н.И. написаны: введение, подразд. 1.3, 1.4, 2.2.1, 2.2.3, 2.2.7, 2.2.9.

Кочетковой М.В. написаны подразд. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1–2.2.17, 3, 4.1–4.6.

Монография рассчитана на широкий круг читателей интересующихся вопросами строительного производства, для инженерно-технических работников строительных организаций и предприятий ЖКХ, а также для студентов, обучающихся по строительным специальностям.

1. ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ СТЕН ИЗ ПЕНОБЕТОНА В ПРАКТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ И В ИССЛЕДОВАНИЯХ

1.1. Пенобетон как эффективный материал для наружных стен зданий

Главным преимуществом строительства панельных домов является быстрая сборка конструкций возводимого здания и почти идеальная отделочная готовность конструкций. Узкий ассортимент выпускаемых конструкций для массового применения является их недостатком. В частности это относится и к разнообразию форм. В связи с чем, в период массового строительства, при широком использовании сборных элементов, появляется большое количество однотипных и однообразных зданий.

Основным направлением дальнейшего технического прогресса в строительстве для укрупнения элементов и снижения веса зданий является использование эффективных материалов. Эта задача успешно решается, в частности, применением пенобетонов. К автоклавному производству строительных изделий проявляется большой интерес во многих странах мира. Применение ограждающих крупноразмерных конструкций из пенобетонов позволяет значительно облегчить вес зданий по сравнению с теми случаями, когда используются традиционные материалы. Из пенобетона можно выпускать изделия объемной массой свыше 1000 кг/м^3 , что позволяет в средней климатической зоне возводить здания со стенами толщиной 20-24 см и весом 1 м^2 стены 120-160 кг. Вес 1 м^2 стены из керамзитобетона достигает 280-300 кг. Стоимость ограждающих конструкций из автоклавного пенобетона на 20-25 % дешевле, чем из керамзитобетона. Это для пенобетона с объемной массой $700\text{-}800 \text{ кг/м}^3$, который преимущественно выпускают почти все отечественные заводы.

Значительно больший эффект даст переход на выпуск конструкций из бетонов объемной массы 500 и 600 кг/м^3 . Предпосылкой для этого является отечественный и зарубежный опыт. Уже сейчас передовые отечественные заводы освоили производство пенобетона объемной массы $550\text{-}600 \text{ кг/м}^3$. Аналогичный процесс повышения прочностных показателей пенобетона отмечается и за рубежом. Передовые шведские предприятия выпускают конструктивный пенобетон с объемной массой 500 и 600 кг/м^3 и соответственно. Аналогичные показатели достигнуты и фирмами Германии.

Применение пенобетона с пониженной объемной массой при достаточно высокой прочности делает этот материал практически неконкурентным для ограждающих конструкций. Это особенно важно, если учесть, что потребность в стеновых материалах будет непрерывно возрастать. Кроме того будет наблюдаться сдвиг географического размещения

строительства на Восток и Север, что вызовет развитие выпуска эффективных, в теплотехническом отношении, строительных материалов, каковым и является пенобетон. При современном строительстве жилые дома из пенобетона принимаются в эксплуатацию только с офактуренными наружными стенами. Поэтому панели из пенобетона, применяемые в жилищном и промышленном строительстве, должны иметь защитно-отделочное покрытие, нанесенное в процессе их изготовления. В сочетании с требованием высокой заводской готовности изделий строители обязаны повышать качество отделки фасадов зданий путем применения долговечных декоративных материалов.

Учитывая огромный объем строительства в нашей стране, материалы для защитно-отделочных покрытий должны быть качественными и дешевыми, преимущественно местного производства. Поэтому фасадным стеновым панелям, способам их лицевой отделки должно быть уделено максимальное внимание. Различают отделку: по форме лицевой поверхности, которая может быть плоская или профилированная; по цвету и по фактуре. Наружная отделка должна выполняться с учетом ряда основных показателей: надежность отделочного слоя, долговечность самой конструкции стеновой панели, ее эстетическая выразительность и технологичность в исполнении с использованием недефицитных и дешевых материалов.

Из сопутствующих факторов следует отметить: строительную технологичность, т.е. возможность без дополнительных трудовых и материальных затрат из красивых панелей заводского изготовления возвести красивый дом, эксплуатационную технологичность, выражающуюся в высоком качестве здания в течение длительного периода эксплуатации без дополнительных материальных и трудовых затрат.

Указанным требованиям в наибольшей степени, на наш взгляд, отвечают отделки бетоном (с заполнителем из щебня или без него), щебнем декоративных каменных пород, керамической или стеклянной плиткой.

При выборе способов отделки фасадных поверхностей зданий учитывают вид и способ отделки сопутствующих малых форм, архитектурного благоустройства, дорожных покрытий, транспортных и пешеходных магистралей.

Отделочные материалы зрительно должны облегчать конструкцию. При выборе способа отделки наружных поверхностей крупных несущих железобетонных элементов зданий следует учитывать их конструктивную роль, показывая декоративные особенности материала конструкций. Все виды индустриальной отделки элементов крупнопанельных зданий должны не исключать, а дополнять друг друга. Наряду с высокими эстетическими качествами внешнего вида зданий, должны быть обеспечены долговечность конструкций, нормальный температурно-влажностный режим помещений, надежный защитно-отделочный слой, а также технологическая

эффективность и экономическая целесообразность производства отделки. Для одного здания число видов отделки определяют его архитектурным решением в зависимости от формы, этажности и назначения здания. При длине здания более 100 м в поверхностную обработку панелей должны вводиться декоративные контрасты. Повышение архитектурно-художественной выразительности застройки играет большую роль. Необходимость использования всех видов отделки фасадов, особенно индустриальных, с применением цветовых решений, диктуется высокими темпами строительства. Сегодня строительная отрасль располагает такими производственными мощностями, что ей под силу в течение короткого времени решить застройку крупных жилых микрорайонов и даже городов. Эти обстоятельства ставят перед архитекторами и строителями ответственную задачу – при помощи декоративных фактур, цвета, архитектурных приемов своевременно и качественно решать жилую застройку, в которой можно было бы в полной мере использовать накопленный опыт удачных архитектурно-планировочных решений, весь ассортимент различных материалов и технических приемов для отделки фасадов зданий.

В настоящее время при широком типовом строительстве жилых домов, основным средством архитектурного оформления здания является его наружная отделка. Поэтому сейчас в больших городах России вопросы архитектурного оформления зданий решаются комплексно с учетом природно-климатических условий, своеобразия района строительства, ландшафта, вида и качества местных строительных и отделочных материалов, а также национальных традиций. Выбор способа отделки фасадов зданий напрямую зависит от конструкции стен и технологии производства изделий. Решение о способе отделки конкретного здания должно приниматься в соответствии с общим принципом единства застройки района. Принятая на заводе технология изготовления ограждающих конструкций должна предусматривать несколько способов отделки фасадов, которые могут использоваться и в отделке отдельных фрагментов зданий. При выборе способа отделки фасадов должны учитываться ее долговечность и дополнительные эксплуатационные затраты, необходимые для ее восстановления, внешние климатические воздействия и другие факторы, вызывающие разрушение отделочного покрытия. Грамотное применение ландшафта и цвета декоративной облицовки фасадов зданий значительно улучшит архитектурную выразительность и неповторимость района застройки.

В условиях индустриального строительства цвет декоративной фактуры фасадных поверхностей является одним из способов улучшения художественной выразительности застройки. При проектировании стеновых панелей вид отделки необходимо выбирать с учетом конструкций панелей и материалов их основного элемента. При этом должны быть учтены назначение и место расположения панелей в наружных стенах (рядовые, цо-

кольные, угловые, торцовые, фризковые, простеночные, панели лоджий, входов, парапетов и др.). В градостроительной практике чаще всего роль наиболее ответственных элементов архитектурного ансамбля приходится на долю жилых домов. Широкий выбор отделочных современных материалов, большой опыт архитекторов и строителей позволяет добиваться высокого качества фасадных решений в конструкторском, фактурном и цветовом отношении. Сейчас строят крупнопанельные здания высокого качества не только по индивидуальным, но и по типовым проектам. Анализ показывает, что это достигается путем использования трех основных факторов: – умелой привязки типового проекта к рельефу местности и окружающей застройке; – применения местных и специальных материалов, методов и приемов при отделке фасадов зданий с учетом возможностей заводской технологии ограждающих конструкций; – умения подметить и на практике применять годами сложившуюся самобытную культуру и национальные традиции народного зодчества.

Особенности сборного строительства, а также возможности выполнения отделочных операций в заводских условиях, выдвинули новые специфические требования к производству работ и используемым отделочным материалам. Появилось много зданий с индивидуальным, неповторимым обликом. Многообразие отделки фасадов является важнейшей задачей архитектурного проектирования. Создаваемые новые материалы и технологии, которые приходят на помощь архитекторам и проектировщикам позволяют соблюсти нужный баланс между красотой и долговечностью.

Известно много современных способов отделки панелей зданий.

Наиболее известные способы отделки фасадов отапливаемых зданий можно разграничить на несколько основных групп.

1. Облицовка фасадов плиточными материалами

Отделка фасадных поверхностей этими материалами разнообразна, долговечна, красива и обладает высокой архитектурной выразительностью. При относительно невысокой трудоемкости отделочных работ общая стоимость отделки выше, чем декоративными бетонами, за счет стоимости облицовочной плитки. Поэтому применение этого способа отделки оправдывается лишь на тех домостроительных предприятиях, где отработана технология формования панелей лицевой стороной вниз.

Применение облицовочной плитки при формовании панелей лицевой стороной вверх допускается при выпуске только небольших партий. В практике домостроительных комбинатов в качестве облицовочного материала наиболее широко применяются керамические глазурованные и неглазурованные плитки различных размеров и цвета, стеклянные и коврово-мозаичные плитки.

Производство панелей на большинстве домостроительных предприятий, как правило, базируется на применении готовых ковриков с наклеен-

ными на них керамическими и стеклянными плитками. В ряде случаев до-мостроительные комбинаты получают плитку россыпью и сами изготовляют коврики из нее, используют битую плитку и производят панели с заданным рисунком или вставкой. Облицовочная плитка нашла широкое применение во многих городах. Опыт показывает, что новые возможности индустриального домостроения диктуют и новые формы современного орнамента из цветных глазурованных плиток, который является активным средством усиления архитектурно-художественной выразительности жилых и общественных зданий.

Сейчас применяют также плитки, изготовленные методом литья, выпускаемые конвейерным способом, с лицевой поверхностью, покрытой цветной глазурью разного цвета, а также плитки полусухого прессования. Наряду с ковровой керамикой, для заводской отделки панелей применяют также малогабаритные плитки. Керамика, как декоративно-облицовочный материал, обладает практически неограниченным диапазоном возможностей. Орнамент из керамики в современной архитектуре как бы вырастает из конструктивной структуры здания и из декоративных свойств, применяемых для него материалов. Цвет фасадов, облицованных керамической и стеклянной плиткой и другими материалами, может быть значительно улучшен путем применения в панелях разнообразных декоративных вставок.

2. Окраска фасадов

Одним из наиболее распространенных видов отделки фасадов жилых и общественных зданий является окраска. По мнению многих специалистов, отделка панелей красочными составами позволяет придавать фасадам зданий яркий и контрастный цветовой тон, что не всегда возможно в случае применения других отделочных материалов. В сочетании с различными способами изготовления панелей с декоративными фактурами отделка красочными составами позволяет значительно расширить разнообразие отделки фасадов. Основными недостатками отделки красочными составами является относительно низкая долговечность, сложность получения одинаковых по цвету покрытий, трудности в выполнении ремонтных работ. Количество красок, применяемых на заводах в сравнении с используемыми в построечных условиях, очень ограничено, что связано со спецификой заводского домостроения. Опыт отделки зданий обычными красочными составами, такими, как известковые, силикатные и цементные, показывает, что окраска ими неэффективна. Поэтому в последнее время все шире применяют краски, включающие полимерные связующие составы, содержащие полимеры и минеральные вяжущие. Широко применяется отделка фасадов кремнийорганическими эмалями, гидрофобными фасадными составами, полимерцементными, цементно-перхлорвиниловыми и другими составами.

3. Навесные вентилируемые фасады

Популярность навесных фасадов объясняется тем, что обустроить их можно при любых погодных условиях и в очень короткие сроки. Новые направления в строительстве и архитектуре кардинально изменили облик современных городов. На смену безликим и бесцветным сооружениям времен прошлого века пришли яркие, выразительные, индивидуальные здания. Создание таких архитектурных форм стало возможным во многом благодаря появившейся технологии устройства навесных вентилируемых фасадов, успешно применяемой в наши дни во всем мире.

Существует большое количество способов отделки фасадов домов, каждый из которых имеет свои преимущества. Большое разнообразие существующих в настоящее время отделочных материалов для оформления фасадов домов требуют своего способа отделки.

Вид отделки будет зависеть от того, из какого материала сделан дом и какие требования возложены на отделку фасада. Планируя строительство дома с дальнейшей отделкой поверхности его стен с помощью фасадных панелей необходимо помнить, что бетонный монолитный ленточный фундамент должен быть готов примерно за месяц до начала возведения стен. Ему необходимо осесть, иначе стены может повести, вследствие деформации основания.

В состав вентилируемого фасада входят следующие основные элементы: фасадные панели, крепежная конструкция из металла и утеплитель.

При монтаже между стеной и панелью укладывается утеплитель, который примыкая к наружной стене, оставляет между ними воздушное пространство, свободно сообщающееся с наружной атмосферой. Именно благодаря этому, такие фасады и получили свое название – вентилируемые. Утеплитель изготавливается из экологически чистого минерального волокна. Плиты утеплителя состоят из двух частей: первая часть мягкая, прилегает непосредственно к поверхности стены, вторая часть наружная, более плотная. Защитная особенность утеплителя заключается в том, что он покрывает всю поверхность стены, оберегая помещение от промерзания и конденсата, образуемого на стенах, а, следовательно, увеличивает срок службы здания. Особое внимание нужно обращать на то, чтобы устанавливаемый утеплитель имел техническое свидетельство, поскольку неправильно подобранный утеплитель может быстро разрушиться.

Утеплитель, в свою очередь, защищен мембранной тканью от воздействия потоков воздуха. Влага из стен здания через мембрану удаляется из фасада восходящим потоком воздуха. Таким образом, атмосферная влага не проникает внутрь утеплителя. В то же время, мембрана предохраняет утеплитель от выветривания.

Кроме того, использование утеплителя различной толщины позволяет осуществить хорошую шумоизоляцию, а также снизить толщину несущих стен и нагрузку на фундамент, что существенно уменьшит смету общестроительных работ.

Сейчас наиболее перспективной технологией отделки является система навесных вентилируемых фасадов с воздушным зазором. Область применения этих конструкций достаточно широкая. Конструкции навесных вентилируемых фасадов позволяют эффективно решать задачи энергосбережения.

В качестве облицовочного материала в таких фасадах может использоваться фасадные панели, композитный материал, натуральный и искусственный камень, листовой металл.

Существует несколько видов фасадных панелей – алюминиевые композитные панели, плиты из керамогранита, панели из фиброцемента, сайдинг и др.

В настоящее время российские производители активно занимаются производством современных алюминиевых композитных панелей для навесных вентилируемых фасадов с широкой цветовой гаммой и новыми лицевыми покрытиями, имитирующими структуру «под камень», «под дерево», покрытиями типа «хамелеон».

Большим преимуществом композитных панелей является то, что перед их использованием не нужно подготавливать поверхность стен: выравнивать их и штукатурить.

На использование композитных панелей должна быть вся необходимая разрешительная документация, в том числе Техническое Свидетельство, Сертификат пожарной безопасности (Г1, В1, Д2, Т2), Сертификат Соответствия ГОСТ, Санитарно-Эпидемиологическое заключение, Протокол огневых испытаний (класс пожарной опасности в составе фасадных систем К0). Алюминиевые композитные панели применяются на фасадах зданий высоких степеней ответственности.

Вентилируемый фасад дает высокую тепло- и звукоизоляцию. Дом, облицованный фасадными панелями, лучше сохраняет тепло зимой, а прохладу летом.

Кроме того, при реконструкции или обычном ремонте любого здания наиболее уязвимой его частью является цоколь здания. На него постоянно воздействуют вредные атмосферные факторы. Он подвергается многократным увлажнениям, высушиванию, замораживанию, оттаиванию, нагреву и охлаждению. Цементный раствор и бетон подвергаются коррозии при контакте с мягкой дождевой и снеговой водой. Вместе с тем, цокольные части здания являются наиболее обзереваемыми его частями и по этой причине должны постоянно поддерживаться в хорошем эстетическом состоянии.

Наибольшему разрушению цоколи зданий подвергаются из-за плохого состояния или отсутствия горизонтальной гидроизоляции в стенах. Эту гидроизоляцию выводят из строя при длительной эксплуатации зданий за счет постепенного подъема отметки прилегающих тротуаров, с которых не снимают старый асфальт при ремонте, а постоянно накладывают новые слои. В итоге гидроизоляция оказывается намного ниже отмостки и цоколь увлажняется за счет капиллярного подсоса грунтовой сырости. Это вызывает размораживание штукатурки и кирпичной кладки цоколя. Стремление хозяйственников при ремонте отслоившейся штукатурки цоколя замазать изъязы раствором покрепче, только ухудшает ситуацию, так как у такого раствора коэффициент линейного расширения иной, чем у основания и раствор держаться не будет. По этим же причинам отслаивается от стены цоколя и облицовка искусственным или натуральным камнем в виде правильных плит или брекчии.

Причина отслоения кроется в сезонной миграции влаги в теле стены. Она, как известно, перемещается под воздействием температуры, от теплого к холодному. Встречая на своем пути более плотные материалы и, как следствие, более холодные, влага скапливается на их поверхности, которые замерзая и отторгает плотный материал от материала стены. Это происходит потому, что при замерзании вода увеличивается в объеме на 9 %, что и является источником деструкции на границе плотного материала и более пористого тела стены.

В настоящее время увеличивается тенденция к реставрации старинных зданий. Многие города создают мемориалы в старых центрах. Вкладываются значительные средства на приведение в порядок совершенно запущенных зданий, но, как правило, на восстановление защитных функций гидроизоляции, нормальной работы их цоколей внимание обращается мало. В итоге даже хорошая реставрационная работа через один–три года будет сделана бесполезно. Следует увеличить внимание к поставленному вопросу при подготовке и переподготовке кадров строителей, усилить технический надзор при производстве и приемке работ и обеспечивать поиск правильных технических решений применительно к каждому отдельному зданию.

Именно таким правильным решением может оказаться устройство, так называемой, отсечной гидроизоляции. Она может значительно сократить и даже полностью исключить поднятие капиллярной влаги материалом цоколя. В зданиях с нарушенной горизонтальной изоляцией стен или вследствие исключения ее из работы по причине поднятия планировочной отметки отмостки вокруг здания выше заложенной в стене исправной гидроизоляции.

Отсечную изоляцию выполняют путем устройства сверлением ряда шпуров в существующем цоколе здания с последующим закачиванием в шпур, расположенные с наклоном в 30–40°, с шагом 200–250мм кремнийорганической жидкости, обладающей гидрофобными, т.е. водоотталкивающими свойствами. В последующем шпур заполняют тампонажным раствором. Гидрофобный состав, пропитывая поры материала цоколя, отвердевает и формирует водонепроницаемый экран, исключая поднятие капиллярной влаги. Цоколь просушивается, и штукатурка или облицовка на его поверхности не размораживаются.

Для выполнения работ по устройству отсечной гидроизоляции поверхностей старых зданий следует привлекать специализированные фирмы, обладающие соответствующим опытом профессиональных работников и располагающими надежными материалами и техническими средствами.

Наряду с восстановлением работы горизонтальной гидроизоляции стен возможно применение облицовки цоколя здания атмосферостойкими материалами на отnose, создавая в итоге элемент вентилируемого фасада.

После облицовки фасадными панелями любое строение станет оригинальным и индивидуально привлекательным. Большой выбор панелей, которые есть сейчас на строительном рынке, позволяет подобрать подходящий вариант, как по стоимости, так и по техническим характеристикам, а также значительно повысить архитектурные достоинства зданий. Применение навесных вентилируемых фасадов позволяет претворить в жизнь самые смелые и необычные решения.

4. Фактурные отделки фасадов

Все виды отделки должны обеспечивать высокие эстетические качества внешнего вида зданий, долговечность конструкций, нормальный температурно-влажностный режим помещений, технологическую эффективность и экономическую целесообразность ее производства.

Отделка зданий должна быть красивой, современной и достаточно разнообразной. Поэтому целесообразно применять не наиболее экономичный способ отделки панелей, выпускаемых предприятием, а рациональные сочетания экономически эффективных вариантов отделки в пределах конкретного района застройки.

Фасады частных домов небольшой этажности можно отделывать также различными способами и материалами. Современный рынок наполнен самыми различными отделочными материалами для фасадов домов. Кроме указанных выше способов и материалов отделки фасадов многоэтажных зданий, для внешней отделки малоэтажных домов подойдут: клинкерная плитка или керамогранит, натуральный или искусственный камень, пластиковые панели, разнообразный сайдинг, блок хаус и многое другое. Но самой традиционной отделкой фасада жилого частного дома считается оштукатуривание с возможной последующей покраской. Такой вид отделки

подходит для домов, построенных из различных блоков (газосиликатные, пеноблоки и др.). Часто штукатурят стены после утепления фасадов. Как правило, штукатурка наносится на предварительно подготовленное основание или с применением армирующей сетки (особенно если штукатурный слой превышает 12 мм). Армирование предотвратит растрескивание штукатурного слоя при эксплуатации здания.

Штукатурный слой может быть гладким либо декоративным. Для декорирования штукатурки применяются различные валики и штампы. Говоря о штукатурке нельзя не упомянуть и о так называемых «мокрых штукатурных составах». Такие составы имеют различные декоративные вкрапления, цветные пигменты. Оштукатуренная поверхность получается шероховатой и не требует дополнительной покраски.

Штукатурку можно совместить с другими видами отделки, например, декоративным камнем (искусственным или натуральным). Камень в этом случае применяется фрагментарно – отделка углов здания, оконных проемов по периметру, колонн или выступов здания. Применение камня обусловлено его наличием в отделке цоколя или крыльца дома.

Натуральный камень может стать и самостоятельным материалом в отделке вашего дома. Камень укладывается на цементный раствор, это достаточно трудоемкий и дорогой вид отделки, однако очень долговечный. Швы необходимо заполнить специальной расшивкой.

Фактура камня может быть гладкой или колотой, и та и другая отлично смотрятся на фасаде.

Альтернативой натуральному камню служит искусственный облицовочный камень. Такой материал выпускается в различной цветовой гамме, имитирующей многие каменные породы. Искусственный камень порой трудно отличить от натурального, благодаря чему фасады отлично выглядят. Стоимость такой отделки значительно ниже, чем из натурального камня.

Клинкерная плитка, имитирующая клинкерный кирпич, так же пригодна для облицовки фасадов. Таким фасадам не будут страшны температурные перепады и атмосферные воздействия. Клинкерная плитка богата цветовыми оттенками и фактурой, состоит из натуральных компонентов.

Применение клинкерных термопанелей, решают сразу две проблемы: утепление и отделку фасадов. Они пригодны для утепления и декорирования нового дома, а так же для ремонта и утепления фасадов уже эксплуатируемого здания. «Клинкерный» фасад трудно отличить от стен из натурального камня, при этом расходы на строительство гораздо ниже.

При облицовке фасадов любым видом плитки необходимо выполнить работы по отведению атмосферных осадков с кровли (водостоки), иначе плитка может отслоиться.

Декорирование наружных стен домов возможно фасадной доской или блок хаусом. Этот вид облицовки чаще применяют для деревянного дома, но можно облицевать и дом из пеноблоков. Данным видом облицовки можно придать весьма привлекательный и благородный вид старым, обветшавшим фасадам.

Облицовка на многие годы продлит срок службы жилого здания. Для любителей натурального дерева наиболее подходящей облицовкой может быть только облицовка из устойчивых пород дерева. Такая облицовка – долговечная и экологичная. А разнообразные пропитки смогут надолго сохранить древесину, а также придать ей желаемый оттенок.

Имитация бруса придаст фасадам вид дома, выполненного из клееного бруса, а блок хаус – из оцилиндрованного бревна, при этом придаст дому дополнительную теплоизоляцию. Такую отделку трудно отличить от облицовки настоящим брусом.

Перед тем, как приступить к отделке фасадов деревянными материалами, их необходимо выдержать на воздухе (защитив от влаги) в течение нескольких дней. Акклиматизацию необходимо произвести, чтобы дерево при дальнейшей эксплуатации не повело, и не образовались щели. Шляпки саморезов, используемых для крепления, можно скрыть, залив их клеем, или закрыв специальными деревянными накладками.

Дерево необходимо обработать антисептиком, покрыть грунтовкой и бесцветным лаком. Далее произвести шлифовку древесины, после чего нанести желаемый оттенок лака или краски.

Более дешевым отделочным материалом из дерева является вагонка. Вагонкой можно обшить фасады дачного дома или бани, которые прекрасно будут сочетаться с деревянной беседкой и окружающей природой.

Недорогим материалом для отделки фасадов может служить виниловый или металлический сайдинг и фасадный пенопласт.

Панели из поливинилхлорида имитируют различные материалы. Можно приобрести сайдинг «под дерево» или кирпич. Материал легок по весу и не прихотлив при монтаже.

Монтировать сайдинг можно поверх слоя утеплителя или без него. Этот материал достаточно часто применяют для отделки жилых дачных домов, или при ремонте обветшавших фасадов, когда легче скрыть старый фасад, чем его восстанавливать. Сайдинг является отличным гидроизоляционным материалом, способным защитить стены дома.

Еще одним недорогим отделочным материалом являются панели и декоративные элементы из армированного пенопласта. Фасадные панели – это одновременно и утеплитель и декор. Панели из пенопласта с защитным армированным слоем (штукатуркой) крепятся к стене в одну операцию.

Панели могут имитировать различные материалы, например, кирпичную кладку.

А для фасадов в классическом стиле необходимостью является применение различных декоративных элементов (молдингов, карнизов, балясин, пилястр и др.).

Такие декоративные элементы сегодня изготавливают из пенопласта с верхним защитным покрытием. Элементы легко монтировать при помощи специального клея на предварительно подготовленную оштукатуренную поверхность.

В зависимости от ее вида на отделку фасадов зданий затрачиваются различные средства. Иногда, даже отлично изготовленные панели, в результате транспортировки и построечных работ требуют перед сдачей дома в эксплуатацию повторной отделки и доводки. Поэтому при выборе отделочного слоя следует учитывать его возможные повреждения при транспортировке и монтаже. Он должен быть прочным, а полученные повреждения и загрязнения должны устраняться одинаково легко как летом, так и зимой.

Заводская отделка панелей из пенобетона выполняется как доавтоклавная, так и после автоклавной обработки. Доавтоклавная отделка применяется при изготовлении изделий в индивидуальных формах. Отделочный слой при этом формируется снизу или сверху. При отделке «лицом вниз» применяется дробленый искусственный или естественный камень, керамическая или стеклянная плитка, декоративный поризованный раствор, рельеф, наносимый на нижнюю поверхность через копир. При отделке «лицом вверх» поверхности свежееотформованной панели может придаваться различная фактура путем накатки валиком или вытягиванием, а также путем прикатки с присыпкой декоративным щебнем.

Послеавтоклавная отделка может применяться как для изделий, изготовленных в индивидуальных формах, так и для изделий, изготовленных по резательной технологии. Учитывая известные технико-экономические преимущества резательной технологии, послеавтоклавная отделка займет преимущественное положение. Самыми прогрессивными способами послеавтоклавной отделки является отделка дроблеными каменными, стеклянными или фарфоровыми материалами на полимерцементном, эпоксидном или акриловом связующем, наносимыми присыпкой или в электростатическом поле. Применяется также отделка кремнийорганическими или другими стойкими красками.

Как уже отмечалось, пенобетон, имеющий пористую структуру, отличается повышенной гигроскопичностью и влажностью. Обычно на его поверхность наносят слой другого, более атмосферостойкого и декоративного материала. При этом требуется обеспечить монолитность двух разнообразных материалов при длительном воздействии окружающей природной среды. Наибольшее влияние на совместную работу пенобетона и защитно-отделочного покрытия оказывает различие в их паропроницаемости и де-

формативности. Пенобетон обладает высокой паропроницаемостью и хорошо пропускает мигрирующую из помещений влагу. Поэтому, покрытие с малой паропроницаемостью будет задерживать эту влагу, накапливая ее в толще бетонной стены, что, в конечном счете, приводит к ее переувлажнению и размораживанию в зимний период.

Прочность сцепления пенобетона с отделочным покрытием в значительной степени определяется величиной их деформаций и, в первую очередь, температурно-влажностных деформаций. От этих показателей зависят и трещиностойкость покрытия.

Для доавтоклавной отделки панелей наиболее широко применяют отделку дроблеными естественными или искусственными каменными материалами непосредственно по пенобетону или по поризованному раствору с объемной массой 1200-1400 кг/м³. Но поризованный раствор применяется и в качестве самостоятельного средства отделки. Для повышения его декоративных свойств в него вводят каменный дробленый наполнитель и пигменты или применяют цветные цементы. Панели изготавливают «лицом вниз». Дно формы может смазываться замедлителем схватывания цемента. После выдержки в автоклаве поверхность очищается щетками и промывается или подвергается механической обработке с помощью фрез. Отделочному слою может быть придана гладкая, бороздчатая, точечная или другая фактура.

При применении декоративного поризованного раствора с укладкой его на дно форм трудно получить равномерно окрашенное поле панели, т.к. в результате воздействия на слой раствора смазки, металла форм, в условиях высокой температуры и давления в автоклаве, появляются пятна и неравномерное выгорание пигментов.

Как уже отмечалось, с широким внедрением резательной технологии объем послеавтоклавной отделки панелей будет возрастать. Да и при изготовлении панелей в индивидуальных формах послеавтоклавная отделка может оказаться более выгодной, чем доавтоклавная. При послеавтоклавной отделке отделочные операции не вклиниваются в технологический ритм изготовления панелей. Почти любой внешний дефект панели может быть устранен при отделке. Для этого она выравнивается цементным раствором и шпаклюется или подвергается фрезерованию на специальном калибровочном станке. При окраске в качестве связующего применяют различные полимеры. Это латексы, поливинилацетатная дисперсия, хлорсульфированный полиэтилен, кремнийорганические краски типа КО-174, акриловая эмульсия, эпоксидные смолы и др. Панели получают разнообразными по цвету и фактуре с высокими декоративными качествами и достаточной атмосферостойкостью.

Наряду с этим окрашенные панели, на наш взгляд, имеют некоторые недостатки. Так пока еще резательная технология не нашла широкого при-

менения, на существующих заводах сложно организовать фрезерование панелей, а выравнивание поверхностей цементным раствором, как это делается на многих заводах, – недопустимо. Панели, окрашенные на заводе, из-за незначительной толщины покрытия подвергаются при перевозке и монтаже механическим повреждениям и загрязнениям, устранение которых бывает связано с вынесением мокрых отделочных операций в построечные условия, что снижает эффект индустриализации строительства. Панели, офактуренные присыпкой декоративной крошки, в случае загрязнения в процессе монтажа (например, мастикой или раствором при заделке швов) и эксплуатации трудно очистить, обновить.

Все рассмотренные виды отделки стен из пенобетона можно разграничить на три основные группы.

1. Не полностью закрывающее покрытие, например, декоративный щебень или плитка.

2. Полностью закрывающее покрытие – поризованные растворы и бетоны.

3. Окрасочные покрытия.

Причем, первые две группы относятся к доавтоклавной отделке, а третья – к послеавтоклавной. Из них заслуживает внимание отделка поризованным раствором. Но, как отмечалось, раствор в автоклаве ухудшает свои декоративные качества, а после автоклавной обработки пенобетона на него трудно нанести раствор из-за плохого сцепления. Поэтому представляется целесообразным улучшить свойства поризованного раствора таким образом, чтобы обеспечить его надежное сцепление и совместную работу с пенобетоном после автоклавной обработки изделия.

В этом случае можно получить покрытие толщиной 10-20 мм с одинаковыми по толщине слоя декоративными свойствами. В случае загрязнения панелей и мелких царапин исправление внешнего вида достигается циклеванием защитного слоя. Эта операция может выполняться при любой погоде и в любое время года, что имеет немаловажное значение при высоких темпах сборки крупнопанельных домов.

При нанесении поризованного раствора на готовое изделие, его не нужно калибровать и исправлять, так как сам раствор служит выравнивающим покрытием.

Покрытие раствором готовых панелей, в отличие от доавтоклавного нанесения, не задерживает оборачиваемости бортоснастки и не влияет на технологический цикл по их изготовлению.

Наконец, раствор, пригодный для послеавтоклавного нанесения, может быть применен для штукатурки и ремонта стен построенных зданий. В том числе зданий из мелких пенобетонных блоков, а также для устранения крупных дефектов на панелях (околы, отслоения и т.п.), подготовленных под окраску. Такой раствор может быть декоративным и обычным.

1.2. Полимерцементные растворы и их свойства применительно к отделке конструкций из пенобетона

При изготовлении панелей из пенобетона отделочный слой может быть сформирован с частичным участием самого пенобетона, как при втапливании в него плиточных материалов или каменной крошки, либо в качестве самостоятельного защитно-отделочного покрытия – как окрасочный слой или слой из поризованного раствора. Окрасочный слой удерживается на пенобетоне за счет сил адгезии, а поризованный слой – за счет соединения свежееотформованного раствора и пенобетона в пластичном состоянии с последующей совместной тепловой обработкой в автоклаве. При нанесении поризованного раствора на готовый пенобетон, он быстро обезвоживается, за счет отсоса влаги пенобетоном, и не набирает нужной прочности и прочности сцепления. Необходимо найти способ для обеспечения нормального твердения раствора на пористом основании.

Последние годы ознаменовались повышенным интересом к цементно-полимерным композициям. Отечественные и зарубежные исследования показали возможность получения цементного камня, и на его основе, специальных бетонов с уникальными свойствами. Их прочность превышает 10 МПа, морозостойкость достигает 700 циклов, а модуль упругости вместо $2,5 \cdot 10^5$ составляет $4 - 5 \cdot 10^5$ МПа. Такие бетоны предложено называть «бетонополимерами». Имеются также разнообразные композиции, в которых полимеры выполняют роль добавок, в результате чего можно получить материал с заданными свойствами, лучшими, чем свойства цементного камня даже на высокомарочных цементах.

