

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный  
университет»

**ГИДРОФОБИЗАЦИЯ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ**

**Учебно-методическое пособие**

Нижний Новгород  
ННГАСУ  
2016

УДК 66.022.34:620.197.6

Войтович, В.А. Пособие по гидрофобизации строительных конструкций и изделий: учеб.-метод. пособие / В.А. Войтович, И.Н. Хряпченкова; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т;– Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 45 с.

Для студентов, обучающихся по направлению «Строительство»

Приводятся теоретические основы и практические рекомендации по гидрофобизации изделий и конструкций, анализируется обширный ряд применяемых гидрофобизаторов.

Для студентов, обучающихся по направлению «Строительство», а также строителей-практиков для решения конкретных задач по выбору гидрофобизаторов.

© В.А. Войтович, 2016  
© И.Н. Хряпченкова И.Н., 2016  
© ННГАСУ, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>1. Что такое гидрофобизация</b>	7
<b>2. Теоретические основы гидрофобизации</b>	9
<b>3. Химическое строение гидрофобизаторов</b>	11
3.1. Гидрофобизаторы на основе кремнийорганических соединений	11
3.2. Гидрофобизаторы на основе фторорганических соединений	14
3.3. Гидрофобизаторы на основе соединений серы	15
3.4. Гидрофобизаторы с функциональными добавками	16
<b>4. Виды гидрофобизаторов по агрегатному состоянию</b>	17
4.1. Водные растворы	17
4.2. Растворы в органических растворителях	17
4.3. Водные эмульсии	18
4.4. Твердые тела	18
<b>5. Направления использования гидрофобизаторов</b>	18
5.1. Гидрофобизация изделий из портландцементного бетона	18
5.1.1. Гидрофобизация панелей и стыков в крупнопанельных зданиях	19
5.1.2. Гидрофобизация изделий из ячеистых бетонов	20
5.1.3. Гидрофобизация штукатурных растворов	20
5.2. Гидрофобизация цементов	21
5.3. Гидрофобизация изделий из гипса	21
5.4. Гидрофобизация изделий из древесины	22
5.5. Гидрофобизация цементно-стружечных плит	23
5.6. Гидрофобизация гипсостружечных плит	23
5.7. Гидрофобизация асбестоцементных листов	24
5.8. Гидрофобизация изделий из магнезиальных вяжущих	24
5.9. Гидрофобизация конструкций из керамического кирпича	25
5.10. Гидрофобизация конструкций из силикатного кирпича	25
5.11. Гидрофобизация изделий из минеральной ваты	26
5.12. Гидрофобизация изделий из мрамора	27
5.13. Гидрофобизация изделий из ракушечника	27
5.14. Гидрофобизация лакокрасочных покрытий	28
5.15. Гидрофобизация пигментов и наполнителей	28
5.16. Гидрофобизация известковых красок и покрытий из них	29
5.17. Гидрофобизация изделий из сырой глины	29
5.18. Гидрофобизация изделий из стекла	30
5.19. Гидрофобизация и «эффект лотоса»	30
5.20. Гидрофобизаторы для защиты свежешелюженных цементных смесей	33
5.21. Гидрофобизация для придания изделиям антиадгезионных свойств	33
5.22. Гидрофобизация мелкогазмерных элементов мощения	34
5.23. Гидрофобизаторы для предотвращения образования сосулек и налипания льда на кровли	34
<b>6. Гидрофобизация изделий нестроительного назначения</b>	35
6.1. Гидрофобизация волокон и изделий из них	35
6.2. Гидрофобизаторы в кремах для кожи	36
6.3. Гидрофобизация торфа и сапропеля	36
<b>7. Технология использования гидрофобизаторов</b>	37
7.1. Гидрофобизаторы, пригодные для использования при отрицательных температурах	37
7.2. Технология использования гидрофобизаторов для устройства отсечной гидроизоляции	37
7.3. Подготовка поверхности изделий под гидрофобизацию	38

7.3.1.	Удаление высолов	38
7.4.	Проверка качества гидрофобизации	40
<b>8.</b>	<b>Техника безопасности при работе с гидрофобизаторами</b>	<b>41</b>
<b>9.</b>	<b>Предприятия – изготовители гидрофобизаторов</b>	<b>42</b>
<b>10.</b>	<b>Список литературы</b>	<b>43</b>

## Введение

Все материалы, как природные, так и созданные человеком, можно разделить на две группы: материалы гидрофильные и материалы гидрофобные.

Гидрофильными называют материалы, которые при контакте с жидкой водой или ее парами притягивают к себе молекулы воды, втягивают в свои поры, даже набухают в воде. Именно поэтому, как бы за «любовь» к воде, их и назвали гидрофильными (от греческих «гидро» - вода, «филео» - люблю).

Примерами гидрофильных материалов являются древесина, природные волокна (хлопок, лен, шерсть, шелк), глина, кварцевый песок, каменные породы, кирпич всех видов, портландцемент и другие минеральные вяжущие, силикатные стекла.

Гидрофильные материалы, как правило, являются и гигроскопичными (способными поглощать пары воды), а явление притяжения к материалу молекул воды называют смачиванием.

В группу гидрофобных попадают материалы, которые при контакте с водой или ее парами остаются сухими: вода их не смачивает, в поры не втягивается. Именно за такое отношение к ней их и назвали гидрофобными (в переводе с греческого – «страшащимися воды»).

Примерами гидрофобных материалов являются битум, большинство представителей мира полимеров (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, фторопласт и т.д.).

Отношение материала к воде имеет громадное значение для его «судьбы», для потенциальных возможностей его использования в народном хозяйстве.

Гидрофильные материалы, поглощая воду, которая вытесняет из их пор воздух, становятся более теплопроводными, поскольку вода – тело со значительно более высокой теплопроводностью.

Установлено, что при попадании, например, в стену воды в количестве всего лишь одного процента к массе материала, из которого сооружена стена, теплосопротивление понижается на 7%.

Попав в поры, вода может начать растворение тех компонентов материала, которые растворимы. Так, например, она растворяет известь (гидроксид кальция), которая присутствует в бетоне. Раствор движется к поверхности, вода из него испаряется, а известь оказывается на поверхности. Под действием углекислого газа, имеющегося в воздухе, известь превращается в карбонат кальция – основной компонент того, что называют высолами.

Отметим также, что вода, даже находясь внутри материала, поглощает из воздуха такие примеси, создаваемые промышленностью, тепловыми электростанциями, автомобилями, как оксиды серы и азота. Растворив-

шись в воде, они превращаются в сернистую, серную, азотистую и азотную кислоты – вещества, разрушающие цементные, известковые материалы.

При отрицательных температурах вода в пустотах материала превращается в лед. Поскольку объем льда больше, чем у превращающейся в него воды, а прочность льда может быть большей, чем у того материала, в котором лед образовался, то очень часто происходит разрушение материала. (Давление образующегося льда может достигать десятков мегапаскалей, что выше, чем прочность традиционных строительных материалов – кирпича, бетона.)

Отметим также, что в жилом помещении, окруженном мокрыми стенами, ухудшаются санитарно-гигиенические показатели.

Таким образом, увлажнение приводит к четырем бедам: преждевременному разрушению строительных материалов, повышению теплопроводности, образованию высолов, ухудшению санитарно-гигиенических свойств жилого помещения.

Можно отметить и беду пятую: влажные поверхности удерживают падающую на них пыль, вследствие чего стены зданий, оконные стекла становятся грязными. А отмывать их от грязи, особенно на последних этажах – работа не из легких.

Здесь считаем необходимым отметить следующее. В отечественной (да и не только отечественной) строительной терминологии существует некоторая неопределенность в употреблении терминов «материал» и «изделие». Например, портландцемент называют материалом. Материалом же называют, скажем, фундаментный блок, изготовленный из этого цемента. Материалом называют глину и кирпич, получаемый из нее.

Чтобы устранить эту неопределенность в дальнейшем тексте материалом мы будем называть те первичные субстанции, которые можно превращать в изделия. Таким образом, цемент, гипс, известь, древесина, сталь, чугун – это материалы, а бетонные или гипсовые блоки, глиняный или силикатный кирпич, стальные трубы, чугунный радиатор отопления – это все изделия.

Будем употреблять и термин «строительные конструкции». Примером является стена, сооруженная из строительных изделий – кирпичей или из монолитного бетона – материала.

Уже сравнительно давно, еще в 40-е годы прошлого века, были синтезированы вещества, названные гидрофобизаторами. С их помощью можно предотвратить все эти беды «одним махом» – гидрофобизацией. Наряду с этим термином можно использовать и другой – гидрофобизирование.

Кстати, отметим, что стену чаще, чем другие строительные конструкции, желательно гидрофобизировать, поскольку к тем пяти бедам, которые обозначены выше, приводит именно увлажнение стен.

Именно для того, чтобы привлечь внимание к гидрофобизаторам будущего строителя еще в студенческие годы, убедить в эффективности их применения, и предназначено это учебное пособие.

Наряду с этим, пособие может служить руководством для строителей-практиков по выбору гидрофобизатора для решения конкретных производственных задач.

И, наконец, это пособие является в настоящее время самым полным в нашей стране справочником по гидрофобизаторам, применяемым в строительстве.

## **1. Что такое гидрофобизация**

Гидрофобизаторы в момент использования представляют собой жидкости, а гидрофобизация – это процесс обработки данной жидкостью гидрофильных материалов (точнее говоря, как уже отмечено, – изделий и конструкций из них) – кирпичной или бетонной стены, черепичной кровли, тротуарной плитки и т. п. Обработку производят, смачивая поверхность гидрофильного изделия или конструкции с помощью кисти, валика, пульверизатора.

Наряду с таким способом, получившим название поверхностной гидрофобизации, существует и второй способ, заключающийся во введении гидрофобизатора в исходные композиции, из которых изготавливают изделия, например, в цементные, известковые, глиняные смеси. При таком способе гидрофобизатор оказывается равномерно распределенным в объеме изделия, полученного из этих смесей. Такой способ получил название объемной гидрофобизации.

При поверхностном способе гидрофобизатор проникает в изделие на глубину лишь нескольких миллиметров. Поэтому ясно, что объемной гидрофобизацией защитить изделие от разрушительного действия воды можно более надежно.

