

4. Навивку проволоки производят двухслойно вначале на нижние анкера, а затем на верхние анкера, которые служат для исключения расслоения бетона в процессе укладки вследствие уменьшения энергии связи между кластерами при температурном изменении расположения электрических дипольных моментов в пространстве.

**Заключение.** Метод непрерывного армирования предварительно напряженных конструкций проверен в заводских условиях на различных типах железобетонных изделий. При этом было установлено значительное возрастание физико-механических свойств железобетона, т.е. имело место повышение жесткости и устойчивости напряженных конструкций. Разработанный метод армирования позволил сэкономить 50% металла по сравнению со стержневой арматурой.

#### Список цитированных источников

1. Анелло, М.А. Моделирование поведения работающих на растяжение бетонных элементов конструкций, армированных стержнями из волокнистого композита / М.А. Анелло, М. Леоне, Л. Омбрес // Механика композитных материалов. – 2003. – Т. 39, № 4. – С. 431–444.
2. Тенферс, Р. Сцепление арматуры из волокнистого композита в бетоне – актуальная проблема / Р. Тенферс, Л. де-Лоренцис // Механика композитных материалов. – 2003. № 4. – С. 477–496.
3. Пушико, А.С. Высокопрочный бетон в условиях воздействия высоких температур при пожаре / Автореферат дис.: канд. тех. наук (05 23 05). – Ростов на Дону, 2008. – 23 с.
4. Подлозный, Э.Д. Перспективные методы непрерывного армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций в мостостроении / Э.Д. Подлозный // Будущее строительства. Construction. – 2000. – № 1. – С. 33–45.

УДК 666.961

## ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ШИФЕРА

Кухта Т.Н.

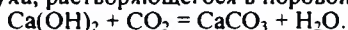
**Введение.** В настоящее время к шиферу предъявляются требования по выполнению не только защитных функций на кровле, но и эстетические - по цвету и качеству поверхности.

При покрытии кровли окрашенными асбестоцементными листами на их поверхности часто появляются белые налеты – «выцветы». Образование данных налетов связано с выходом гидрата окиси кальция из толщи асбестоцементного листа на наружную поверхность. Процесс этот связан с периодическим увлажнением (во время дождя) и высыханием асбестоцементных листов. При увлажнении листа вода растворяет в его толще гидрат окиси кальция. При высыхании, которое протекает преимущественно по наружной, контактирующей с воздухом и подверженной действию солнечных лучей плоскости листа, вода испаряется, а растворенный в ней гидрат окиси кальция осаждается на поверхности [1].

Высолы, проявляющиеся на окрашенных асбестоцементных листах, не только портят декоративный вид изделия, но и значительно сокращают срок службы лакокрасочного покрытия.

**Химия процесса.** Следует отметить, что явление высокообразования присуще всем изделиям на основе гидравлических вяжущих. Природа этого явления обусловлена механизмом гидратации цемента и заключается в растворении и диффузии на поверхность изделия некоторых составляющих, в первую очередь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  [2].

В виде раствора он переносится на цементную поверхность, кристаллизуется и одновременно с этим подвергается карбонизации за счет взаимодействия с  $\text{CO}_2$  атмосферного воздуха, растворяющегося в поровой жидкости, по схеме:



Высолы на основе продуктов  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - $\text{CaCO}_3$ , образующиеся на поверхности цементного камня, можно рассматривать как "собственные", их источник ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) входит в состав твердеющего цемента[3].

В работе рассматривали факторы, определяющие интенсивность образования высолов на цементной поверхности.

Процесс высолообразования зависит от многих факторов:

- минералогический состав цемента (содержание  $\text{C}_3\text{S}$ );
- количество воды для затворения (чем больше воды, тем пористой материал и процесс выноса на поверхность изделия гидроксида кальция наиболее интенсивен);
- тонкость помола (чем мельче помол, тем плотнее структура цементного камня);
- условия гидратации (при пониженной температуре растворимость гидроксида кальция выше).

При наложении нескольких из перечисленных факторов он может быть наиболее интенсивным и наоборот.

В асбестоцементной промышленности на процесс высолообразования из перечисленных факторов реально воздействовать можно только на два:

- увеличение плотности материала;
- соблюдение температурного режима процесса твердения, особенно выдержки в теплом складе продукции после конвейера твердения.

Эти два параметра являются весьма проблематичными для предприятий. Увеличение плотности материала, особенно для волнистых листов, ведет к возникновению риска образования деформаций (трещин, микротрещин) во время волнирования листов.

Соблюдение температурного режима во время процесса твердения особенно в холодный период ведет к неоправданным затратам теплотенергии.