Дальнейшее повышение качества цемента все чаще рассматривается не как самостоятельный процесс, а как результат использования цемента в бетоне в сочетании с некоторыми веществами.

Цементные растворы и бетоны в зависимости от вида цемента и добавок приобретают те или иные свойства. Можно изменять прочность при сжатии и растяжении, увеличивать морозостойкость, влиять на сроки схватывания и твердения.

Но некоторые отрицательные свойства цементного раствора и бетона обычными добавками устранить нельзя. Основные из них: малая относительная прочность при растяжении, равная $1/15 \div 1/20$; незначительная величина предельных относительных деформаций, что проявляется в виде хрупкости бетона; плохое сцепление с рядом строительных материалов и др. Вот почему, в необходимых случаях, отказываются от применения обычного раствора или бетона, заменяя их более дорогими материалами

или модифицируют цементные составы с помощью специальных органических добавок.

При введении в цементный раствор высокомолекулярных органических веществ образуется новый материал, в котором свойства минерального вяжущего и полимера взаимно дополняют и улучшают друг друга. Этот новый материал обладает разнообразием структурно-механических и физических свойств, характерных для полимера и для цемента.

Применение натуральных высокомолекулярных веществ в растворных смесях на минеральных вяжущих известно давно. Исследованием свойств цементного раствора с добавкой полимеров ученые занимались более 80 лет. Однако, применение натуральных латексов, в силу высокой стоимости и дефицитности натурального каучука, не получило широкого распространения. В.В. Журавлев и В.И. Шевелева еще в 1944 году показали высокую сопротивляемость удару смеси портландцемента с синтетическим латексом, а также уменьшение его водопоглощения. В связи с бурным развитием химии, ассортимент синтетических полимеров значительно расширился. В настоящее время в полимерцементных композициях все большее применение находят водные дисперсии полимеров – дисперсии и латексы. Это продукты дисперсной полимеризации и сополимеризации различных мономеров: винилацетата, винилхорида, винилденхлорида, стирола и др.

Полимербетон и его свойства характеризуются наличием двух активных составляющих: минерального вяжущего и органического связующего вещества. В зависимости от качественных показателей этих составляющих и степени их проявления в полученной композиции, можно получить материал, варьируя количественными и качественными параметрами составляющих, с требуемыми структурно-механическими и физико-химическими свойствами.

Наибольшее применение в строительстве нашли полимерцементные растворы (бетоны) с поливинилацетатной дисперсией. Пока несколько в меньших объемах применяются растворы с латексом. Из синтетических латексов больше всего на стройках используется дивинилстирольный латекс СКС-65 ГП марки Б заводской стабилизации.

Поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) получается полимеризацией винилацетата из исходных материалов: винилацетата, поливинилового спирта, перекиси водорода, уксусной кислоты и воды. Для поливинилацетата характерны высокие адгезионные свойства. Он стоек к воздействию бензина, масел. Однако, в щелочной среде поливинилацетат, как и все сложные эфиры, гидролизует. При этом образуется кислота и поливиниловый спирт, хорошо растворимые в воде. В бетоны и растворы поливинилацетат добавляют в виде водной дисперсии с содержанием твердых

частиц от 30 до 50 %. Показатель pH около 5. В качестве пластификатора чаще всего применяется дибутилфталат в количестве около 15 %.

Дивинилстирольный латекс синтетического каучука (эластомера) СКС-65ГП получается при эмульсионной полимеризации. Содержание сухого вещества в водной дисперсии 47-50 %, pH 10-11,5. Каучуковый латекс повышает стойкость бетона к агрессивным жидкостям, а также прочность при растяжении, водонепроницаемость, морозостойкость, улучшает адгезионные свойства. Вместе с тем понижается модуль упругости, что способствует снижению хрупкости и повышению трещиностойкости композита.

Недостатком латекса является его свертывание при смешивании с цементом. Легкая коагуляция вызывается активностью многовалентных ионов кальция и магния, образующихся при затворении цемента и разноименностью зарядов полимера и цемента. Частички каучука оседают на зернах цемента, образуя творожистую массу, и раствор теряет подвижность и вяжущую способность. Для исключения этого явления в латекс вводят защитные коллоиды-стабилизаторы, образующие на поверхности глобул полимера гидрофильную оболочку. Наиболее распространенными стабилизаторами являются казеинат аммония, гидролизированный костный клей и неионогенные мыла ОП-7 и ОП-10. Для стабилизации латекса используются такие электролиты как: сода, поташ, едкие щелочи. Свойства латексцементных смесей зависят от вида и количества стабилизатора.

В практике применения полимерцементных смесей наиболее часто используется цементно-песчаная смесь состава 1:3 на кварцевом песке без крупного заполнителя. Структуру полимерцементного раствора изменяют путем различных соотношений компонентов и условий твердения. Из результатов исследований известно, что оптимальным содержанием полимера от веса цемента считается 7-20 %. Свойства раствора улучшаются с увеличением полимера от 0 до 20 %. При содержании полимера от 0 до 7 % его действие подобно действию пластификатора и только при большем содержании образуются полимерные сrostки, изменяющие структуру и свойства цементно-песчаного камня. Полное обволакивание зерен и заполнение пустот полимером происходит при его содержании более 20 % и материал начинает обладать свойствами наполненной пластмассы. Максимальную прочность полимерцементные растворы показывают при добавке полимера в количестве 15-20 %.

При введении в цементный раствор полимера меняются его реологические характеристики. Значительно возрастает пластичность, вместе с тем увеличивается вязкость раствора. Это дает возможность снизить водопотребность в зависимости от количества вводимого полимера.

Наилучшие значения прочности полимерцементного раствора и другие его свойства, проявляются при твердении в воздушно-сухих условиях при влажности 40-60 %. Тепловая обработка ускоряет процесс твердения, но снижает конечную прочность по сравнению с нормальными условиями созревания.

Прочность при сжатии во многих случаях для полимерцементного раствора воздушно-сухого хранения оказывается не выше, а иногда и ниже прочности немодифицированного состава влажного хранения, что свидетельствует о неполной гидратации цемента в воздушно-сухих условиях.

Прочность при растяжении и изгибе полимерцементных растворов, как правило, возрастает постепенно при увеличении содержания полимера от 0 до 20 %. Затем прочностные характеристики понижаются. Возрастание прочности объясняется положительным взаимодействием межмолекулярных сил между кристаллами цемента и упругими пленками полимера. Отношение прочности при растяжении к прочности при сжатии достигает 1/6.

Введение в раствор поливинилацетата и каучука способствует улучшению его упруго-эластических характеристик. Динамический модуль упругости полимерцементного раствора начинает понижаться уже при введении полимера до 5 %. А при достижении количества полимера 30 % модуль упругости понижается до 1/3 значения для обычного раствора. Полимерцементным растворам присущи вязкоэластические свойства, отличающие их от обычных растворов, для которых характерно хрупкое разрушение.

Полимерцементные растворы обладают повышенной растяжимостью, отличающейся более чем в 2 раза от растяжимости цементно-песчаных составов. Кроме того с увеличением количества полимера в растворе, возрастает и ползучесть. Высокие упруго-эластические свойства и деформативность полимерцементных растворов, позволяют считать, что они должны отличаться и значительной трещиностойкостью.

Поливинилацетат, как и дивинилстирольный каучук, имеют хорошую адгезионную способность. Так, например, по полученным нами данным прочность соединения со старым бетоном на отрыв составила 3,7 МПа. При увеличении содержания полимера адгезионные силы возрастают при условии воздушно-сухого выдерживания полимерцементного раствора.

Полимерцементным растворам свойственно пониженное водопоглощение и водопроницаемость. Причем конечная величина водопоглощения для поливинилацетатцементного состава достигает тех же величин, что и для обычного раствора. Происходит лишь замедление поглощения воды в первое время. Через 7-10 суток разрыв исчезает. Каучукцементные растворы обладают в несколько раз меньшим водопоглощением, чем обычные растворы и при высоком содержании полимера могут не превышать 1 %.

При содержании полимера менее 10 % водопоглощение не отличается от значений для цементно-песчаного раствора. Небольшое водопоглощение для полимерцементных растворов, а также их высокая растяжимость и прочность при растяжении, позволяет предположить хорошую морозостойкость таких составов. Так как эти растворы применялись в основном для внутренних работ, то их морозостойкость исследовалась мало. Известно, что для высокой морозостойкости бетона нужно обеспечить его максимальную плотность. Вместе с тем, небольшие замкнутые поры, равномерно распределенные в материале, способствуют повышению его морозостойкости. Было отмечено, что введение полимерных эмульсий в раствор, приводит к разукрупнению в нем пор и создает условия для перераспределения внутренних напряжений в материале, возникающих в результате замерзания жидкости и увеличения ее в объеме. По индивидуальному мнению ряда авторов, полимерцементные растворы отличаются более высокой морозостойкостью по сравнению с не модифицированными составами. Причем применение таких гидрофильных полимеров, как поливинилацетат, менее предпочтительно, чем например, дивинилстирольного латекса. Таким образом, морозостойкость полимерцементного раствора зависит от вида полимера, а также от его количества. Высокое содержание полимера в растворе не повышает его морозостойкости. Общим недостатком, свойственным полимерным растворам, является их высокая усадка. Отмечено, что при 20 % содержании поливинилацетата в растворе, его усадочные деформации почти в 9 раз превышают результаты для обычного раствора. Влажные условия хранения, особенно в начальный период, уменьшают усадку. Снижается усадка и при уменьшении вводимого в раствор полимера. Особенно велики усадки для растворов с поливинилацетатом, что объясняется его способностью к набуханию. Усадочные деформации каучукцементных растворов при содержании полимера менее 20 % не превышают значений усадки для обычного раствора.

Долговечность полимерцементных растворов рядом ученых оценивается такой же, или несколько выше, чем обычных бетонов. Однако, в силу недавнего применения полимерцементных композиций, вопрос об их долговечности изучен еще недостаточно.

Мы рассмотрели основные свойства полимерцементных растворов и именно те из них, которые имеют существенное значение для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона. Совершенно очевидно, что введение в цементный раствор полимеров, и в частности, поливинилацетата и латекса СКС-65ГП, улучшает его свойства и открывает возможность использования в качестве защитно-отделочного покрытия стен из пенобето-

на, с соответствующим обоснованием выбора состава полимерцементных композиций.

1.3. Теоретические предпосылки к выбору оптимальных композиций пенополимерцементных составов

Одним из основных направлений заводской отделки крупноразмерных панелей, является их послеавтоклавная отделка с применением полимеров. Вместе с тем, отмечается эффективность применения поризованных цементных растворов с плотностью 1500 кг/м³.

При послеавтоклавном нанесении защитно-отделочного слоя на наружную поверхность панели можно применять разные составы раствора. Для сближения показателя их пористости с пенобетоном основной массы панели производится поризация отделочного слоя пеной. Поризованная структура отделочного слоя необходима и по соображениям быстрее достижения пенобетоном равновесной влажности, поскольку панели на стройку поступают с влажностью 15-20 % и даже более.

Можно полагать, что полимерные добавки, введенные в поризованный раствор, могут значительно улучшить его свойства и расширить возможность применения, в том числе для нанесения на панели из пенобетона после их автоклавной обработки.

К этому имеются следующие предпосылки.

1. Мелкозернистые бетоны с поризованной массой изменяют свои свойства в зависимости от степени пористости и качества межпоровых перегородок. Многие специалисты считают, что основой улучшения свойств бетона, в том числе и в перегородках между порами, является направленное структурообразование.

2. Оптимизация свойств материалов вспененной структуры в первую очередь связана с характером межпоровых перегородок, с их прочностью и деформативностью. От этого зависит прочность материала и, как следствие, его долговечность. Естественно, что для отделочного слоя, который выполняет защитные функции, улучшение структуры материала имеет важнейшее значение.

3. Поливинилацетатная дисперсия и дивинилстирольный латекс СКС-65ГП, значительно увеличивают предельную растяжимость, повышают водонепроницаемость и морозостойкость бетона. В то же время они пластифицируют бетонную смесь, в результате чего должно снижаться ее водотвердое отношение.

4. Молекулам синтетического каучука свойственна определенная ориентация в силовом поле, в результате которой происходит упорядочение их

структуры. Это явление связано с действием в материале растягивающих напряжений. Как известно, напряжения растяжения для бетона представляют наибольшую опасность и приводят к образованию трещин. Полимерцементные композиции, особенно при использовании эластомеров, создают в этом отношении большие возможности.

5. Послеавтоклавная отделка панелей предусматривает твердение отделочного слоя в воздушно-сухих условиях. Это неблагоприятно для композиций на основе гидравлических вяжущих веществ. Иное положение создается при использовании полимерцементных составов, поскольку последние наиболее интенсивно твердеют в воздушно-сухой среде.

Таким образом, сочетание цемента с полимерными добавками и применение соответствующих растворов для отделки панелей из пенобетона, есть основание считать прогрессивным направлением технологии. На основании информационных данных и практики строительства, наиболее приемлемыми добавками для данных целей являются дивинилстирольный латекс и поливинилацетатная дисперсия (ПВАД). Водные дисперсии каучука и поливинилацетата позволяют изготовить поризованные полимерцементные растворы (пенополимерцементные растворы) с требуемой степенью однородности, поскольку сам цемент смешивается с водой, если предотвращается коагуляция полимера.

Природа коагуляции неоднозначна, она связана с рядом факторов, но преобладающее значение имеют явления электрохимического порядка. Устойчивость суспензий и эмульсий, в основном, зависит от заряда на поверхности частиц, Именно благодаря наличию такого заряда на поверхности частиц в водной среде образуется двойной электрический слой, защищающие коллоидные частицы от коагуляции подобно сольватным оболочкам.

Отмеченное положение характерно для гидрофобных золь, в данном случае они представлены латексом СКС-65ГП. Стабилизация же цементных паст объясняется образованием сольватных оболочек. Такие оболочки препятствуют непосредственному слипанию частиц цемента.

Обычно латексы и дисперсии высокополимеров имеют глобулы с отрицательным зарядом, частицы же портландцемента в водной суспензии характеризуются положительным зарядом. Естественно, что сохранить достигнутую дисперсность полимеров при эмульгировании их в водной среде и последующем контакте такой эмульсии с цементным раствором не удастся.

При отрицательно заряженных частицах высокополимеров наиболее интенсивно коагулирующими будут вещества, содержащие многовалентные ионы, например Ca^{2+} . Последние образуются в результате гидролиза

C_3S портландцемента и их концентрация в твердеющем цементном тесте обуславливают высокие показатели рН.

Следует, вероятно, стремиться к максимальному сближению показателей щелочности цементного теста и модифицирующих его полимерных эмульсий. В этом отношении дивинилстирольный латекс СКС-65ГП имеет весьма благоприятный показатель, поскольку величина показателя рН у него составляет 11,5. Насыщенный же раствор гидроокиси кальция имеет величину рН = 12,5. Поровая жидкость бетона, по данным В.М. Москвина характеризуется показателем рН от 11 до 13.

Для проверенной нами ПВАД величина рН составляет 4,96.

На стабильность водных дисперсий полимеров в настоящей работе было обращено самое серьезное внимание. При этом учитывалось, что выбор стабилизатора для применяемых дисперсий непосредственно отражается на структурной вязкости и пластической прочности полимерцементных композиций. Последние же в свою очередь, определяют количество воды, необходимое для получения требуемой подвижности пенополимерцементных растворов.

Сродство модифицирующих добавок и цементной пасты по показателю рН имеет значение и с точки зрения кинетики твердения. Известно, что чем больше щелочность среды, тем энергичнее происходит растворение клинкерных минералов и тем больше образуется продуктов гидратации в единицу времени.

Сопоставляя применяемые нами ПВАД и СКС-65ГП, с учетом взглядов, сформулированных выше, следует высказаться за более предпочтительное отношение к СКС-65 ГП, чем к ПВАД. Это мнение базируется не только на весьма неблагоприятном возрастании усадочных явлений у поливинилацетатцементных композиций, но и на их значительно более «кислой природе», чем у композиций с добавкой латекса.

Действительно, основой получения ПВАД служат два исходных продукта: эфир уксусной кислоты и виниловый спирт. Поливинилацетат имеет полярную карбоксильную группу, которая является «носителем» кислотных свойств.

Часть гидратной извести, образующейся в процессе твердения, вступает во взаимодействие с ПВАД, в результате чего происходит омыление основного продукта и образование поливинилового спирта. Этот процесс является, по существу, гидролизом в щелочной среде, в результате которого получают хорошо растворимые в воде продукты.

Хотя омыление ПВАД способствует воздухововлечению и пластификации бетонной смеси, однако низкая водостойкость продуктов этой реак-

ции не позволяет полностью реализовать указанное преимущество на практике.

Анализируя имеющиеся литературные источники по полимерцементным композициям, закономерно прийти к выводу, что процессы их твердения не могут получить сейчас исчерпывающее теоретическое толкование.

Большинство специалистов едины во мнении о том, что химическое взаимодействие между цементным клинкером и полимером не имеет места. Таким образом, следует полагать, что глобулы полимеров откладываются в дефектных разрывах и «неплотностях» формирующегося цементного камня. Следуя этой гипотезе, закономерно признать протекающими и взаимно дополняющими два процесса:

Первый – представляет из себя обычный процесс гидратации и твердения портландцемента;

Второй – постепенный процесс коагуляции (по мере уменьшения количества свободной воды) полимера в глобулы и пленки, которые откладываются дискретно в точках пространства свободных от продуктов твердения цемента.

Следует при этом учитывать, что стремясь к направленному структурообразованию цементного камня, нельзя игнорировать резкое различие в упругих свойствах последнего и полимера.

Если цементный камень характеризуется модулем упругости около 150000 кгс/см^2 , то для линейных полимеров он не превышает $3000\text{--}6000 \text{ кгс/см}^2$, т.е. на два порядка ниже. Оптимальный состав их композиции должен соответствовать указанному соотношению, т.е. количество полимера должно быть существенно меньшим, чем цемента. Именно в этом случае создается жесткий цементно-песчаный каркас, а полимеры лишь дискретно модифицируют его, улучшая упруго-прочностные свойства.

Можно предположить, что введение полимера в цементный раствор поризованный пеной, улучшит его физико-механические свойства аналогично тяжелому бетону. Литературные сведения о полимербетонах, модифицированных полимерными добавками, весьма ограничены. Поэтому предстоит исследовать основные свойства пенополимерцементных растворов с учетом их целенаправленного использования в качестве защитно-отделочных покрытий для стен из пенобетона.

1.4. Изучение свойств пенополимерцементного раствора применительно к использованию его в качестве наружных защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона

Выше отмечалась эффективность использования поризованных растворов для отделки панелей из пенобетона. Определенный интерес представляет задача использования этих растворов, с улучшенными (за счет введения органических связующих веществ) свойствами, для послеавтоклавной отделки пенобетона.

В результате исследований были изучены свойства пенополимерцементного раствора применительно к использованию его в качестве наружных защитно-отделочных покрытий легкобетонных стен панельных или блочных.

Чтобы получить определенные результаты и сделать выводы о свойствах пенобетона с полимерными добавками, предстояло решить ряд частных задач.

Поскольку эффективность полимерцементных композиций основана не на химическом взаимодействии минерального вяжущего и полимера, а на отложении глобул и пленок последнего в контактах поликристаллических сростков цемента и микродефектах, особое значение приобретают:

1. Стабильность полимера и предотвращение его преждевременной коагуляции.

2. Регулирование структурной прочности и пластичности раствора подбором вида и количества полимера, а также соответствующего стабилизатора и изучение реологических (пластометрических) характеристик используемых композиций.

3. Равномерное распределение полимера в пенополимерцементном растворе посредством оптимальных условий перемешивания.

4. Установление оптимального количества воды в растворе и изучения интенсивности ее физико-химического связывания и испарения.

Эти задачи исследований вытекают из теоретических основ твердения полимерцементных композиций.

Для выявления возможности использования пенополимерцементных растворов в качестве защитно-отделочных покрытий пенобетона ставится задача изучить их физико-механические свойства и процессы структурообразования при нанесении на пористое основание из пенобетона, проверить паропроницаемость, атмосферостойкость, а также влияние технологических факторов на формирование защитного покрытия.

В задачу исследований входит также проверка пригодности пенополимерцементных растворов для отделки панелей из пенобетона в производ-

ственных условиях, с оценкой их технико-экономической целесообразности. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Пенобетон является одним из самых эффективных материалов для наружных стен зданий. Создание для него защитно-отделочных покрытий заводского нанесения, не требующих существенных послеустановочных затрат на строительной площадке при любых погодных условиях, имеет большое значение.

2. Наиболее распространенным материалом при доавтоклавной отделке является поризованный раствор. В последнее время получает распространение и послеавтоклавная отделка. Поэтому заслуживает внимание применение для послеавтоклавной отделки нового вида поризованного раствора, позволяющего изменять свойства покрытия.

3. Дальнейшее повышение качества цемента и бетона все чаще идет по пути использования цемента в сочетании со специальными добавками. Данная тенденция определяет одно из важнейших направлений развития технологии бетона в ближайшие годы. Она заслуживает внимания и для решения задач повышения качества автоклавных панелей из пенобетона.

4. Введение в цементный поризованный раствор высокомолекулярных органических веществ поливинилацетата или дивинилстирольного латекса существенно улучшает как раз те его свойства, которые без полимерной добавки делают полимерный раствор непригодным для нанесения на послеавтоклавный пенобетон.

5. Для решения вопроса о возможности применения в качестве защитно-отделочного покрытия панелей из пенобетона декоративного пенополимерцементного раствора, необходимо провести исследование стабильности пенополимерцементных композиций, их реологических характеристик, а также основных физико-механических и технологических свойств, с проверкой полученных данных в производственных условиях.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ

2.1. Методика исследований

В проведенных опытах использовался белый цемент Шуровского цементного завода. Этот выбор обоснован наибольшей вероятностью применения подобных цемента для отделки панелей из пенобетона. Минералогический состав цемента: $C_3S=44-51\%$, $C_2S=34-27\%$, $C_3A=18-15\%$, $C_4AF=1-2\%$. Химический состав цемента: потери при прокаливании 1,06-3,5 %, $Al_2O_3=5,5-6,53\%$; $Fe_2O_3=0,56-1,14\%$; $CaO=62,69-65,97\%$; $MgO=0,75-2,21\%$; $SO_3=2,12-3,19\%$; $TiO_2=0,24-0,32\%$; $CaSO_4 \cdot 2H_2O=3,74-4,95$. Начало схватывания цемента соответствовало 1 часу, конец схватывания 2ч 45 мин. В 28-дневном возрасте прочность при изгибе 5 МПа, при сжатии 39,3, что соответствует марки 400. Наряду с белым цементом для выборочных опытов использовался портландцемент М 400 Алексеевского цементного завода.

Песок применялся речной, Сурский, прошедший для отсеивания опочного гравия через гидроклассификатор в карьере. Никаким другим промывкам и очисткам песок не подвергался. Песок мелкий с $M_{кр}=1,60$, с содержанием пылевидных частиц до 2 %. Химический состав песка в %: влажность гигроскопическая 0,08; потери при прокаливании 0,5; $SiO_2=97,7$; $Al_2O_3=0,4$; $CaO=0,4$; $MgO=0,2$; $Fe_2O_3=0,6$; $SO_3=0,09$.

В качестве полимерных добавок использовались: в первом случае – поливинилацетатная дисперсия Ереванского завода «Поливинилацетат», пластифицированная дибутилфталатом (ГОСТ 18992-80). Сухой остаток – 49,8 %, мономер – 0,18 %, дибутилфталат – 15 %, вязкость 7,8 сек, pH – 4,96. Во втором случае – синтетический латекс СКС-65ГП марки Б (по данным Ярославского завода синтетического каучука) с содержанием сухого вещества 47,5 %, незаполимеризованного стирола 0,08 %, pH – 10,2 без наличия посторонних включений и коагулюма. Латекс стабилизирован в заводских условиях (марка Б) казеинатом аммония с добавлением неионогенного мыла ОП-7. В данной работе он обозначен как латекс СКС-65 ГП.

В качестве пенообразователя применялась гидролизованная кровь со стабилизатором пены медным купоросом.

Для определения прочности сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном и выявления его защитных свойств после воздействия различных факторов, в исследованиях использовались кубы $10 \times 10 \times 10$ см из автоклавного пенобетона заводского изготовления с объемной массой 730 кг/м^3 , прочностью при сжатии 5,2-5,8 МПа.

По ГОСТ 11118-73 марка поризованного раствора должна составлять не менее 100 % и не более 200 % от проектной марки пенобетона. Соответственно нами использовался раствор с прочностью 5-7 МПа.

Согласно ГОСТ 8462-85 и 12852.0-77 контроль прочности пенобетона проводился на образцах 10×10×10 см. Толщина защитного слоя должна быть по ГОСТ 11118-73 не более 2 см, следовало бы, поэтому принять размеры образцов из раствора 4×4×4 см или даже 3×3×3 см. Однако, исходя из требования ГОСТ 8462-85 минимальные размеры образцов могут быть приняты 5×5×5 см. Для проведения результатов испытаний к стандартному размеру образцов 10×10×10 см, требуется, данные полученные при испытании образцов 5×5×5 см, умножать на коэффициент 0,825. Все результаты, полученные в настоящем исследовании, представлены применительно к образцам 10×10×10 см.

Образцы готовили в металлических формах-блоках по 6 штук с уплотнением на вибростоле в течение 1 мин. При частоте 3000 колебаний в минуту. После изготовления образцы хранили при температуре 20°С и влажности 50-60 %.

Прочность при осевом растяжении определяли по методике ГОСТ 12852.5-77 на 6 образцах-кубах 10×10×10 см. Изготовление, хранение и подготовка образцов для испытания аналогично образцам для испытания на сжатие.

Прочность при сдвиге определяли на образцах, как и при испытании на растяжение, с помощью специальной обоймы-захвата.

Динамический модуль упругости определяли ультразвуковым методом путем прозвучивания 12 образцов 10×10×10 см, с помощью прибора УКБ-1 м. Результаты опыта обрабатывали методом математической статистики. Модуль упругости при сжатии находили с помощью электротензометрии на призмах 4×4×16 см.

Прочность сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетоном определялась на двухслойных образцах. Для исключения влияния состояния поверхности на прочность сцепления при проверке различных факторов, влияющих на сцепление, контактная поверхность кубов из пенобетона подвергалась шлифовке на наждачном круге. Полученные таким образом однородные поверхности обеспыливали и смачивали жидкой суспензией полимера. Полимер разбавляли водой с соотношением: 1 часть полимера, 5 частей воды. Полимер применяли тот же, что и в укладываемом пенополимерцементном растворе. Смачивание производили кистью за 5 мин. до нанесения растворов. Образцы хранили при $t = +20^{\circ}$ и влажности 50-60 %.

Прочность сцепления находили двумя способами. Для определения прочности сцепления при сдвиге использовалось приспособление НИИЖБа. Однако, при малых прочностях раствора в защитно-отделочном слое (в кон-

трольной серии без полимера) на данном приспособлении очень часто наблюдалось смятие защитно-отделочного слоя в обойме, что не давало возможности определить прочность сцепления.

Поэтому для определения прочности сцепления использовались специальные клинья, которыми раскалывали образец по линии контакта пенобетона с фактурным слоем (рис. 1). Такой способ испытания отличается значительной простотой и дает хорошую сходимость результатов. Для получения возможности сравнивать наши данные с данными по прочности сцепления, полученными с помощью приспособления НИИЖБ, были проведены сравнительные испытания тем и иным способами с вычислением соотношения

$$K = \frac{R_{\text{сдвига}}}{R_{\text{раскалывания}}} = 1,6. \text{ Значение } K=1,6 \text{ будет использоваться при}$$

обработке результатов испытаний образцов на прочность сцепления.

Испытания двухслойных образцов производились после их высушивания до постоянного веса. Вместе с тем проверяли влияние на прочность сцепления переменного увлажнения и высушивания. За один цикл увлажнения и высушивания принималось замачивание образцов при полном погружении в течение 16 часов и последующего высушивания при температуре 105-110°C в течение 8 часов. Перед испытанием на прочность сцепления образцы высушивали до постоянного веса.

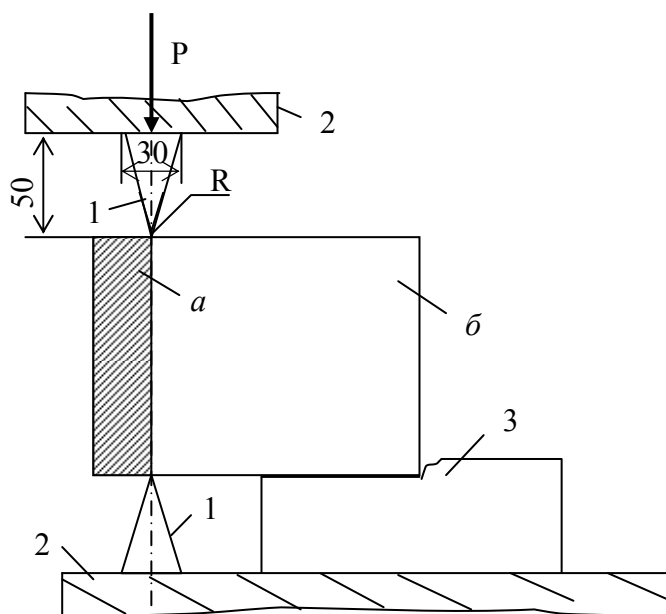


Рис. 1. Схема определения прочности сцепления при раскалывании:
 а – защитно-отделочный слой; б – образец из пенобетона;
 1 – клинья; 2 – опоры пресса; 3 – подкладка из поролона

Прочность сцепления в мокром и влажном состоянии проверялась без высушивания образцов после их хранения в воде и после увлажнения контактного слоя при капиллярном подсосе с гидроизоляцией боковых поверхностей образцов. Кроме того, прочность сцепления определяли после годичного хранения двухслойных образцов на открытом полигоне в атмосферных условиях.

Влагопроницаемость при капиллярном подсосе испытывали по методике, рекомендованной ГОСТ 12852.0-77.

Паропроницаемость пенополимерцементных растворов определяли на образцах-дисках диаметром 100 мм и толщиной 30 мм по методике, предложенной д.т.н. К.Ф. Фокиным.

Усадку пенополимерцементных растворов и пенобетона вдоль поверхности панели (перпендикулярно направлению вспучивания) определяли по методике ГОСТ 12852.0-77.

Водопоглощение исследуемых растворов находили по методике ГОСТ 12852.0-77 с увеличением продолжительности испытания до 144 часов. Образцы приняты 5×5×5 см, вместо рекомендованных 10×10×10 см, что увеличило их модуль поверхности с 0,6 до 1,2 и повысило, соответствующим образом, водонасыщение образцов.

Капиллярный подсос образцов 10×10×10 см из пенополимерцементных растворов определялся по методике ГОСТ 12852.0-77.

Испытанию на морозостойкость подвергались как двухслойные образцы 10×10×10 см, так и образцы 5×5×5 см из пенополимерцементного раствора.

Учитывая способность применяемых полимеров к размягчению при повышенных температурах, а поверхность фасадов зданий может нагреваться до температуры около +70°C, были проведены испытания пенополимерцементных растворов на прочность при сжатии при температурах +20°C, +50°C, +70°C, +90°C, и +110°C.

Температурные деформации определяли на образцах 4×4×16 см индикатором 0,001. Замеры выполняли при температуре -10°C, +18°C, +60°C, и +100°C. Перед замером образцы выдерживали не менее 2 часов при отклонениях температуры на ± 1°C от номинального значения.

Влияние декоративных добавок на стойкость пенополимерцементных растворов к атмосферным воздействиям изучали на однослойных 5×5×5 см и двухслойных образцах 10×10×10 см.

2.2. Особенности приготовления пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и латекса СКС-65ГП

2.2.1. Общие сведения о подготовке пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и латекса СКС-65ГП

Поризованный раствор (пенораствор) готовили из вышеописанных материалов состава 1:3 с введением пенообразователя-гидролизованной крови – в количестве около 3 % от веса цемента и 18 %-го раствора CuSO_4 до 15 % от веса крови, для стабилизации пены. Расход материалов на 1 м^3 раствора составляет: песок-947 кг, цемент-317 кг, гидролизованная кровь (ГК) – 9,5 кг, CuSO_4 (18 %-й) – 1,5 кг, вода – 164 кг.

Водотвердое отношение В/Т = 0,14, водоцементное отношение В/Ц = 0,55.

Раствор указанного состава в зависимости от продолжительности перемешивания можно получить с различной объемной массой в пределах 1000-1700 кг/м^3 . Подвижность раствора определяли стандартным конусом и на встряхивающем столике. Количество воды затворения определялось из расчета осадки конуса 8-11 см или расплыва диаметром 140-160 мм на столике. Раствор был приготовлен в лабораторной пенобетонмешалке с емкостью смесительного барабана 25 л и вращением винтовых лопастей 80 об/мин. Продолжительность перемешивания 4-5 мин. Для достижения $\gamma_{\text{смеси}} = 1500 \text{ кг/м}^3$. При небольших объемах готового раствора, хранившегося в открытой таре, смесь довольно быстро деаэрируется.

2.2.2. Изготовление пенополимерцементного раствора на основе поливинилацетатной дисперсии

Пенополимерцементный раствор на основе поливинилацетатной дисперсии (ПВАД) готовился путем дополнительного введения полимерной составляющей. Количество воды, входящей в состав дисперсии, учитывалось при расчете количества воды затворения. Составы растворов в зависимости от П:Ц приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

П:Ц	Составляющие (кг)					В/Т	В/Ц
	песок	цемент	вода	ГК	ПВАД		
0,07	945	317	121	6	44,5	0,116	0,47
0,10	945	317	107	10	63,6	0,115	0,47
0,20	945	317	73,5	13	127,5	0,113	0,475

2.2.3. Изготовление пенополимерцементного раствора на основе латекса СКС-65ГП

Раствор готовили на латексе стабилизированный костным клеем. Составы и водопотребность растворов приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Стабилизатор латекса	П:Ц	Составляющие (кг)					В:Т	В:Ц
		песок	це-мент	вода	ГК	ла-текс		
Костный клей ОП-7	0,07	945	317	110	14	44,7	0,114	0,46
	0,10	945	317	98	9,5	63,8	0,107	0,43
	0,15	945	317	69	9,5	96	0,097	0,40
	0,20	945	317	46	-9,5	127,7	0,091	0,38

Растворы с применением латекса, стабилизированного гидролизированным клеем отличаются большой стабильностью. Коагуляция не проявляется даже при двух – и более часов продолжительности использования раствора. Растворы готовили с одинаковой подвижностью по расплыву конуса около 150 мм. Зависимость водопотребности раствора от содержания полимера (П:Ц) при достижении одинаковой подвижности показана на графике рис. 2.