Однако если для поверхностной гидрофобизации пригоден практически любой гидрофобизатор, то для объемной – лишь некоторые. Наряду с этим, следует учитывать, что объемная гидрофобизация может снижать прочность изделия. Ну и, разумеется, она дороже.

Есть и третий способ гидрофобизации. Он заключается в инъекции гидрофобизатора в массив уже готового изделия. Такой способ используют, главным образом, при устройстве отсечной гидроизоляции. Ей будет посвящен специальный раздел данного пособия. Там и будет описан этот способ.

Хорошо просматриваемыми и поэтому четко контролируруемыми источниками попадания воды в стены являются атмосферные осадки, грунтовые воды, проливы из домовых водопроводов.

Однако если даже попадание воды из этих источников исключено, то все равно стены могут отсыревать зимой. Причина этого в том, что теплый воздух, как известно, содержит больше водяных паров, чем воздух холодный. Вследствие этой причины заполняющий помещение теплый воздух, соприкасаясь с холодной стеной и охлаждаясь, выделяет часть воды уже в

виде жидкости, осаждающейся на стене каплями конденсата. Эти капли поглощаются пораами материала, из которого сооружена стена. Повинуясь законам физики, эта вода движется в сторону низких температур, т. е. к наружной поверхности стены. Стена отсыревает.

Насыщение ограждающих конструкций здания водой приводит, как уже отмечено, к снижению теплосопротивления, а также к увеличению влажности воздуха в помещении. А воздух, относительная влажность которого более 70%, что нередко отмечается в жилых помещениях, огражденных отсыревшими стенами, уже вреден для здоровья. Во влажном воздухе человеку становится зябко при более высокой температуре, чем в воздухе сухом. Помещение, огражденное сырыми стенами, быстрее теряет теплоту. На сырых стенах может поселиться плесень.

Так что гидрофобизация стен, причем самым простым – поверхностным способом – может быть самой емкой сферой применения гидрофобизаторов.

В качестве гидрофобизаторов предложено использовать вещества различной химической природы. Однако в строительстве в настоящее время используется практически лишь один класс химических веществ – кремнийорганические олигомеры и кремнийорганические полимеры. Основной причиной этого является способность этих веществ образовывать на поверхности твердых тел пленку толщиной в несколько молекул. Эта пленка превращает поверхность, на которой она образована, в гидрофобную, не смачиваемую водой. Вода не втягивается и в поры, имеющиеся в твердом теле, поскольку и поверхность этих пор покрыта пленкой гидрофобизатора.

Данная пленка, и в этом уникальность кремнийорганических гидрофобизаторов, не мешает движению в порах воздуха и водяных паров, так что стены, например, обработанные таким гидрофобизатором, способности «дышать» не лишаются. А это немаловажно для наружных стен жилых зданий.

Кремнийорганические вещества, как олигомеры, так и полимеры (другое название этих веществ – силиконы, силоксаны), впервые были синтезированы в конце 30-х годов прошлого века советским ученым – академиком К.А. Андриановым.

К настоящему времени синтезировано несколько сотен представителей этого класса химических веществ, используемых не только в качестве гидрофобизаторов, но и практически во всех сферах народного хозяйства, например, в виде гидравлических жидкостей и смазок в различных механизмах, герметиков, клеев и много другого.

В строительстве, например, они используются в виде лакокрасочных материалов, образующих атмосферостойкие покрытия, в виде смазок, предотвращающих прилипание твердеющих цементных смесей к стенкам форм.



Промышленное производство кремнийорганических гидрофобизаторов в СССР и соответственно их применение началось в 50-х годах прошлого века. Однако до сих пор российские строители, несмотря на высокую техническую и экономическую эффективность этих веществ, которые можно считать специфическими, но тем не менее строительными материалами, несмотря на доступность, применяют нечасто, в количествах, далеких от потенциально возможного объема.

## 2. Теоретические основы гидрофобизации

Капли воды, попадая на поверхность твердого тела, приобретают форму, зависящую от его природы. Если тело гидрофильно, то капли воды приобретают форму, изображенную на рис. 1, если же тело гидрофобно, то форму, изображенную на рис. 2.



Рис. 1. Вода на поверхности гидрофильного тела



Рис. 2. Вода на поверхности гидрофобного тела

Причина приобретения каплями воды этих форм такова.

В капле жидкости действуют силы притяжения (их называют еще силами когезии) между молекулами. Эти силы стремятся придать капле шарообразную форму, т. е. обеспечить минимальную площадь поверхности.

Если капля попадает на поверхность твердого тела, то наряду с силами когезии на нее начинают действовать силы притяжения (их называют еще силами адгезии) от этого тела, которые стремятся «размазать» каплю по его поверхности. В зависимости от соотношения этих сил капля принимает одну из промежуточных форм, изображенных на рис. 3, *а* и *б*.

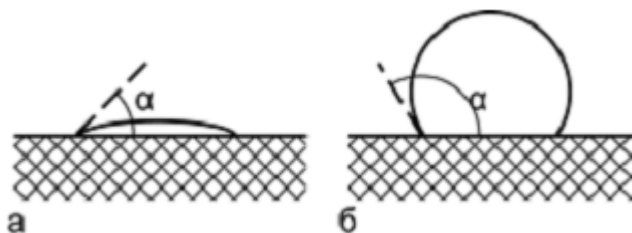


Рис. 3. Краевой угол смачивания: *а* – на поверхности гидрофильного тела; *б* – на поверхности гидрофобного тела.

Соотношение этих сил косвенным образом можно определить с помощью так называемого краевого угла смачивания ( $\alpha$ ), который образован поверхностью капли с поверхностью твердого тела, причем измерение ведут через каплю (рис. 3).

Краевой угол может изменяться от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . Если он равен  $0^\circ$ , то вода полностью смачивает твердое тело. Угол в  $180^\circ$  указывает на абсолютную несмачиваемость (абсолютную гидрофобность).

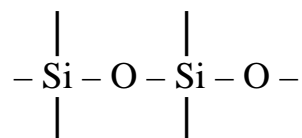
Строительные изделия (изготовленные из бетона, древесины, а также кирпич всех видов) представляют собой твердые тела с множеством капилляров и пор (за что их называют капиллярно-пористыми). И замечательным свойством кремнийорганических гидрофобизаторов является то, что они способны проникать в большую часть этих пор и капилляров и придавать их поверхностям водоотталкивающие свойства.

Исследования, проведенные в ООО «САЗИ», позволили установить, что гидрофобизатор проникает глубоко в поры и капилляры, диаметр которых более  $0,5$  мкм. А если эти пустоты имеют размер меньший, то гидрофобизатор перекрывает их пленкой, образующейся из него.

То, что гидрофобизатор проникает глубоко в крупные поры, объясняет причину длительного срока их службы: пленки, образованные ими, защищены от солнечного света – разрушителя почти всех полимеров.

Специфическим признаком кремнийорганических веществ является то, что их молекулы построены из цепочек, образованных атомами кремния и кислорода. Отсюда и другое их название – силоксаны («сил» – от «силициум» – кремний, «окс» – от «оксигениум» – кислород).

Строение цепочки силоксана может быть представлено так:



Как видим, в этих цепочках две валентности атома кремния заняты кислородом. Но атом кремния четырехвалентный. И если третья валентность занята полярными функциональными группами, например – OH, – OMe (где Me – ион металла), то с помощью этих групп молекулы силоксанов становятся способными прочно адсорбироваться на гидрофильной поверхности твердого тела.

Если четвертая валентность атома кремния занята неполярными группами, например метильной ( $-\text{CH}_3$ ), этильной ( $-\text{C}_6\text{H}_5$ ), то эти группы после адсорбции молекул силоксана на гидрофильной поверхности, оказываются наверху адсорбированного слоя. И именно эти группы, будучи гидрофобными, препятствуют жидкой воде смачивать поверхность твердого тела. Химизм образования такого слоя показан на рис. 4.

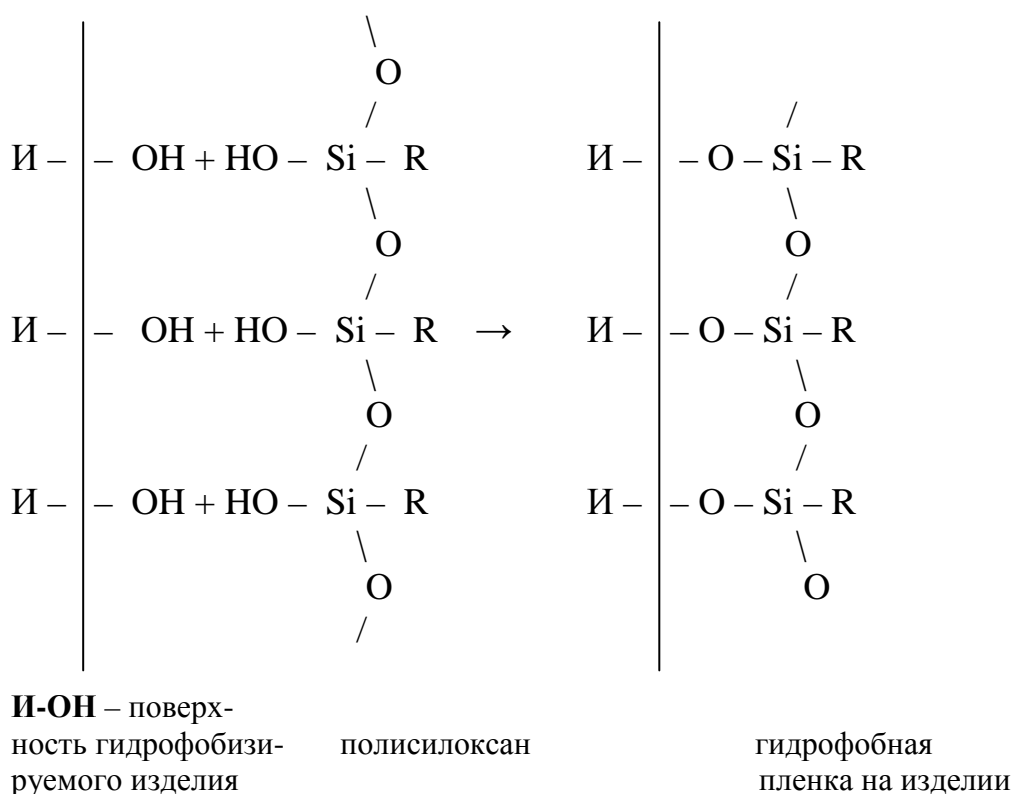


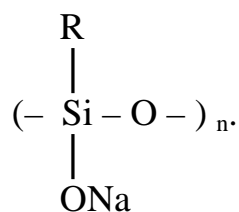
Рис. 4. Химизм образования гидрофобного слоя на поверхности изделия.