Одним из способов решения проблемы высолов на асбестоцементных изделиях является их предварительная обработка гидрофобизатором перед окрашиванием.

Данный способ предотвращения высолов на поверхности окрашенного шифера не вносит изменений в технологию его производства и является весьма эффективным.

В настоящее время появились кремнийорганические составы нового поколения, отличающиеся гидрофобизирующими свойствами в сочетании с очень высокой химической и термической стойкостью, возможностью прочного закрепления на обрабатываемой поверхности [4].

Следует отметить, что применение гидрофобизатора не является радикальным решением проблемы предотвращения высолообразования на поверхности окрашенного асбестоцемента. Однако гидрофобизатор снижает водопоглощение, способствует уменьшению перемещения воды и растворимых составляющих в цементной системе.

Наибольшее число используемых кремнийорганических продуктов имеет в цепи молекул силоксановую связь  $\text{Si} - \text{O}$  и  $\text{Si} - \text{C}$  и называются полиорганосилоксанами [5]. Наличие данных связей определяет их промежуточное положение между органическими и неорганическими соединениями.

Эффективность применения гидрофобизаторов проявляется при взаимодействии органических соединений с неорганическими.

Так, например, такое взаимодействие происходит с выделяющимся при гидратации цемента гидратом окиси кальция. Затем полученные соединения под-

вергаются дальнейшей поликонденсации с образованием на поверхности нерастворимой пленки.

Стенки пор и все частицы материала, соприкасающиеся с гидрофобизатором, в результате поверхностных химических реакций и процессов сорбции обволакиваются тончайшей невидимой водоотталкивающей пленкой. В результате обработанный материал теряет способность смачиваться водой и капиллярно ее всасывать. [6].

В настоящей работе проводились исследования по гидрофобизации поверхности асбестоцементного шифера, в которых использовались различные кремнийорганические составы, предназначенные для гидрофобизации строительных материалов [7].

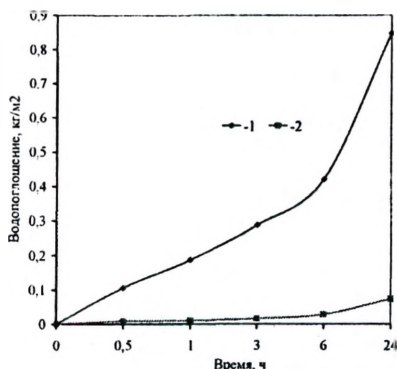
На основании проведенных исследований установлено, что наиболее эффективным гидрофобизатором является кремнийорганический состав на основе водной эмульсии силан/силоксанов. Указанный гидрофобизатор будет использоваться во всех проводимых исследованиях.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Гидрофобизатор наносился на обе поверхности асбестоцементного шифера кистью. На воздухе при 15-20°C обрабатываемая поверхность приобретала гидрофобные свойства в течение двух суток после нанесения раствора. Окончательная гидрофобизация наступала по истечении 7 суток.

Снижение капиллярной поверхностной пористости у образцов шифера, обработанных гидрофобизирующим составом, представлено на рисунке 1.

Следует отметить, что значения показателя капиллярного водопоглощения за 24 ч необработанных образцов шифера составляют 0,85 кг/м<sup>2</sup>, а у гидрофобизированных – 0,074 кг/м<sup>2</sup>.

Таким образом, гидрофобизация значительно способствует уменьшению впитывающей способности поверхности асбестоцементного шифера, что приводит к снижению диффузионного переноса растворимых солей на наружную поверхность, следствием которого является высолообразование.



1 – без гидрофобизатора;

2 – с гидрофобизатором

Рисунок 1 – Зависимость капиллярного водопоглощения образцов асбестоцементного шифера от времени

Для изучения физико-химического процесса взаимодействия гидрофобизатора с обрабатываемой поверхностью асбестоцементного шифера, снимались термограммы и рентгенограммы образцов.