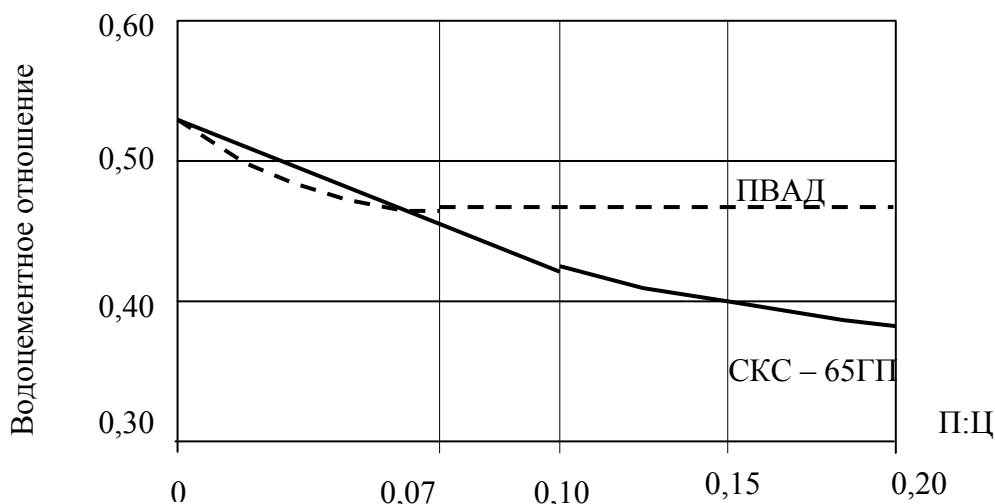


Рис.2. Водопотребность пенополимерцементных растворов при одинаковой подвижности

Приготовление пенополимерцементных растворов производилось по единой технологии, Сначала смешивали жидкие компоненты в течение 1 мин, а затем загружалась цементно-песчаная смесь. Продолжительность перемешивания для достижения одинакового значения объемной массы была различной и определялась опытным путем.

2.2.4. Прочность сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетонными наружными стенами отапливаемых зданий

В практике создания защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона или ячеистого бетона широко применялся поризованный, т.е. вспененный пенообразующими добавками, раствор. Он обладал прочностью при сжатии 5-7 МПа, а пенобетон, на который слоем 2 см наносили поризованный раствор, имел прочность 5,2-5,8 МПа при объемной массе 730 кг/м³.

С целью повышения прочности сцепления защитно-отделочного покрытия с пенобетоном в его материал добавляли полимерные составляющие. В качестве полимерных добавок использовали поливинилацетатную дисперсию, пластифицированную дибутилфтолатом, а также синтетический каучуковый стирольный латекс СКС-65ГП. Латекс стабилизирован на заводе казеинатом аммония с добавлением неионногенного мыла ОП-7. Также полимерные добавки повышают адгезионные свойства создаваемых композитов.

Для испытания подготовили двухслойные образцы из пенобетонного материала плотностью 750кг/м³, покрытого слоем пенополимерцементного раствора толщиной 20мм с добавлением поливинилацетатной дисперсии с полимерцементным отношением П:Ц, равным 0,07; 0,10 и 0,15. С такой же концентрацией добавок готовили образцы на основе латекса.

Прочность сцепления защитно-отделочного слоя с пенобетоном является одним из главных условий, определяющих возможность использования данного материала в качестве защитного покрытия.

Прочность сцепления определяли путем откалывания фактурного слоя стальными клиньями. Предварительно, проведенными испытаниями было установлено соотношение между прочностью при сдвиге и прочностью при раскалывании, используя соотношение $R_{\text{сдвига}} = 1,6 R_{\text{раскал}}$.

В дальнейшем все данные будут приводиться с пересчетом на R сдвига. Образцы испытывали после высушивания до постоянного веса, кроме специальных испытаний в водонасыщенном состоянии.

При испытании давление на образец передавали равномерно со скоростью 0,1-0,2 Н/сек до момента разрушения. Помимо величины разрушающей нагрузки фиксировался характер разрушения. Испытания производили в 7; 28 и 60-дневном возрасте.

Прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном в значительной степени определяется адгезионными свойствами полимерной добавки, а также ее положительным влиянием на влагоудерживающую способность раствора. Полимер, обладая в несколько раз большей адгезией, чем цемент, повышает сцепление раствора с пенобетоном, а предотвращая отсос влаги из раствора, способствует нормальной гидратации цемента в контактной зоне и полному проявлению его адгезионных свойств. Высокие адгезионные свойства поливинилацетата хорошо известны. Све-

жий бетон с применением поливинилацетата склеивается со старым, достигая адгезии на отрыв до 0,1 МПа. Прочность склеивания бетонных призм поливинилацетатом при сдвиге достигает 0,8 МПа при условии воздушно-сухого хранения образцов. В тех же условиях при П:Ц= 0,10–0,15 каучукцементные составы имеют несколько меньшую адгезию, но при влажном хранении каучукцемент обладает значительно большей прочностью сцепления, чем поливинилацетатцементы.

В нашем случае растворы на ПВАД и латексе показали почти одинаковые адгезионные свойства в воздушно-сухих условиях (рис.3). Преждевременная коагуляция латекса оказывает на прочность сцепления весьма неблагоприятное воздействие. Добавка латекса в этом случае не повышает адгезию по сравнению с немодифицированным составом.

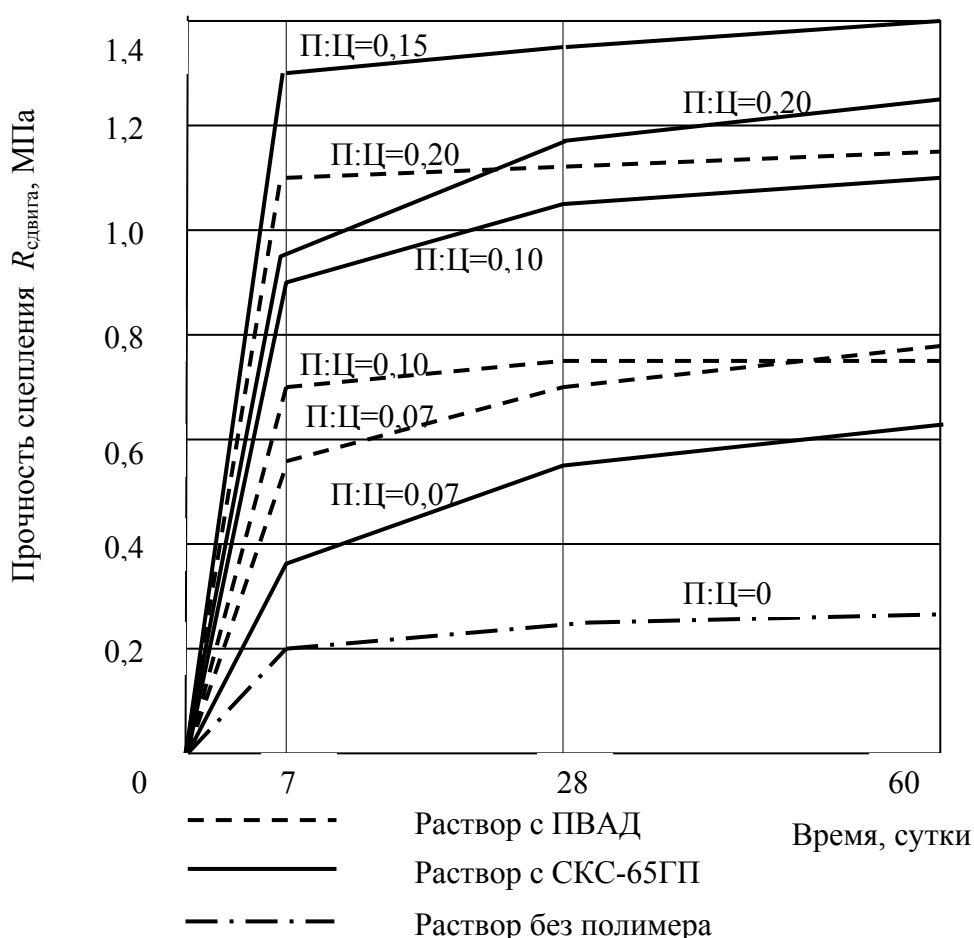


Рис.3. Прочность сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетоном

Анализируя характер разрушения двухслойных образцов, можно заключить, что адгезия раствора растет несколько быстрее, чем его прочность. В семидневном возрасте разрушение происходит часто по раствору, а не по поверхности сцепления или пенобетону, как в более позднем возрасте. Проведенные испытания свидетельствуют о хорошем сцеплении пенополимерцементного раствора с пенобетоном при П:Ц=0,10. Дальнейшее

увеличение ПВАД или латекса СКС-65 ГП вряд ли целесообразно, поскольку достигнутая адгезия уже превышает прочность пенобетона.

Для изучения действия увлажнения на прочность сцепления провели две серии опытов. В первой серии гидроизолированные с боковых граней двухслойные образцы, высушенные до постоянного веса, насыщались водой путем капиллярного подсоса через фактурный слой. Для этого образцы с фактурным слоем 18 мм устанавливали на подставки и заливали водой до погружения их в воду на глубину 13 мм. Во второй серии опытов образцы погружались в воду полностью. Прочность сцепления определяли в первом случае через 24 и 48 часов, во втором – через 12 и 24 часа сразу после извлечения из воды. Влияние увлажнения на прочность сцепления показаны в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Поли- мер	Полимер- цементное отношение П:Ц	Прочность сцепления при сдвиге полимерцементного раствора с пенобетоном (МПа)							
		водонасыщение при капил- лярном подсосе в течение				водонасыщение при полном погружении в течение			
		24 часов		48 часов		12 часов		24 часов	
		$R_{сдвига}$	Коеф. размягч.	$R_{сдвига}$	Коеф. размягч.	$R_{сдвига}$	Коеф. размягч.	$R_{сдвига}$	Коеф. размягч.
	0	0,08	0,33	0,09	0,38	0,16	0,65	0,18	0,74
ПВАД	0,07	0,41	0,59	0,29	0,42	0,48	0,69	0,23	0,33
	0,10	0,57	0,76	0,56	0,75	0,52	0,70	0,51	0,68
	0,15	0,73	0,67	0,66	0,61	0,66	0,61	0,72	0,66
СКС- 65ГП	0,07	0,14	0,49	0,13	0,45	0,17	0,59	0,23	0,80
	0,10	0,16	0,55	0,13	0,44	0,23	0,78	0,17	0,58
	0,15	0,17	0,50	0,13	0,38	0,18	0,53	0,15	0,44

Более всего снизили прочность сцепления образцов без добавки полимера. Прочность сцепления во второй серии опытов оказалась более высокой, чем в первой. При разрушении по контактному слою в большинстве образцов, особенно при высоком П:Ц, пенобетон оставался сухим. Составы с ПВАД и латексом СКС-65 ГП, даже при двухсуточном водонасыщении, показали удовлетворительное сцепление с пенобетоном. Разрушение происходило, как правило, по пенобетону (при П:Ц=0,10–0,20) или по раствору (при П:Ц=0,07). Некоторое повышение прочности сцепления немодифицированного состава после водонасыщения, объясняется дополнительной гидратацией цемента, обезвоженного в начальной фазе твердения.

При испытании образцов, увлажненных как первым, так и вторым способами и высушенных до постоянного веса, восстанавливают прочность сцепления до исходных величин.

Полученные результаты позволяют считать прочность сцепления пенополимерцементных растворов, на основе ПВАД и латекса удовлетворительной при П:Ц=0,10.

2.2.5. Прочностные показатели полимерцементных композитов для наружного покрытия стен из пенобетона

Прочностные и деформативные характеристики имеют решающее значение в оценке пригодности раствора для защитно-отделочных покрытий пенобетонных стен, поскольку от них зависят трещиностойкость и долговечность.

Оптимальным количеством полимера, вводимого в цементно-песчаный раствор для улучшения его прочности и деформативности, считается от 7 до 20 % от веса вяжущего в пересчете на сухое вещество. На прочностные показатели полимерцементного раствора значительное влияние оказывает водоцементное отношение и температурно-влажностные условия твердения. Наиболее благоприятными условиями твердения следует считать воздушно-сухие при температуре +18 – +25°С и влажности 50-60 %. Именно при таких условиях хранились образцы для испытания на сжатие, растяжение и сдвиг.

Результаты испытания на прочность при сжатии образцов после их 28-суточного хранения приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Полимер	П:Ц	В:Т	В:Ц	Осадка конуса см	Объемная масса кг/м ³	Прочность при сжатии МПа
–	0	0,134	0,54	9,1	1510	4,2
ПВАД	0,07	0,115	0,47	8,1	1502	5,7
	0,10	0,114	0,47	7,2	1595	7,6
	0,20	0,112	0,47	7,2	1580	11,8
СКС-65ГП	0,07	0,160	0,65	7,2	1478	5,8
	0,10	0,151	0,62	7,9	1518	9,4
	0,20	0,120	0,51	7,1	1455	10,9

Кроме 28-дневного возраста, прочность при сжатии определяли после 7-дневного, 60-дневного и 180-дневного хранения образцов в воздушно-сухих условиях. При этом по мере увеличения содержания полимера в рас-

творе, отмечалось более быстрое возрастание прочности в начальный период твердения (рис. 4).

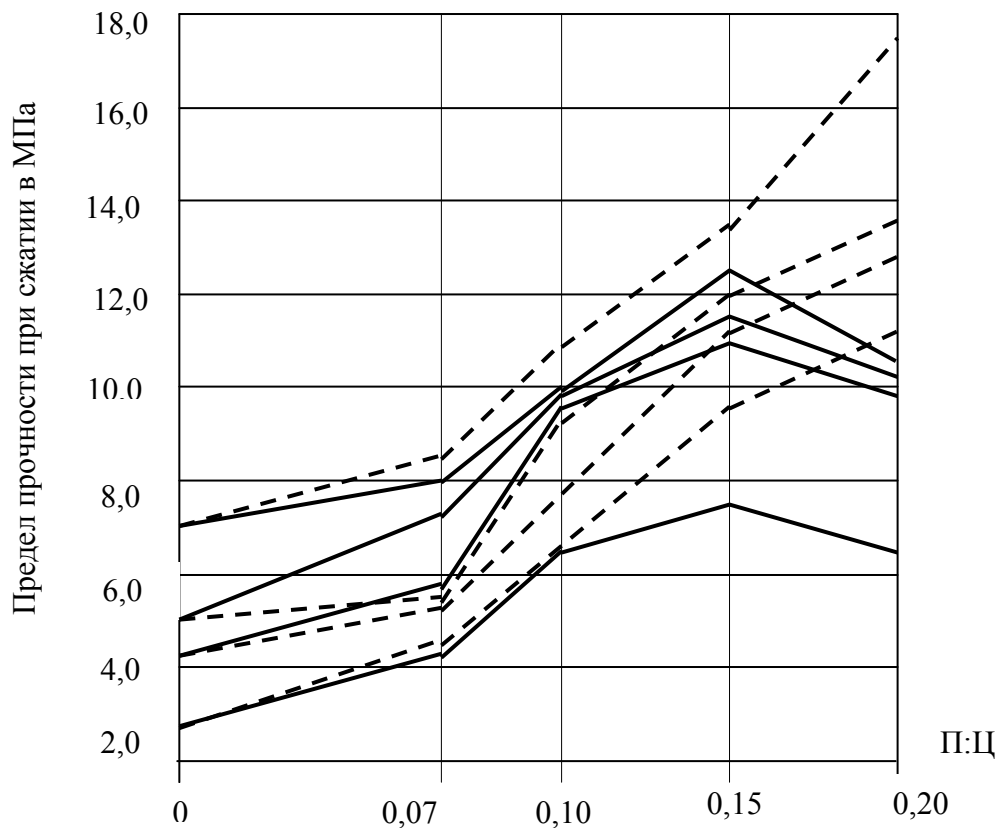


Рис 4. Прочность при сжатии пенополимерцементных растворов в зависимости от водоцементного отношения:

----- – раствор с ПВАД;
 ————— – раствор с латексом СКС-65 ГП

На этом же графике видно, что при увеличении П:Ц более 0,15 составы на латексе снижают прочность при сжатии. Рост прочности на всех этапах твердения при увеличении полимерцементного отношения до 0,15 объясняется пластифицирующими свойствами полимерных добавок.

Кроме того, полимерная добавка увеличивает водоудерживающую способность раствора, что способствует, в условиях воздушно-сухого хранения образцов, более полной гидратации цемента по мере роста П:Ц. Некоторое снижение прочности при сжатии растворов с латексом при П:Ц = 0,20, объясняется преобладанием в цементном камне эластичных и податливых частичек каучука. В пенополимерцементных растворах это anomальное явление наблюдается уже при П:Ц = 0,15. На наш взгляд это можно объяснить тем, что более тонкие межпоровые перегородки пенораствора, пронизанных глобулами каучука, обладают большей податливостью, чем скелет тяжелого раствора.

Пенополимерцементные растворы на латексе СКС-65ГП исследуемого состава, по прочности пригодны для защитно-отделочных покрытий при П:Ц от 0,07 до 0,20.

Величина предела прочности при осевом растяжении определялась раскалыванием по формуле

$$\sigma_p = \frac{2P_{\max}}{\pi a^2},$$

где P_{\max} – разрушающая нагрузка в МПа;

a – длина ребра куба в см.

Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Полимер	П:Ц	Объемная масса кг/м ³	Прочность при растяжении (МПа) в возрасте			
			7 дней	28 дней	60 дней	180 дней
–	0	1510	0,38	0,49	0,51	0,76
ПВАД	0,07	1502	0,72	0,96	0,99	1,16
	0,10	1595	0,86	1,16	1,24	1,22
	0,20	1580	1,02	1,41	1,31	1,43
СКС-65 ГП	0,07	1538	0,67	0,85	0,87	0,86
	0,10	1560	0,88	1,22	1,23	1,26
	0,15	1595	0,99	1,48	1,31	1,48
	0,20	1540	1,10	1,50	1,48	1,48

Согласно полученным данным четко прослеживается положительное влияние добавки полимера на прочность при растяжении. При введении полимера в количестве П:Ц от 0,10 до 0,20 прочность при растяжении возрастает более чем в два раза. По мере увеличения П:Ц прочность интенсивно повышается в начальный период твердения. После 28 дней прочность увеличивается незначительно.

Относительная прочность при растяжении составляет: для контрольного состава – 1/9; для растворов на ПВАД – 1/7; для растворов на СКС-65ГП – 1/7. Это свидетельствует о большей растяжимости, эластичности пенополимерцементных растворов, по сравнению с обычным раствором.

Прочность при сдвиге определяли с помощью приспособления рекомендованного инструкцией СН 277-70, которое устанавливали в прессе с усилием 5 т. Прочность сцепления поризованного раствора с пенобетоном должна быть не менее 3МПа. Следовательно, прочность пенополимерцементного раствора при сдвиге должна быть также не менее 3 МПа.

Как видно из табл. 6, в которой приведены результаты испытаний пенополимерцементных растворов на сдвиг, растворы на основе ПВАД имеют несколько большую прочность, чем растворы на основе латекса.

Т а б л и ц а 6

Полимер	П:Ц	Объемная масса кг/м ³	Прочность при сдвиге (МПа) в возрасте			
			7 дней	28 дней	60 дней	180 дней
	0	1515	0,36	0,74	0,78	0,81
ПВАД	0,07	1572	0,72	1,01	0,99	1,10
	0,10	1555	0,91	1,16	1,21	1,26
	0,20	1586	1,08	1,22	1,22	1,37
СКС- 65ГП	0,07	1500	0,61	0,98	1,00	1,00
	0,10	1443	0,73	1,01	1,18	1,12
	0,15	1433	0,78	1,05	1,12	1,11
	0,20	1420	0,39	0,75	0,82	0,71

Прочность растворов возрастает по мере увеличения П:Ц. В растворах на основе латекса при увеличении П:Ц более 0,15, прочность снижается примерно также, как это имеет место при испытании на сжатие. Пенополимерцементные растворы удовлетворяют требованиям по прочности при сдвиге для защитно-отделочных покрытий пенобетона.

2.2.6. Водопоглощение пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и синтетического латекса

Водопоглощение, влагопроницаемость (водопроницаемость) и паропроницаемость защитно-отделочного покрытия, в конечном счете, являются косвенными показателями его долговечности. Существенное влияние на эти факторы оказывают вводимые в состав цементного раствора полимеры. Решающее значение имеет образующееся при формировании структуры бетона система пор и капилляров. Именно от их формы и размеров зависит способность капилляров поглощать, проводить воду и пропускать пар.

Пористый материал с капиллярами $r > 1 \cdot 10^{-5}$ см не поглощает влаги из влажного воздуха и даже отдает ее в насыщенный водяным паром воздух. Замкнутые поры и мелкие капилляры не способствуют поглощению материалом влаги, в том числе и в непосредственном контакте. Вместе с тем, даже очень мелкие и тонкие капилляры не закрывают прохождение паробразной воды через материал. Проникание ее в этом случае происходит за счет процессов испарения и конденсации.

Таким образом, пенополимерцементный раствор должен иметь замкнутые поры и мелкие капилляры, что будет способствовать уменьшению его влагопроницаемости при хорошей паропроницаемости. Выполненные исследования позволяют считать, что пенополимерцементный раствор имеет подобную структуру пор и капилляров.

При изучении водопоглощения цементных растворов с добавками ПВАД было обнаружено, что их водопоглощение при П:Ц=0,20 уменьшается более интенсивно (в 5-6 раз) лишь в начальный период, а потом воз-

растает и через 7-10 суток становится, как и у растворов без ПВАД. Очевидно, такие расхождения в результатах являются следствием применения материалов различного качества. Водопоглощение каучукцементов в несколько раз ниже, чем для обычного раствора. Причем такое соотношение остается со временем неизменным. Это можно объяснить химической инертностью каучуков к воде.

Водопоглощение пенополимерцементных растворов определяли на образцах $5 \times 5 \times 5$ см, высушенных до постоянного веса. В течение 8 часов образцы были залиты водой на подставках, на $1/3$ высоты, затем на 8 часов их погружали в воду на $2/3$ высоты, после чего они были залиты водой полностью. Взвешивание производили через 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 36 часов и через 2, 3, 4, 5, 6 суток. Изменение весовой влажности, в зависимости от времени водопоглощения, представлено на графике (рис.5).

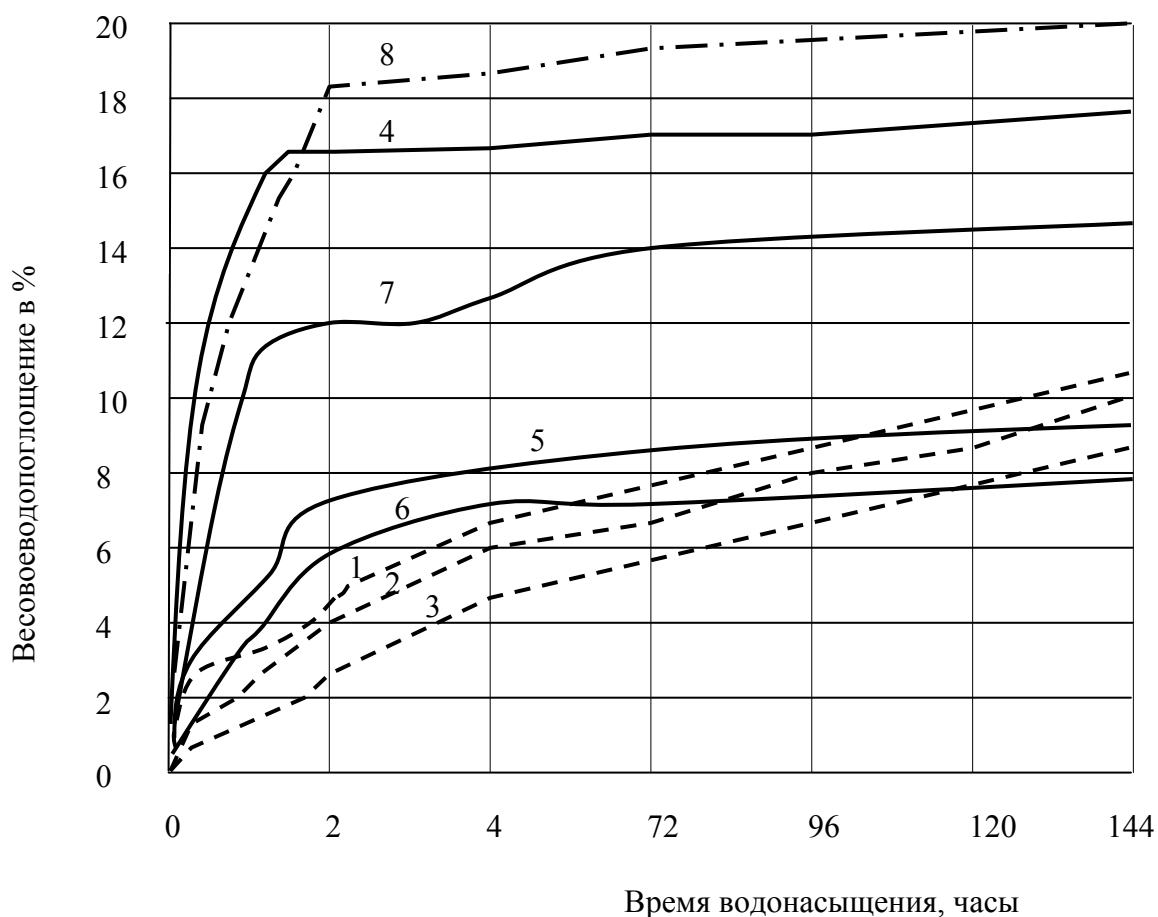


Рис. 5. Водопоглощение пенополимерцементных растворов:
 - - - - - раствор с ПВАД (1 – П:Ц = 0,07; 2 – П:Ц = 0,10; 3 – П:Ц = 0,20);
 ————— раствор с СКС-65 ГП (4 – П:Ц = 0,07; 5 – П:Ц = 0,10; 6 – П:Ц = 0,15;
 7 – П:Ц = 0,20); - . - . - - - - - раствор без полимера (8 – П:Ц = 0)

Полученные данные свидетельствуют о более низком, в начальный период насыщения, водопоглощении растворов с ПВАД. За первые 2 часа насыщения весовая влажность образцов с ПВАД составила 1-2 %, а образцов с латексом 2-8 %. Раствор без добавки полимера за 2 часа насыщения поглотил 9 % воды. Через 6 суток влажность образцов с ПВАД стала 8-10 %, а с латексом 6-17 %, т.е., разрыв во влажности сократился с 4-х до 2-х раз и менее. Примечательно, что водопоглощение растворов с латексом в основном проходит за первые 12-20 часов, а затем стабилизируется.

Водопоглощение пенополимерцементных растворов, как правило, уменьшается с возрастанием П:Ц. У растворов с латексом минимальное водопоглощение наблюдается при содержании СКС-65ГП от 10 до 15 % (рис. 6).

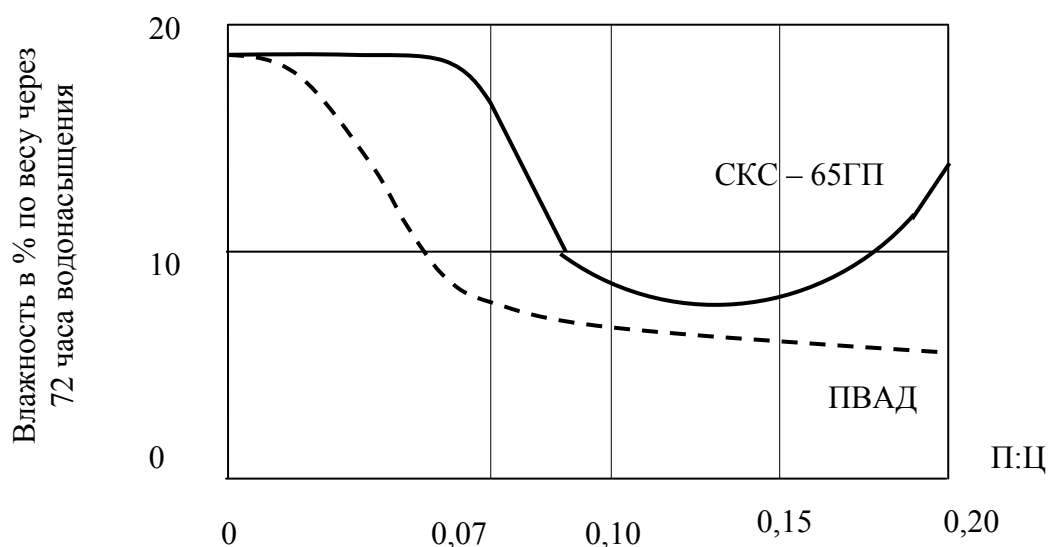


Рис. 6. Значение влажности пенополимерцементных растворов через 72 часа водонасыщения

Можно отметить, что коагуляция латекса существенного влияния на водопоглощение раствора не оказывает. Очевидно, глобулы полимера закрывают или уменьшают сечения капилляров до размеров их радиусов меньше 10^{-5} см. Кроме того, разрыхленный полимер удерживает в капиллярах свободную воду, что также снижает водопоглощение. Повышенное со временем, водопоглощение поливинилацетатцемента происходит за счет вымывания полимера водой и ее дальнейшим, хотя и медленным, прониканием вглубь материала.

Кроме описанной методики водонасыщения, водопоглощение пенополимерцементных растворов определяли путем капиллярного подсоса. 3 образца $10 \times 10 \times 10$ см, от каждого состава, высушивали до постоянного веса и погружали в воду на глубину 3 см. Образцы укладывали на подставках, температура и влажность в помещении поддерживались постоянными.

Через 1, 7, 24, 48 и 72 часа, по всем 4 граням, замерялась высота подъема влаги по капиллярам от уровня воды (рис.7).

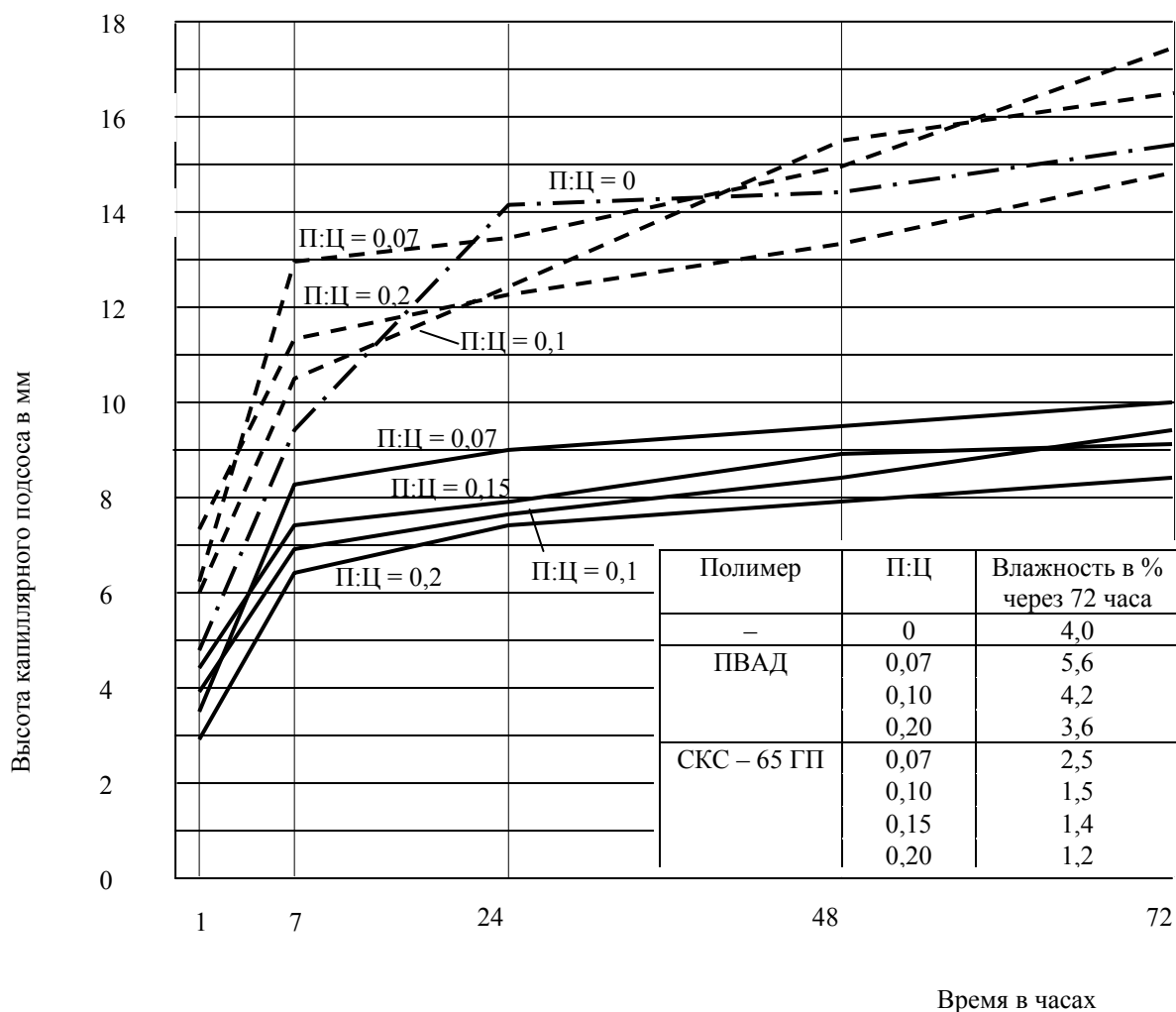


Рис. 7. Значения капиллярного увлажнения пенополимерцементных растворов:
 - - - - - раствор с ПВАД; ————— – раствор с СКС-65 ГП;
 — — – раствор без полимера

В отличие от насыщения при погружении в воду интенсивность капиллярного подсоса у поливинилацетатцементных образцов большая, чем у каучукцементных. Через 7 часов процесс водопоглощения выравнивается и происходит с равномерным нарастанием во времени. Причем растворы с ПВАД впитывают влагу также интенсивно, как и растворы без полимера. Интенсивность увлажнения раствора с ПВАД примерно в 2 раза выше, чем у растворов с латексом. А конечная влажность через 72 часа водонасыщения выше почти в 3 раза.