### 3. Химическое строение гидрофобизаторов

#### 3.1. Гидрофобизаторы на основе кремнийорганических соединений

Первые отечественные гидрофобизаторы в виде товарных продуктов появились в 50-х годах прошлого века. Это были *алкилсиликонаты* в виде 30%-ных водно-спиртовых растворов.

Химическое строение их молекул можно отобразить формулой



В водных растворах алкилсиликонаты натрия обычно существуют в виде мономерных или димерных молекул, т. е.  $n = 1$  или  $2$ .

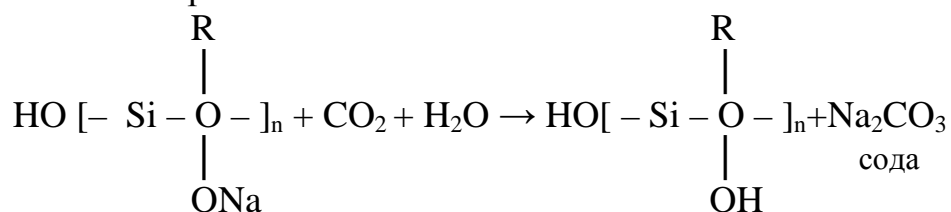
Эти гидрофобизаторы производились в виде этилсиликоната натрия (такой продукт обозначили аббревиатурой ГКЖ-10 – *гидрофобизирующая*

кремнийорганическая жидкость и метилсиликоната натрия (такой продукт обозначили аббревиатурой ГКЖ-11).

В настоящее время производится лишь ГКЖ-11, ГКЖ-11н, ГКЖ-11у, ГКЖ-11бсп, а также ГКЖ-11к. Литера «к» означает, что это метилсиликонат калия, аббревиатура «бсп» – без спирта.

Эти жидкости при условии предотвращений их контакта с углекислым газом могут храниться неопределенно долгое время.

Когда же их наносят тонким слоем на поверхность, подлежащую гидрофобизации, то алкилсиликонаты вступают в химическую реакцию с углекислым газом воздуха и превращаются в полисилоксанолаы. Этот процесс может быть отображен схемой



Полисилоксанолаы, образовавшись, вступают в химические реакции поликонденсации с гидроксильными группами, всегда имеющимися на поверхности гидрофильных изделий (т. е. тех, которые подвергают гидрофобизации) и образуют на ней нерастворимую водоотталкивающую пленку, схема которой отображена на предыдущей странице.

Достоинством этих гидрофобизаторов является прежде всего то, что они дешевле других кремнийорганических гидрофобизаторов, поскольку производятся из отходов, пожаробезопасны, не имеют запаха.

Недостатком является их высокая щелочность (рН может достигать 13), что требует осторожного обращения с ними.

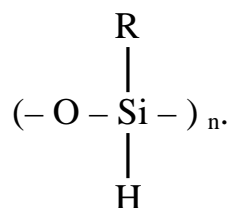
ГКЖ-11 содержит около 30 % сухого остатка, в котором около 15% приходится на метилсиликонат натрия. Цвет жидкости от светло-желтого до коричневого, плотность около 1200 кг/м<sup>3</sup>.

При гидрофобизации этой жидкостью необходимо употреблять раствор, концентрация которого не более 5%, иначе на поверхности может образовываться белый налет. Наряду с этим, использование раствора более высокой концентрации не только не повышает, а даже понижает гидрофобный эффект вследствие увеличения сорбционного влагопоглощения, потому что щелочь, вносимая вместе с алкилсиликонатом, и сода, образующаяся при его карбонизации, гидрофилизуют поры материала.

Вторым классом кремнийорганических гидрофобизаторов являются *полиорганилгидросилоксаны*. По гидрофобизирующему эффекту они среди кремнийорганических гидрофобизаторов наиболее эффективны и наиболее универсальны, т. е. могут быть применены к самым различным изделиям. Они физиологически безвредны, не вызывают коррозии металлов.

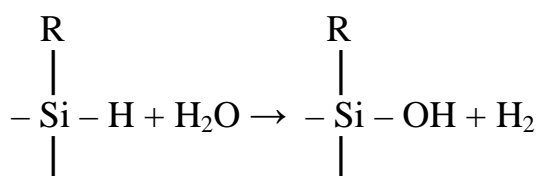
В воде эти вещества нерастворимы, поэтому их используют или в виде растворов в органических растворителях или в виде водных эмульсий прямого типа.

Химическое строение полиорганилгидросилоксанов может быть отображено такой формулой их элементарного звена:



Характерной особенностью кремнийорганических веществ с таким строением молекул является высокая химическая активность атома водорода, непосредственно связанного с атомом кремния. Атом водорода способен взаимодействовать с гидроксильными группами, имеющимися на поверхности любых гидрофильных изделий, и отщепляться. При этом образуются атомы водорода, а из них – молекулы. За счет возникающих свободных валентностей молекулы полиорганилгидросилоксанов прочно связываются с подложкой, причем радикалы – R при этом ориентируются наружу. Поскольку эти радикалы гидрофобны, то этим и обеспечивается гидрофобность обработанной поверхности.

Заметный вклад в образование водоотталкивающих покрытий из полиорганилгидросилоксанов вносит и способность связи кремний-водород к гидролизу с образованием связи кремний-гидроксильная группа, что может быть отражено схемой



За счет гидроксильных групп, возникших при гидролизе, эти вещества вступают в реакцию поликонденсации с гидроксильными группами поверхности твердого тела, на которую наносят какую-то жидкость, с образованием водоотталкивающего покрытия.

Третьим классом кремнийорганических гидрофобизаторов являются *полиорганилсилоксановые жидкости*.

Молекулы этих веществ можно отобразить такой формулой:



Таким образом, эти вещества построены из линейных молекул, не имеющих, в отличие от полиорганилгидросилоксанов, активного атома водорода. Не имеют они и других функциональных групп.

Тем не менее водоотталкивающие покрытия из них получать можно, но при высоких (около 150 °С) температурах. В таких условиях от их мо-

лекул частично отщепляются органические радикалы. За счет образующихся при этом свободных связей и становится возможным присоединение молекул этих веществ к поверхности субстратов с образованием гидрофобных покрытий. Примерами полиорганилсилоксановых жидкостей являются ПМС-2500 (полиметилсилоксан с молекулярной массой 2500), ПМС-10000 (полиметилсилоксан с молекулярной массой 10000) и ряд других.

### **3.2. Гидрофобизаторы на основе фторорганических соединений**

Наряду с вышеописанными гидрофобизаторами, представляющими собой по химической природе кремнийорганические вещества, существуют гидрофобизаторы и другой химической сущности.

В настоящее время входят «в жизнь» вещества, которые проявляют гидрофобизирующий эффект заметно больший, чем кремнийорганические. Эти гидрофобизаторы получили название эпиламов. (Этот термин в буквальном переводе с греческого означает «поверхностная пленка».)

По химической природе эпиламы представляют собой фторорганические поверхностно-активные вещества. Их молекулы способны прочно адсорбироваться на поверхности гидрофильных твердых тел и резко повышать их гидрофобность.

Но у этих гидрофобизаторов есть существенное отличие от кремнийорганических. Несмотря на то что они образуют, как и кремнийорганические гидрофобизаторы, пленку, эта пленка непроницаема не только для воды, но и для ее паров, для воздуха и других газов. Поэтому она способна не только гидрофобизировать твердые тела, но и защищать их от разрушительного воздействия внешней среды, в частности, защищать металлы от коррозии.

Кроме того, эти пленки в сотни раз превосходят кремнийорганические по прочности, износостойкости. Поэтому их можно формировать на изделиях, подвергающихся не только воздействию воды, но и абразивному износу. Намного выше у них и термостабильность – вплоть до 400 °С.

Современные эпиламы производятся преимущественно в виде очень разбавленных (вплоть до долей процента) растворов собственно фторорганических веществ во фреонах (в нашей стране эти жидкости начали называть хладонами, поскольку основное их предназначение – служить рабочими телами в холодильниках).

Из-за низкой концентрации растворов при использовании эпиламов теряются большие объемы этих растворителей – очень дорогих веществ. Да и сама фторорганика недешева. Поэтому гидрофобизирование эпиламами обходится дорого и его применяют только там, где цена не играет первостепенную роль, например, для изделий радиоэлектроники, особенно если они идут на оборонные цели.

Примером более массового изделия, необходимого и для гражданских нужд, которое гидрофобизируют с помощью эпиламов, являются печатные платы.

В настоящее время эпиламы в России производятся на пяти заводах. Каждый завод присвоил «своему» эпиламу фирменное название.

Так, завод в Санкт-Петербурге назвал их *эфренами*, один московский завод – *фолеоксами*, второй – *автоконами*, третий – *защитными молекулярными пленками*. Завод в г. Дзержинске Нижегородской области назвал один из них *полизамом*, два других – *гидрофобными составами А60-3 и А60-3С*, третий – *композицией ПФПЭК*.

Среди них особенно интересны гидрофобные составы, поскольку они предназначены для предотвращения обрастания водорослями, ракушками твердых поверхностей, находящихся в контакте с морской и пресной водой.

Совсем недавно российским ученым на основе фторорганических соединений удалось создать гидрофобизаторы, позволяющие придавать поверхностям супергидрофобность (супергидрофобными считают поверхности, краевой угол смачивания которых более  $150^\circ$ ).

### **3.3. Гидрофобизаторы на основе соединений серы**

К числу гидрофобизаторов иной химической природы относятся и вещества, представляющие собой водные растворы полисульфидов щелочно-земельных металлов, например полисульфиды кальция. Разработан гидрофобизатор, представляющий собой концентрированный водный раствор полисульфида серы, модифицированный пластифицирующими и усиливающими гидрофобный эффект компонентами. Благодаря низкой вязкости гидрофобизатор проникает в поровое пространство предварительно просушенного пористого материала. После испарения воды на внутренней поверхности пор высаживается гидрофобный слой серы, образующий влагостойкое бесцветное с высокой адгезией к основе покрытие. Оно снижает водопоглощение и, следовательно, повышает морозостойкость и долговечность материала.