Для этих целей применялись следующие приборы:

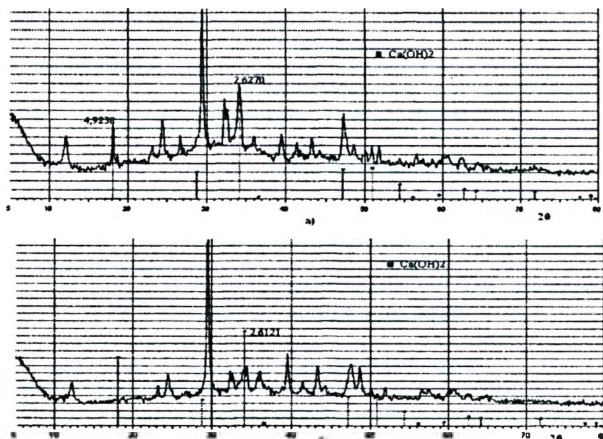
– рентгенофазовый анализ (РФА) с использованием прибора D8 Advance фирмы Bruker AXS (Германия) на  $\text{CuK}\alpha$ -излучении,  $\lambda=1,5406\text{\AA}$ . Рентгенограммы получены в диапазоне углов отражения  $2\theta = 5-80^\circ$  с шагом  $0,1^\circ$ ;

– дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) выполнялась на термоанализаторе TGA/DSC фирмы METTLER TOLEDO (Швейцария). Съемку термограмм получали в интервале температур 25,6–1000,0°C со скоростью нагрева 10,0°C/мин.

При исследовании использовались образцы шифера без гидрофобизатора и обработанные силан/силоксановой эмульсией.

Рентгенофазовый анализ использовался для идентификации образцов асбестоцементного шифера на наличие  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

На рентгенограмме образца шифера, не обработанного гидрофобизатором (рис. 2,а), имеются линии, относящиеся к несвязанной извести (4,92; 2,63Å). На рентгенограмме обработанного гидрофобизатором образца шифера (рис. 2,б) отсутствует линия 4,92 Å, а интенсивность линии 2,63Å снижается, и представлена в виде дублета 2,61 Å. Отсутствие линии 4,92 Å и снижение интенсивности линии 2,63Å, относящихся к несвязанной извести, дают возможность сделать вывод, что содержание  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  значительно уменьшилось [8].



а – без гидрофобизатора; б – с гидрофобизатором  
Рисунок 2 – Рентгенограммы образцов асбестоцементного шифера

На рис. 3 представлены кривые ДСК. Указанные кривые представляют собой зависимость теплового потока, который характеризует происходящие изменения в результате нагрева в исследуемом образце, от температуры. Площадь полученных пиков, ограниченных кривыми ДСК, прямо пропорциональна изменению энтальпии.

Наблюдаются три основных эндотермических эффекта.

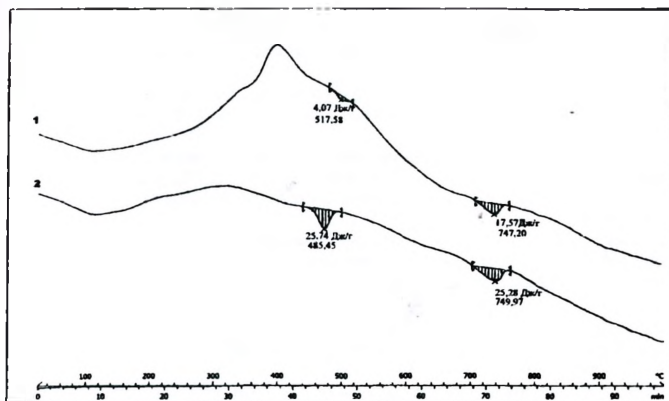
Первый эндотермический эффект до  $300^\circ\text{C}$  – удаляется адсорбционная и частично кристаллизационная вода.

Второй эндотермический эффект  $450\text{--}520^\circ\text{C}$  – выделяется конституционная вода из гидроксида кальция, происходит его дегидратация, т.е. разрушение.

Третий эндотермический эффект  $700\text{--}800^\circ\text{C}$  – разлагается карбонат кальция.

По-нашему мнению, наличие экзотермического эффекта (термограмма 1) у обработанного образца объясняется выгоранием органической составляющей. Наиболее важным является пик эндотермических максимумов на кривой ДСК в области, соответствующей дегидратации гидроксида кальция.

Как видно из термограммы 2, второй ярко выраженный эндотермический эффект с максимумом при  $485,45^\circ\text{C}$  и энтальпией данного процесса равной – 25, 74 Дж/г, наблюдается у негидрофобизированного образца. На термограмме 1 обработанного гидрофобизатором образца наблюдается неглубокий эндотермический эффект с максимумом при  $\sim 517,58^\circ\text{C}$  и энтальпией процесса равной – 4 Дж/г.



1 – образец шифера, обработанный гидрофобизатором;  
 2 – образец шифера, необработанный гидрофобизатором  
 Рисунок 3 – Термограммы ДСК

Таким образом, по величине затраченной энергии на процесс дегидратации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , можно сделать вывод о том, что количество извести существенно снизилось. Данные рентгеноструктурного анализа полностью совпадают с результатами термического анализа и показывают значительное снижение свободной извести на поверхности гидрофобизированного образца.