Нами были проведены наблюдения над процессом адсорбции влаги свежееотформованными образцами пенополимерцементных растворов. Процесс изменения влажности показан на рис.4. Он характеризуется равномерным высыханием поливинилацетатцементных растворов. Растворы с

латексом интенсивно теряют влагу сразу после распалубки образцов и уже через 6-7 дней достигают равновесной влажности.

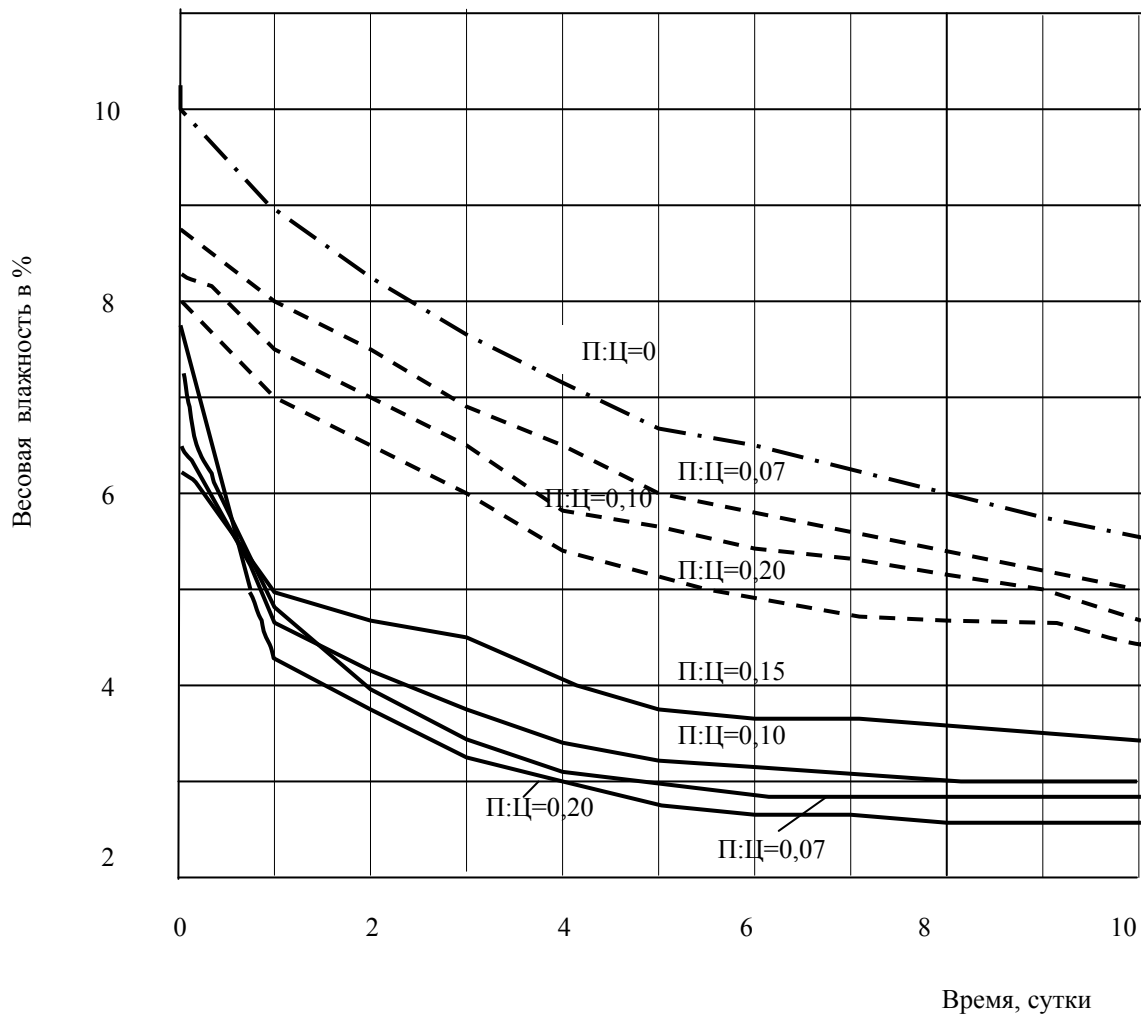


Рис. 8. Адсорбция влаги пенополимерцементными растворами.
 - - - - - раствор с ПВАД; ————— раствор с СКС-65 ГП;
 - . - . - - раствор без полимера

Интенсивность высыхания пенополимерцементных растворов двух составов (температура $+19 \div +20^{\circ}\text{C}$, влажность 56-60 %) коррелирует с процессом водопоглощения (рис.5). Растворы с латексом имеют меньшее, чем у растворов с ПВАД водотвердое отношение. Сразу после формирования на их поверхности образуется пленка, препятствующая интенсивному испарению влаги. Поэтому в начальный момент, в процессе образования этой пленки происходит интенсивная потеря влаги, а, учитывая низкое В:Т, и, следовательно, небольшую исходную влажность раствора, после быстрого уменьшения влаги в первые сутки, процесс адсорбции практически заканчивается через 6-7 суток. Оставшаяся в растворе влага создает благоприятные условия для гидратации цемента.

2.2.7. Влагопроницаемость и паропроницаемость полимерцементного раствора для защитно-отделочного покрытия пенобетона

Влагопроницаемость, зависящая, как и водопоглощение, от формы и размеров пор и капилляров, имеет решающее значение в оценке пригодности материала в качестве защитно-отделочного покрытия. Было показано, что водопроницаемость полимерцементного раствора становится тем меньше, чем больше может набухать полимер при контакте с водой. ПВАД, обладая способностью к набуханию, подвержена и вымыванию. Менее водопроницаемы каучукцементы. Были получены водонепроницаемые каучукцементные образцы состава 1:1 при П:Ц=0,10.

Влагопроницаемость растворов определялась при капиллярном подсосе. Образцы после изготовления обтачивали до правильной геометрической формы. Цементнополимероводную пленку с поверхности раствора сциклевали. Боковые грани изолировали мастикой. Толщина фактурного слоя была у всех образцов 18 мм. Образцы погружали в воду фактурным слоем на глубину 13 мм и устанавливали на поставки. Через 24 и 48 часов фактурный слой скалывали, после удаления мастики, и определяли весовую влажность пенобетона, примыкающего слоем 3 см к сколотому раствору. Температура, влажность в помещении, а также уровень воды в ванне, поддерживались постоянными. Результаты опыта приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Полимер	Полимерцементное отношение П:Ц	Влажность пенобетона в % после водонасыщения в течение:	
		24 часов	48 часов
	0	29,7	32,0
ПВАД	0,07	5,5	9,9
	0,10	0,3	4,1
	0,20	0	2,3
СКС-65ГП	0,07	20	26,2
	0,10	21,6	27,7
	0,20	23,8	27,5

Образцы без полимера имеют высокую влагопроницаемость.

Интенсивно снижается влагопроницаемость при добавке ПВАД, особенно когда П:Ц более 0,10. В течение первых двух суток раствор остается практически влагонепроницаемым. Но, как уже отмечалось, составы с ПВАД имеют меньшее, в 5-6 раз водопоглощение, лишь в начальный период. При более длительном нахождении поливинилацетатных растворов в воде, водопоглощение, а, следовательно, и влагопроницаемость возрастают. Так уже через 48 часов влажность пенобетона была почти в 10 раз больше, чем за первые 24 часа.

Раствор с латексом СКС-65ГП при П:Ц от 0,10 до 0,15 в первые 24 часа более влагопроницаем, чем с ПВАД. Так, за первые 24 часа накопления влаги пенобетоном составило около 2,5 %, однако во вторые 24 часа оно возросло лишь на 1 %. Весьма значительно повышается влагопроницаемость в результате коагуляции латекса.

Согласно СН-277-70, через 24 часа влажность пенобетона в граничном слое при объемной массе 500-700 кг/м³ должна быть не более 10 %, а при объемной массе 800-900 кг/м³ – не более 8 %. В нашем случае даже через 48 часов увлажнения пенобетон с объемной массой 730 кг/м³ с защитным покрытием 18 мм из пенополимерцементного раствора с П:Ц от 0,10 до 0,15 имел влажность 3-4 %. Таким образом, изучаемый раствор с СКС-65ГП удовлетворяет требованиям к защитным покрытиям.

Одним из важнейших свойств, которым должен обладать материал, используемый в качестве защитно-отделочного покрытия, является паропроницаемость. Сам пенобетон обладает высокой паропроницаемостью, что приводит к прониканию пароводяной влаги из помещения в ограждающую конструкцию. Кроме того конструкции, поступающие на монтаж, имеют собственную влажность 18-30 %. Поэтому быстрое удаление влаги из стен возможно только при хорошей паропроницаемости защитно-отделочного покрытия. Низкая паропроницаемость защитного слоя способствует появлению больших градиентов влажности и последующих деформаций по сечению стены. Особенно много влаги может накопиться в осенний период, а наступающие затем отрицательные температуры приводят к размораживанию пенобетона и интенсивному росту коррозии арматуры. Вот почему защитное покрытие должно обеспечивать высыхание конструкции до сорбционной влажности и обеспечивать влажностный режим стен согласно требованиям СНиП. На основании этих требований установлен коэффициент паропроницаемости для наружных защитно-отделочных слоев не менее 0,011 г/м · час · мм.рт.ст.(или мг/(м · ч · Па)).

По данным наших исследований коэффициент паропроницаемости пенобетона с плотностью 700 кг/м³ равен 0,19 мг/(м · ч · Па).

Паропроницаемость пенополимерцементных растворов определяли на образцах после 28-суточного воздушно-сухого твердения, герметизировали в стальных обоймах-стаканах, которыми накрывали боксы с дистиллированной водой. Комплект образцов помещали в полугерметичный шкаф, где были установлены термометр, психрометр и барометр. Для поддержания требуемой влажности в шкаф помещали прокаленный хлористый кальций, который периодически заменяли свежим. Таким образом, в шкафу поддерживалась постоянная температура +19 – +20°С и влажность 50-55 %. Бюкс (или бокс) с водой взвешивали через каждые 24 часа с точностью до 1 мг. Опыт прекращали после достижения одинакового средне-

часового уменьшения вода в боксе. Результаты исследований представлены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Полимер	Полимерцементное отношение П:Ц	Объемная масса кг/м ³	Коэффициент паропроницаемости мг/м час.Па
	0	1455	0,091
ПВАД	0,07	1555	0,063
	0,10	1540	0,045
	0,20	1550	0,031
СКС-65ГП	0,07	1420	0,084
	0,10	1510	0,012
	0,15	1550	0,010
	0,20	1550	0,002

Как видно из табл. 8, паропроницаемость раствора с увеличением количества полимера уменьшается. Для растворов с П:Ц от 0,07 до 0,15 паропроницаемость находится в пределах допустимого. Растворы с латексом по мере увеличения количества полимера, менее паропроницаемы, чем с добавкой ПВАД.

Однако поризованный раствор на основе латекса с П:Ц до 0,12 однозначно может быть применен в качестве защитно-отделочного покрытия.

2.2.8. Морозостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона

Моделировать долговечность защитного покрытия в атмосферных условиях следует по ряду показателей, важнейшим среди которых является – знакопеременные температуры и замерзающая при этом в порах материала влага наиболее быстро, по сравнению с другими воздействиями, расшатывает его структуру. Вот почему к морозостойкости предъявляются высокие требования, согласно которым защитно-отделочные слои должны выдерживать не менее 35 циклов переменного замораживания и оттаивания без снижения потери прочности при сжатии и ухудшения сцепления с пенобетоном более чем на 20 %.

Нами изучалось влияние замораживания и оттаивания непосредственно на пенополимерцементный раствор и на его сцепление с пенобетоном, который можно применять в наружных покрытиях. Было установлено, что пенополимерцементный раствор на основе поливинилацетата имеет более высокую морозостойкость. Однако водная среда ухудшает стойкость материала к знакопеременным температурам и применение вместо поливинил-

ацетата, менее гидрофильных полимеров, например латексов, должно повысить морозостойкость полимербетона. Этому способствует эластичность каучукцементов и их пониженное водопоглощение. При введении полимера в пенобетон, одновременно с прочностью возрастает и его морозостойкость. Использование полимеров ведет к модификации пор и перераспределению напряжений, возникающих при замерзании влаги. И здесь как раз сказываются гидрофильные качества полимера. При набухании глобулы полимера заполняют поры, закрывая доступ жидкости, увеличивающейся в объеме при замерзании, что и подтвердилось в наших исследованиях.

Образцы 5×5×5 см в одном цикле замораживали до -18°С – 20°С и оттаивали при полном погружении в воду на 4 часа. Результаты испытания показаны в таблице. Испытание на морозостойкость образцов с латексом СКС-65ГП производили после 14-суточного хранения при температуре +18°С – 20°С и влажности 55-60 %, все остальные образцы после 28-суточного хранения. Динамический модуль упругости E_d определяли при естественной влажности образцов с помощью ультразвука.

Раствор без полимерной добавки в результате незначительной вододерживающей способности, не имел необходимого для гидратации цемента запаса влаги. Поэтому при водонасыщении в процессе замораживания и оттаивания процесс гидратации интенсифицируется, что способствует дополнительному повышению прочности. Нарастание прочности было отмечено до 50 циклов, затем деструктивные процессы стали превалировать.

Т а б л и ц а 9

Полимер	П:Ц	Объемная масса кг/м ³	Значения $R_{СЖ}$ и E_d (МПа)					
			0 циклов		25 циклов		50 циклов	
			$R_{СЖ}$	E_d	$R_{СЖ}$	E_d	$R_{СЖ}$	E_d
–	0	1510	42	9850	61	8900	62	7220
ПВАД	0,07	1502	57	9320	63	9820	46	6740
	0,10	1595	76	9010	К 25 циклам разрушились			
	0,20	1580	118	8120	К 25 циклам разрушились			
СКС-65ГП	0,07	1478	45	9400	65	8770	76	8900
	0,10	1518	59	7805	72	7340	71	6440
	0,20	1455	56	6870	38	6800	35	6160

Образцы с ПВАД на первых 10 циклах не показывали никаких изменений. Затем, сначала на образцах с П:Ц=0,20, а потом и П:Ц=0,10 появились вдоль ребер трещины. К 20 циклам образцы начали разрушаться. Образцы с П:Ц=0,07 сначала, подобно образцам без полимера, показали увеличение прочности, а затем ее уменьшение после 25 циклов. Таким образом, поризованный полимерраствор за счет размягчения и разбухания поливинилацетата, частичного его вымывания, а также за счет неравномерного уве-

личения линейных размеров образцов, которое может составлять до 1,4 %, выдерживает не более 10-20 циклов.

Более надежные к воздействию воды каучукцементы лучше сопротивляются и замораживанию–оттаиванию. СКС-65ГП показал высокую морозостойкость. Образцы с П.: Ц. =0,07 характерны продолжающейся гидратации. При водонасыщении и оттаивании их прочность возрастала до 50 циклов, а затем начала снижаться. В образцах же с П: Ц=0,10–0,15 (0,15–0,20) цемент почти полностью прогидротировал в период твердения образцов в воздушно-сухих условиях, и поэтому нарастания прочности не наблюдалось. Однако их морозостойкость была высокой.

Внешние образцы не претерпевают почти никаких изменений. Острые грани слегка притупляются, очевидно, больше от механических повреждений. Максимальная потеря в весе составляет 3,7 % для П:Ц=0,20, обычно же 1,5–2 %. Таким образом, пенополимерцементные растворы на основе СКС-65ГП можно считать вполне морозостойкими.

Изменение сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетоном в результате замораживания и оттаивания проверяли на двухслойных образцах. На кубы 10x10x10 см укладывался раствор толщиной 18–20 мм. Поверхность раствора после его схватывания циклевали до обнажения внутренней структуры фактурного слоя. После выдерживания образцов при температуре +18-20°C и влажности 55-60 % в течение 28 дней, а образцов с латексом СКС-65ГП – 14 дней, их 56 часов насыщали водой при полном погружении. Цикл испытания состоял: из замораживания при температуре –17÷19°C и оттаивания в воде в течение 4 часов. Через 15,25 и 35 циклов образцы высушивали до постоянного веса и испытывали на прочность сцепления. Характер изменения прочности сцепления в зависимости от количества полимера, при различной продолжительности испытания показан на рисунке.

Как и предполагалось, значительная разница в усадочных деформациях пенобетона и растворов с ПВАД привели к быстрому ухудшению сцепления. При его высокой исходной прочности порядка 5 МПа к 15 циклам сцепление было уже нарушено. Только у раствора с малым содержанием полимера (П:Ц=0,07), хотя и наблюдалось значительное снижение прочности сцепления, отслоение произошло только после 25 циклов. Раствор без полимера, за счет возобновления при водонасыщении гидратации цемента, несколько повысил прочность сцепления, но к 30 циклам также произошло отслоение. Удовлетворительную морозостойкость показал латекс СКС-65ГП. Однако при П:Ц>0,15 сцепление ухудшается. Причиной этого, на наш взгляд, является образование каучуковой пленки на границе контакта материалов, обладающей достаточной водонепроницаемостью. При замораживании водонасыщенного образца, влага, мигрируя к переохлаждаемым наружным поверхностям, встречает на своем пути каучуковую пленку

и скапливается в приграничной зоне пенобетона. Замерзание этой влаги и является причиной дефекта.

В ходе многочисленных испытаний двухслойных образцов на морозостойкость можно сделать вывод, что прочность сцепления зависит от ряда факторов, как-то: – степень чистоты, обеспыленности поверхности пенобетона, степени его увлажнения, состояния фактуры поверхности, подвижности наносимого раствора, его объемной массы и способа нанесения.

Следует учитывать влияние морозостойкости самого пенобетона на достоверность получаемых результатов. Уже к 25-30 циклам в пенобетоне наблюдаются значительные разрушения по граням и в приграничной зоне. Более морозостойкий пенополимерцементный раствор не меняет при этом своей формы.

В целом можно сделать вывод об удовлетворительной морозостойкости пенополимерцементного раствора на основе латекса СКС-65ГП при П:Ц=0,10.

2.2.9. Атмосферостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона при их переменном увлажнении, высушивании и влиянии высоких температур

Переменное увлажнение и высушивание также как замораживание и оттаивание вызывает в материале чередование деформаций, противоположных по знаку и, как следствие, ведет к уменьшению прочности полимерцементных композитов. Эти деструктивные процессы особенно сильно проявляются на границе двух материалов, пенобетона и полимерцементного раствора, и тем интенсивнее, тем значительнее отличаются их деформативные свойства.

Двухслойные образцы, после водонасыщения в течение 16 часов, при полном погружении в воду, помещали в сушильный шкаф с температурой +110°C. Резкий перепад температур, а также парообразование в порах материала создавали жесткие условия испытания. После 8-часовой сушки образцы погружали в воду с температурой +18°C на 16 часов. Визуальный осмотр и испытание на сцепление проводили через 15,30 и 50 циклов испытаний. Таким образом, один цикл испытания включал в себя 16 часов водонасыщения при полном погружении в воду с температурой +18°C и высушивания при температуре +110°C в течение 8 часов.

Уже на 3–4 цикле произошло отслоение фактурного слоя. Влияние количества полимера на прочность сцепления в этом случае не обнаружилось. Несколько большую долговечность показал контрольный состав без полимера. Отслоение фактурного слоя произошло после 6 циклов. Добавка же латекса способствует усилению сцепления даже при данных жестких условиях испытания. Весьма важно предотвратить коагуляцию латексов,

которая способствует снижению прочности сцепления при переменном увлажнении и высушивании.

Растворы с латексом СКС-65 ГП, имея величину усадки, близкую к пенобетону, практически не испытывают сдвигающих усилий в контактной зоне. Наблюдается и дополнительная гидратация цемента, особенно при малых П:Ц. Об этом свидетельствует повышение прочности сцепления в составах с П:Ц=0,07 и понижение прочности при П:Ц=0,15÷0,20.

Отмечается некоторое повышение прочности сцепления поризованного раствора с пенобетоном при переменном увлажнении и высушивании, а затем, к 55 циклам наблюдается ее быстрое снижение. В наших опытах через 50 циклов снижение прочности не превышает 1/3 достигнутого максимума у составов П:Ц=0,10.

После длительных испытаний пенобетон начинает шелушиться, а на поверхности раствора появляются мелкие каверны кавитационного типа. В месте контакта при визуальном осмотре видимых изменений не обнаружено.

Изучение влияния температуры окружающей среды на полимерцементный раствор показано, что установленное снижение прочности и модуля упругости объясняется размягчением полимерной фазы и переходом ее в высокоэластическое состояние. Учитывая такую особенность полимерцементных составов, нами проверено изменение прочности при температуре: +20; +50; +70; +90 и +100°С. Фактически защитно-отделочный слой под действием солнечных лучей может нагреваться на фасаде здания до температуры около +70°С. Результаты проведенных испытаний даны в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Полимер	П:Ц	Прочность при сжатии (МПа) в условиях температур				
		+20°С	+50°С	+70°С	+90°С	+110°С
–	0	4,2	4,8	4,5	4,2	4,6
ПВАД	0,07	5,7	5,3	5,3	5,9	4,9
	0,10	7,6	7,8	6,4	6,4	5,7
	0,20	11,8	8,2	6,1	5,6	5,6
СКС-65ГП	0,07	4,5	4,7	4,5	4,4	3,9
	0,10	5,9	5,6	5,0	5,8	4,8
	0,20	5,6	3,5	3,2	2,9	2,7

Как видно из таблицы, при увеличении П:Ц во всех составах сказывается размягчение полимерной фазы, приводящее к снижению прочности при сжатии. Так у состава с ПВАД при П:Ц от 0,07 до 0,10 это снижение не столь существенно, особенно при температурах до +70°С, и его можно считать не опасным для долговечности защитно-отделочных покрытий из пенополимерцементных растворов указанного состава.

2.2.10. Исследование усадочных и температурных деформаций пенополимерцементных растворов

Защитно-отделочные покрытия, подвергающиеся многообразным процессам увлажнения и высушивания в процессе эксплуатации стен в максимальных случаях должны обладать и сопротивлением усадочным деформациям. А от величины усадки в большой степени зависит трещиностойкость материала, его прочность при растяжении и, в конечном счете, долговечность. Все эти факторы крайне необходимы в составах для защитно-отделочных покрытий. При этом их можно значительно улучшить, создавая композитные смеси на основе добавок в цементный раствор полимеров. Мы применяли полимеры, обладающие высокими адгезионными свойствами. Это поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) и синтетический, каучуковый стирольный латекс СКС-65ГП.

Введение в цементный раствор полимера приводит к повышению его прочности при растяжении, которая способствует повышению трещиностойкости. Одновременно с этим возрастает и усадка. Очевидно, с повышением количества полимера его глобулы при точечном контакте дополнительно стягивают скелет цементного камня, что и приводит к повышению общей усадки полимерцементного раствора. Усадочные явления проявляются как в начале твердения бетона, так и при последующем его увлажнении и высыхании. Причем величина усадки становится тем выше, чем больше полимер подвержен набуханию при увлажнении. Например, раствор с ПВАД характеризуется значительно большей усадкой, чем каучукцементные растворы.

В работе изучалась усадка на призмах 4x4x16 см с реперами из нержавеющей стали. После 3-х суточного увлажнения проводился замер образцов с помощью индикаторов с ценой деления 0,02 мм. Образцы хранили в герметичных эксикаторах над слоем обезвоженного хлористого кальция. Замеры и взвешивания проводили через каждые четверо суток до прекращения изменения в весе и в отсчетах по индикатору. Затем образцы высушивали до постоянного веса и делали последний замер и взвешивание. По имеющимся данным подсчитывали величину усадки в мм/м при соответствующей влажности и строили кривые усадки (рис. 9).

Проведенные исследования подтвердили значительную усадку растворов с ПВАД. Она превышает конечную усадку пенобетона более чем в два раза. На основании этого следует признать малую эффективность защитных покрытий с ПВАД при испытании их на морозостойкость и переменное увлажнение и высушивание. Растворы с СКС-65ГП имеют показатели усадки близкие к пенобетонам. И только при интенсивном высыхании, когда остаточная влажность становится менее 1 %, наблюдается повышенная усадка. Если добавка латекса не превышает 0,2 % от веса цемента, усадки у пенобетона и полимербетона практически одинаковые, и лишь при суще-

ственным отличием от влажности этих материалов их усадочные деформации могут отличаться на 0,3 мм/м.

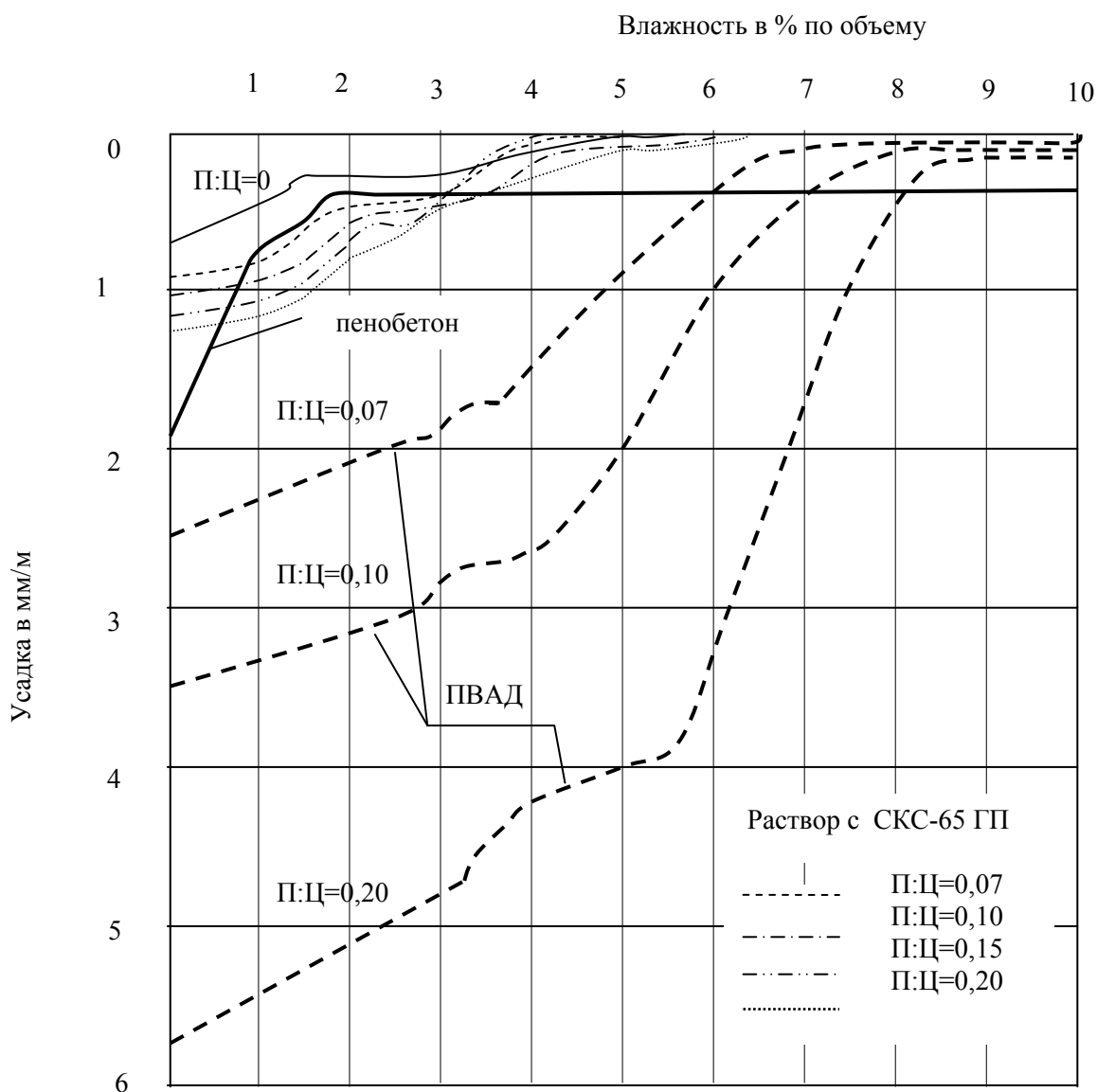


Рис.9. Усадка полимерцементных растворов и пенобетона

Изучая усадку полимерцементных растворов при их твердении можно отметить, что усадка растворов с латексом заканчивается через 7-8 суток, достигая величины 0,3 мм/м. У растворов с ПВАД усадочные деформации продолжают накапливаться более 30 суток. В начальный период твердения усадочные деформации в растворах с латексом протекают менее интенсивно, чем в растворах с ПВАД.

Для надежной совместной работы пенобетона и защитно-отделочного раствора нужно получить коэффициенты их температурного расширения одинаковыми или близкими по значению. Для пенобетонов коэффициент

линейного расширения α при их охлаждении и нагреве от 0 до +100° С принимается $\alpha = 0,000008$.

В работе определялись значения коэффициентов температурного расширения для пенополимерцементных растворов. Их значения в диапазоне температур от -10° С до +100° С оказались равными $(8\div 9) \cdot 10^{-6}$ с некоторым возрастанием по мере увеличения полимерцементного отношения.

Влияние колебаний температуры в защитно-отделочном покрытии стен из пенобетона изучалось путем анализа прочности при сжатии образцов в условиях повышенных температур до значений: +20; +50; +70; +90 и +110° С, хотя фактический нагрев фасадных поверхностей не превышает +75°С.

Анализ прочности при повышенных температурах показал некоторое снижение прочности и модуля упругости композитов, что можно объяснить размягчением полимерной составляющей и переходом ее в высокоэластическое состояние в пенополимерцементном растворе.

Проведенные испытания (табл.11) показывают, что с ростом отношения П:Ц возрастает и проявление размягчения полимера во всех составах, выражающееся в снижении прочности и модуля упругости защитного раствора, нанесенного на пенобетон. Так в цементно-полимерном покрытии на основе ПВАД при П:Ц=0,2 прочность при +110° С, снизилась более чем в два раза, а, в составе на основе латекса в 2,2 раза. Однако в диапазоне П:Ц от 0,07 до 0,10 это снижение не существенно, а при температурах до +75°С использование таких растворов для защитных целей вполне оправдано в том числе и исходя из требований долговечности покрытий.

Т а б л и ц а 11

Полимер	П:Ц	Прочность при сжатии (МПа) в условиях температур				
		+20°С	+50°С	+70°С	+90°С	+110°С
–	0	4,2	4,8	4,5	4,2	4,6
ПВАД	0,07	5,7	5,3	5,3	5,9	4,9
	0,10	7,6	7,8	6,4	6,4	5,7
	0,20	11,8	8,2	6,1	5,6	5,6
СКС-65ГП	0,07	4,5	4,7	4,5	4,4	3,9
	0,10	5,9	5,6	5,0	5,8	4,8
	0,20	5,6	3,5	3,2	2,9	2,7

2.2.11. Исследование декоративных качеств растворов для наружной отделки стен из пенобетона

Из приведенного набора свойств, которыми должен обладать раствор для защиты пенобетона, мы провели далеко не все. В частности этот раствор должен обладать высокой прочностью на сжатие, растяжение, сдвиг; иметь пониженное значение модуля упругости, стойкость к повышенным

температурам; обладать низким водопоглощением и водопроницаемостью и рядом других свойств, на которых мы остановимся ниже.

Когда встает вопрос об отделке поверхностей здания, то на первое место попадает известный и испытанный способ – оштукатуривание этих поверхностей. И действительно, штукатурка до сих пор не выходит из широкого применения, как летом, так и в холодные дни, не только не для оштукатуривания стен из пенобетона, обладающего значительной паропроницаемостью. По этой причине, поровая влага, находящаяся в холодном пенобетоне, мигрирует к наружным поверхностям стены, скапливается там, а потом замерзает, отторгая наружную штукатурку. Вот почему мы обязаны наносить штукатурку не из тяжелого и плотного цементного раствора, а применять раствор для штукатурки с паропроницаемостью, равной, или близкой, паропроницаемости пенобетона. Лучше всего применять штукатурные растворы с введением в них пенообразователя, т.е. те же пенобетоны. Но поскольку введение пены в раствор снижает его прочность, применяют растворы более плотные, чем пенобетон, повышая плотность раствора до 1500 кг/м^3 . Такой раствор обладает надежным сцеплением с пенобетоном и хорошо пропускает накапливающуюся в пенобетонной стене влагу, исключая отторжение штукатурного слоя. Такие штукатурные покрытия давно применяют при отделке стеновых панелей из ячеистого бетона или пенобетона в комбинации с декорирующими составами, как до тепловой обработки панелей, так и после нее. Так для декорирования поверхностей панелей применяют крошку каменных пород, брекчии из керамических плиток, цельные мелкие стеклянные или керамические плитки. Можно такие панели окрашивать атмосферостойкими эмалями.

Авторами был проведен комплекс исследований, направленных на создание нового материала для защитно-отделочных покрытий пенобетонных наружных стен отапливаемых зданий, рассчитанных на многолетнюю безремонтную эксплуатацию. Было установлено, что таким материалом является пенополимерцементный раствор на основе синтетического латекса СКС-65ГП (синтетический каучуковый стирольный – глубокой полимеризации), стабилизированный казеинатом аммония с добавлением неионогенного мыла ОП-7. Латекс в раствор добавляли по весу до полимерцементного отношения П:Ц=0,1.

Прообразы предлагаемой наружной отделки стен здания из пенобетона являются цветные, а также террасевые штукатурки. Цветные штукатурки состоят из цементно-известковых вяжущих, щелочестойких пигментов, белого кварцевого песка. В составы, дающими белый цвет, добавляют каменную муку из белого мрамора в количестве до 10 % массы всех составляющих. Цветные растворы получают, добавляя для синего цвета – ультрамарин; зеленого – окись хрома; красного – сурик; желтого – золотистую охру. Составы делают на кварцевом песке с крупностью зерен разме-

ром 0,3-0,5 мм и на белом цементе. Декоративность раствора получается вполне удовлетворительной в растворе по объему составляющих: белый цемент – 1 ч; известковое тесто – 1 ч; белый песок – 6 ч.