После высыхания покрытие не растворяется в воде, стойко по отношению ко многим агрессивным жидкостям, проявляет высокую гидрофобность – угол смачивания  $110\text{--}120^\circ$ .

Пропитка этим гидрофобизатором цементного камня приводит к частичной (неполной) кольматации пор: в цементном камне всегда сохраняется резерв пористости, обеспечивающий паро- и воздухопроницаемость.

Пропитку можно производить окутанием, кистеванием, пульверизацией.

Разработан и другой серный гидрофобизатор, представляющий собой водную дисперсию наночастиц серы, стабилизированную специальными добавками. Его название «Аквастат». Судя по предварительным результа-

там испытаний этот гидрофобизатор даже эффективнее кремнийорганических.

В завершение рассказа о серных гидрофобизаторах следует подчеркнуть, что это очень перспективные материалы, поскольку их получают из серы, являющейся попутным продуктом при очистке нефти и природного газа от этого вещества. Потребление серы в настоящее время намного ниже, чем ее производство.

В связи с этим возникла задача находить ниши для ее утилизации. Производство гидрофобизаторов – одна из них.

Следует также отметить, что серные гидрофобизаторы принципиально более дешевы, чем кремнийорганические и тем более фторорганические.

### **3.4. Гидрофобизаторы с функциональными добавками**

Как уже отмечено, некоторые гидрофобизаторы производят в виде композиций, в составе которых есть функциональные добавки, например, биоциды, т. е. вещества, способные убивать микроорганизмы, вызывающие биологическое разрушение материалов, особенно древесины.

Одной из композиций такого состава является *кремнийорганическая антигрибковая водоотталкивающая пропитка Типром К*, предназначенная для придания водоотталкивающих и антисептических свойств бетону, кирпичу, газосиликату, асбошиферу, древесине и другим гидрофильным строительным изделиям.

Другим представителем гидрофобизаторов с такими свойствами является гидрофобизирующая жидкость *Типром К ЛЮКС*.

Есть гидрофобизаторы, обладающие, наряду с гидрофобизирующими, обезжиривающими и антиэлектростатическими свойствами, что обусловлено наличием в них поверхностно-активных веществ и антиэлектростатиков.

Одним из способов отделки фасадов из керамического кирпича является придание им цвета «мокрого камня» (рис. 5). Для обеспечения этого эффекта создан гидрофобизатор *Типром-М*, представляющий собой композицию, в составе которой, наряду с кремнийорганическим компонентом и растворителем, присутствует и соответствующая функциональная добавка.

Следует отметить, что большая часть тех гидрофобизаторов, которые имеются на рынке, являются смесями, состоящими из нескольких веществ. Такие смеси следовало бы называть гидрофобизирующими препаратами. Но для краткости и их называют гидрофобизаторами.



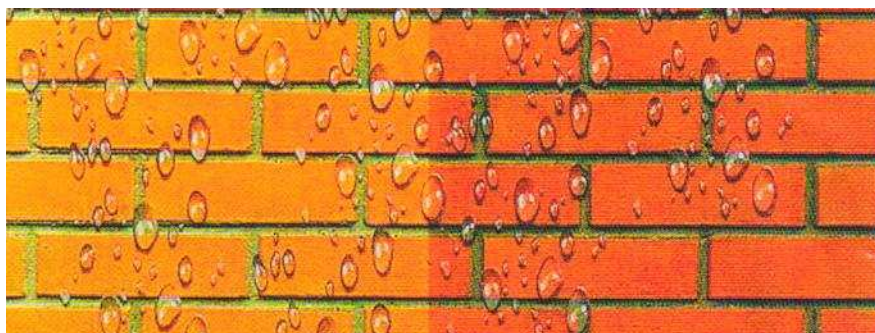


Рис. 5. Левая часть стены обработана составом *Типром К*, а правая – *Типром М*.

#### 4. Виды гидрофобизаторов по агрегатному состоянию

В настоящее время гидрофобизаторы производятся в виде:

- 1) водных растворов;
- 2) растворов в органических растворителях;
- 3) водных эмульсий;
- 4) твердых тел.

##### 4.1. Водные растворы

В нашей стране большая часть ассортимента гидрофобизаторов производится в виде водных растворов. В таком состоянии гидрофобизаторы пожаробезопасны, не имеют запаха. Однако они не могут быть использованы при отрицательных температурах.

Внешний вид таких гидрофобизаторов – прозрачные или слегка опалесцирующие жидкости.

##### 4.2. Растворы в органических растворителях

Такие гидрофобизаторы представляют собой растворы кремнийорганических веществ в углеводородном растворителе, преимущественно в нефрасе, уайт-спирите.

Их можно использовать и при отрицательных температурах. Однако следует помнить, что если на изделии, предназначенном для гидрофобизации, есть наледь, то и эти гидрофобизаторы использовать нельзя.

И, разумеется, они горючи, т. е. пожароопасны, имеют неприятный запах, а пары растворителей могут вызвать отравление.

Внешний вид таких гидрофобизаторов – прозрачные бесцветные жидкости.

### **4.3. Водные эмульсии**

Эмульсии, как известно, это взвеси капелек одной жидкости в другой, причем жидкости – взаимонерастворимы.

Одной из жидкостей в гидрофобизаторах-эмульсиях является вода, другой – собственно гидрофобизатор. Эта жидкость взвешена в воде в виде капелек. Такую эмульсию называют прямой.

Так что кремнийорганические гидрофобизаторы являются взвесями капелек жидкости в воде, т.е. это – прямые эмульсии.

Как правило, гидрофобизаторы в виде эмульсий приготавливают в тех случаях, когда основа его – кремнийорганическое вещество – в воде нерастворимо, а использовать его в виде раствора в органическом растворителе по каким-либо причинам нежелательно.

Гидрофобизаторы-эмульсии, как и водные растворы, пожаробезопасны, не имеют запаха, однако они уступают им по проникающей способности в гидрофобизируемые изделия.

Причина этого в том, что гидрофобизаторы в эмульсии находятся в виде капелек диаметром 1–5 мкм, тогда как в растворах – в виде молекул, размер которых неизмеримо меньше.

Проникающая способность эмульсий в достаточно плотные бетонные изделия, например, не более 1–5 мм, тогда как растворы в такое изделие могут проникнуть на глубину 15–20 мм.

Внешний вид гидрофобизаторов-эмульсий – непрозрачные жидкости белого цвета.

### **4.4. Твердые тела**

Эти гидрофобизаторы представляют собой минеральные порошки. Каждая крупинка этого порошка покрыта тонким слоем кремнийорганического вещества, которое, собственно, и является гидрофобизатором.

Такие гидрофобизаторы предназначены быть компонентами сухих строительных смесей на основе портландцемента и других минеральных вяжущих. Вводят их в количестве 0,5–1% от массы вяжущего.

## **5. Направления использования гидрофобизаторов**

### **5.1. Гидрофобизация изделий из портландцементного бетона**

Бетон и железобетон с конца девятнадцатого столетия стали материалами №1 в промышленном строительстве. Вначале считалось, что изделия из них будут вечными, как египетские пирамиды. Однако со временем стало ясно, что и бетон, и железобетон разрушаются под действием многих факторов. Поэтому появились способы так называемой вторичной их за-

щиты – окрашивание, проникающая гидроизоляция, флюатирование и немало других.

В число этих других входит и гидрофобизация. Однако до настоящего времени в нашей стране этот способ не является широко используемым, несмотря на то что он, как уже отмечено, самый дешевый и во многих случаях весьма эффективный.

Конец такому пренебрежению должен положить Европейский стандарт EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций», введенный в действие 1 января 2009 г. Этот стандарт является обязательным для стран – членов Европейского союза. По-видимому, он будет обязательным и для России.

Стандарт состоит из десяти частей. В части девятой «Общие правила применения материалов и систем для ремонта и защиты бетона» записано, что железобетонное изделие обязательно должно быть загидрофобизировано, причем под гидрофобизацией стандарт понимает обработку гидрофобизатором поверхности изделия.

Выполнение такого требования не представляет для россиян никакой трудности, поскольку для этой цели пригоден практически любой гидрофобизатор как отечественного производства, так и зарубежного, (а их наша страна, хотя и немного, но закупает).

### **5.1.1. Гидрофобизация панелей и стыков в крупнопанельных зданиях**

В крупнопанельных зданиях, построенных 35 и более лет назад, во время дождя происходит заметное увлажнение и даже сквозное промокание стен. Повышенная влажность снижает их теплозащитную способность, ухудшает санитарно-гигиенические условия проживания, ускоряет коррозию арматуры и закладных деталей.

Причина этого – плохое качество поверхностного бетонного слоя панелей, изготовленных в то время, наличие в нем большого количества трещин, пор, пустот.

Поглощение воды панелями можно предотвратить гидрофобизацией.

Для гидрофобизации панелей можно использовать любые гидрофобизаторы, но по соотношению «цена – качество» предпочтительнее использовать алкилсиликонаты натрия – ГКЖ-11 со всеми его модификациями.

Впервые еще в бывшем СССР гидрофобизацию крупнопанельных зданий начали применять в г. Киеве. И там же была издана «Временная инструкция по гидрофобизации наружных поверхностей стен крупнопанельных зданий», утвержденная Управлением жилищного хозяйства Министерства коммунального хозяйства УССР (Киев, 1966).

В соответствии с этой инструкцией стены необходимо обрабатывать в сухую погоду при температуре наружного воздуха не ниже +5 °С, 5%-ным водным раствором ГКЖ-11. Такой раствор наносят на поверхность до пол-

ного ее насыщения, т. е. до прекращения впитывания жидкости. Во избежание возможных пропусков обработку целесообразно проводить дважды с интервалом не более 15 мин.

Расшитые цементным раствором вертикальные и горизонтальные стыки следует особенно тщательно обработать не менее двух-трех раз до полного насыщения (раствор должен стекать по поверхности).