В настоящей работе проводились испытания на высолообразование асбестоцементного шифера с гидрофобизатором и без гидрофобизатора по следующему режиму:

- увлажнение при температуре  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(97 \pm 3)\%$  в течение 10 ч;
- увлажнение без обогрева при относительной влажности  $(97 \pm 3)\%$  в течение 2 ч;
- облучение при создании светового потока с поверхностной плотностью энергии интегрального излучения  $(730 \pm 140) \text{ Вт/м}^2$  при поверхностной плотности потока ультрафиолетового излучения  $(30 \pm 5) \text{ Вт/м}^2$  с периодическим орошением водой в течение 4 мин через каждые 16 мин в течение 10 ч;
- выдержка при температуре  $22^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха 80% в течение 2 ч.

Как видно из рис.4, после 20 циклов вышеуказанных испытаний на негидрофобизированных образцах асбестоцементного шифера с порошковым полимерным покрытием появляются следы высолов. Поверхность образцов шифера, предварительно обработанных гидрофобизатором, сохраняет свои декоративные свойства.



Рисунок 4 – Образцы асбестоцементного шифера с полимерным порошковым покрытием (верхний образец – без гидрофобизатора, нижний образец – с гидрофобизатором)

**Заключение.** На основании полученных данных можно сделать вывод, что гидрофобизация асбестоцементного шифера позволяет снизить высолообразование на его поверхности.

### Список цитированных источников

1. Беркович, Т.М. Основы технологии асбестоцемента / Т.М. Беркович. – М.: Стройиздат. 1979. – 232 с.
2. Шпынова, Л.Г. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня / Л.Г. Шпынова, В.И. Чих, М.А. Саницкий, М.А. Соболев, С.К. Мельник – Львов: Высшая школа, 1981. – 158 с.
3. Брыкова, А.С. Влияние гидратированных силикатов натрия на твердение цементных паст / А.С. Брыкова, В.В. Данилов, В.И. Карцеве // ЖПХ. – 2002 – Т. 75. – № 10
4. Фрессель Франк Ремонт и повреждение солями строительных сооружений. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2006. – 320 с.
5. Соболевский, М.В. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов / М.В. Соболевский, О.А. Музовская, Г.С. Попелева – М.: Химия, 1975 – 296 с.
6. Андрианов, К.А. Кремнийорганические соединения / К.А. Андрианов. – М.: Госхимиздат, 1955. – 520 с.
7. Урешкая, Е.А. Технологические особенности поверхностной гидрофобизации асбестоцементного шифера / Е.А. Урешкая, Т.И. Кухта // Строительная наука и техника. – 2008 – № 6(21). – С. 95–100.
8. Естемесов, З.А. О фазообразовании цемента при его твердении / З.А. Устемесов, Т.К. Султанбеков, И.А. Васильченко, Г.З. Шаяхметов // Цемент и его применение. – 2000 – № 3. – С. 32–35.

УДК 624.71

## ВОЗВРАЩЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Шамарина А.А.

**Введение.** В сложившихся экономических условиях, когда земля стала объектом коммерческого использования, проблема восстановления и использования нарушенных городских территорий в производственных зонах приобретает все большую актуальность.

**Нарушенные территории.** К нарушенным землям относятся деформированные и деградированные городские территории (рис. 1[1]). Это земли, испытывающие воздействие прямых и косвенных факторов техногенеза: химического загрязнения, захламления, развития процессов эрозии, карста, суффозии.

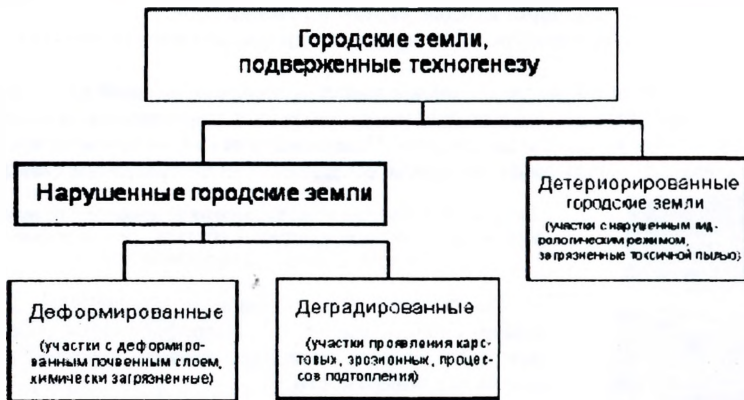


Рисунок 1 – Классификация городских земель подверженных техногенному воздействию [1]