Декоративный раствор из терразитовых смесей получается более декоративным, в связи с увеличением ассортимента и количества цветовых добавок. Например, раствор белого цвета включает в себя: белый портландцемент – 0,75 ч; известковое тесто – 3 ч; мраморная мука белая – 2 ч; мраморная крошка с зернами 2-4 мм – 7 ч; дробленая слюда, крупностью до 3 мм – 0,5 ч. Для получения цветных смесей нужно использовать уже упомянутые здесь пигменты. Слюда можно заменить декоративной крошкой с зернами до 2,5 мм из цветного стекла, дробленых каменных пород, антрацита и др. в количестве до 10 % всего заполнителя. Для создания фактуры поверхности покрытой декоративным раствором, ее следует обнажить, для чего в пластичном или схватившемся состоянии раствор циклюют, путем соскабливания цементной пленки с оштукатуренной поверхности. Для циклевания используют или специальные цикли или обломки ножовочных полотен по металлу. Поверхность можно скоблить и обломками толстого витринного стекла. Немаловажная задача и в определении времени циклевания. Пробовать циклевать можно уже через 3 часа после нанесения накрывки на грунт. При этой операции слюда и крупные песчинки не должны вылетать из отделяемого слоя. Если это происходит, то нужно подождать, но не более 9 часов. Когда раствор сильно затвердеет, то циклевание будет невозможным.

Такие декоративные добавки как слюда, пылевидные наполнители, пигменты снижают прочность и морозостойкость цементных растворов. Поэтому их количество не допускается более чем на 10 % от веса цемента. В связи с этим потребовалось провести ряд испытаний для окрашенных пенополимерцементных растворов.

Испытания проводились для оптимального состава раствора 1:3 с латексом СКС-65ГП при П:Ц=0,10 с объемной массой 1300-1500 кг/м³. Выбранного на основании предшествующих исследований. В качестве добавок применялись 5 % пигмента и 5 % слюды от веса цемента.

Прочность при сжатии после 28-дневного хранения в воздушно-сухих условиях осталась в пределах прочности образцов без декоративных добавок 0,94 МПа и составила 0,88 МПа. После 35 циклов замораживания и оттаивания прочность при сжатии составила 11,8 МПа, т.е. получено приращение прочности, как и в образцах без декоративных добавок.

Прочность сцепления с пенобетоном после 28 дней воздушно-сухого твердения составила 0,9 МПа при 1,04 МПа для раствора без добавок. Также не изменилась прочность сцепления при испытании 2-х слойных образцов с декоративными добавками на морозостойкость и переменное увлажнение, и высушивание по сравнению с образцами без добавок.

После хранения образцов на открытом полигоне в течение 1 года прочность пенополимерцементного раствора при сжатии не изменилась. Прочность сцепления с пенобетоном несколько понизилась и составила 0,81 МПа.

При испытании в везерометре путем периодического дождевания, высушивания и облучения ультрафиолетовыми лучами в течение 500 часов, проверялась прочность при сжатии и цветостойкость. Прочность при сжатии составила 0,79 МПа, т.е. отмечается незначительное падение прочности.

Важным качеством отделочного раствора является неизменяемость его цвета в процессе эксплуатации. Цветостойкость раствора во многом зависит от качества цемента и стойкости пигмента к щелочной среде и ультрафиолетовому облучению. Значительной стойкостью отличаются декоративные растворы на цветном клинкерном цементе.

Для проверки воздействия окружающей среды на цветостойкость и запыляемость растворов с различными добавками проверяли составы с П:Ц=0 и П:Ц=0,1 на СКС-65ГП без пигмента и с пигментами: 1. Сурик железный (5 % от веса цемента); 2. Ультрамарин синий; 3. Окись хрома зеленый. Изменение белизны определяли с помощью фотометров путем сравнения испытуемых образцов с контрольными образцами, хранившимися в темном шкафу. Результаты наблюдений представлены в таблице. Кроме того каждый образец подвергался тщательному визуальному осмотру и сравнению с контрольным. На основании проделанных испытаний можно сделать следующие выводы:

а) Добавление латекса СКС-65ГП в декоративный раствор в количестве до П:Ц=0,10 не ухудшает декоративных свойств пенополимерцементного раствора. Дальнейшее увеличение П:Ц вызывает его потемнение.

б) При воздействии 35 циклов переменного замораживания и оттаивания происходит потускнение раствора.

в) Такое же изменение всех растворов происходит при испытании в везерометре и несколько меньшее при испытании на открытом полигоне.

г) Общие декоративные качества растворов, при указанных изменениях, существенно не снижаются.

д) Запыляемость раствора с добавкой полимера уменьшается по сравнению с раствором без добавки. При обмывании образцов слюдой, раствор с полимером приобретает более свежий вид, чем раствор без полимера.

е) При циклевании поверхности пенополимерцементного раствора, испытывавшего различные атмосферные воздействия, а также загрязненного пылью, битумом, цементным раствором и т.п., быстро обнажается свежий раствор с исходными декоративными качествами.

Таким образом, пенополимерцементный раствор, как без декоративных добавок, так и с добавками, обладает значительной стойкостью к разнообразным воздействиям окружающей среды. Атмосферостойкость предла-

гаемого раствора не будет отличаться от декоративных цементных штукатурок, применяемых для отделки зданий.

Можно полагать, что долговечность полимерных растворов с содержанием латекса такая же или немного выше, чем обычного раствора. Долговечность этого материала обуславливается хорошей морозостойкостью, высокой прочностью на растяжение и повышенной трещиностойкостью.

В результате можно сделать следующие выводы:

1. При введении в поризованный раствор латекса СКС-65ГП можно получить раствор со значительно лучшими свойствами, чем у немодифицированного состава.

2. Прочность при сжатии, растяжении, сдвиге пенополимерцементного раствора, а также его упруго-эластические свойства свидетельствуют о пригодности раствора для отделки стен из пенобетона.

3. Раствор с латексом значительно сокращает водопотребность, по сравнению с раствором без полимера. В:Ц уменьшается с 0,54 до 0,4. Пенополимерцементный раствор отличается высокой водоудерживающей способностью, в том числе при твердении на пористом основании, что обеспечивает нормальную гидратацию цемента.

4. Пенополимерцементный раствор обладает незначительным водопоглощением и малой влагопроницаемостью. Растворы с латексом сохраняют хорошие водоизолирующие свойства в течение длительного времени.

5. Пенополимерцементные растворы обладают требуемой паропроницаемостью.

6. Температурные и усадочные деформации раствора с латексом близки подобным характеристикам для пенобетона.

7. На физико-механические и декоративные свойства пенополимерцементного раствора с латексом СКС-65ГП не оказывают существенного влияния атмосферные воздействия. Раствор обладает достаточной морозостойкостью, стойкостью к переменному увлажнению и высушиванию, к ультрафиолетовому облучению и повышенным температурам.

8. Раствор почти не меняет своих свойств при введении декоративных добавок, мало загрязняется и легко восстанавливает первоначальный вид при циклевании.

9. Пенополимерцементный раствор на основе латекса СКС-65ГП с П:Ц=0,10 и $\rho = 1300-1500 \text{ кг/м}^3$ может быть рекомендован в качестве защитно-отделочного покрытия для стен из пенобетона.

2.2.12. Исследование реологических свойств полимерцементных растворов на основе синтетического латекса

Полученные результаты исследования физико-механических свойств пенополимерцементных растворов свидетельствуют об их пригодности для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона, при использовании в качестве полимерной добавки латекса СКС-65ГП, стабилизированного казеинатом аммония с добавлением неионогенного мыла ОП-7. Экспериментальные данные получены для растворов при значениях П: Ц равных 0,07; 0,10; 0,15; 0,20.

В технологии производства цементных и силикатных бетонов для контроля за временем проведения технологических операций, оценки активности вяжущих в начальной стадии твердения и влияния различных технологических факторов на структурно-механические характеристики смесей широкое применение нашел метод пластометрии. По установленной глубине погружения конуса h в см и нагрузке F вычисляется пластическая прочность P_T по следующей формуле:

$$P_T = \frac{F}{h^2}.$$

Для характеристики вяжущих веществ важное значение имеет не сама пластическая прочность, а кинетика изменения ее во времени. Кривые пластической прочности наилучшим образом отражают количественно процесс твердения вяжущего и позволяют судить о наиболее эффективном времени приложения тех или иных воздействий на твердеющую смесь. Исследование реологических характеристик осуществляли методом пластометрии.

Известно более десятка различных конструкций пластометров. Однако они имеют общий недостаток, а именно, наличие механической связи между опускающимся конусом (нагрузка F) и шкалой отсчета, что искажает истинное значение величины F и, следовательно, P_T .

В наших исследованиях использовался фотоэлектрический пластометр. Пластометр применялся для изучения некоторых реологических характеристик пенополимерцементных растворов на стадии структурообразования.

Изменение структуры наблюдалось по высоте защитно-отделочного слоя из пенополимерцементного раствора толщиной 20 мм при размещении его на водонепроницаемом основании и на пористом основании из пенобетона с $\gamma = 700 \text{ кг/м}^3$.

Косвенную характеристику структурных изменений получали путем замера омического сопротивления раствора между электродами, расположенными через 5 мм по высоте слоя раствора. Первый электрод лежал на граничном слое основания, – последний на поверхности раствора (рис. 10). Сопротивление замерялось в момент укладки раствора, а затем через 5, 10,

15, 20, 25, 30, 45, 60 минут и далее через каждый час до получения максимальных значений.

Для определения предельного напряжения сдвига раствора в граничном слое, на дно формы укладывали стальные штифты диаметром 5 мм и длиной 40 мм с кольцевой нарезкой 0,5×0,5 мм. Усилие на выдергивание штифтов определяли в момент укладки раствора, а также через 30 мин, 1 час 15 мин, 2 часа 30 мин и в момент прекращения испытания (через 7-10 часов).

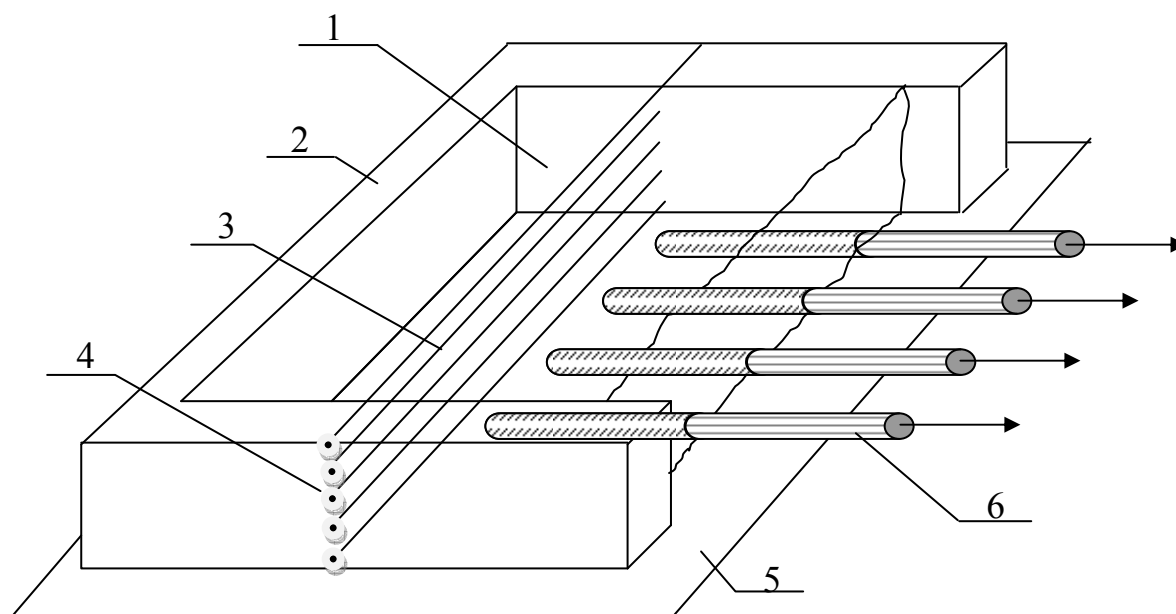


Рис. 10. Определение структурных изменений пенополимерцементного раствора:

1 – исследуемый раствор; 2 – форма из оргстекла; 3 – электроды; 4 – клеммы электродов; 5 – пористое или водонепроницаемое основание; 6 – штифты

Изменение предельного напряжения сдвига сопоставляли с изменениями электропроводности раствора между электродами I-II, II-III, III-IV, IV-V. Расчленение защитно-отделочного слоя через 5 мм по высоте позволяет проследить кинетику воздействия на структурообразование раствора пористого основания.

Влияние технологических факторов на прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном изучалась по двум направлениям. Известно, что в практике отделки панелей, отделяемые поверхности могут быть совершенно неоднородными и отличаться по пористости, шероховатости, наличию цементно-водной или масляной пленки и т.п. Поэтому прочность сцепления пенополимерцементного раствора с такими поверхностями пенобетона будет различной. Вся основная серия испытаний была проделана на поверхностях, обработанных крупнозернистым наждачным камнем. Плоскость контакта с раствором получалась ровной и

гладкой. Для сравнения прочность сцепления была проверена при других видах поверхности, которые могут быть получены в производственных условиях.

Учитывая большую пористость пенобетона и высокую адгезионную способность дивинилстирольного латекса, очевидно большое влияние на прочность сцепления окажет характер смачивания поверхности пенобетона. Известно, что для повышения сцепления свежего каучукцементного раствора со старым бетоном, последний необходимо увлажнять водой, или разжиженной в 4-5 раз дисперсией поливинилацетата, а также специальными грунтовочными составами, например, на основе синтетической водоразбавимой смолы Р-С1. Под окрасочные слои латекс-цементными красками поверхность пенобетона грунтуют латексом, разведенным водой до 12-15 % концентрации. Причиной высокой склеиваемости полимерцементных растворов с бетоном является их повышенная прочность на растяжение и изгиб, хорошая адгезия, а также способность полимеров к прониканию в толщу старого бетона или раствора. Эффективность же проникания будет зависеть от пористости бетона и от степени заполнения его пор другим материалом, например водой или латексом. Предварительная грунтовка пенобетона латексом, в зависимости от его концентрации, будет различно влиять на степень проникания полимера в бетон, как в процессе нанесения грунтовки, так и при последующей миграции полимера из полимерцементного раствора.

Учитывая большое влияние на сцепление раствора с пенобетоном характера его подготовки, на фрезерованную поверхность кубов из пенобетона наносили пенополимерцементный раствор при различных видах ее подготовки. Через 14 суток выдерживания при температуре +20°С и влажности 50-60 %, двухслойные образцы испытывали на прочность сцепления и на морозостойкость по разработанной нами методике.

Технология отделки панелей декоративным пенополимерцементным раствором предусматривает обработку поверхности раствора после его схватывания циклеванием или шлифованием. Момент возможности циклевания устанавливается путем последовательно выполняемых проб. Считается, что фактурная обработка поверхности повышает ее эксплуатационную стойкость. Наиболее стойкими являются шлифованные, рифленые и бугристые фактуры.

2.2.13. Структурообразование пенополимерцементного раствора

Полимерцементные растворы имеют частично кристаллическую, частично аморфную структуру. При затворении цементно-песчаной смеси водой происходит растворение и гидролиз клинкерных минералов с образованием пересыщенных растворов. Дальнейшее насыщение ведет к возникновению центров кристаллизации новообразований. Из кристалликов воз-

никает коагуляционная структура, состоящая из мельчайших частиц новообразований в воде, обладающая небольшой прочностью. Начинается схватывание цемента. За счет срастания кристаллов новообразований и заполнения микропор гидросиликатами кальция происходит упрочнение структуры. Ее прочность зависит от формы и размеров кристаллов, прочности их сцепления, а также наличия микротрещин в стенках пор и капилляров. Количество и размеры пор зависят от соотношений компонентов, условий приготовления и выдерживания. Особое значение указанные факторы приобретают в пенополимерцементных растворах. Этим растворам свойственно наличие значительного количества разнообразных по форме размеров пор. Вводимый в различных количествах полимер заполняет мелкие поры, обволакивая поверхности крупных пор, что способствует упрочнению межпоровых перегородок.

Латекс СКС-65ГП, стабилизированный казеинатом аммония замедляет процесс формирования структуры полимерраствора. Структурообразование цементного раствора характеризуется предельным напряжением сдвига P_T . Изменения пластической прочности пенополимерцементного раствора изучали при помощи фотоэлектрического пластометра с выдачей информации на диаграммную бумагу при скорости ее перемещения 1800 мм/час. Индентором служил конус с углом при вершине 30°C . Точность отсчета перемещения индентора составляла 0,1 мм.

Первоначальную нагрузку на конус 35 г (собственный вес) в последующем по мере упрочнения структуры, увеличивали, обеспечивая погружение конуса не менее чем на 8-10 мм. В каждый период времени делали три замера с нахождением среднего значения величины погружения h . По полученным данным была построена пластограмма изменений пластической прочности пенополимерцементных растворов с объемной массой смеси $1450-1550 \text{ кг/м}^3$ в зависимости от П:Ц (рис. 11).

Хотя введенный в раствор полимер способствует увеличению пластической прочности, однако при увеличении его количества этот эффект ослабляется. Такая аномалия свидетельствует о том, что природа явления не отображает непосредственно кинетику гидратации. Повышенную пластическую прочность пенополимерцементных составов можно вероятно объяснить рядом факторов, а именно: значительным понижением В:Ц, повышенной вязкостью полимерцементных составов, быстрым образованием упругой пленки на поверхности раствора, которая замедляет внедрение индентора в раствор.

С увеличением П:Ц растворы длительное время сохраняют вязкопластические свойства – «не каменеют». Даже через сутки в растворе с П:Ц=0,20 и более, индентор легко внедряется, и потенциометр выдает диаграмму деформаций (рис.12).

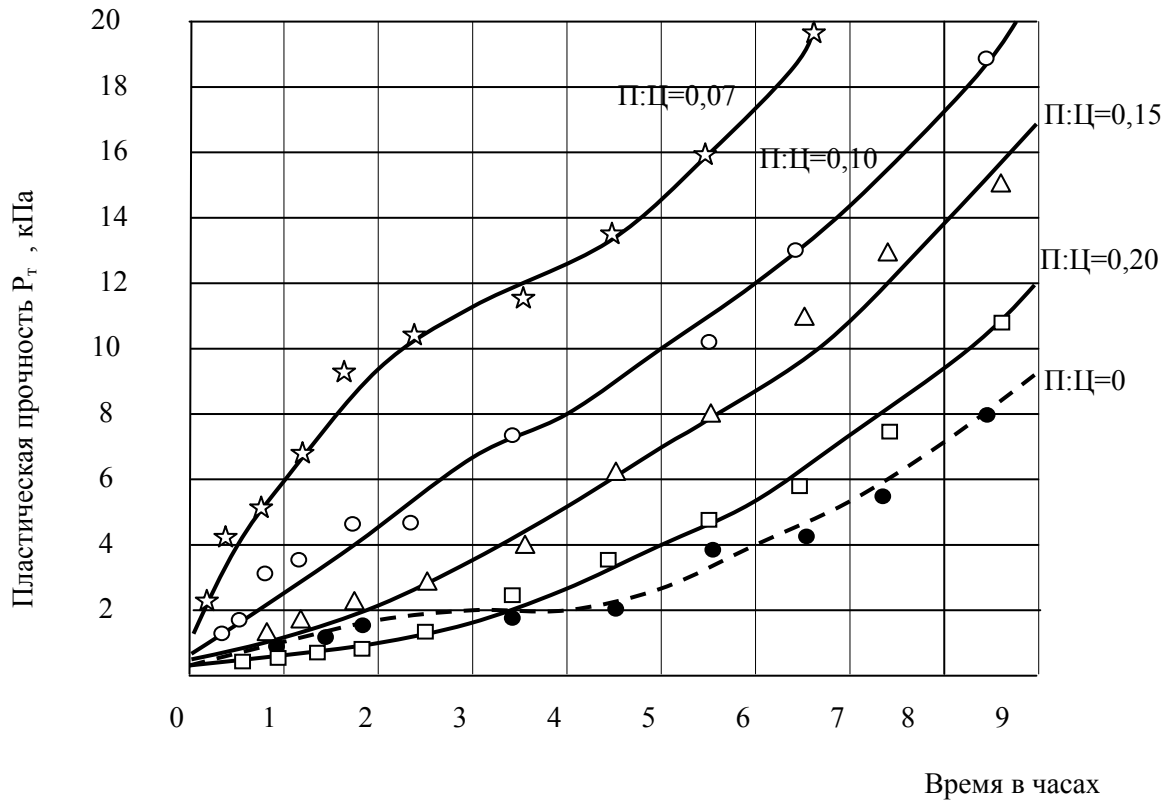


Рис. 11. Изменение пластической прочности пенополимерцементного раствора в зависимости от П:Ц

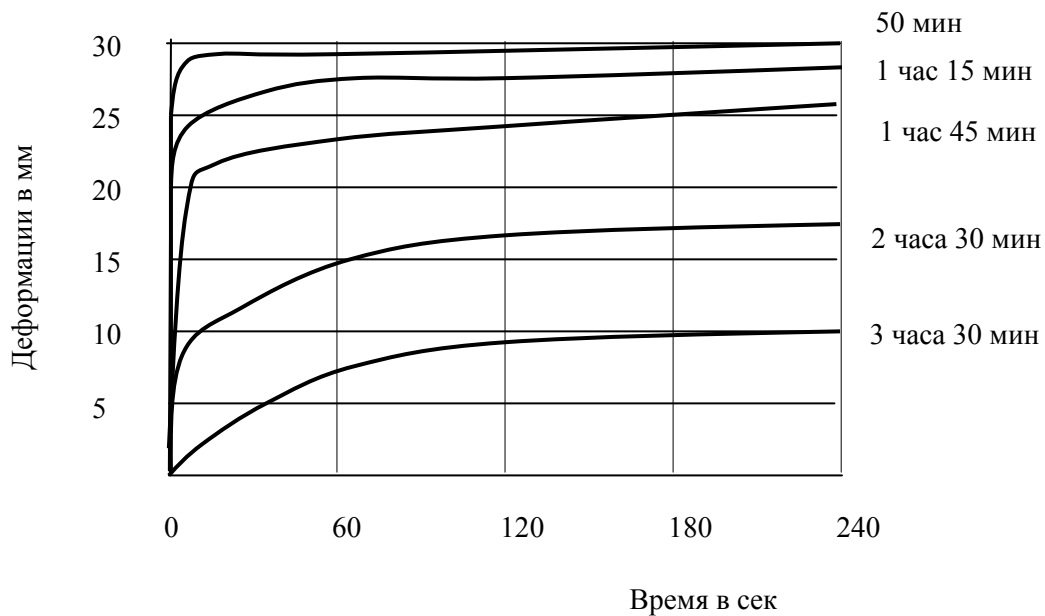


Рис. 12. Изменение развития пластических деформаций пенополимерцементного раствора с П:Ц=0,20 в начальный период структурообразования

При увеличении П:Ц формирование структуры напоминает замедленное отверждение аморфного материала, при низком же П:Ц, а особенно при П:Ц=0, более выражается кристаллическое структурообразование. В связи с этим можно предположить, что высокие эластические свойства пенополимерцементных растворов на начальном этапе структурообразования, могут вполне компенсировать повышенные усадочные деформации, свойственные этим растворам, за счет релаксации напряжений и обеспечить, таким образом, трещиностойкость материала до момента упрочнения его структуры.

Вязко-пластические свойства полимерцементных композиций наглядно показаны развитием деформации при внедрении индентора в начальный и последующие периоды. Записывающий прибор дал возможность разграничить быстро протекающую и медленно развивающуюся части деформаций. При анализе диаграмм полные деформации под конусом разграничивали в пределах трех временных границ, равных 3, 20 и 60 сек. Деформативность систем под нагрузкой характеризовали по принятому нами параметру вязко-пластичности λ , равному отношению замедленной деформации $\varepsilon, \Sigma, \xi, \nu, \delta$, к полной деформации $\varepsilon_{\text{п}}$. На рис.13 показана зависимость вязко-пластичности смесей от полимерцементного отношения.

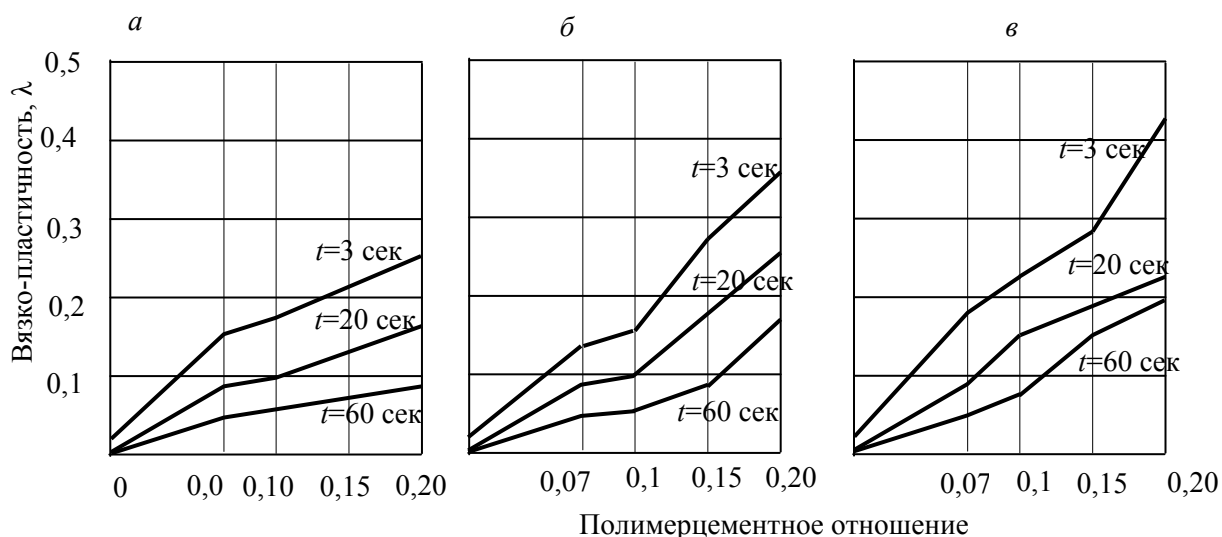


Рис. 13. Зависимость вязкопластичности смеси от полимерцементного отношения:
 а – через 1 час 15 мин; б – через 2 часа 30 мин;
 в – через 3 часа 30 мин после затворения

Смеси с повышенным содержанием полимера характеризуются замедленным развитием деформаций. Напротив, смеси без полимера обладают ограниченной вязкостью и значение λ приближается к 0. То есть деформации протекают сразу и почти до конца. Эти данные свидетельствуют о лучших технологических свойствах полимерных композиций, предназначенных для нанесения на бетон в виде сплошного тонкого слоя. Они обла-

дают лучшей прилипаемостью и повышенной трещиностойкостью. Вязко-пластические свойства растворов возрастают со временем после затворения. В начальный же период это свойство проявляется слабее, что важно для его удобоукладываемости.

При повышенном содержании полимера в композициях по нашим данным более 10 % деформации ползучести могут развиваться в течение довольно длительного периода. Например, для состава П:Ц=0,20 процесс погружения индентора приближается к почти полному замедлению лишь через 10-12 минут. Системам без полимерной добавки свойственна Г-образная диаграмма деформирования (рис.14).

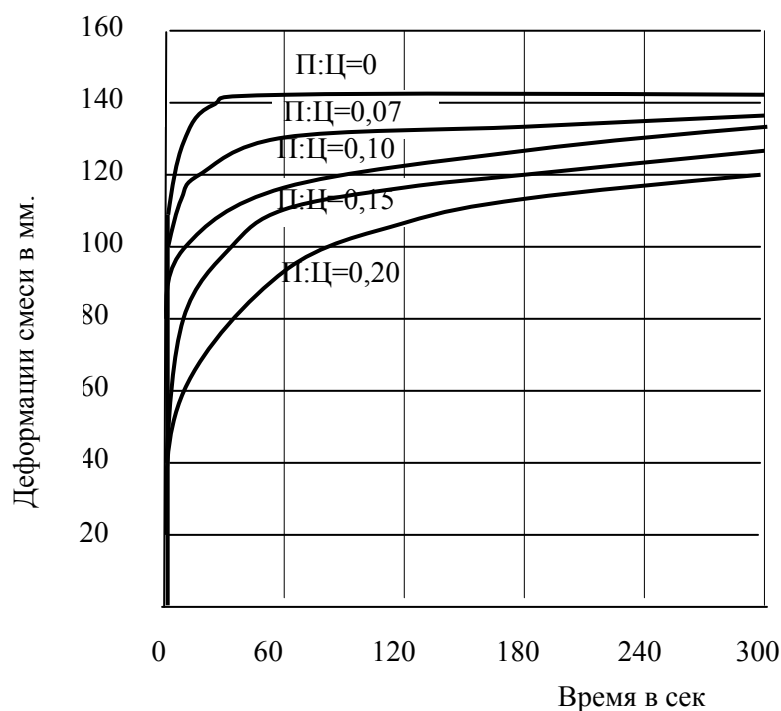


Рис.14. Развитие деформации ползучести пенополимерцементных растворов в зависимости от полимерцементного отношения

Таким образом, формирование структуры пенополимерцементных растворов в значительной степени зависит от количества вводимого полимера, который улучшает их реологические свойства именно в том направлении, которое можно считать благоприятным при применении изучаемых растворов в защитных покрытиях панелей из пенобетона.

2.2.14. Кинетика твердения пенополимерцементного раствора на пористом основании

Процессы формирования структуры пенополимерцементного раствора происходят несколько иначе при нанесении его в виде тонкого слоя (10-20 мм) на пористое основание из пенобетона. Изменяются и физико-механические

свойства затвердевшего материала. При нанесении на пенобетон раствора за счет обилия капиллярных выходов на поверхности происходит интенсивный отсос воды из него и быстрое обезвоживание в контактной зоне. Это, в свою очередь, сдерживает процесс растворения клинкерных минералов и возникновение новообразований. В последующем глубина обезвоживания раствора возрастает, что и приводит к снижению его механической прочности. Предварительное увлажнение поверхности не может привести к положительным результатам, так как трудно найти оптимальную степень увлажнения контактного слоя, зависящую от ряда факторов, как например, от количества и размера пор, температуры бетона и раствора, способа его укладки и др.

Изменение влажности раствора при его укладке на пористое основание оказывает существенное влияние на кинетику нарастания пластической прочности. Уже через несколько минут, система приобретает достаточно высокую пластическую прочность (рис. 15).

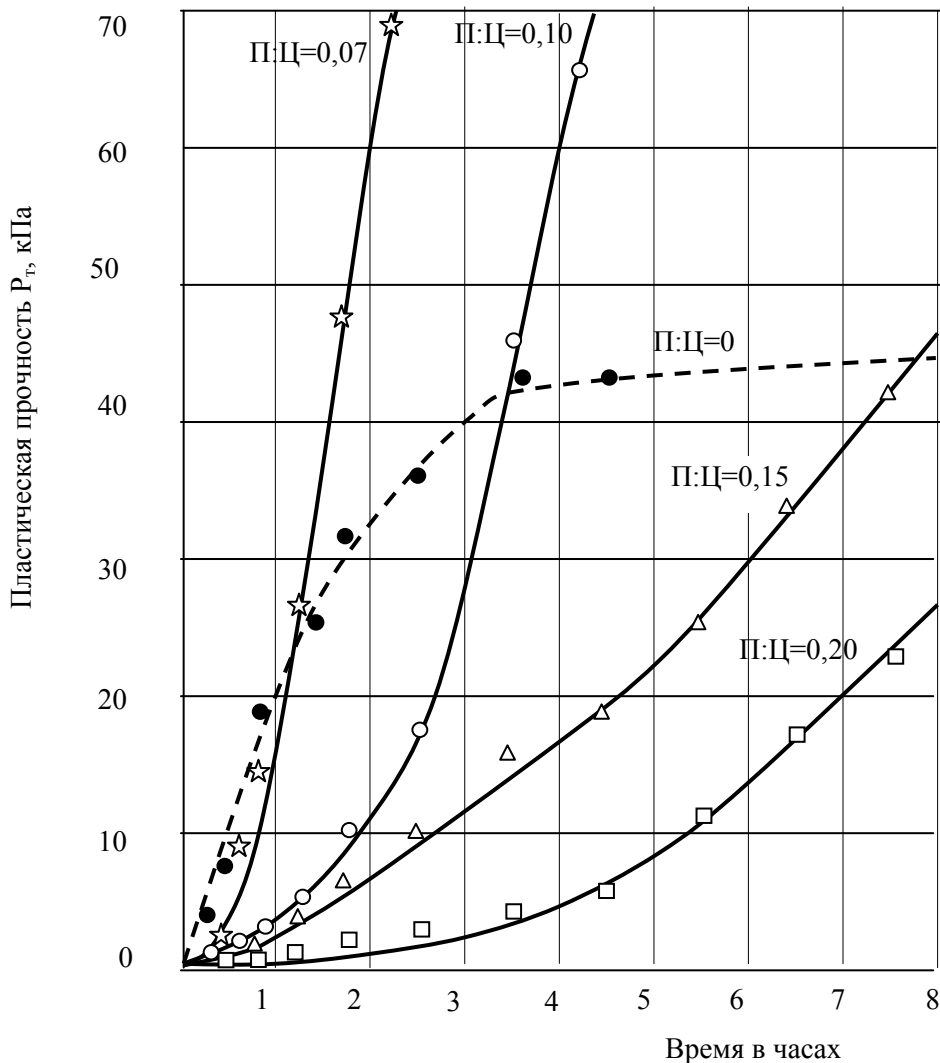


Рис. 15. Изменение пластической прочности пенополимерцементных растворов в слое 20 мм на пористом основании

Нами уже отмечалось, что при введении в раствор полимера изменяются его реологические характеристики, повышается водоудерживающая способность. Это свойство весьма ценно при соединении раствора с пористым основанием, так как уменьшается его обезвоживание. Синтетические латексы и эмульсии, получаемые в результате эмульсионной полимеризации мономеров, имеют размеры частиц, достигающие несколько микрон. Одной из качественных характеристик полимеров является аутогезия, т.е. способность его глобул к самослипанию с образованием монолитных пленок. Такие полимеры обладают и хорошей адгезией.

Прочность сцепления раствора с пенобетоном во многом зависит от степени проникания полимера в пенобетон. Мы полагаем, что при контакте пенополимерцементного раствора с пенобетоном вода, устремляясь под воздействием капиллярного давления в его глубинные слои, захватывает и частички полимера. Последние, скапливаясь в устьях капиллярных пор и склеиваясь между собой, закрывают их и предотвращают отсос влаги пенобетоном из раствора. Эти предположения подтвердились результатами проведенных испытаний.

Процесс влагоотдачи и изменения пластической прочности пенополимерцементных растворов с различным полимерцементным отношением при их укладке на пенобетон мы изучали методом электропроводности и пластометрии с помощью специально сконструированной установки.