Гидрофобизировать следует не только панели без всяких покрытий, но и панели, окрашенные водно-дисперсионными, известковыми, силикатными, цементными красками.

### **5.1.2. Гидрофобизация изделий из ячеистых бетонов**

Ячеистыми бетонами называют совокупность материалов, получаемых на основе минеральных вяжущих, в теле которых имеется много мелких пустот в виде шарообразных ячеек или капилляров, заполненных воздухом. Благодаря такому строению ячеистые бетоны обладают низкой теплопроводностью (например, около 0,15 Вт/м·к при плотности 500 кг/м<sup>3</sup>) при сохранении прочих свойств материалов из минеральных вяжущих. Именно за такую совокупность свойств ячеистые бетоны становятся в настоящее время одними из самых употребляемых материалов для наружных ограждений.

Все эти материалы, являясь высокопористыми и гидрофильными, во время эксплуатации могут поглощать большое количество воды, заметно снижая при этом свои «хваленые» теплоизоляционные свойства.

Гидрофобизация позволяет предотвратить это явление.

Гидрофобизаторы, пригодные для этого материала, – *Типром Д*, *Типром К*, *Типром К Люкс*, *Типром У*, ГКЖ-11 всех разновидностей, *Софэксил-40*, *Софэксил-40А* и ряд других.

### **5.1.3. Гидрофобизация штукатурных растворов**

Традиционные штукатурные растворы представляют собой пластичные смеси, приготавливаемые из портландцемента, извести, песка и воды.

Добавление некоторых кремнийорганических гидрофобизаторов повышает пластичность этих растворов, несколько замедляет скорость твердения, но повышает конечную прочность. Наряду с этим значительно снижается водопоглощение и водопроницаемость.

Эффективным гидрофобизатором для объемного гидрофобизирования штукатурных растворов является ГКЖ-11 и его разновидности, введенные в количестве до 1%, а для поверхностного гидрофобизирования пригодны практически все гидрофобизаторы.

## 5.2. Гидрофобизация цемента

Как известно, портландцемент, особенно высокомарочный или быстротвердеющий, с большой скоростью теряет свою активность при контакте с атмосферой, особенно влажной – уже через 3–4 месяца она может снизиться на 30% и даже более. Происходит это потому, что зерна цемента химически взаимодействуют с водой и углекислым газом – веществами, содержащимися в воздухе.

Для того чтобы активность при хранении и перевозках не снижалась, цемент герметично упаковывают в мешки из битумизированной крафтбумаги или полимерной пленки, либо в стальные контейнеры. Такая упаковка заметно повышает стоимость цемента.

Однако есть более дешевый способ: гидрофобизация цемента. Его осуществляют совместным помолом цемента, а точнее полуфабриката для цемента – клинкера – с гидрофобизаторами.

Гидрофобные оболочки из гидрофобизатора, возникающие при этом на зернах цемента, надежно изолируют их от жидкой воды, так что цемент даже под дождем не «промокает». Водяные пары и углекислый газ через такие оболочки все же проникают, но в количествах, примерно в 8–12 раз меньших.

Еще один положительный эффект, возникающий от гидрофобизации, заключается в том, что при помолу клинкера с гидрофобизатором снижаются затраты энергии на измельчение, уменьшается износ помольного оборудования.

А как же гидрофобный цемент твердеет, коль скоро он не смачивается водой и, следовательно, не вступает с ней в химическое взаимодействие?

Способность такого цемента реагировать с водой появляется при его перемешивании с песком и щебнем в процессе приготовления цементных смесей, поскольку при этом гидрофобная оболочка разрушается и зерна открываются для смачивания водой.

По мнению авторов, для гидрофобизации цемента пригодны практически все гидрофобизаторы, однако к настоящему времени изучены лишь силиконаты.

## 5.3. Гидрофобизация изделий из гипса

Природный гипс, особенно его разновидность – ангидрит, по красоте не уступает мрамору. Однако гипсовый и ангидритовый лоск быстро исчезает, если на эти камни действует вода. В ней эти минералы разрушаются.

Предотвратить разрушение можно гидрофобизацией. Для этой цели пригодны гидрофобизаторы *Пента-814*, *Пента-824*, *Софэксил 30-04М*, *Софэксил 40-К*, *АМСП-3*, *Гамбит гипс*, *Гидрофоб*, *Неогард гипс 02*.

Гипс, как известно, используется не только в виде природного камня, но и в виде вяжущего. Значимость этого вяжущего в России быстро воз-

растает, увеличиваются объемы его производства. На основе гипсового вяжущего изготавливают ныне гипсоволокнистые плиты, гипсокартон, па-зогребневые плиты. Используется гипсовое вяжущее и для выполнения штукатурных работ. Особенно большую значимость приобретают огнезащитные штукатурки.

Но изделия, получаемые из гипсового вяжущего, как и изделия из природного гипса, нестойки к действию воды. Поэтому в ряде случаев их желательно гидрофобизировать.

Повышать водостойкость таких изделий можно двумя способами. Первый – поверхностной гидрофобизацией. Второй – введением гидрофобизатора в исходную смесь (гипсового вяжущего с водой), из которой изготавливают изделие, т. е. производить объемную гидрофобизацию.

Для поверхностной гидрофобизации пригодны все те гидрофобизаторы, которые указаны выше для гидрофобизации природного гипса.

А вот для объемной гидрофобизации можно использовать лишь некоторые из вышеуказанных.

Так, для объемной гидрофобизации пригодны *Неогард гипс 02*, *АМСП-3*, *Пента-814*, *Софэксил 30-04М*. А гидрофобизатор *Софэксил-40К* используется для объемной гидрофобизации при производстве гипсоволокнистых плит на российских заводах германской фирмы KNAUF. Оказалось, что он может заменить зарубежные гидрофобизаторы *BS-15*, *51Т*, *SK*, *N/m*, фирм WACKER, RON POULENK, SK, N/M.

#### **5.4. Гидрофобизация изделий из древесины**

Как известно, изделия из древесины при контакте с жидкой водой набухают, а после высыхания могут коробиться и даже растрескиваться. Наряду с этим влажная древесина быстро подвергается биологическому поражению.

Упомянутые выше гидрофобизаторы хотя и способны в некоторой степени гидрофобизировать изделия из древесины, но все же высокоэффективными их считать нельзя. Поэтому давно уже проводятся исследования по созданию гидрофобизаторов специально для древесины и к настоящему времени первые из них получены.

Рассмотрим эти гидрофобизаторы.

*Неогард дерево-40*. Это композиция, состоящая из собственно гидрофобизатора, органического растворителя и функциональных добавок. (Здесь следует отметить, что гидрофобизаторы на водной основе мало пригодны для гидрофобизации изделий из древесины, так как плохо проникают вглубь).

*Неогард дерево-40* позволяет снизить водопоглощение изделий из древесины лиственных пород в 4–6 раз, хвойных пород в 2–4 раза.

*Элкон-Сауна*. Гидрофобизатор способен защищать изделия из древесины от набухания и биоповреждений даже при температуре и влажности, которые присущи саунам.

Рекомендованы для гидрофобизации изделий из древесины и гидрофобизаторы *Софэксил*<sup>®</sup>-40 и *Софэксил*<sup>®</sup>-Защита, хотя они и не очень эффективны, а вот гидрофобизатор *Софэксил*<sup>®</sup>-Защита К значительно эффективнее.

Пригодны для гидрофобизации изделий для древесины гидрофобизаторы *Типром К*, *Типром К Люкс* (одновременно и антисептики), *Типром У*.

### **5.5 Гидрофобизация цементно-стружечных плит**

Цементно-стружечные плиты (вариант названия – стружечно-цементные плиты) – это сравнительно новый строительный материал, получаемый прессованием смеси, состоящей из портландцемента, древесной стружки (объем которой может достигать 90% объема плиты), пропитанной жидким стеклом или хлоридом кальция, и воды.

Эти плиты био-, огнестойки с хорошими (в сухом состоянии) теплоизоляционными свойствами, с приемлемой прочностью, умеренной объемной массой. Поэтому масштабы их производства возрастают.

Одной из наиболее емких в настоящее время сферой их использования является изготовление несъемной опалубки для монолитного строительства. Однако древесная стружка в цементно-стружечной плите, будучи капиллярно-пористым телом и подвергаясь воздействию атмосферных осадков, набухает, деформируется и создает в плите растягивающие (до 4,5 МПа) напряжения, что сопоставимо с прочностью плит, а затем сжимающие напряжения. При многократном проявлении это может привести к разрушению плит.

Одним из способов предотвращения увлажнения плит является гидрофобизация.

Были проверены в качестве гидрофобизаторов *ГКЖ-11*, *Неогард-1*. Установлена их эффективность.

Нет сомнения в том, что и многие другие гидрофобизаторы окажутся пригодными для этой цели.

Целесообразно проводить гидрофобизацию и изделий из арболита (материал, получаемый из минерализованной древесной дробленки и портландцемента), а также плит, производимых в России под названием Green Board. Их изготавливают из минерализованного древесного (осинового) волокна и портландцемента.

### **5.6 Гидрофобизация гипсостружечных плит**

Гипсостружечные плиты – это совсем новое для России изделие строительного назначения. Производятся они полусухим прессованием смеси, составленной из увлажненного строительного гипса и древесной стружки.

Рецептура смеси, поступающей на прессование, такова (в процентах по массе): гипс – 83, стружка – 15, вода – 2.

Плита экологически чистая, имеет высокую прочность, хорошие теплозвукоизоляционные свойства, негорючая, биостойкая.

Поскольку она изготовлена из гидрофильных материалов, то во время эксплуатации может поглощать водяные пары из атмосферы, воду при случайном контакте, что приведет к ухудшению свойств.

Поэтому плиты желательно гидрофобизировать.

Авторы настоящего пособия установили высокую эффективность применения для этих плит гидрофобизатора *Пента 814*.

### **5.7. Гидрофобизация асбестоцементных листов**

Листы из асбестоцемента, часто называемые асбошифером или просто шифером, в нашей стране широко используются в качестве кровельного материала. Этот материал, пожалуй, самый долговечный после черепицы и меди: известны шиферные кровли, эксплуатируемые в течение почти 100 лет, чуть ли не с момента изобретения асбошифера.