Анализируя полученные результаты, нельзя не обратить внимание на ряд интересных свойств пенополимерцементных растворов, изменяющихся при разном П:Ц. Раствор без полимерной добавки практически обезвоживается в граничном слое через 3-3,5 часа. При П:Ц=0,07 такое состояние, характеризующее почти полным прекращением прохождения электрического тока (показания амперметра приближаются к 0), наступает уже через 7,5-8 часов. При П:Ц=0,10 соответственно через 8,5-10 часов, а при более высоких П:Ц больше, чем через 10 часов. То есть в последних случаях раствор в граничном слое почти не обезвоживается и приближается к состоянию раствора, лежащего на водонепроницаемом основании.

В растворах, уложенных на водонепроницаемое основание сопротивление R по толщине слоя в течение изучаемого периода изменяется лишь вблизи открытой поверхности. С увеличением количества полимера в поверхностном слое величина сопротивления интенсивно возрастает. Следует думать, что образование пленки на поверхности раствора приводит к обезвоживанию верхнего электрода, вызывая этим повышенное электрическое сопротивление. Это наблюдается в одинаковой мере, как при пористом, так и при водонепроницаемом основании.

Кинетика предельного напряжения сдвига хорошо коррелируется с изменениями электропроводности граничного слоя для растворов на пористом и водонепроницаемом основаниях. Раствор интенсивно снижает

пластичность в граничном, с пористым основанием, слое при уменьшении содержания полимера. В растворе с П:Ц=0 предельное напряжение сдвига быстро увеличивается в течение 3-3,5 часов, после чего рост почти прекращается, так как обезвоженный раствор теряет связность и в нем замедляется процесс формирования структуры.

Формирование структуры пенополимерцементного раствора в 20 мм слое на пористом и водонепроницаемом основании изучали с помощью пластометрии. Исследования показали, что раствор с П:Ц=0 на пористом основании увеличивает пластическую прочность и достигает максимальных значений в период 3-3,5 часа, после чего 20 мм слой раствора обезвоживается и прочность нарастает медленно (см. рис.15).

При введении в раствор полимера отмечается тенденция к замедлению формирования структуры. Количественная сторона данного явления может иметь разные объяснения. Во-первых, более медленное нарастание пластической прочности в раннем возрасте с увеличением П:Ц можно объяснить лучшим сохранением влаги в растворе на пористом основании, капиллярные выходы которого закрывают полимерные пробки. Во-вторых, с увеличением П:Ц тормозящее структурообразование действие полимера возрастает и пластическая прочность снижается. В первые часы после затворения кристаллизационные процессы почти не протекают, поэтому нарастание пластической прочности в бесполимерных составах и составах с малым П:Ц можно отнести только за счет потери раствором влаги.

В последующем ослабляющее воздействие латекса на кристаллизацию гидратных новообразований проявляется более четко. Действительно, пенополимерцементный раствор с П:Ц =0,20 даже через сутки сохраняет видимые вязкопластические свойства.

Водоудерживающая способность полимерной добавки особенно хорошо видна при сравнении пластограмм, полученных в 20 мм слое на пористом основании, с пластограммами, полученными в таком же слое на водонепроницаемом основании (рис.16).

Здесь очевидно замедление структурообразования от добавки полимера. Несколько повышенная пластическая прочность раствора с добавками, по сравнению с раствором без добавок, может быть объяснена образованием пленки на поверхности растворов с полимером, на разрушение которой при внедрении индентора затрачивается определенная работа. Для раствора с П:Ц=0,15 при снятии пленки пластическая прочность понижается на 10-20 %, а для раствора с П:Ц=0,20 – на 30-40 %. Причем эти величины значительно изменяются в различные сроки определения пластической прочности.

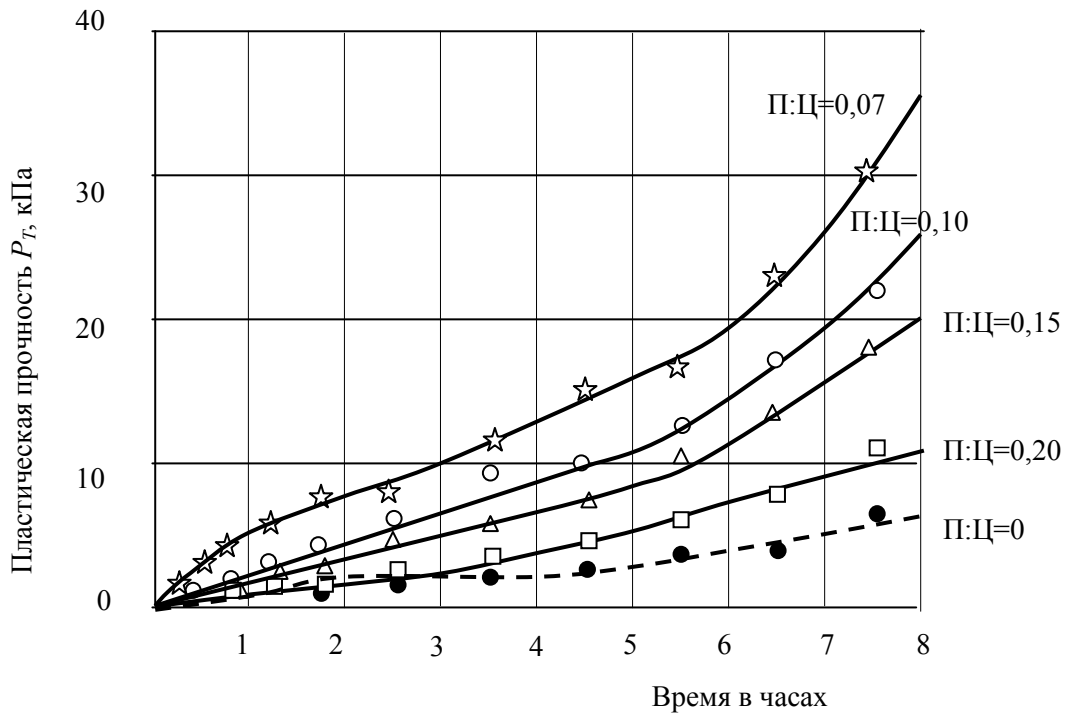


Рис.16. Изменение пластической прочности пенополимерцементных растворов в слое 20 мм на водонепроницаемом основании

Проведенные опыты свидетельствуют об исключительно благоприятном воздействии полимера на формирование структуры пенополимерцементных растворов на пористом основании. Причем оптимальными можно считать растворы с П:Ц=0,10-0,12. При таком количестве полимера сохраняются нормальные условия для гидратации цемента при укладке раствора на пористое основание из пенобетона.

2.2.15. Влияние состояния поверхности пенобетона на его сцепление с пенополимерцементным раствором

В производственных условиях возникает необходимость наносить защитно-отделочное покрытие на пенобетон, поверхность которого образовалась при тех или иных условиях. Наиболее вероятными из них могут быть поверхности, полученные при резке сырца струной с волочением («драконов зуб»), при резке сырцов с возвратно-поступательным или вращательным движением струны (виброрез), при срезании горбуши ножом, при примыкании к опалубке, после фрезерования. В наших опытах кубы из пенобетона с разными видами поверхности были покрыты пенополимерцементным раствором с П:Ц=1,10

Прочность сцепления раствора после 14-суточного воздушно-сухого хранения и 35 циклов замораживания и оттаивания, определенная по ранее принятой методике приведена в табл. 12.

Т а б л и ц а 12

Поверхность пенобетона	Прочность сцепления $R_{сдв}$ (МПа)	
	После 14-суточного воздушно-сухого хранения	После испытания на морозостойкость
Дракон зуба	10,5	7,5
Виброрез	9,6	10,1
После срезки горбуши	12,8	6,8
При примыкании к опалубке	10,2	5,9
После фрезерования	10,41	6,5

Как видно из таблицы прочность сцепления со всеми видами поверхности хорошая. Она превышает прочность самого пенобетона (до 7 МПа). При испытании на морозостойкость плохое сцепление наблюдается с поверхностью, полученной при доавтоклавной резке струной с возвратно-поступательным движением. В результате деаэрации и таксотропного разжижения пенобетонной массы в месте прохождения струны, на поверхности пенобетона образуется гладкая плотная корочка толщиной 0,5-1 мм. Очевидно, при контакте с полимерцементным раствором эта корочка, имеющая повышенную плотность и сильно измельченные поры размерами до 70 микрон, становится малопроницаемой для воды и полимера. При замораживании водонасыщенного образца под воздействием температурного градиента мигрирующая к поверхности образца влага скапливается под фактурным слоем и при замерзании создает избыточное давление, приводящее к его отслоению.

Во всех остальных случаях, хотя прочность при замораживании и оттаивании понижается, сцепление раствора с пенобетоном можно считать вполне удовлетворительным. В данной работе чаще всего при изготовлении образцов использовались поверхности имеющие фактуру под «драконов зуб». Можно положительно свидетельствовать об их пригодности под отделку пенополимерцементными составами при условии обеспыливания и оптимального увлажнения.

В процессе исследования было изучено также влияние смачивания поверхности пенобетона на его сцепление с пенополимерцементным раствором.

При нанесении даже пластичного пенополимерцементного раствора на пыльную сухую поверхность пенобетона трудно добиться их хорошего склеивания. Так или иначе, приходится смочить поверхность бетона влагой, после чего раствор можно нанести на пенобетон. Поэтому нами априори была признана необходимость обеспыливания и смачивания поверхности пенобетона. При этом надо полагать, что вода или сильно разжиженная дисперсия полимера глубже могут проникнуть в капиллярные

ходы пенобетона, чем концентрированная дисперсия. Но заполнив капиллярные поры, вода не способствует глубокому прониканию глобул полимера из полимерцементного раствора, что отрицательно сказывается на прочности сцепления. При смачивании поверхности пенобетона дисперсией с большим содержанием полимера в капиллярные поры поверхности быстро проникают частицы полимера, закрывая их, что также снижает возможность хорошего сцепления. Поэтому необходимо найти оптимальную концентрацию дисперсии полимера, пригодную для смачивания по месту склеивания пенобетона.

В исследованиях изучалось влияние смачивания поверхности пенобетона: водой, латексом, разбавленным водой 1:10 латексом, разбавленным водой 1:5 латексом, с содержанием сухого остатка 4,9 %.

Кроме того, прочность сцепления и морозостойкость двухслойных образцов проверяли при набрызге на пенобетон после его увлажнения водой жидкого полимерцементного раствора с П:Ц=0,10 слоем 2-4 мм и такого же раствора с П:Ц=0,20.

Прочность сцепления пенополимерцементного раствора с П:Ц=0,10 после 14-суточного воздушно-сухого хранения и 35 циклов замораживания и оттаивания весьма достаточная (табл.13).

Т а б л и ц а 13

Вид смачивания пенобетона	Прочность сцепления $R_{сдв}$ (МПа)	
	После 14-суточного воздушно-сухого хранения	После испытания на морозостойкость
Вода	7,5	–
Латекс-вода 1:10	8,7	5,9
Латекс-вода 1:5	9,4	6,6
Латекс	8,7	–
Набрызг при П:С=0,10	3,4	0,5
Набрызг при П:С=0,20	4,1	1,8

Прочность сцепления во всех случаях увлажнения пенобетона, кроме испытаний с набрызгом, вполне удовлетворительная. Однако, как и следовало предполагать, при смачивании бетона неразбавленным латексом образуется значительная пленка чистого эластомера, что приводит к концентрации напряжений на границе материалов с различными свойствами и разрушение происходит по поверхности сцепления. Не выдерживают эти образцы и испытания на морозостойкость по вышеописанной причине. Через 30, 25 и даже 15 циклов замораживания и оттаивания происходит отслоение по поверхности сцепления, причем на поверхности пенобетона или раствора остается пленка полимера. При смачивании пенобетона водой

пленки в граничном слое не образуется, но из-за малого проникания полимера в поры пенобетона прочность сцепления снижается.

Удовлетворительную морозостойкость показали образцы, смоченные слабоконцентрированным латексом. Образцы с набрызгом, хотя и показали малую начальную прочность, но не расслоились в течение 35 циклов замораживания и оттаивания.

На основании проделанных опытов можно полагать, что при нанесении пенополимерцементного раствора на пенобетон в граничном слое образуется пленка из полимера в значительной степени влияющая на прочность сцепления, морозостойкость, паропроницаемость и водонепроницаемость защитно-отделочного покрытия. Ее толщина зависит от концентрации дисперсии полимера, применяемой для увлажнения пенобетона и от отношения П:Ц пенополимерцементного раствора. При концентрации дисперсии менее 1:5 и при П:Ц менее 0,15-0,10 пленка не образуется, а полимер внедряется в поры пенобетона, образуя уплотненный слой. Этот слой в достаточной мере паропроницаем.

На поперечном разрезе двухслойного образца с пенополимерцементным раствором (П:Ц=0,10) можно визуально наблюдать уплотненный полимером более светлый слой пенобетона толщиной 1,5-2 мм. Пигменты через этот слой в пенобетон не проходят.

2.2.16. Определение оптимального времени созревания покрытия из пенополимерцементного раствора для последующих операций по отделке панелей

Влияние смачивания поверхности пенобетона на обезвоживание раствора в граничном слое изучалось методом электропроводности с помощью высокочастотного генератора при одновременном исследовании кинетики предельного напряжения сдвига.

На рис. 17 представлены голограммы изменений электрического сопротивления пенополимерцементного раствора R . При рассмотрении полученных голограмм и кривых можно отметить, что на не смоченном основании (рис.17,а) происходит интенсивное отсасывание влаги из раствора. Вследствие этого быстро увеличивается и предельное напряжение сдвига. Наименьшая отдача влаги раствором может быть достигнута при обильном смачивании основания водой (рис.17,б). Вместе с тем, малый наклон кривой предельного напряжения сдвига, свидетельствует о замедленном структурообразовании в граничном слое, что как уже отмечалось, отрицательно проявляется и на конечной прочности. Несколько лучше те же данные выглядят при смачивании основания латексом с водой в соотношении 1:10 (рис.17,в).

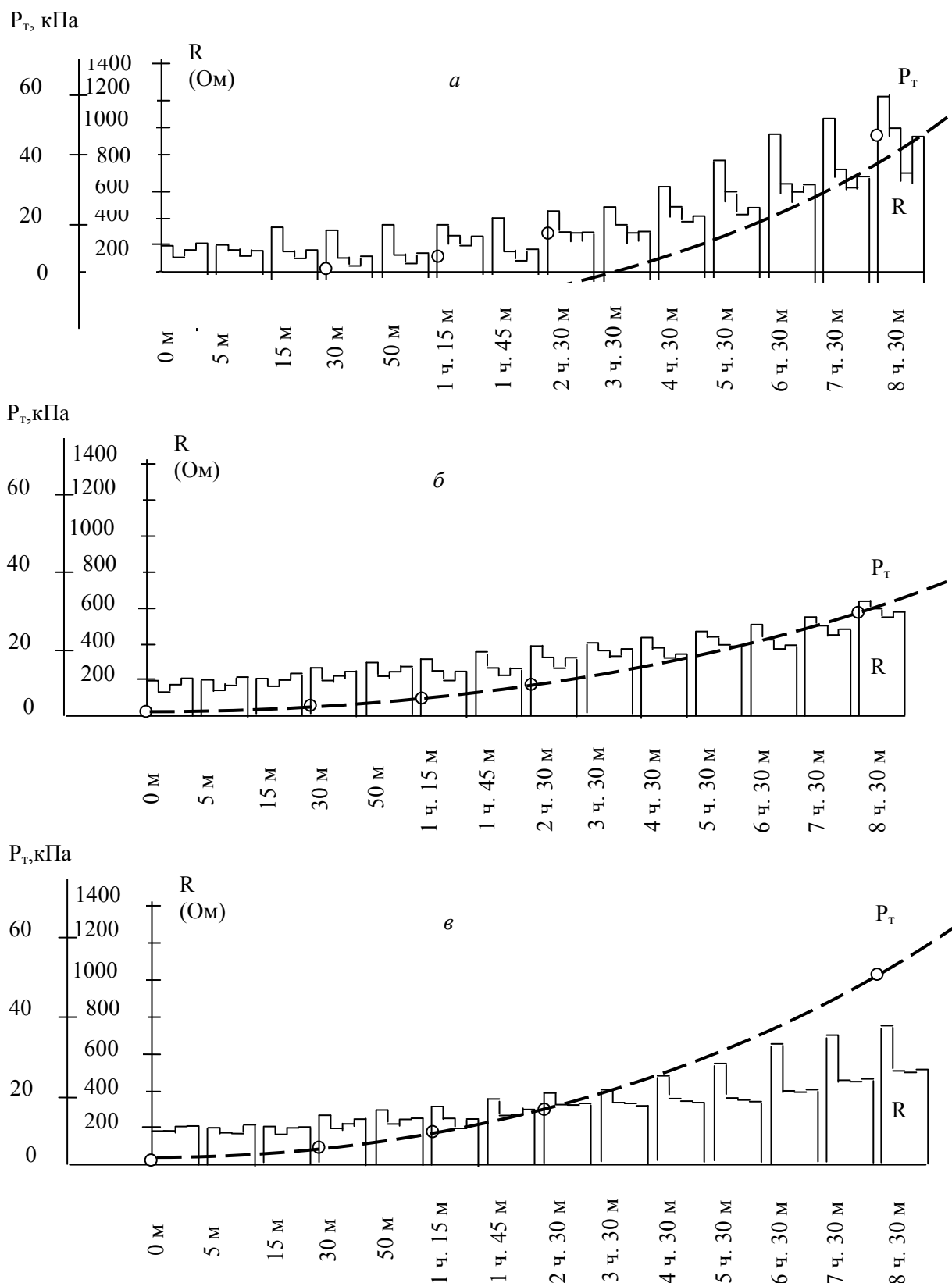


Рис.17. Изменение электрического сопротивления и предельного напряжения сдвига пенополимерцементного раствора, уложенного на пенобетон (начало):
а – основание пенобетона сухое; б – основание пенобетона, увлажненное водой;
в – основание пенобетона смочено латексом с водой 1:10;
г – основание пенобетона смочено латексом с водой 1:5;
д – основание пенобетона смочено латексом без воды

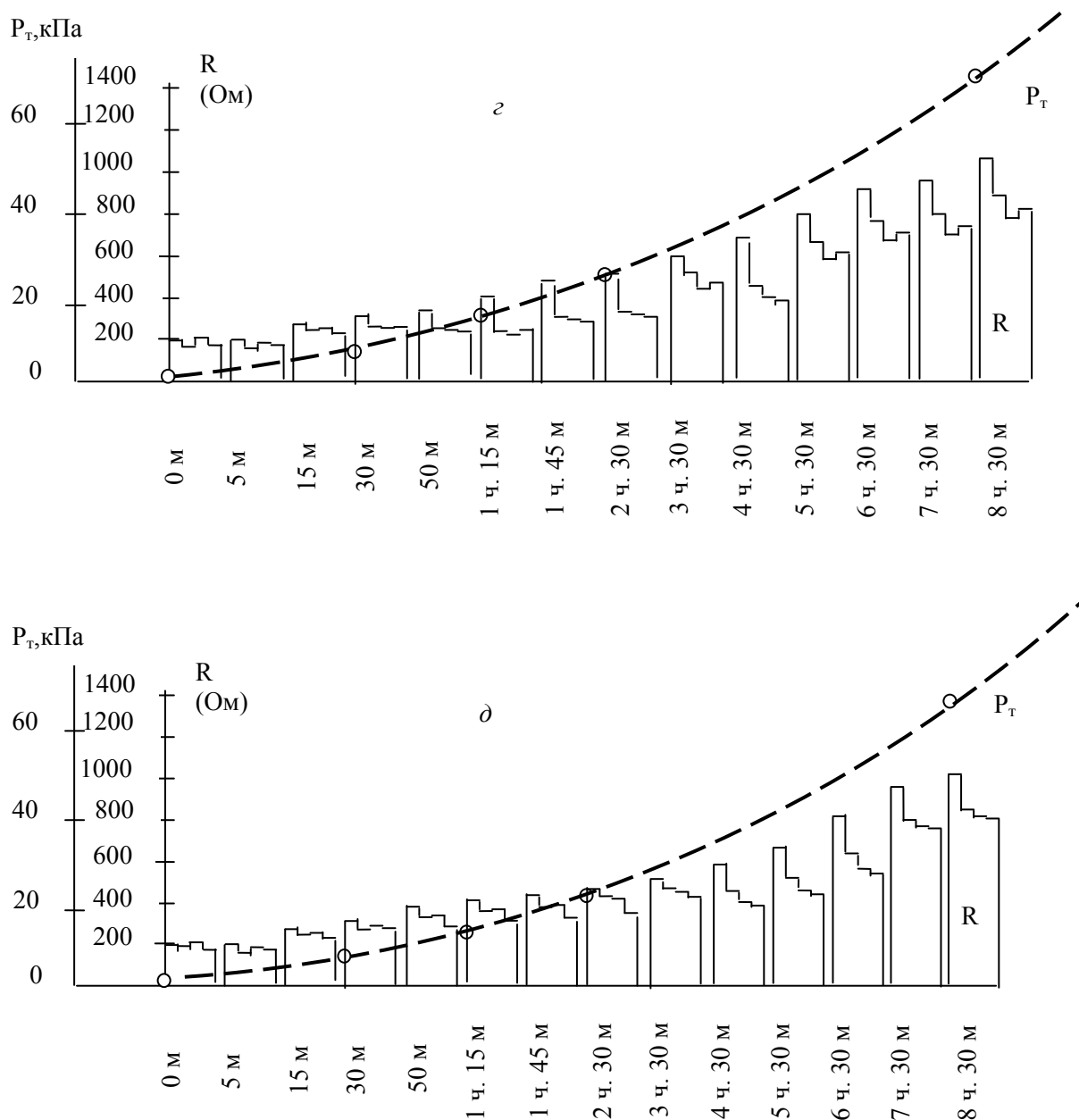


Рис.17. Изменение электрического сопротивления и предельного напряжения сдвига пенополимерцементного раствора, уложенного на пенобетон (окончание):
а – основание пенобетона сухое; б – основание пенобетона, увлажненное водой;
в – основание пенобетона смочено латексом с водой 1:10;
г – основание пенобетона смочено латексом с водой 1:5;
д – основание пенобетона смочено латексом без воды

При смачивании основания не разведенным латексом (рис.17,д) наблюдается повышенный отсос влаги и значительное нарастание предельного напряжения сдвига. Это можно объяснить тем, что глобулы полимера закрывают крупные поры, а при отсасывании воды через мелкие капилляры происходит упрочнение структуры в граничном слое.

Наилучшим составом для грунтовки, на наш взгляд, является латекс разведенный водой в соотношении 1:5 (рис.17,г). Эта грунтовка обеспечивает более глубокое проникание полимера в поры пенобетона, при одновременном сохранении влаги в растворе достаточной для гидратации цемента. Вместе с тем наблюдается интенсивный рост предельного напряжения сдвига, опережающий нарастание электрического сопротивления, что свидетельствует о нормально протекающем процессе формирования структуры пенополимерцементного раствора.

Таким образом, перед укладкой пенополимерцементного раствора, пенобетон необходимо обеспылить и смочить дисперсией полимера, разбавленной водой в соотношении 1:5.

При конструировании защитно-отделочного покрытия из пенополимерцементного раствора нами предполагалось возможность обнажения фактуры декоративного слоя, как в процессе строительства, для удаления загрязнений и мелких повреждений, так и в процессе эксплуатации. Такое вскрытие фактуры без изменения внешнего вида панели можно сделать только при условии снятия цементно-водной пленки с поверхности отделочного слоя в заводских условиях. Вскрытие фактуры можно осуществлять циклеванием, т.е. соскабливанием цементно-водной пленки, как это делается при выполнении цветной штукатурки, или обработкой поверхности металлическими щетками. В этом случае операцию можно легко механизировать.

Для снижения затрат энергии и продолжительности обработки вскрытие фактуры нужно делать в наиболее раннем возрасте отделочного раствора, но при его достаточной пластической прочности.

Путем многочисленных пробных фактурных обработок защитно-отделочного слоя из пенобетона определено оптимальное время созревания покрытия для окончательной отделки. Учитывая значительное воздействие на кинетику пластической прочности пористого основания, раствор довольно быстро начинает поддаваться фактурной обработке, т.е. он не смазывается и хорошо соскабливается, обнажая внутреннюю фактуру. В зависимости от толщины слоя раствора в 10-20 мм, обработку можно выполнять через 2,5-4 часа. Кроме того, указанное время зависит от интенсивности увлажнения и собственной влажности пенобетона перед укладкой на него отделочного раствора, влажности в помещении, которая должна быть в пределах 40-60 %. При повышении влажности время созревания увеличивается.

При введении в раствор декоративных наполнителей, таких например, как слюда, мраморная крошка, дробленое стекло и т.п., время до вскрытия фактуры нужно увеличить на 1,5-2 часа. Это необходимо для того, чтобы исключить вырывание декоративных зерен из слабого цементно-песчаного камня.

Для сокращения времени на выдерживание раствора до циклевания можно использовать ускорители твердения. Наиболее подходящим для них является поташ. Поташ дополнительно пластифицирует смесь и способствует быстрому нарастанию пластической прочности. В отличие от хлористого кальция он не дает высолов на поверхности. Кроме того поташ является стабилизатором дивинилстирольного латекса.

Увеличение времени, сверх оптимального, не приведет к браку в отделке панелей. Возрастает только трудоемкость и повышается расход энергии. Затвердевший пенополимерцементный раствор можно обрабатывать фрезерованием, шлифованием наждачными кругами и т.п. Следует иметь в виду, что затвердевшая поверхностная корочка очень прочна, особенно на истирание. Вот почему лучше от нее освобождаться не позже первых суток твердения отделочного раствора. Если же фактура не вскрывается, поверхностная прочная корочка как бы поверхностная «закалка» будет служить дополнительной защитой поверхности панели от механических повреждений.

Исследование реологических свойств пенополимерцементных растворов позволяет сделать выводы:

1. Для улучшения реологических свойств полимерцементных растворов, обладающих повышенными вязко-пластичными свойствами, весьма эффективно применять фотоэлектрический пластометр, записывающее устройство, которого, позволяет фиксировать быстро и медленно развивающуюся части деформаций.

2. Структурообразование раствора на пористом основании, при условном разграничении его по толщине слоя на зоны, может быть представлено по изменению электропроводности каждой зоны. Измерение электропроводности в сочетании с определением предельного напряжения сдвига являются новым методом изучения структурообразования полимерцементных растворов.

3. Реологические характеристики пенополимерцементного раствора характеризуют его как эффективный материал для отделки стен из пенобетона, что подтверждает ранее сделанные теоретические предположения.

4. Быстрое повышение пластической прочности пенополимерцементного раствора, уложенного на пористое основание, следует объяснить, как отсосом влаги, так и коагуляцией латекса, интенсифицирующейся при уменьшении влаги, что и предполагалось ранее.

5. Дивинилстирольный латекс, стабилизированный костным клеем, замедляет структурообразование и тем больше, чем выше П:Ц.

6. Пенополимерцементные растворы обладают удовлетворительным сцеплением с различными видами поверхности пенобетона.

7. В граничном слое пенополимерцементного раствора и пенобетона образуется пленка из полимера, оказывающая значительное влияние на

прочность сцепления и морозостойкость. Ее качественная характеристика зависит от величины П:Ц и концентрации грунтовки из дисперсии полимера.

8. Проведенные исследования свидетельствуют о благоприятном воздействии полимера на формирование структуры раствора на пористом основании.

9. Пенополимерцементный раствор на основе латекса СКС-65ГП с П:Ц=0,1-0,12 вполне пригоден в качестве защитно-отделочного покрытия для стен из пенобетона.

2.2.17. Технологическая последовательность отделки панелей из пенобетона пенополимерцементным раствором

Для реализации такой важной программы, как «Доступное и комфортное жилье», которая является приоритетной среди Национальных программ России, технология панельного домостроения, становится идеальным решением. Достоинством панельных технологии является не только внешняя привлекательность строений и простота отделочных работ, но и огромная скорость возведения жилья и его надежность. Основным преимуществом панельного домостроения считается рентабельность последующей эксплуатации такого жилья, что, безусловно, является важнейшим вопросом в правительственных программах. Предлагаемая отделка панелей пенополимерцементным раствором на основе синтетического латекса вполне технологична, поддается механизации и автоматизации рабочих процессов и может быть привязана к действующим технологическим линиям по выпуску панелей.

В заводских условиях на отделку поступают панели, прошедшие тепловую обработку с любыми внешними дефектами (отколы, раковины, вмятины и т.п.), не снижающими их конструктивных качеств. Однако, независимо от вида отделки, осуществляемой после распалубки, на поверхностях панелей не допускаются: раковины глубиной более 2 мм, диаметром более 3 мм; трещины в бетоне шириной более 0,2 мм; местные наплывы, впадины глубиной более 2 мм и диаметром более 5 мм, «драконов зуб» высотой более 1,5 мм; газобетонная пыль; масляные пятна; отслоения поверхностной цементной или известковой пленки.

При наличии дефектов их рекомендуется устранить, произвести, при необходимости, ремонт и подготовить поверхность панелей под отделку.

Подготовка поверхности изделий под отделку включает:

- Очистку поверхности от масляных и ржавых пятен, грязи и отслоившейся цементной или известковой пленки абразивными инструментами, металлическими щетками, пескоструйным аппаратом, с последующим обеспыливанием поверхности промышленным пылесосом;

- Заделку раствором отдельных выбоин, околос граней и ребер, а также мелких трещин осуществляли ремонтным пенополимерцементным раствором;

- Выравнивание поверхности раствором;
- Грунтовку поверхности делали латексом СКС-65 ГП, разведенным водой в соотношении 1:5 (латекс:вода).

Непосредственно перед укладкой пенополимерцементного раствора панель смачивают кистью или из распылителя дисперсией полимера, разбавленного водой в соотношении 1:5. Пенополимерцементный раствор может быть обычным, в случае его применения для ремонта панелей с последующим окрашиванием, или декоративным. В зависимости от требования декоративности цемент может быть белый, цветной или обычный портландский. Песок тоже может быть белый, цветной или обычный и должен соответствовать требованиям, предъявляемым к пескам для штукатурных растворов. Пигмент вводят в белый цемент в вибромельницах. Фталцианиновые пигменты можно вводить в воду затворения. Для придания им гидрофильных свойств в воде необходимо растворить небольшое количество поверхностно-активного вещества, например ОП-7 или ОП-10. Слюду в количестве 3-4 % от веса цемента в измельченном виде вносят вместе с песком. В раствор может вводиться мраморная крошка и другие декоративные наполнители.

Поризованные растворы приготавливаются в смесителях принудительного действия с числом оборотов не менее 80 и не более 150 в мин. В смеситель сначала заливают жидкие компоненты (вода, пенообразователь и стабилизированный латекс СКС-65ГП) и смешивают их в течение 1,5-2 минут. Затем загружают отмеренные по весу сухие составляющие, желательного в перемешанном виде. Продолжительность перемешивания определяется опытным путем до получения объемной массы смеси 1500 кг/м^3 , т.е. примерно 5-8 минут. Объемная масса зависит от скорости и продолжительности перемешивания.

Сразу после приготовления смесь выгружают в расходный бункер и укладывают на панель вручную или с помощью раствороукладчика. Поверхность раствора должна быть ровной без раковин. Раствор расстилается хорошо и при легком вибрировании укладываемым инструментом (рейкой) и дает ровную поверхность.

Никакого ухода за отформованным отделочным слоем не требуется. Желательно иметь температуру воздуха $+18-20^\circ\text{C}$ и влажность 40-50 %. При понижении температуры и повышении влажности структурообразование раствора удлиняется.

Через 3-4 часа, в зависимости от температурно-влажностных условий, влажности панели и толщины отделочного слоя можно вскрыть фактуру путем соскабливания цементно-латексной пленки. В таком состоянии пленка легко снимается зубчатым шпателем или металлической щеткой. Операцию по вскрытию фактуры несложно механизировать. В результате

циклевания должна получиться ровная мелкопористая поверхность декоративной штукатурки.

В процессе отделки панелей особенно тщательному контролю подлежит постоянство объемной массы растворной смеси и коагуляция латекса. Эти факторы зависят от ряда причин, а их изменения оказывают влияние на все свойства отделочного пенополимерцементного раствора.

В проведенных экспериментах для образования пены использовалась гидролизованная кровь. Мы полагали, что надо проверить наименее эффективный пенообразователь для цементно-полимерных композиций. Гораздо лучшими свойствами обладают клееканифольный, смолосапониновый пенообразователи, а также полимерный пенообразователь на основе латекса и технического альбумина.

Поскольку послеавтоклавная отделка панелей пенополимерцементным раствором не связана с основным технологическим циклом, эти операции могут выполняться в любые сроки после изготовления. Технологическую линию отделки панелей можно разместить как в складе готовой продукции, так и в специализированном построенном помещении. Применяемые материалы не токсичны, а технологический процесс не содержит вредных отходов, однако производственные помещения должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной и вытяжной вентиляцией, кратность воздухообмена устанавливается не менее 3.

Весь технологический процесс может быть механизирован и автоматизирован с использованием серийных машин и механизмов и несложного нестандартного оборудования.

Для изготовления двухцветных панелей с заданным рисунком отделка выполняется в два этапа. На границе разноцветных растворов устанавливают полосу-опалубку из кровельной стали шириной 20мм на ребро. Затем укладывают раствор одного цвета. Через 30-60 минут полосу снимают и укладывают раствор второго цвета. Можно пользоваться шаблоном, закрывающим площадь одного из цветов во время укладки раствора второго цвета. После требуемой воздушно-сухой выдержки панели циклюют обычным способом.

Транспортировка панелей из пенобетона с отделкой пенополимерцементным раствором осуществляется на обычных панелевозах, предназначенных для перевозки панелей с фактурным слоем в наклонно-вертикальном положении. При погрузо-разгрузочных работах и транспортировке принимаются те же меры предосторожности по защите фактурного слоя от повреждений, что и при любых других видах отделки.

Применение для отделки пенополимерцементного декоративного на всю глубину слоя раствора освобождает строителей, при устранении различных дефектов, от мокрых процессов и делает фасадные работы всепогодными. Загрязнения и мелкие царапины можно удалять «сухим» спосо-

бом путем соскабливания стальным шпателем, шлифовальной машинкой или, при больших площадях, обработкой пескоструйным аппаратом.