Однако, оставаясь надежным защитником здания от атмосферных осадков, асбошифер постепенно теряет внешнюю привлекательность – на его поверхности могут появиться грязные пятна, может поселиться мох.

Наряду с этим асбошифер – пористый материал. Объем пор у него достигает 20% от объема листа. Во время дождя или таяния снега эти поры заполняются водой, что приводит к утяжелению кровли. Многократное повторение циклов замерзания – оттаивания постепенно разрушает лист.

Для устранения этих явлений асбошифер предложено гидрофобизировать. Для этого пригодны все те гидрофобизаторы, которые рекомендованы для гидрофобизации бетона.

Второй способ защиты асбошифера от этих напастей – окрашивание. Но срок службы лакокрасочного покрытия (ЛКП) значительно меньше, чем таковой для самого асбошифера.

Окрашивание загидрофобизированных листов асбошифера позволяет увеличить срок службы ЛКП.

Для гидрофобизации эффективными оказались водные эмульсии силансилоксанов.

Повышать долговечность может и обработка гидрофобизатором не асбошифера, а самого ЛКП. Для этой цели пригодны гидрофобизаторы, представляющие собой растворы действующего вещества в органических растворителях, например, *Типром У*.

### **5.8. Гидрофобизация изделий из магнезиальных вяжущих**

Магнезиальные вяжущие – это композиции, составленные из каустического магнезита (так называют оксид магния, полученный нагреванием



магнезита – минерала, который по химической сущности является карбонатом магния) и водорастворимых солей магния – хлорида магния или сульфата магния.

Это вяжущее (цвет его белый) во многом превосходит портландцемент. На его основе можно изготавливать изделия более прочные, намного более экологичные. Замечательным свойством магнезиальных вяжущих является их инертность по отношению к древесине, благодаря чему они могут в любом соотношении сочетаться с опилками, стружкой и образовывать теплые недорогие материалы, называемые ксилолитом, древолитом, из которых изготавливают наливные полы, штукатурки.

Из смесей магнезиальных вяжущих с минеральными заполнителями изготавливают высокопрочные промышленные полы.

Однако изделия из магнезиальных вяжущих не выдерживают длительного воздействия воды.

Ликвидировать этот их недостаток можно гидрофобизацией. Установлено, что алкилсиликонаты пригодны для поверхностной гидрофобизации.

### **5.9. Гидрофобизация конструкций из керамического кирпича**

В настоящее время по ряду причин керамический кирпич потерял былую славу вечного стенового материала. Нередко уже через три-пять лет после сооружения стены на ней появляются выломы, верхний слой кирпича начинает трескаться, шелушиться, «отстреливать».

Предотвратить эти явления можно гидрофобизированием.

В частности, установлено, что для этой цели пригодны гидрофобизаторы *Типром Д*, *Типром К*, *Типром М*. Последний наряду с приданием кирпичу водоотталкивающих свойств добавляет ему насыщенного цвета: возникает эффект «мокрого кирпича».

### **5.10. Гидрофобизация конструкций из силикатного кирпича**

Для сооружения стен жилых зданий в настоящее время силикатный кирпич используется более широко, чем кирпич керамический. Причин этому несколько.

Первая – он прочнее, вторая – дешевле в 2–3 раза, третья – экологичнее.

К сожалению, силикатный кирпич более гидрофилен и более гигроскопичен, чем керамический, т. е. поглощает воду и водяные пары быстрее. Однако вода в силикатном кирпиче оказывается в основном в микроскопических порах. В них, как известно, вода замерзает при более низкой температуре, чем в более крупных пустотах, которые образуются в кирпиче керамическом, особенно если он произведен полусухим прессованием. Эта особенность приводит к тому, что в силикатном кирпиче, охладив-

шемся до определенной отрицательной температуры, вода может еще не замерзнуть, а в керамическом – уже превратиться в лед.

Тем не менее вода в силикатном кирпиче снижает теплоизоляционные свойства, поэтому и для него гидрофобизация весьма полезна.

Гидрофобизировать силикатный кирпич можно двумя способами.

Первый – обработать гидрофобизатором на заводе лицевую поверхность кирпича. Второй – обработать гидрофобизатором уже возведенную кирпичную стену.

Второй способ производительнее, однако в настоящее время первый способ реализуется чаще, чем второй: многие заводы – производители кирпича выпускают его (по заказам) гидрофобизированным, особенно если он колотый или цветной.

Препараты *Тесил12* и *Тесил53С* специально предназначены для поверхностной обработки силикатного кирпича.

В заключение отметим, что в нашей стране до сих пор отношение к силикатному кирпичу «подозрительное», и этому в немалой степени способствует СНиП 11-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции», которые запрещают использование этого материала для сооружения стен, ограждающих помещения с влажным режимом эксплуатации.

Однако этот документ не учитывает, что в последние 10 лет произошла кардинальная модернизация российских силикатных заводов: они оснащены совершенным немецким оборудованием, позволяющим производить кирпич высочайшего качества и по физико-механическим свойствам и по геометрическим формам.

В Германии и других странах Западной Европы, где объем потребления силикатного кирпича намного больше, чем кирпича керамического, такого ограничения нет.

### **5.11. Гидрофобизация изделий из минеральной ваты**

Минеральной ватой называют класс волокнистых утеплителей, включающих две разновидности: каменную вату, производимую из магматических горных пород базальтовой группы (амфиболит, базальт, габбро, диабаз), и стеклянную вату, которую производят обычно из стеклобоя.

Несмотря на рост использования в последние годы в качестве утеплителей полимеров, минеральная вата продолжает оставаться основным теплоизоляционным материалом, поскольку она относительно дешева, негорюча. Дополнительными причинами является и то, что минеральная вата служит не только теплоизоляционным, но и звукоизоляционным материалом, а также то, что она может быть использована при значительно более высокой температуре, чем полимерная теплоизоляция.

Однако у минеральной ваты есть существенный недостаток: она проявляет потенциально достижимые теплоизоляционные свойства лишь в сухом состоянии. А поскольку основа ваты – минеральные волокна – являет-

ся гидрофильной и гигроскопичной, то попадание воды в вату, даже ее контакт с влажным воздухом, приводит к резкому снижению теплоизоляционных свойств.

Чтобы этот нежелательный процесс не происходил, многие изделия из минеральной ваты гидрофобизируют кремнийорганическими гидрофобизаторами. Примерами таких изделий являются теплозвукоизоляционные плиты *БАСВУЛ*, *БЕЛТЕП*, *ТЕХНОБЛОК*, *ТЕХНОВЕНТ*, *ТЕХНОЛАЙФ*, *ТЕХНОРУФ Б*, *ТЕХНОРУФ Н*, *ЦИЛИНДРЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ*.

Гидрофобизатором, специально предназначенным для обработки изделий из минеральной ваты, является *Софэксил 60-70 ТИМ*.

### **5.12. Гидрофобизация изделий из мрамора**

Мрамор считается одним из самых красивых минералов, которыми одарила нас природа. Наряду с этим он сравнительно мягкий, легко поддается резцу скульптора. Поэтому неудивительно, что уже многие столетия мрамор – излюбленный камень скульпторов.

В течение столетий мраморные скульптуры, памятники украшали города и казались вечными.

Однако с появлением кислотных дождей мрамор потерял славу вечного камня: изделия из него начали разрушаться. Причина этого в том, что мрамор по химической природе является карбонатом кальция – веществом, которое легко реагирует с серной кислотой, присутствующей в кислотных дождях, и превращается в сульфат кальция – гипс, причем образуется этот гипс на поверхности мраморных изделий в виде рыхлой массы, на которой оседает грязь, поселяются микроорганизмы. Одним из продуктов жизнедеятельности микроорганизмов являются органические кислоты, которые, как и серная кислота, тоже разрушают мрамор.

Городом, где многие мраморные изделия оказались буквально в критическом состоянии, является Санкт-Петербург. Там наиболее ценные мраморные скульптуры перенесены с открытого воздуха в помещения.

Гидрофобизация может спасти от разрушения и мраморные изделия. Гидрофобизаторами, рекомендуемыми для обработки изделий из мрамора, являются *Софэксил-защита К*, *Пента-824* и ряд других.

### **5.13. Гидрофобизация изделий из ракушечника**

Ракушечник – это отложения, образованные известняковыми скелетами некоторых морских обитателей. В настоящее время ракушечник начинают использовать в строительстве в виде плиток, блоков, вырезаемых из него. Эти изделия красивы, обладают из-за высокой пористости хорошими теплоизолирующими свойствами.

Однако опыт их использования в бывшем СССР и сегодняшней России показал, что изделия из ракушечника могут служить лишь там, где не

бывает частых переходов температуры воздуха через ноль, т.е. там, где вода, попавшая в поры этих изделий, не подвергается многократному замораживанию и оттаиванию.

Попытки применить плитки для отделки театров, административных зданий показали, что уже через 1–2 года происходит их разрушение. Наряду с этим плитки быстро загрязняются, собирая в своих порах пыль из воздуха.

Поверхностное гидрофобизирование составом *Пента-814* позволяет предотвратить это нежелательное явление.

#### **5.14. Гидрофобизация лакокрасочных покрытий**

Лакокрасочные материалы (ЛКМ), которые обычно используются для окрашивания различных изделий, образуют лакокрасочные покрытия (ЛКП), способные поглощать воду при увлажнении или сорбировать воду из воздуха. Наряду с этим ЛКП проницаемы для воды, что приводит, например, к коррозии стального субстрата под ними.

Ради хотя бы частичного устранения этих недостатков ЛКП гидрофобизируют.

Из всех гидрофобизаторов наиболее эффективны для этой цели эпиламы, хотя и многие кремнийорганические тоже пригодны. Примером таких гидрофобизаторов являются *Тупром У*, *Пента-824*.

#### **5.15. Гидрофобизация пигментов и наполнителей**

Пигменты и наполнители – это компоненты пластмасс и лакокрасочных материалов.

Пигменты представляют собой цветные порошки и вводятся в пластмассы и ЛКМ ради их окрашивания, а наполнители – это порошки неопределенного цвета, вводимые для увеличения объема. Поскольку наполнители, как правило, дешевле других компонентов ЛКМ и пластмасс, то за счет них снижается себестоимость этих материалов.