Некоторые виды загрязнений, а также копоть при обновлении фасадов в процессе эксплуатации, могут быть удалены промывкой чистой водой или водой с применением моющих средств. Введение в раствор полимера способствует меньшему загрязнению фасадов и более легкому удалению грязи и копоти по сравнению с обычным раствором.

Как показал опыт строительства с использованием панелей, отделанных пенополимерцементным раствором, трудозатраты на отделку фасадов значительно сокращаются, особенно в период непогоды и отрицательных температур.

При выполнении отдельных элементов стен из мелкоштучных пенобетонных блоков, возникает необходимость в наружной штукатурке. Такая штукатурка может быть выполнена по той же технологии, которая используется в заводских условиях для отделки панелей пенополимерцементным раствором.

При долгой эксплуатации на наружных стенах зданий, если они оштукатурены, появляются отдельные дефекты. Для устранения их при ремонте зданий приходится наносить новый слой штукатурки. Это не надежно и дорого, поэтому пенополимерцементные растворы, с последующей окраской всего здания могут рассматриваться как более прогрессивный вариант ремонтных работ.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С ОТДЕЛКОЙ ИЗ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

Современные панельные жилые дома развиваются одновременно с меняющимися технологическими решениями производств. Конкуренция в производстве очень велика, что заставляет технологов домостроительных комбинатов привлекать материалы и технологии не только сокращающие прямые материальные затраты, но и повышать потребительские качества продукции, в том числе уменьшаются допуски отклонений геометрических параметров изделий, изделия становятся более удобными в монтаже, в отделке. Отделка фасада определяет внешний вид дома, его стиль, индивидуальность, гармонию с окружающим ландшафтом. Одновременно с этим, наружная отделка несет в себе защитную функцию. Также многие современные материалы обеспечивают энергоэффективность дома.

Классический вариант оформления наружных стен – штукатурка. Она подходит для кирпичного, каменного, монолитного или деревянного дома. Современные смеси обладают множеством достоинств:

- хорошая паропроницаемость;
- стойкость к резким перепадам влажности;
- устойчивость к резким перепадам температур;
- хорошие прочностные и эластичные свойства.

На стоимость отделки панелей влияет себестоимость местных и привозных материалов, уровень механизации процесса отделки, технологические факторы и др. Эти, так называемые единовременные затраты, не могут служить полным выражением стоимости. Не меньшее влияние на экономическую эффективность оказывают показатели долговечности и зависящие от нее эксплуатационные затраты.

Предлагается экономичность различных видов отделки, вычислять с учетом всех затрат на панели за период 50 лет, как начальных, так и эксплуатационных по формуле:

$$R = r + \frac{50}{t}n,$$

где R – общая стоимость 1 м² отделки;

r – первоначальная удельная стоимость отделки, состоящая из удельных капиталовложений и непосредственных затрат на отделку;

t – межремонтный период;

n – удельные эксплуатационные затраты, состоящие из затрат на уход в межремонтный период и затрат на один ремонт к 1 м² отделанной поверхности.

Следует вероятно добавить и удельные затраты C на полную отделку лицевой поверхности в условиях строительства, поскольку не все виды отделки в одинаковой степени требуют материальных и трудовых затрат на стройплощадке. Поэтому величина C для разных видов отделки будет различна.

Полное выражение всех затрат, связанных с поддержанием фасадов зданий в надлежащем порядке

$$R_n = r + \frac{50}{t}n + C,$$

должно найти отражение в сметах на крупнопанельное строительство.

Оценивая стоимость отделки панелей только в рублях, мы не учитываем фактическую ценность того или иного вида отделки, выражаемую его эстетическими достоинствами. Этот важнейший фактор очень часто остается за графой таблиц с технико-экономическими показателями, в силу субъективности своей природы.

Поэтому, при выборе способов отделки панелей следует отдавать предпочтение не самому экономичному виду, а рациональному сочетанию экономической эффективности, с эстетической целесообразностью. В этом смысле отделка цветными декоративными растворами наиболее полно отвечает поставленным требованиям. Сроки службы индустриальных отделок каменными, керамическими и бетонными (растворными) материалами практически равны срокам службы крупнопанельных зданий. Цветные фактурные слои требуют только промывки через 12-15 лет эксплуатации, обеспечивая этим внешний вид зданий с высокими эстетическими качествами.

Толщина слоя отделочного раствора принята 20 мм, с полимерцементным отношением П:Ц=10. В расходе латекса учтена грунтовка панелей перед укладкой раствора.

При введении в пенополимерцементный раствор дорогостоящих пигментов или декоративных добавок стоимость его увеличивается незначительно.

Применение для предлагаемого способа отделки недефицитных местных материалов (кроме латекса), возможность механизации отделочных операций, сокращение затрат на послемонтажную отделку, в сочетании с хорошими декоративными возможностями, делает данный способ отделки достаточно перспективным.

Поскольку стоимость латекса в пенополимерцементном растворе составляет более половины стоимости всей отделки, в его цене, при современном развитии химической промышленности, имеет тенденцию к понижению, то стоимость отделки декоративным пенополимерцементным раствором будет уменьшаться.

Отделка пенополимерцементным раствором панелей из пенобетона вполне технологична, поддается механизации и автоматизации рабочих процессов и может быть привязана к действующим технологическим линиям по выпуску панелей.

Пенополимерцементный раствор можно использовать при всех других видах отделки для выравнивания поверхности под окраску или для исправления дефектов (например, при восстановлении отслоившегося поризованного раствора, а также для ремонта ранее построенных зданий).

Применение современных технологий в строительстве может обеспечить снижение себестоимости ведения строительства и последующей эксплуатации жилья.

Разработанная технология отделки стен из пенобетона пенополимерцементным раствором ставит целью решение комплексной задачи, имеющей технический, эстетический и экономический аспекты. Показано, что нанесение защитно-отделочного пенополимерцементного раствора на изделие после его тепловой обработки декоративным слоем 10-20мм дает возможность устранять послемонтажные и эксплуатационные дефекты на фасаде в любое время года.

Установлено, что при введении в пенобетон с объемной массой 1300-1500 кг/м³ некоторых органических веществ, ряд его физико-механических свойств, имеющих решающее значение в оценке пригодности материала для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона, существенно улучшается. Водопотребность снижается на 25-23 %, прочность на сжатие увеличивается более чем в 2 раза, а при растяжении почти в 3 раза, модуль упругости может быть понижен на 10-30 %; адгезия к силикатным материалам возрастает в 5-6 раз, влагопроницаемость уменьшается в 10 раз, снижается водопоглощение и увеличивается морозостойкость.

По результатам исследований определена оптимальная дозировка полимера для защитно-отделочного пенополимерцементного раствора состава 1:3 с объемной массой 1300-1500 кг/м³. Наилучшие результаты получены при использовании в качестве полимерной добавки дивинилстирольного латекса СКС-65ГП, стабилизированного гидролизированным клеем при полимерцементном отношении П:Ц=0,1 и водоцементном отношении 0,43.

Разработана методика для изучения вязкопластических свойств пенополимерцементных композитов с помощью фотоэлектрического пластометра. Полученные вязкопластические характеристики рекомендуемых пенополимерцементных растворов свидетельствуют об их высокой эластичности. Повышенная эластичность сохраняется и в процессе твердения, что снижает опасность развития деструктивных процессов при возможных технологических воздействиях. Проявление же эластических свойств после упрочнения структуры уменьшает возможность трещинообразования в защитно-отделочном слое в процессе эксплуатации.

Разработана методика исследования влагопереноса из тонких слоев раствора в пористое основание методом электропроводности, с одновременным фиксированием кинетики изменения предельного напряжения сдвига в граничном слое, которая имеет важное значение для изучения

процессов структурообразования полимерцементных композиций, в частности, при нанесении их на пористое основание.

Установлено, что решающее значение на процессы влагообмена между пористым основанием пенобетона и пенополимерцементным раствором оказывает полимерцементное отношение. Повышенная водоудерживающая способность полимерцементного раствора и коагуляция глобул полимера в порах пенобетона препятствуют обезвоживанию раствора и создают благоприятные условия для протекания процесса твердения.

Исследован процесс структурообразования пенополимерцементного раствора в тонком слое на пористом и плотном основаниях. При твердении поризованного раствора без полимера на пористом основании через полтора часа набор прочности практически прекращается, в то время как раствор с добавлением полимера при П:Ц=0,07 и выше продолжает интенсивно твердеть. При возрастании П:Ц до 0,15 и более, твердение пенополимерцементного раствора на пористом и водонепроницаемом основаниях протекает почти одинаково.

Установлено, что на прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном, в том числе и при воздействии различных природных факторов, решающее значение оказывают микрорельеф поверхности пенобетона и способ ее подготовки.

Исследование влияния этих факторов на сцепление позволило установить, что наилучшие результаты получаются при нанесении раствора на предварительно увлажненную разбавленной дисперсией полимера поверхность изделия, которая получается при резании сырца вдавливанием струны. Оптимальным составом для грунтовки можно считать латекс, разведенный водой в соотношении 1:5. С увеличением и уменьшением концентрации полимера в дисперсии наблюдается снижение прочности сцепления.

На основании результатов проведенных исследований и внедрения в производство, даны практические рекомендации по отделке стен из пенобетона пенополимерцементным раствором, позволяющим получить разнообразный декоративный эффект при достаточно высоких экономических показателях. Затраты при долговременной эксплуатации не превысят 1/3 затрат при отделке окраской. Это дает возможность применять декоративный пенополимерцементный раствор наряду с известными прогрессивными способами отделки пенобетона.

Для придания нашим городам и поселкам привлекательного вида и своеобразного колорита в соответствии с современными градостроительными требованиями необходимо широко применять разнообразные виды отделки и цветового решения фасадов жилых и гражданских зданий. Наружная фактура стеновых панелей должна обладать высокой декоративностью и долговечностью при малой стоимости и незначительных затратах ручного труда. Поэтому необходимо постоянно расширять арсенал выра-

зительных и эффективных способов и приемов отделки, используя местные материалы. Современный жилой дом с его четкими прямыми формами может быть красивым только при использовании эффективных и долговечных материалов и высоком качестве отделочных работ.



Рис. 18. Виды отделки наружных стен панельных многоэтажных домов (начало)



Рис. 18. Виды отделки наружных стен панельных многоэтажных домов
(продолжение)



Рис. 18. Виды отделки наружных стен панельных многоэтажных домов
(продолжение)



Рис. 18. Виды отделки наружных стен панельных многоэтажных домов (окончание)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (начало)

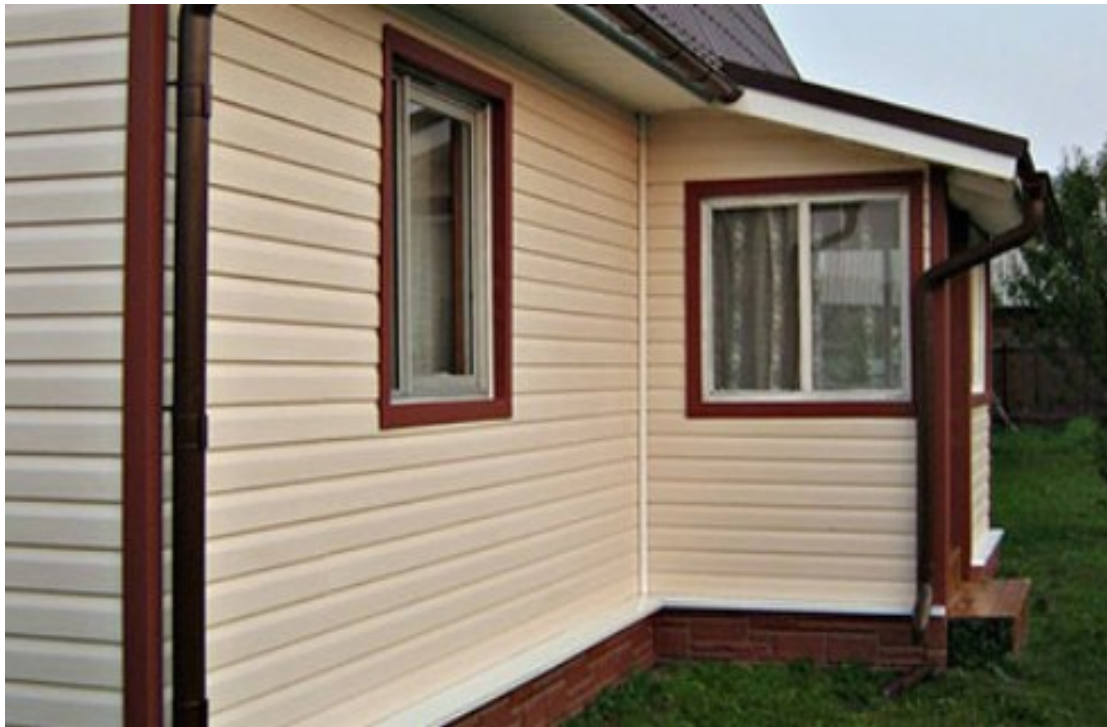


Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (продолжение)



Рис. 19. Виды отделки наружных стен малоэтажных домов (окончание)

4. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ КИНЕТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ КАМНЯ ИЗ РАСТВОРНЫХ И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

4.1. Структурообразование в растворных и бетонных смесях

Изменяющиеся во времени физико-механические свойства бетонных и растворных смесей от момента их приготовления и до приобретения марочной прочности определяют порядок работы при изготовлении монолитных бетонных и железобетонных конструкций, каменных конструкций в различных температурно-влажностных условиях; при нанесении слоев штукатурного раствора и их последующей обработки; при строительстве полов и устройстве облицовки с использованием цементных или иных вяжущих материалов. Поэтому организация ряда технологических строительных процессов должна осуществляться с учетом кинетики изменения свойств строительных материалов в процессе их переработки (в частности, кинетики структурообразования цементного камня) и приобретения ими конечных эксплуатационных свойств (марочной прочности).

Для приготовления строительных растворов и бетонов широко применяют цемент, известь и гипс в виде высокодисперсных порошков, которые при смешивании с водой образуют вязущее «тесто», т.е. пластично-вязкую и легко формующуюся массу, которая постепенно густеет, затвердевает и превращается в искусственный камень. При приготовлении строительного раствора в его состав включают песок (наполнитель), а при приготовлении бетонной смеси – песок (наполнитель) и щебень или гравий (крупные заполнители).

Твердение вяжущих веществ, т.е. превращение пластичного теста в камневидное тело, происходит вследствие ряда физико-химических процессов, на интенсивность протекания которых во времени, оказывают влияние свойства вяжущих, температура и влажность окружающей среды. Весь процесс превращения делят на два периода: схватывание и собственно твердение (набор прочности).

За начало схватывания принимают момент времени, когда пластичная смесь (растворная или бетонная) начинает загустевать и постепенно терять пластичность. От начала приготовления (смешивания) и до начала схватывания со смесями можно производить любые технологические операции: транспортирование, перемешивание, укладку в конструкцию, виброуплотнение, трамбование и т.п. Технологические свойства смеси в этот период практически не изменяются и поэтому время от начала приготовления смеси (смешивание ее с водой) до начала схватывания называют жизнеспособностью раствора или бетона. На время жизнеспособности значительное

влияние оказывают вид вяжущего и его марка, а также параметры окружающей среды. Усреднено можно считать, что для смесей на портландцементе жизнеспособность составляет около трех часов, для извести, при контакте с воздухом – около четырех часов, для гипса – в пределах 5–7 минут.

Момент схватывания более или менее ярко выражен только у гипса. Цементные смеси густеют постепенно. При некоторых условиях производства работ смесь может загустеть и из-за потери воды, например: вследствие ее испарения в сухую и жаркую погоду, вследствие отсоса воды из смеси при ее контакте с сухими пористыми поверхностями. Такую потерю можно восполнить добавлением в смесь воды, но только когда заведомо известна причина ее потери. Количество добавляемой воды определить трудно, т.к. неизвестна величина ее потерь. Добавление излишней воды улучшит пластичность смеси, но может привести к снижению прочности бетона или раствора из-за увеличения водоцементного отношения, принятого в рецепте смеси. У известковых смесей момент схватывания выражен еще слабее, чем у цементных, а сам процесс схватывания растянут во времени.

Некоторые партии цементов из-за нарушения технологического режима при их изготовлении (размол клинкера в горячем виде и др.) приобретают способность к загустеванию смеси через 5–7 минут после смешивания цемента с водой. Такое загустевание смеси на ранней стадии его приготовления называют ложным схватыванием. Для восстановления заданной подвижности смеси следует добавить небольшое количество воды и произвести ее повторное перемешивание.

После начала схватывания загустевание смеси увеличивается с возрастающей интенсивностью. Смесь загустевает полностью и превращается в отвердевающее, но еще не обладающее значительной прочностью вещество. Этот момент считается окончанием схватывания. Он свидетельствует о завершении процесса структурообразования смеси. С этого момента смесь называют уже цементным камнем или бетоном. Для смесей на портландцементе процесс структурообразования продолжается в течение 5–10 часов.

Период структурообразования смесей является весьма важным для организации и технологии строительных процессов. Во избежание разрушения слабой структуры нельзя смесь перемешивать, перекладывать, сотрясать вибраторами или иным способом. Смесь должна находиться в конструкции в состоянии технологического покоя. Нарушенная структура вновь не восстанавливается. Поэтому, если смесь не уложена в конструкцию, но начала загустевать, т.е. схватываться, нельзя ее перемешивать, разжижая водой. Такие случаи, к сожалению, на стройках имеют место. Эту вредную операцию называют «размолаживанием». При размолаживании не только разрушается и потом не восстанавливается слабая структура, но и ухудшается водоцементное отношение в растворе или бетоне, что приводит к значительному снижению их марочной прочности.

Технологический покой свежееуложенного раствора или бетона можно нарушить лишь после приобретения ими такой прочности, которая может противостоять силе внешнего воздействия. Поэтому, например, ходить по бетону или устанавливать на него опалубку можно по достижении им прочности не менее 1,5 МПа, распалубливать армированные бетонные конструкции – при прочности не ниже 3,5 МПа и ниже 50 % проектной прочности; подвергать воздействию замораживания – при наборе прочности не менее 5 МПа и не менее 50–80 % проектной прочности и др.

В процессе структурообразования цементного камня и бетона на организацию строительных процессов оказывает влияние такое явление в формирующемся камневидном теле, как усадка, т.е. уменьшение линейных размеров тела. Величина усадки, достигающая величины 2 мм на 1 м, зависит от вида вяжущего, прочности заполнителя, количества вяжущего и воды затворения. Так, известковые растворы имеют бóльшую усадку, чем цементные. Усадочные деформации наиболее ярко проявляются в первые моменты времени после укладки смеси в конструкции. Затем, по мере перераспределения влаги смеси за счет ее отсоса пористыми контактными поверхностями, испарения, гидратации вяжущего, усадочные явления затухают. Этому способствует и упрочняющаяся при твердении структура новообразования. Здесь важное значение приобретает его оптимальная влажность. Быстрое высыхание ведет к растрескиванию, чего не следует допускать. Для этого требуется увлажнять твердеющую структуру водой. Внешне явление усадки проявляется в виде замкнутых трещин в растворе или бетоне. Ниже будут рассмотрены технологические меры, предотвращающие появление в конструкциях дефектов от усадки.

4.2. Процесс твердения строительного раствора и бетона

О прочности затвердевающих и затвердевших строительных растворов или бетонов судят по прочности при сжатии в МПа. Для этого испытывают кубы размерами 70,7×70,7×70,7 мм для раствора и 150×150×150 мм для бетона. Прочность раствора характеризуется маркой, а бетона – классом. На прочность раствора влияют вид и марка вяжущего, водовяжущее (водоцементное) отношение, температура и влажность среды при твердении, качество заполнителя и ряд других факторов.

Прочность в начале формирования структуры весьма незначительна и поэтому она не имеет существенного значения для технологии строительных процессов. На этом этапе о физических изменениях в смесях судят по пластической прочности. Прочность же при сжатии приобретает полезный для организации технологии смысл через одни – двое суток. Становится важным знание кинетики нарастания прочности до 28-суточного возраста, когда она сравнивается с марочной. Наглядно рост прочности представляет-

ся на графиках для данной марки раствора или бетона. Графики (рис.20) строят по результатам испытания на сжатие образцов, которые все время, от закладки до испытания (от 2 до 28 суток), содержат в стандартных условиях окружающей среды (температура +18...22 °С и влажность не менее 90 %). Эти условия близки к обычным летним (кривая а). При повышении температуры, интенсивность нарастания прочности увеличивается, и марочная прочность (100 %) достигается раньше чем через 28 суток (кривые б, в). При понижении температуры интенсивность нарастания прочности уменьшается, а марочная прочность за 28 суток не достигается (кривые г, д, е). При температуре ниже 0 °С схватывание и рост прочности прекращается, т.к. вода в смеси замерзает, т.е. переходит в твердую фазу, и процесс гидратации цементных зерен приостанавливается.

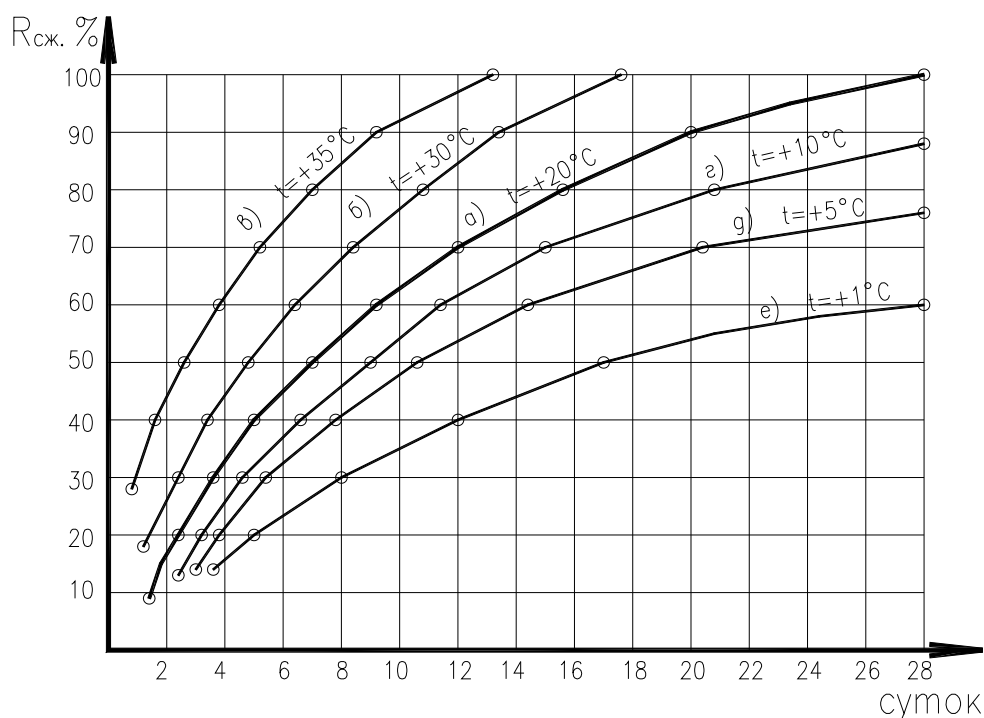


Рис. 20. Нарастание прочности бетона класса В-15 в зависимости от температуры выдерживания

Наиболее интенсивно прочность цементных композиций увеличивается в первые 7 суток. Ориентировочно их средняя относительная прочность в процентах в возрасте 3-х суток составляет 0,25 от марочной 28-суточной прочности, в возрасте 7 суток – 0,5; 14 суток – 0,75 (кривая а).

Для того чтобы иметь представление о кинетике нарастания прочности в бетонных, каменных и иных конструкциях, что позволяет своевременно и качественно выполнять те или иные строительные процессы, мастер на стройке обязан заносить в журнал работ данные о температуре наружного воздуха или температуру, измеренную внутри конструкции. Температурный журнал, при посредстве графиков или таблиц нарастания прочности

бетона и раствора позволяет определить и возможность распалубливания конструкции, и момент отключения искусственного прогрева бетона или кладки зимой, и возможность производства дальнейшей кирпичной кладки в верхних этажах здания и т.п.

4.3. Процесс укладки бетонной смеси

При проектировании опалубки и всего процесса бетонирования учитывают схватывание и твердение бетона по мере укладки бетонной смеси. При схватывании бетона сила его воздействия на боковые поверхности опалубки ослабевает. Это особенно важно при бетонировании высоких конструкций. Давление бетонной смеси на стенки опалубки, как тяжелой жидкости, учитывают лишь на высоту заполнения опалубки в течение двух смен подряд. Ускорение темпа заполнения опалубки бетонной смесью может привести к перегрузке ее конструкций и разрушению.

Смесь в опалубку укладывают горизонтальными слоями одинаковой толщины, уплотняя ее вибраторами. При этом направление укладки в смежных слоях не меняют. Очевидно, верхний или соседние слои можно вибрировать, если в нижнем или соседствующих слоях смесь не начала схватываться, т.е. по прошествии не более 3-х часов с момента её приготовления. Если же схватывание произошло, т.е. процесс структурообразования начался, то новые порции смеси можно укладывать только после окончания формирования в ранее уложенных слоях структуры бетона и приобретения им прочности, способной выдержать воздействие вибратора (не менее 1,5 МПа). Это, примерно, через двое суток твердения в летних условиях для бетона класса В 12,5–15. Если же требуется бетонировать конструкцию, например перекрытие, без таких длинных перерывов в 2-3 дня, то следует сделать разрыв в ней шириной 0,4–0,5 м, установив временную опалубку. Разрывы бетонируют не ранее чем через 2–3 дня. По этим же причинам полы и подготовки под них бетонируют полосами через одну, а через 2–3 дня – пропущенные. Такие технологические перерывы в бетонировании конструкции приводят к образованию в ней рабочих швов. Рабочие швы ослабляют прочность бетона в конструкции. Поэтому в ответственных конструкциях, например работающих в сейсмических условиях, устройство рабочих швов не допускается. В этом случае применяют способ непрерывного бетонирования. В ряде несущих конструкций (колонны, балки, плиты, рамы и др.) допускают устройство рабочих швов, но в местах, где значение поперечной силы (по эпюрам изгибающих моментов и поперечных сил) минимально. Так, в плитах и балках перекрытий рабочие швы, при равномерно распределенной нагрузке, делают в пределах средней трети пролета. Это объясняется тем, что воздействие поперечных сил в

железобетонных конструкциях воспринимает бетон, а изгибающих моментов – арматура.

Для исключения дефектов, возникающих в результате усадки бетона, при бетонировании стен, перегородок и колонн смесь укладывают участками по высоте (ярусами): для стен и перегородок не более 3 м, а при их толщине менее 15 см – 2 м; для колонн принимают высоту участков по 5 м, а в колонне с перекрещивающимися хомутами или с наименьшей стороной до 4 м высота участка должна быть не более 2 м. После бетонирования участка делают перерыв не менее 40 минут и не более 2 ч (до начала схватывания уложенной смеси), а затем продолжают бетонирование. Это позволяет значительно уменьшить вредное воздействие усадки в высоких колоннах, которая достигает 2 мм на 1 м высоты.

Особые требования предъявляются при устройстве полов с различными видами покрытий, где основой является качественное изготовление бетонного основания (стяжки) под полы. Чтобы гарантировать такую ровность, необходимо обеспечить контроль всех процессов по устройству бетонного основания.

Полы в помещениях любого назначения должны решать сложную многофункциональную задачу. Прежде всего, полы должны быть эстетичными, в зависимости от использования помещения, и соответствовать этому использованию. Ведь нельзя в вестибюле дома сделать паркетные полы, а в спальне – бетонные полы или даже мраморные. Кроме того, полы являются конструктивным элементом дома, требующим постоянной, повседневной уборки – сухой, влажной или даже мокрой.

На конструкцию пола, его покрытие накладывается и еще целый ряд, порой противоречивых условий. Так в жилых помещениях, а также в помещениях с долговременным пребыванием людей, нельзя делать «холодные полы», т.е. полы по которым нельзя ходить босыми ногами. Такие полы должны иметь коэффициент теплоусвоения не менее $11,6 \text{ Вт|м}^{2\text{оК}}$. Но эти же полы должны быть прочными, не продавливаться под ножками мебели, т.е. обладать механической прочностью не менее 10 МПа, однако каменные материалы с такой прочностью имеют высокую плотность и, следовательно, не способны иметь требуемых коэффициентов теплоусвоения, т.е. полы будут «холодные». В наибольшей степени таким противоречивым требованиям отвечают полы из дерева, но они не везде применимы по другим, уже технологическим, свойствам. Так полы, в помещениях промышленного назначения, как правило, требуют повышенной прочности, низкого водопоглощения, высокой трещиностойкости.

Хорошими эксплуатационными достоинствами обладают полы из керамической плитки, отличаясь высокой износостойкостью и гигиеничностью. Но эти полы отличаются большим количеством швов, в которых скапливаются вредные и болезнетворные микроорганизмы. Они «холод-

ные», а главное, они легко разрушаются органическими кислотами и не могут быть рекомендованы для производств, технологически связанных с выделением кислот и щелочей, разрушающих элементы пола.

Совершенно уникальными свойствами должны обладать материалы для устройства полов на предприятиях пищевой промышленности, Это производство молочных продуктов, сыра или масла, фабрики мороженого, а, кроме того, пивоваренное производство, дрожжевые заводы, мясные и рыбные предприятия, выпуск консервов, соков, некоторые фармацевтические производства и другие аналогичные предприятия. Органические кислоты, образующиеся на этих производствах, способны разрушать керамику и цементный камень. Довершают дело микроорганизмы, скапливающиеся в трещинах и разломах полов. На ряде производств на пол может оказываться сильное тепловое воздействие. Это пекарни, где кроме печей, тепло излучают контейнеры с горячей выпечкой, тепло при обработке паром и горячей водой полов и оборудования в мясо-рыбных, а также консервных и других производствах. Знакопеременное тепло отрицательно сказывается на прочности полов.

Пол, как правило, представляет собой многослойную конструкцию, которая состоит из верхнего слоя или покрытия, по материалу которого и называют пол – линолеумный, мозаичный (террацевый), паркетный, плиточный, эпоксидный и др. Вторым слоем, влияющим на прочность и долговечность конструкции всего пола, является основанием под покрытие, которое может быть из бетона или раствора. Прочность основания, под любое покрытие, должна быть не менее 10 МПа, а при наличии технологического транспорта и иных механических воздействиях на пол, эта прочность должна доходить, а иногда и превышать 60-70 МПа.

Однако, чисто механическая прочность не решает всех проблем целостности основания. Есть еще такой серьезный дефект, как трещинообразование. Трещины могут возникать вследствие усадочных деформаций в ходе созревания материала основания, а также вследствие температурных деформаций в эксплуатационный период. Эти трещины развиваются в хрупком материале, характеризуемым модулем упругости. Введение в материал полимера может наполовину снизить модуль упругости, т.е. сделать материал более эластичным. Однако эта мера кардинально не решает проблем температурных деформаций. В этом случае материал основания необходимо армировать. Армирование можно выполнить, например, полипропиленовым волокном, которое может значительно сократить трещинообразование, особенно активно проявляющееся в первые сутки стабилизации материала основания, в частности цементного бетона или полимербетона. Для исключения трещинообразования в основаниях можно использовать их армирование стеклотканью или применять сетчатое металлическое армирование.

В последнее время в перечисленных производствах все чаще стали применять фибробетон. Это цементно-песчаная композиция, в которую добавлены волокна фибры, т.е. тонкие, диаметром 0,3-1,0 мм, стальные волокна длиной 5-10см. После хорошего перемешивания всей массы материала можно получить основание с дисперсным армированием, которое обладает высокой трещиностойкостью.

При устройстве полов по грунтовому основанию в конструкцию пола следует ввести слой гидроизоляции. Ее можно выполнить из двух слоев бризола, склеенных по швам с нахлесткой 10 см. Гидроизоляцию нужно уложить на бетонную подготовку из бетона класса В10, толщиной 10-15 см. Грунт нужно предварительно уплотнить катками с втапливанием в поверхность грунта щебня. Гидроизоляция необходимо как для предотвращения поступления воды из грунта в помещение, так и для защиты подстилающих слоев грунта агрессивными производственными жидкостями.

Лотки и трапы, применяемые для сбора производственных жидкостей необходимо делать с покрытиями, идентичными покрытиям пола, что предотвратит их от разрушения технологическими стоками.

Прежде чем приступить к устройству покрытия наливного пола, нужно выбрать состав покрытия, на основании характеристики агрессивных жидкостей их концентрации и температуры с учетом назначения помещения, и освидетельствовать основание под покрытие. Покрытие пола может быть разной толщины, выполняемое различными рабочими приемами. Бывают покрытия тонкослойные, ненаполненные – толщиной до 0,5 мм, которые выполняют путем окрашивания. Самовыравнивающиеся покрытия делают толщиной около 5 мм с количеством наполнителя по весу не более половины массы состава. Высоконаполненные составы необходимо применять в покрытиях толщиной 5-20 мм. Объем наполнителя по весу может достигать 90 %. Вид пола и его конструкцию назначают согласно СНиП 2.03.13-88. Полы.

Для самовыравнивающихся покрытий поверхность оснований должна быть строго горизонтальной во избежание стекания по уклону наливной массы пола. Под все типы покрытий поверхности делают ровными и гладкими, без раковин и с заданной прочностью. Не достаточно прочные поверхности основания укрепляют шлифованием с помощью шлифовальных машин, снабженных абразивными камнями или алмазными кругами. Шлифование позволяет вскрыть все дефекты бетонирования, обнажает заполнитель, вскрывает поры бетона, что увеличивает адгезию на границе бетон-полимер. При шлифовке с основания снимается слой бетона до 1 мм. После шлифовки целесообразно удалить промышленным пылесосом всю пыль и обезжирить поверхность основания.

Кроме шлифовки поверхность бетонного основания можно упрочнить пропиткой грунтовочными составами на основе маловязкой полимерной композиции. Для этого нужно применять химически активные, хорошо

проникающие в поры бетона, жидкости на основе фторосиликата магния, акрила, эпоксидной смолы, дивенилстирольного латекса, полиуретана и др. Непосредственно перед нанесением грунтовки на основание, поверхность необходимо снова обеспылить.

При наличии в основании раковин, даже мелких, выколов, углублений, поверхности следует прошпаклевать сплошным слоем «на сдир» или локальными пятнами. Слой шпаклевки должен быть не более 0,5 мм на основе тиксотропной полимерной композиции. Наполнителем в шпаклевке может быть молотый кварц или маршалит.