И пигменты, и наполнители представляют собой большей частью минеральные гидрофильные порошки с сильно развитой поверхностью, поэтому они активно сорбируют влагу из воздуха. Из-за этого частицы порошков слипаются друг с другом (агломерируют), что приводит к тому, что их трудно равномерно распределять в матрице из гидрофобных полимеров, а такие полимеры являются основными компонентами и ЛКМ, и пластмасс. Из-за гидрофильности порошков снижается и водостойкость изделий из этих полимеров.

Преодолеть эти недостатки пигментов и наполнителей можно путем обработки гидрофобизаторами. В принципе практически любой гидрофобизатор может оказать на эти порошки желаемое воздействие. Но поскольку

ку химическая природа этих порошков весьма разнообразна, то и гидрофобизаторы будут проявлять себя по-разному. Поэтому в каждом конкретном случае желательна проверка.

Гидрофобизаторами, рекомендуемыми для порошков, являются *Ти-пром К, Пента-814*.

### **5.16. Гидрофобизация известковых красок и лакокрасочных покрытий из них**

Известковые краски в простейшем виде представляют собой суспензию частиц гашеной извести (гидроксида кальция) в водном растворе этого вещества. Из таких красок образуются лакокрасочные покрытия белого цвета. Существуют известковые краски, в составе которых есть цветные пигменты. В некоторых известковых красках есть водорастворимые полимеры, например, поливиниловый спирт, или водные дисперсии полимеров, например полиакриловые, поливинилацетатные.

Превращение этих красок в ЛКП происходит за счет химической реакции между гидроксидом кальция и углекислым газом, имеющимся в воздухе. При этом образуется прочный, нерастворимый в воде слой карбоната кальция белого цвета.

Эти краски – самые дешевые сегодня, а ЛКП, образуемые ими, например, на фасадах, – достаточно декоративны и долговечны. Недаром их использовали и продолжают использовать во всевозрастающих масштабах для окрашивания как интерьера, так и фасадов различных зданий, особенно храмовых.

Однако известковые краски образуют ЛКП гидрофильные и пористые.

Через поры во время дождя в стену может перейти заметное количество воды, что, разумеется, нежелательно. Наряду с этим, дождевая вода, особенно при кислотном дожде, вызывает постепенное растворение карбоната кальция.

Ликвидировать эти недостатки известковых красок можно гидрофобизацией, причем двумя способами. Первый – введение гидрофобизатора непосредственно в краску, второй – обработка гидрофобизатором ЛКП, образованных этими красками.

Для реализации того и другого способа пригодны многие из гидрофобизаторов.

### **5.17. Гидрофобизация изделий из сырой глины**

Глина в естественном состоянии, называемая сырой глиной, – самый древний и самый дешевый строительный материал. И один из самых экологических. Поэтому в настоящее время глину начинают во всевозрастающих количествах использовать для сооружения индивидуальных жилых домов и зданий различного назначения, причем не только в странах бед-

ных, но и таких, как Германия, Испания, Франция. Глину используют и для гидроизоляции: устраивают так называемые глиняные замки вокруг фундаментов.

Введение в глину гидрофобизаторов, или поверхностная гидрофобизация изделий из сырой глины, позволяет в заметной степени устранить основной недостаток изделий из такой глины – их малую водостойкость.

В настоящее время интенсивно развивается сооружение малоэтажных домов, стены которых изготавливают из соломы, и оштукатуривают снаружи и изнутри глиной.

Опять-таки гидрофобизация глины, используемой для этой цели, как объемная, так и поверхностная, позволяет заметно снизить ее водопоглощение, следовательно, лучше сохранять теплоизоляционные показатели стены, санитарно-гигиенические условия проживания в помещении.

При бурении глубоких скважин на нефть и газ гидрофобизаторы используют для модифицирования глинистых растворов, что позволяет уменьшить поступление воды в буровой раствор из породы.

### **5.18. Гидрофобизация изделий из стекла**

Обычное силикатное стекло было первым в хронологическом плане материалом, которое начали гидрофобизировать. Собственно, с него и началась гидрофобизация как способ придания материалам водоотталкивающих свойств.

И причиной этого был случай...

Многие ученые, исследовавшие кремнийорганические соединения, стали замечать, что стеклянная посуда, находившаяся в контакте с этими веществами, переставала смачиваться водой. Это и привело к идее использования кремнийорганических соединений для намеренного придания водоотталкивающих свойств стеклу, а следом и другим гидрофильным материалам.

Однако до сих пор для гидрофобизации оконного стекла, не ухудшающей его оптические свойства, пригодны лишь немногие гидрофобизаторы.

В нашей стране такие гидрофобизаторы в небольшом объеме производят под названием *Супергидрофобные защитные нанопокрyтия*.

За рубежом производство гидрофобизаторов для стекла в промышленных объемах тоже невелико.

### **5.19. Гидрофобизация и «эффект лотоса»**

Растение лотос знаменито не только своим уникальным по красоте цветком, но и еще одним не менее уникальным свойством: находясь в воде, оставаться сухим. Эта особенность водного растения получила название «эффект лотоса».

Ученые долгие годы безуспешно пытались воспроизвести этот эффект, используя различные гидрофобизаторы, но должного результата не достигали.

Наконец, в поиск включились специалисты по нанотехнологиям. И обнаружили: листья лотоса не только гидрофобны, но и имеют на своей поверхности множество наноразмерных бугорков, тоже, разумеется, гидрофобных. Такое строение поверхности листа лотоса и приводит к тому, что вода ни на секунду не способна удерживаться на такой «бородавчатой» поверхности (рис. 6).

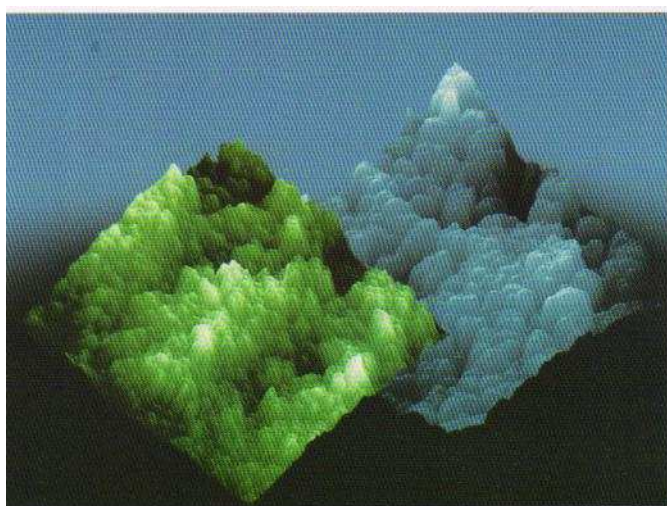


Рис. 6. Поверхность под электронным микроскопом: слева – листа лотоса, справа – обладающая почти такими же свойствами поверхность изделия, обработанная нижеописанными составами

За рубежом уже сравнительно давно начали производить гидрофобизаторы, способные наделять различные поверхности эффектом лотоса. Освоен эффект лотоса и российскими учеными. Недавно Научно-исследовательский институт прикладной акустики, г. Дубна Московской области, и ООО «НАНОСИНТЕЗ», г. Санкт-Петербург, объединившись в компанию НПРА NANOSINTEZ, начал производство гидрофобизаторов, способных придавать водоотталкивающие свойства гидрофильным материалам и даже стеклу без ухудшения оптических свойств. Им дали название *гидрофобизаторы, образующие супергидрофобные защитные покрытия*.

Эти гидрофобизаторы представляют собой композиции (смеси), состоящие из наночастиц, с помощью которых на гидрофобизируемой поверхности создается нанорельеф. Эти наночастицы приклеивают к поверхности с помощью полимерного клея, далее эти наночастицы обрабатывают гидрофобизатором (и полимерный клей, и гидрофобизатор – секреты разработчиков). Однако известно, что в рецептуре есть перфторированные силанольные олигомеры, соли цинка, изопропанол, соляная кислота.

При рассмотрении полученных таким образом поверхностей на атомно-силовом микроскопе видно, что их нанорельеф практически полностью соответствует поверхности листьев лотоса. И таким образом удается сформировать супергидрофобные защитные покрытия практически на поверхности любого гидрофильного твердого тела. Образующееся в результате такой обработки нанопокрывание не изменяет оптических свойств стекла, облегчает удаление с него снега и наледи, препятствует загрязнению, что позволяет снизить частоту мытья стекол и уменьшить расход моющих средств.

Поверхность твердого тела называют супергидрофобной, если краевой угол смачивания водой на ней не менее  $160^\circ$ . Наряду с только что описанными гидрофобизаторами российским ученым удалось создать и другие гидрофобизаторы, обеспечивающие такой угол смачивания (см. рис. 7).

Один из таких гидрофобизаторов создан в Институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской Академии наук. Основное предназначение гидрофобизатора – снижать адгезию воды, снега и льда к поверхности изделий из алюминия и его сплавов, в первую очередь для защиты самолетов, проводов линий электропередач.

Под воздействием этого гидрофобизатора на поверхности изделия образуется покрытие, аналогичное по строению поверхности листьев лотоса. Авторы этого гидрофобизатора назвали покрытие текстурированным.

Свойства этого покрытия таковы: угол смачивания водой на свежеприготовленных покрытиях не менее  $160^\circ$ , после года эксплуатации – не менее  $145^\circ$ . Напряжение сдвига при отрыве льда – не более 150 кПа для свежеприготовленных покрытий и не более 250 кПа после года эксплуатации.

Второй вид гидрофобизатора, обеспечивающего супергидрофобный эффект, в этом же институте по тому же принципу, что и вышеописанный, разработан для придания водо- и грязеотталкивающих свойств силиконовым электроизоляторам с целью снижения поверхностной проводимости и токов утечки.

Его свойства оказались аналогичными: не менее  $160^\circ$  на свежеприготовленных поверхностях, не менее  $145^\circ$  – на покрытиях после года эксплуатации.

Этот гидрофобизатор оказался пригодным и для придания водо- и грязеотталкивающих свойств электротехническим резинам.

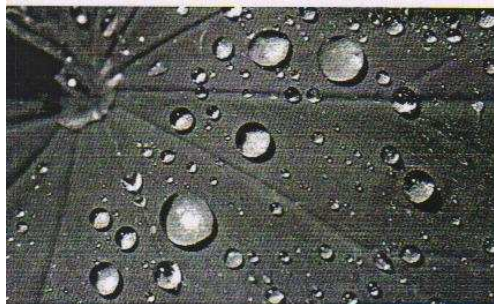


Рис. 7. Капли воды на супергидрофобной поверхности.