После полимеризации шпаклевочного слоя на поверхность наносят первый высоконаполненный слой эпоксидного компаунда толщиной 2,5 мм, который после затвердения шлифуют. Второй лицевой слой ненаполненного эпоксидного компаунда толщиной 1,5 мм наносят на заключительном этапе. С целью увеличения износостойкости покрытия, на него можно нанести полиуретановое покрытие в два слоя толщиной 0,3 и 0,2 мм.

В настоящее время известен обширный ассортимент полимерных добавок в полимерцементные композиции. Эти же полимеры можно использовать и для устройства наливных покрытий полов в помещениях с агрессивными средами.

Как показала практика применения и лабораторные испытания хорошими свойствами для покрытий пола в агрессивных средах обладают эпоксидные и полиуретановые компаунды. Эти покрытия даже длительное время находящиеся в агрессивных средах не снижают свою первоначальную прочность, а, напротив, даже ее увеличивают. Эпоксидные компаунды не снижают прочностные показатели в покрытиях, выдерживают раствор кальцинированной соды, горячую воду, 2 %-й раствор уксусной кислоты, насыщенный раствор поваренной соли и 1 %-й раствор, с температурой около 100°C, серной кислоты. Отличные результаты получены при проверке воздействия на эпоксидное покрытие пола молочной сыворотки, жира и крови. Наилучшие показатели отмечают эпоксидную смолу марки ЭД-6. Высокой эластичностью и, вместе с тем, прочностью отличается состав, в который введен для отверждения дибутилфтолат в количестве 15-20 %. На пищевых предприятиях известны эпоксидные полы серии полиплан. Это бесшовные наливные полы, применяемые в промышленных и гражданских зданиях. Их делают в помещениях с высокими механическими и динамическими нагрузками при одновременном воздействии агрессивных жидкостей. Они могут быть выполнены в производственных помещениях мясомолочной промышленности, фармацевтики, в складских помещениях, автомойках, паркингах и т.п. Эти полы соответствуют всем санитарно-гигиеническим требованиям и нормам. Эпоксидные полы не пылят, хорошо сопротивляются испарению, не имеют швов, весьма эстетичны, их лег-

ко убирать. Они не разрушаются от химически агрессивных веществ. Срок службы эпоксидных полов свыше 15-20 лет.

В помещениях с высокими механическими и транспортными нагрузками, таких, как гаражи, паркинги, мастерские, склады тяжелых грузов и т.п. эпоксидные полы делают увеличенной толщины до 4 мм. Устройство такого пола включает операции по нанесению на прочное основание эпоксидной грунтовки, нанесению базового слоя, армированного кварцевым песком и нанесению лицевого эпоксидного слоя толщиной 0.5 мм. Помимо прочности, к основаниям под покрытие предъявляются и другие требования, в частности влажность основания должна быть не более 4 %. Температура основания указывается обычно в рецептуре состава полимерной композиции. Она должна оставаться в пределах +15²С. При более низкой температуре состав покрытия хуже растекается, что неизбежно приводит к увеличению расхода дорогостоящего материала. Кроме того ухудшается и внешний вид покрытия. Высокая температура состава, как для покрытия, так и для основания, способствует более быстрому отверждению полимерной составляющей, что также способствует снижению качества покрытия.

Повышенная влажность (свыше 80 %) в помещениях, где укладывают покрытие, может вызвать конденсацию влаги на его поверхности, которая способна вызвать негативные воздействия на качество покрытие.

Эпоксидные покрытия позволяют ходить по полам уже через сутки, а через 5-7 суток полы считаются готовыми к условиям эксплуатации.

Весьма изнаноустойчивые наливные полы делают на основе метилметакриловых смол. Такие полы имеют высокие гигиенические достоинства. Они не пылят, могут быть гладкими и не скользкими. Их делают бесшовными. Полы легко ремонтируются, а при ремонте не нарушается их герметичность. Они способны выдерживать длительное воздействие горячей и холодной воды. Обладают стойкостью ко многим агрессивным средам, в частности к растворам кислот и щелочей, а также к маслам и нефтепродуктам. Они инертны к ультрафиолетовому облучению.

Покрытия из метилакрелата применяют на молочных и мясо-рыбных предприятиях и на других производствах пищевой промышленности, а также в фармацевтических производствах. Их применяют в наиболее напряженных участках производства с высокими транспортными нагрузками. При толщине 3 мм покрытие выдерживает нагрузки до 15 т.

Полы на основе метилметакриловых смол достаточно технологичны. По покрытию можно ходить уже через 2 часа после укладки. Они могут быть многоцветными с использованием минеральных щелочестойких пигментов. Межремонтный срок эксплуатации полов составляет 15 лет.

Высокими эксплуатационными достоинствами обладают самовыравнивающиеся покрытия на основе полиуретана. После полимеризации прочность на сжатие цементно-полиуретанового композитного материала мо-

жет превышать 60 МПа. Он имеет хорошую адгезию к бетону основания (около 3 МПа), а, самое главное, успешно сопротивляется вредному воздействию на полы агрессивных технологических сбросов пищевых предприятий, особенно мясомолочной отрасли.

Цементно-полиуретановый композитный материал представляет собой смесь из трех компонентов, к которым относится водная дисперсия полиуретановой смолы, отвердитель и гидравлическое вяжущее – цемент, в который может быть добавлен щелочестойкий пигмент требуемого цвета. В смесь вводят также добавки, улучшающие ее реологические характеристики и фракционированный наполнитель, формирующий скелет материала.

Все компоненты точно дозируют по весу и перемешивают, начиная со смолы и отвердителя, которым затворяют сыпучую часть композита.

В зависимости от термических и механических нагрузок покрытия выполняют разной толщины. Основания под покрытия должны быть прочные или упрочненные, как указывалось ранее шлифовкой или мокрым способом. Возможна укладка покрытия и на недавно уложенный бетон основания через 5-7 дней после его укладки. При этом нужно иметь в виду, что цементно-полиуретановые композиты можно укладывать на основание с влажностью до 10 % благодаря их паропроницаемости, в то время как под другие полимерные композиты допускается влажность основания не выше 4 %.

Высокая прочность и термическая стойкость цементно-полиуретановых покрытий после их отверждения объясняется взаимодействием друг с другом эластомерной и цементной матриц при одновременно химической стойкости и износостойкости, ударопрочности, способности к сопротивлению атмосферным воздействиям.

Благодаря высоким физико-механическим и экологическим характеристикам цементно-полиуретановые покрытия могут быть рекомендованы для применения практически в любой сфере производства и быта человека. Это относится и к зданиям общественного назначения, включая зрелищные объекты, административно-бытовые помещения, автомастерские, музеи, аэропорты, вокзалы и т.п.

Технология создания цементно-полиуретанового покрытия по готовому прочному основанию включает в себя обеспыливание основания, удаления всех частиц старого покрытия, просушки, удаления масел, жиров и грязи.

Следующей операцией является нанесение на основание полиуретановой грунтовки. Ее наносят кистью или валиком. Можно наносить и распылителем из краскопульта (безвоздушное распыление).

После высыхания грунтовки производят смешивание до полной однородности всех составляющих, при температуре в зоне производства работ от +10°C до +25°C. Полученную смесь наносят на поверхность с помощью зубчатого шпателя, обеспечивающего заданную толщину наносимого слоя.

При толщине слоя до 0,5 мм покрытия называют тонкослойными или эмалевыми, которые выполняют приемами окрашивания. Самовыравнивающие покрытия из цементно-полиуретана наносят слоем до 5 мм, включая в смесь наполнитель в объеме до 50 %. Высоконаполненные составы наносят слоем до 20 мм с армированием покрытия кварцевым песком в объеме до 90 %. Такие покрытия называют высоконаполненными. Они в наибольшей степени не восприимчивы к термошокам и циклически изменяющимся температурам.

Цементно-полиуретановые покрытия устойчивы к целому кругу вредных, для иных типов полов, агрессивных соединений, в том числе молочной кислоте, жиру, крови, углеводородам, к большинству растворителей, щелочам, солям и другим агрессивным составам, а также к пару и горячей воде. Эти покрытия можно успешно применять там, где требуется высокая химическая, термическая и механическая стойкость. Цементно-полиуретановые покрытия отличаются долговечностью. Их межремонтный срок службы составляет свыше 25 лет, т.е. столько, сколько служат без ремонта в зданиях конструктивные элементы общего назначения.

Нужно также учесть, что вредные эмульсии полиуретановых смол не содержат каких-либо токсичных веществ, а их цементная матрица обеспечивает полную негорючесть композитного материала.

4.4. Выдерживание и уход за бетонными каменными конструкциями в зимних условиях

Замораживание бетона в раннем возрасте приводит к нарушению в нем сцепления цементного камня со щебнем и с арматурой. Если же бетон до замерзания обретет некую прочность, называемую критической, то его можно замораживать. Проектную прочность бетон наберет после оттаивания. Значение критической прочности принимают в процентах от марочной. Чем выше марка (класс) бетона, тем этот процент ниже. Таким образом, критическая прочность – это некая стабильная величина прочности, при которой бетон может быть заморожен без вредных последствий (примерно 5–7 МПа). Критическая прочность должна составлять не менее 50 % проектной прочности для бетонов классов до В 12,5; 40 % – классов В 12,5...25; 30 % – классов выше В 25.

Момент приобретения бетоном критической прочности определяют по температурному журналу и при помощи графика нарастания прочности бетона данного класса (марки). Это необходимо для определения времени отключения источника прогрева бетонной конструкции.

При возведении кирпичной кладки способом замораживания высоту стен ограничивают из-за низкой прочности такой кладки при оттаивании, когда раствор имеет нулевую прочность. Чтобы завершить кладку высоких

стен (зданий), в нижних этажах закрывают проёмы и в помещения подают тепло. Кладка оттаивает, и раствор, а, следовательно, и кладка стен, набирают прочность, необходимую для восприятия нагрузки от продолжающейся кладки в верхних этажах. Требуемую прочность раствора кладки определяют расчетом несущей способности стен. Достижение этой прочности можно определить с помощью температурного журнала и графиков роста прочности для раствора данной марки. Температуру в помещениях и швах замеряют с момента оттаивания и до момента приобретения раствором нужной прочности.

Кирпичная кладка, выполненная способом замораживания, получается менее прочной чем летняя кладка. Эту потерю прочности нужно компенсировать повышением марки кладочного раствора на одну ступень, т.е. если мы в летних условиях вели, согласно указаниям проекта, кладку на растворе марки 75, то в зимних условиях (минимальная температура воздуха не ниже 0°C , а среднесуточная не ниже $+5^{\circ}\text{C}$) нужно вести кладку на растворе марки 100. Кроме того, раствор необходимо подогревать. Температура раствора в рабочем ящике каменщика должна быть не ниже $+10^{\circ}\text{C}$, а при более низких температурах положительное числовое значение температуры раствора, должно быть не меньше числового значения температуры морозного воздуха. Подогрев раствора необходим для обеспечения хорошего сцепления раствора с кирпичом, который достигается лучшим заполнением швов раствором, а также вследствие опрессовки швов в кладке за счет веса вышележащих рядов кирпича. При холодном растворе шов, толщиной 12 мм, быстро замерзает. Вследствие чего кладка выполняемая при морозе ниже -20°C еще менее прочна, чем кладка, которую кладут на несильном морозе (-10°C – -20°C). По этой причине марку раствора в кладке, выполняемой на сильном морозе, повышают еще на одну ступень, так как раствор в швах смерзается почти мгновенно и сцепление раствора с кирпичом будет минимальным, поскольку опрессовка раствора в швах недостаточна.

Для лучшего заполнения швов в кладке следует применять кладочные растворы, пластифицированные известью или глиной, хотя глина прочность раствора и не повышает.

В периоды оттаивания раствора в швах кладки, весной или в продолжительные оттепели, его прочность приближается к нулевой, т.е. кладка находится в критическом состоянии. В эти периоды за состоянием кладки постоянно наблюдает специально созданная комиссия, членами которой являются опытные инженерно-технические работники.

До начала кладочных работ высоту кладки на замораживание устанавливают по расчету, исходя из нулевой прочности раствора. В жилых домах, с высотой этажа до 3 м, на замораживание обычно выполняют не более 4-х этажей. Не допускают свободностоящих каменных конструкций: столбов, простенков, протяженных стен и др., не раскрепленных перекрытиями.

При необходимости свободностоящие конструкции можно закрепить подкосами или расчалками.

При проверке качества зимней кладки следует особое внимание обратить на толщину швов, особенно горизонтальных. Ведь даже при швах толщиной 12 мм кладка при оттаивании может сделать посадку по вертикали до 0,5 мм на каждый метр своей высоты. Поэтому большая толщина швов недопустима. Посадка опасна и по другой причине. При посадке, особенно при толстых швах, установленные в проемах оконные и дверные блоки могут быть просто раздавлены оттаивающей кладкой.

Ранее упомянутая техническая комиссия, под председательством главного инженера фирмы, составляет и контролирует исполнение ряда мероприятий, исключающих аварии с зимней кладкой. Комиссия может предложить сделать побелку замороженных стен из красного кирпича для снижения опасности неравномерного оттаивания мерзлой кладки в весенние дни. Комиссия проверяет и обнаруживает перегрузки отдельных участков кладки, вызванных скопившимся мусором и снеговыми навалами, контролирует появляющиеся и развивающиеся очаги деформаций. Так оттаявшую кладку столба, простенка, протяженного забора можно выправить и поставить в проектное положение, применяя распорки, упоры, подкосы и т.п.

Уход за бетоном предусматривает создание для него среды с влажностью 90–100 % путем полива водой.

Анализируя график нарастания прочности бетона (рис. 20), можно объяснить, почему бетон на портландцементе требуется поливать не менее семи суток, а для медленно твердеющих цементов – 14 суток. В этот период бетон интенсивно набирает прочность. Свежеуложенный бетон нельзя поливать во избежание размывания его водой. Для этого он должен приобрести прочность не менее 0,5 МПа (через 6–10 часов). Ходить по свежему бетону можно лишь при его прочности не менее 1,5 МПа, т.е. примерно через 2–3 дня.

Для распалубки конструкции важно определить прочность бетона для скорейшего использования снятой опалубки при бетонировании новых конструкций. Опалубку можно снять только при достижении бетоном определенной прочности. Учитывая важность этой заключительной операции в создании качественной конструкции, прочность бетона, определенную по значению температуры твердения с помощью графиков, уточняют по результатам испытания контрольных образцов, хранившихся в условиях конструкции.

Боковые вертикальные поверхности невысоких конструкций можно распалубливать, если не крошатся кромки бетона (прочность 0,2–0,3 МПа). В зависимости от жесткости применяемой бетонной смеси опалубку можно снять через несколько часов (2–10) после бетонирования. Более высокие элементы, например колонны, нужно распалубливать, определив расчетом

их устойчивость, по требуемой и фактически набранной прочности. В наклонных и горизонтальных ненагруженных конструкциях при пролете до 6 м – прочность бетона должна составить не менее 70 % проектной, при пролете более 6 м – не менее 80 %. Зависимость технологических процессов от кинетики структурообразования и набора прочности строительного раствора и бетона (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

Параметр	Показатель прочности	Временной фактор
1	2	3
1. Жизнеспособность растворной или бетонной смеси. Период технологической переработки смеси, в том числе транспортирование, перемешивание, укладка, уплотнение, вакуумирование и др.	От момента перемешивания с водой до начала схватывания	Для гипса 5–7 мин, для цемента около 3-х часов (1–5 ч)
2. Период технологического покоя раствора или бетона	От начала схватывания до конца схватывания	Для цементных составов 10...15 ч
3. Укладка нового слоя смеси на ранее уложенный слой или в примыкание к ранее уложенному раствору или бетону: – без образования шва	До начала схватывания ранее уложенной смеси	Для цементных составов 3 ч за вычетом времени на доставку и укладку
– с образованием шва	После приобретения ранее уложенным раствором или бетоном прочности не менее 1,5 МПа	Для цементных составов 2–3 суток
4. Возможность прохода людей и установки лесов или опалубки на затвердевшем растворе или бетоне	После приобретения прочности не менее 1,5 МПа	Для цементных составов 2–3 суток
5. Контактный полив бетона и раствора водой из шланга для набора прочности	После достижения прочности 0,5 МПа	Через 6–10 ч после схватывания
6. Прочность бетонных конструкций к моменту замерзания для бетона без противоморозных добавок: – конструкций наземных, внутри зданий, фундаментов под оборудование без динамических воздействий; – конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям для классов бетона: – В 7,5...В 10 – В 12,5...В 25 – В 30 и выше	Не менее 5 МПа Не менее проектной прочности 50 % от класса бетона 40 % от класса бетона 30 % от класса бетона	По температурному журналу и графикам набора прочности
– конструкций, подвергающихся в обводненном состоянии замораживанию и оттаиванию; – в преднапряженных конструкциях	70 % от класса бетона 80 % от класса бетона	—»—

Окончание табл. 14

1	2	3
7. Минимальная прочность бетона ненагруженных монолитных конструкций при распалубке поверхностей: – вертикальных из условий сохранения формы; – горизонтальных и наклонных при пролете: – до 6 м – свыше 6 м	0,2–0,3 МПа 70 % проектной 80 % проектной	Через 2–10 ч По температурному журналу и графикам набора прочности
8. Минимальная прочность бетона при распалубке загруженных конструкций, в том числе от вышележащего бетона (бетонной смеси)	Определяется ППР и согласовывается с проектной организацией	-»-
9. Загружение конструкций расчетной нагрузкой после достижения бетоном прочности	Не менее 100 % проектной	Через 28 суток по результатам испытания контрольных образцов
10. Железнение цементных полов	В конце схватывания раствора	Через 8–10 ч после укладки раствора
11. Выдерживание штукатурки во избежание растрескивания от сквозняков и пересушивания	Около 1,5 МПа	В течение 3–4 суток
12. Выдерживание выравнивающего слоя штукатурки до нанесения декоративного слоя (накрывки)	Около 5 МПа	В течение 10–12 суток
13. Обработка накрывочного слоя декоративной штукатурки: – вскрытие фактуры (циклевание) цветной штукатурки; – вскрытие фактуры (скалывание бучардой) каменной штукатурки	0,2–0,4 МПа 10–12,5 МПа	Через 4–6 ч Через 28 суток
14. Шлифовка мозаичных полов	10 МПа	Через 5–7 суток

4.5. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов

При выполнении ряда строительных процессов должна учитываться кинетика структурообразования в строительном растворе.

Важным условием обеспечения качества работ является употребление раствора до начала его схватывания и запрещение перемешивания загустевшего, вследствие схватывания, раствора с добавлением воды. Исключением является известковый раствор, который не твердеет без контакта с воздухом. Поэтому такой раствор достаточно покрыть водой, и он может храниться так несколько дней. Во избежание появления усадочных трещин

в штукатурке составляющие ее слои делают толщиной не более 5–7 мм. Наносят их последовательно лишь после схватывания предыдущего слоя. Свежую штукатурку до ее упрочнения (около 1,5 МПа) выдерживают 3–4 дня от пересушивания, не допуская сквозняков. Для этого необходимо остеклить и закрыть окна и двери отделяемых помещений. Штукатурное выровненное основание (грунт) под декоративный слой (накрывку) при отделке фасадов зданий должно приобрести прочность не менее 5 МПа (10–12 суток выдержки). Толщину растворной прослойки под облицовочными плитками, толщину слоя штукатурки, во избежание растрескивания раствора и снижения прочности его сцепления с плитками или основанием, делают не более 15–20 мм. При необходимости укладки раствора более толстым слоем нужно делать предварительное выравнивание или армирование поверхности. Исходя из сроков твердения раствора, назначают сроки его обработки в пластичном полутвердом или твердом состоянии. Так, при отделке поверхностей декоративной крошкой через 2–3 часа после ее нанесения нужно смыть с крошки распыленной водой цементную пленку.

По штукатурному раствору в пластичном состоянии, т.е. в процессе его схватывания, наносят (формируют) тот или иной декоративный рельеф.

Цветную штукатурку циклюют (скоблят) для вскрытия декоративной фактуры в слабозатвердевшем состоянии (0,2–0,4 МПа), т.е. через 4–6 часов после нанесения. Каменную штукатурку (смесь цемента и мраморной крошки) обрабатывают бучардой или скампелью после ее полного затвердевания.

Мозаичные полы подвергают шлифовке при прочности цементно-мраморной смеси около 10 МПа (через 5–7 суток после укладки). Цементные полы железнят на конечной стадии схватывания цементного раствора, т.е. через 8–10 часов после его укладки. При небольшой сменной потребности раствора, например при облицовке поверхностей глазурованной плиткой, применение готового строительного раствора, доставленного с центрального растворного узла, нецелесообразно. В таких случаях удобнее пользоваться сухими цементно-песчаными смесями с дозированными составляющими. Рабочий, затворяя сухую смесь с водой, получает нужную порцию всегда свежеприготовленного раствора.

При введении в строительные растворы и бетонные смеси химических добавок, замедляющих или ускоряющих процессы схватывания и набора прочности, нужно соответствующим образом корректировать и ход строительных процессов. Так, при введении в гипсовый раствор животного клея начало схватывания отодвигается по времени и жизнеспособность раствора с 5–7 минут увеличивается до 20 минут в зависимости от концентрации клея. Применение в составе цементных растворов поташа, наоборот, позволяет ускорить начало схватывания и процесс твердения. Эту способ-

ность добавки используют при применении растворных и бетонных смесей в зимних условиях.

Для правильной организации строительных процессов, исходя из кинетики структурообразования раствора и бетона, приходится делать некоторые несложные расчеты.

4.6. Требования к качеству строительной продукции

Из обширной номенклатуры продукции, создаваемой человеческим трудом, строительная продукция должна обладать наиболее длительными, малоизменяемыми во времени, потребительскими свойствами в силу высокой стоимости и ее многокомпонентности. Известно, что многие шедевры, созданные в результате строительной деятельности человека, радуют глаз десятки и даже сотни лет. При этом их потребительская стоимость не только не уменьшается, а даже возрастает. Такие объекты можно создавать только при гармоничном высококачественном исполнении всех их элементов, которыми являются: качество ландшафта, окружающей среды; качество проекта, примененных материалов; качество переработки, укладки этих материалов, строгого соблюдения технологической дисциплины для всех, без исключения, строительных процессов. Такие требования могут выполнять только высококвалифицированные рабочие и высокообразованный инженерно-технический персонал. Именно профессионалы способны предотвратить самые мелкие дефекты, которые потом, в ходе эксплуатации здания превращаются в крупные, снижая его потребительские достоинства.

В рыночных условиях повышается ответственность организаций, производящих материалы, изделия и конструкции для возведения зданий и сооружений, за качество создаваемой строительной продукции. При государственной монополии позитивно сказывалось на качестве снижение государственного контроля за производством в части соответствия продукции утвержденным стандартам. Особенно отрицательно это проявляется при производстве материалов и изделий, когда на стройки поступает значительное количество брака, обусловленное дефицитом, присущим государственной системе управления производством. На качество строительной продукции жесткая государственная плановая система сказывалась негативно. План обязывал сделать объект в установленный срок, порою, такой ценой, что, в условиях дефицита материалов и рабочей силы, неизбежно приводило к спешке, к браку, к необоснованной замене запроектированных материалов материалами сомнительного качества.

В условиях рынка дефицит почти исчез, но появилось много стройматериалов, не всегда отвечающих требованиям стандартов. Однако эти материалы успешно продвигаются на рынок благодаря эффективной рекламе. Строитель, привыкший доверять всему, что написано или показано и не

перестроивший эти привычки к условиям рынка, покупает эти материалы и обманывается. Заказчик же стал более требователен к качеству и завершенности объекта, а его юристы все чаще прибегают к санкциям за брак или за срыв договорных сроков. В результате все чаще возникают судебные разбирательства на линии: поставщик материалов – строитель – заказчик.

В этой ситуации в значительной степени возрастает роль стандартов, сертификатов соответствия, СНиПов, ясных и точных договоров на поставку, а также ее соответствие исполнительной документации. На заводах стройматериалов это технологические регламенты, сменные журналы производства, данные систематических лабораторных испытаний применяемых материалов, акты приемки готовой продукции и сведения об условиях ее хранения. На строительных объектах часто применяют техническую документацию без ее входного контроля. Чертежи иногда имеют лишь одну подпись – исполнителя и не имеют исчерпывающей информации о качестве стройматериалов, необходимой для реализации проекта. На объектах не проводят лабораторных испытаний применяемых материалов, в частности, раствора, бетона, смесей, мастик и т.п. в то время как данные результаты этих испытаний нужно заносить в журналы производства работ и в акты на скрытые работы. Сами журналы заполняют не в полном объеме и не ежедневно, а часто журналов и вовсе нет. Акты на скрытые работы составляют очень редко и, как правило, задним числом, с неполной информацией. Не проводят испытаний и не оформляют актами законченные системы и комплексы готовой строительной продукции.

Так обстоят дела у генподрядчиков. У субподрядчиков исполнительную документацию ведут еще хуже. Генподрядчик обязан влиять на недисциплинированность субподрядчиков, однако эту свою контрольную функцию он выполняет очень плохо.

При рассмотрении в арбитражных судах спорных вопросов по качеству примененных стройматериалов между изготовителем и строительной организацией бывает невозможно доказать, что примененный материал является не сертифицированным, что и приводит к браку созданной строительной продукции из-за отсутствия, как раз, четкого и ясного договора на поставку материалов, а также исполнительной документации в полном объеме.

В качестве одной из мер для наведения порядка в этом весьма важном вопросе, является техническая переподготовка всех служб: руководителей строительных фирм, снабженцев и линейных работников на знание технических норм, стандартов, сертификатов соответствия, на умение грамотно и обоснованно составлять и подписывать контракты на поставку строительных материалов, полуфабрикатов, конструкций и деталей.

Для примера, хотелось бы остановиться еще на одном аспекте монтажно-укладочных операций, влияющих на качество готовой строительной продукции. Это касается качества укладочных операций, состояния разби-

вочных осей и соблюдение допусков и посадок по запроектированным размерам. Так отделочные работы трудно выполнить без предварительной разбивки и фиксирования отделочных плоскостей маяками или марками. Такие же трудности возникают и при устройстве полов, особенно монолитных, наливных и других типов с тонким отделочным покрытием.

Основные размеры здания получаются в результате геодезической разбивки с помощью геодезических осей. Однако мелкие размеры назначаются отталкиваясь от более крупных строительных элементов. Так качество отделки помещений различного назначения зависит от геометрии отделочных плоскостей, т.е. от того, как строго они вертикальны (горизонтальны), прямолинейны, как четки линии сопряжений их плоскостей.

Для достижения этой цели перед оштукатуриванием поверхности стен и потолков провешивают, т.е., находят положения отделочных плоскостей, при минимальной толщине штукатурного намета, и фиксируют их марками и маяками. Операция по провешиванию входит составной частью в процесс оштукатуривания. Однако на практике такое позднее провешивание приводит к браку. Действительно до оштукатуривания сантехники монтируют приборы отопления и их обвязку из труб, плотники устанавливают дверные и оконные блоки, электрики делают проводку с монтажом выключателей, розеток, разветвительных коробок и т.д. При этом сантехники должны установить трубы в 20 мм от поверхности штукатурки, а подводку к смесителю в ванной, напротив, заглубить в штукатурку, при этом муфту, для подключения смесителя, вывести на ее поверхность (или на поверхность облицовки) с точностью до 1 мм. Плотники устанавливают дверную коробку так, чтобы ее поверхность, со стороны петель, была бы в плоскости поверхности штукатурки. У электриков все верхние кромки коробок, розеток, выключателей должны также находиться в отделочной плоскости.

Запаздывание провешивания приводит к тому, что в оштукатуренных помещениях можно видеть втянутые в стены дверные коробки вместе с наличниками, вылезшие из стен или, наоборот, тоже вмазанные в них трубы, выключатели и другие приборы.

На наш взгляд такое «монопольное» право на провешивание поверхностей у штукатуров нужно отнять и из норм исключить. Работу же эту следует передать специально обученному высококвалифицированному рабочему, а точнее – звену из 2–3 человек, в составе геодезической службы строительного управления или фирмы.

Провешивание следует выполнять по мере возведения этажа здания. Одновременно по периметру всех стен и перегородок нужно нанести высотную отметку, например в уровне 1 м от чистого пола. Это позволит выполнять работы разного характера, но подчиненные не многократным поискам размеров по вертикали, а пользоваться единожды установленным. Так высотной отметкой пользуются при установке радиаторов отопления,

подоконников, перемычек, водоразборной арматуры, при устройстве чистого пола и др. Многократные измерения в подобных случаях приводят к неизбежным ошибкам, вызывающим появление брака, не всегда устранимого. Так при устройстве полов на лестничных площадках, примыкающих к входам в лифты, приходится видеть, что полы, особенно когда они сделаны до монтажа лифтов, настланы выше или ниже входной рамы лифта на этаже, т.к. делали их машиностроители, а не обычные строители.

Все геодезические измерения целесообразно оформлять актом, который поможет найти быстрее виновника строительного брака.

Применение современных технологий в строительстве может обеспечить снижение себестоимости ведения строительства и последующей эксплуатации жилья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная версия СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – М., 2012. – 293 с.
2. СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных [Текст]. – М., 1998. – 35 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Текст]. – М., 2012. – 100 с.
4. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Текст]. – М., 2011. – 46 с.
5. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры [Текст]. – М., 2004. – 54 с.
6. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции [Текст]. – М., 2004. – 42с.
7. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий [Текст]. – М., 2007. – 21 с.
8. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 [Текст]. – М., 2012. – 161 с.
9. СП 17.13330.2011. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 [Текст]. – М., 2011. – 65 с.
10. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 [Текст]. – М., 2011. – 18 с.
11. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений [Текст]. – М., 2004. – 140 с.
12. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов [Текст]. – М., 2003. – 82 с.
13. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 [Текст]. – М., 2012. – 69 с.
14. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – М., 2012. – 113 с.
15. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия [Текст]. – М., 1987. – 37 с.
16. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст]. – М., 2001. – 44 с.
17. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2 [Текст].
18. Кочеткова, М.В. Предпосылки к выбору оптимальных композиций пенополимерцементных составов для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона [Текст] / М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, Е.С. Аленкина // Современная техника и технологии. – 2014. – №12 (40). – С. 115-118.

19. Гусев, Н.И. Морозостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, О.А. Гончаренко // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №3(24). – С. 20-24.

20. Гусев, Н.И. Прочностные показатели полимерцементных композитов для наружного покрытия стен из пенобетона [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №4. – С. 36-40.

21. Гусев, Н.И. Пенополимерцементные композиты на защите легкобетонных стен от воздействия окружающей среды [Текст] / Н.И. Гусев, А.С. Щеглова // Современная техника и технологии. – 2014. – №11(39). – С. 97-99.

22. Гусев, Н.И. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 5-1 (37). – С. 20.

23. Гусев, Н.И. Методика исследований физико-механических свойств пенополимерцементных растворов для защиты наружных стен из пенобетона [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, А.С. Щеглова // Современная техника и технологии. – 2014. – №12(40). – С. 36-40.

24. Гусев, Н.И. Из опыта реставрации старых зданий [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №1. – С. 128-131.

25. Гусев, Н.И. Полы с высокими эксплуатационными качествами [Текст] / Н.И. Гусев, К.С. Паршина, М.В. Кочеткова // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №1. – С. 64-68.

26. Гусев, Н.И. Полимерцементные композиции для наружной отделки пенобетонных стен [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №2. – С. 74-78.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ СТЕН ИЗ ПЕНОБЕТОНА В ПРАКТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ И В ИССЛЕДОВАНИЯХ	5
1.1. Пенобетон как эффективный материал для наружных стен зданий.....	5
1.2. Полимерцементные растворы и их свойства применительно к отделке конструкций из пенобетона.....	19
1.3. Теоретические предпосылки к выбору оптимальных композиций пенополимерцементных составов.....	24
1.4. Изучение свойств пенополимерцементного раствора применительно к использованию его в качестве наружных защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона.....	28
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ	30
2.1. Методика исследований.....	30
2.2. Особенности приготовления пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и латекса СКС-65ГП ...	34
2.2.1 Общие сведения о подготовке пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и латекса СКС-65ГП.....	34
2.2.2.ю Изготовление пенополимерцементного раствора на основе поливинилацетатной дисперсии.....	34
2.2.3. Изготовление пенополимерцементного раствора на основе латекса СКС-65ГП	35
2.2.4. Прочность сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетонными наружными стенами отапливаемых зданий	36
2.2.5. Прочностные показатели полимерцементных композитов для наружного покрытия стен из пенобетона	39
2.2.6. Водопоглощение пенополимерцементных растворов на основе поливинилацетатной дисперсии и синтетического латекса.....	42
2.2.7. Влагопроницаемость и паропроницаемость полимерцементного раствора для защитно-отделочного покрытия пенобетона	47
2.2.8. Морозостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона.....	49

2.2.9. Атмосферостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона при их переменном увлажнении, высушивании и влиянии высоких температур	52
2.2.10. Исследование усадочных и температурных деформаций пенополимерцементных растворов	54
2.2.11. Исследование декоративных качеств растворов для наружной отделки стен из пенобетона.....	56
2.2.12. Исследование реологических свойств полимерцементных растворов на основе синтетического латекса.....	61
2.2.13. Структурообразование пенополимерцементного раствора ..	63
2.2.14. Кинетика твердения пенополимерцементного раствора на пористом основании.....	67
2.2.15. Влияние состояния поверхности пенобетона на его сцепление с пенополимерцементным раствором	71
2.2.16. Определение оптимального времени созревания покрытия из пенополимерцементного раствора для последующих операций по отделке панелей.....	74
2.2.17. Технологическая последовательность отделки панелей из пенобетона пенополимерцементным раствором.....	79
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С ОТДЕЛКОЙ ИЗ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА	83
4. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ КИНЕТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ КАМНЯ ИЗ РАСТВОРНЫХ И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	98
4.1. Структурообразование в растворных и бетонных смесях	98
4.2. Процесс твердения строительного раствора и бетона.....	100
4.3. Процесс укладки бетонной смеси	102
4.4. Выдерживание и уход за бетонными и каменными конструкциями в зимних условиях	109
4.5. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов.....	113
4.6. Требования к качеству строительной продукции	115
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	119

Научное издание

Гусев Николай Иванович
Кочеткова Майя Владимировна

**ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ
НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ**
Монография

Под общей редакцией заслуженного строителя России,
почетного работника ВПО РФ, профессора Н.И. Гусева

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 15.02.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 7,21. Уч.-изд. л. 7,75. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.
Заказ № 109.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Г. Титова, 28.