## **5.20. Гидрофобизаторы для защиты свежеуложенных цементных смесей**

Известно, что свежеуложенные цементные смеси интенсивно теряют воду из-за испарения с открытой поверхности. Если потерю воды не предотвращать, то бетон в поверхностном слое не приобретет потенциально возможную прочность.

Для предотвращения потери воды предложено несколько способов. Одним из наиболее эффективных является гидрофобизация, т.е. нанесение на свежеуложенную смесь гидрофобизатора, лучше всего путем распыления.

## **5.21. Гидрофобизация для придания изделиям антиадгезионных свойств**

Антиадгезия (другое название – абгезия) – это свойство какой-то поверхности предотвращать прилипание к ней нежелательных веществ.

Ярким примером необходимости такого свойства является предотвращение прилипания твердеющей цементной смеси к стенкам форм, к опалубке.

Ассортимент гидрофобизаторов, производимых специально для этой цели, невелик.

Одним из них является *антиадгезионная смазка для форм (концентрат Типром 90)*, в которой доля кремнийорганического вещества составляет 60%. В отличие от ныне применяемых в строительстве смазок на основе минеральных масел она образует более прочный антиадгезионный слой, ее вязкость практически не зависит от температуры.

Наряду с облегчением отделения затвердевшего бетона от стенок форм или опалубки, она способствует уменьшению количества пор и раковин на поверхности изделий, не образует на них масляных пятен, защищает металл опалубки от коррозии.

А вот фторорганические гидрофобизаторы – эпиламы – используются (вернее, начинают использоваться) для предотвращения прилипания к стенкам форм, в которых изготавливают пластмассовые и резиновые изделия. Пока же, чтобы не было адгезии, стенки форм хромируют, что очень дорого, да вдобавок покрывают слоем специальной смазки.

И есть еще одна ставшая актуальной сфера нашего бытия, в которой нужны гидрофобизаторы-антиадгезивы. Это – защита стен от наклеивания несанкционированных объявлений, от надписей, рисунков неподобающего содержания, получивших название граффити.

Гидрофобизирование соответствующих поверхностей снижает адгезию и поэтому объявления могут быть сняты без усилий, а граффити – смыты водой.

## 5.22. Гидрофобизация мелкогазмерных элементов мощения

Так «официально» называют то, что в обиходе зовется тротуарной бетонной плиткой. В настоящее время этим элементам уделяется большое внимание, поскольку их использование для устройства тротуаров, пешеходных площадей, посадочных площадок общественного транспорта обходится дешевле, чем сплошных бетонных покрытий или покрытий из крупногазмерных железобетонных плит.

Покрытия из мелкогазмерных элементов и более ремонтпригодны.

Однако они и более быстро, чем крупные плиты, разрушаются под воздействием внешних факторов.

Поверхностная гидрофобизация позволяет замедлить скорость разрушения этих плиток. Для этой цели пригоден практически любой гидрофобизатор.

В студенческом конструкторском бюро при Московском государственном архитектурно-строительном университете разработана технология гидрофобизации таких плиток с одновременным окрашиванием.

## 5.23. Гидрофобизаторы для предотвращения образования сосулек и налипания льда на кровли

Из-за падения сосулек в России ежегодно погибает несколько человек, десятки получают травмы.

Одним из наиболее простых, дешевых, но достаточно эффективных способов предотвращения этой опасности является гидрофобизация скатных кровель, причем достаточно обрабатывать гидрофобизатором ее нижний край шириной 50–70 см.

Среди гидрофобизаторов есть один, специально предназначенный для этой цели. Название его – *Силокор-Антилед*.

Гидрофобизатор предотвращает прилипание льда к бетонным, металлическим, окрашенным кровлям (рис. 8). Краевой угол, образуемый водой на этих поверхностях, близок к  $120^\circ$ , т. е. они практически не смачиваются. Поэтому обеспечивается свободный сток талых вод, а вследствие слабого сцепления льда – быстрый сход его уже при небольшой толщине. Условий для образования сосулек не возникает.

Обработанные этим гидрофобизатором изделия приобретают повышенную стойкость к разрушению, которая сохраняется в течение 3–6 лет в зависимости от условий эксплуатации и при соблюдении технологии его применения. А технология эта проста: наносить гидрофобизатор надо в сухую погоду, чтобы на еще не заполимеризовавшееся вещество не попали атмосферные осадки.

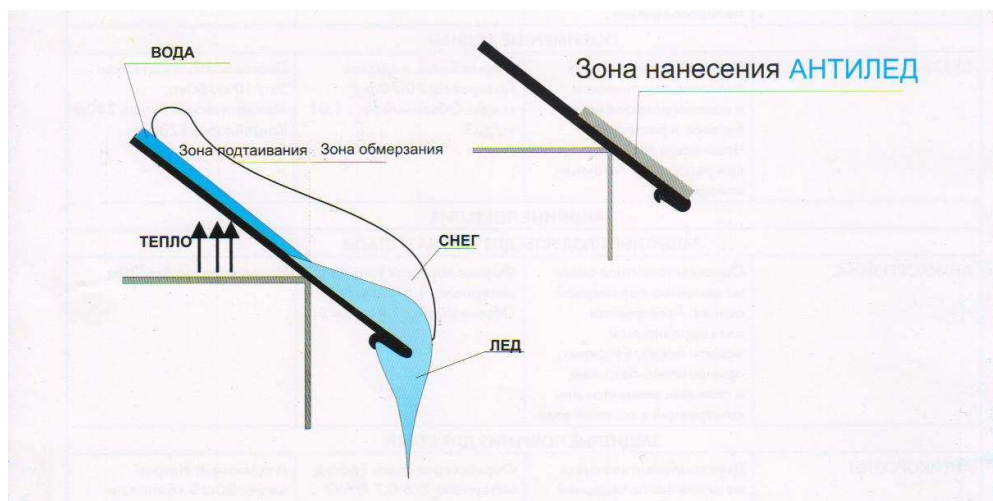


Рис. 8. Защита кровли от обледенения с помощью гидрофобизатора *Силокор-антилед*.

## 6. Гидрофобизация изделий нестроительного назначения

### 6.1 Гидрофобизация волокон и изделий из них

Волокна, как натуральные, так и синтетические, например, лавсановые, капроновые, гигроскопичны, поэтому способны набухать при контакте с водой, даже влажным воздухом, что не всегда желательно. Предотвратить увлажнение можно гидрофобизированием.

Перед гидрофобизированием поверхность волокон должна быть освобождена от шпиксы и других вспомогательных веществ, используемых при прядении и ткачестве.

Гидрофобизация позволяет увеличивать стойкость волокон и изготавливаемых из них изделий – тканей, одежды из тканей, продукции технического назначения – к стиркам, биоповреждениям. Особенно заметный эффект достигается при гидрофобизации рукавных фильтров, через которые продувается влажный воздух. Большой эффект дает и гидрофобизирование рыболовных сетей: они не набухают и не обрастают водорослями.

Эффективна гидрофобизация и стеклянных волокон, стеклянных тканей.

Традиционные кремнийорганические модификаторы хороши для волокон натуральных, но малоэффективны для волокон синтетических.

А вот фторорганические гидрофобизаторы эффективны и для синтетических волокон. Например, гидрофобизатор *Черфлон*, представляющий собой раствор теломеров тетрафторэтилена в ацетоне. Теломеры – это низкомолекулярные полимеры, в молекулах которых есть функциональные группы. В молекуле *Черфлона* 5–7 элементарных звеньев вида  $-\text{CF}_2-$  а функциональные группы гидроксильные. *Черфлон* способен гидрофобизировать волокна из полиэтилентерефталата (лавсана), полиамидов (капрона).

Если *Черфлон* нанести на синтетические волокна, то на поверхности образуется наноразмерная пленка фторполимера, которая придает им высокую гидрофобность, а попутно и стойкость к истиранию.

Еще одним способом нанесения на поверхность волокон водоотталкивающего покрытия является распыление фторполимера.

В заключение отметим, что, наверное, некорректно относить изделия из волокон к группе нестроительного назначения. Непромокаемая одежда для строителей, нетканые материалы (из лавсановых и полиамидных волокон), употребляемые при строительстве дорог, ткани, которые используют для тентовых сооружений – разве это не строительные материалы?

## **6.2. Гидрофобизаторы в защитных кремах для рук**

Чтобы защитить руки от негативного воздействия воды и растворов водных кислот, щелочей, солей, других раздражающих кожу веществ, разработаны кремы, содержащие в своем составе кремнийорганические гидрофобизаторы. Слой такого крема образует барьер, препятствующий попаданию на кожу водных растворов, но не мешающий воздухообмену. Один из представителей подобных кремов – *крем для рук защитный силиконовый гидрофобного действия*.

## **6.3. Гидрофобизация торфа и сапропеля**

Гидрофобизация может применяться и для весьма специфических целей. Так, установлено, что некоторые загидрофобизированные материалы, переставая впитывать воду, приобретают способность впитывать углеводородные жидкости – нефть, нефтепродукты. На этом явлении основано получение сорбентов для сбора с водной поверхности пролитых нефти и нефтепродуктов.

Одним из таких сорбентов является торф. Впитывая нефть или нефтепродукты, он не только очищает поверхность воды, но и становится хорошим высококалорийным печным топливом.

Впрочем, торф можно считать и строительным материалом: вплоть до 60-х годов прошлого века торфяная крошка, плиты из торфа в России использовались в качестве теплоизоляционного материала. Отказались от такого применения торфа из-за его гидрофильности. А если его загидрофобизировать, то интерес к нему как теплоизоляционному материалу вновь может возникнуть.

Изготавливали в России из торфа и изделие строительного назначения – *геокар* в виде блоков. Из таких блоков сооружали даже пятиэтажные здания. По ряду причин, одна из которых – высокая гидрофильность, производство геокара временно приостановлено.

## **7. Технология использования гидрофобизаторов**

### **7.1. Гидрофобизаторы, пригодные для использования при отрицательных температурах**

Поскольку в России «двенадцать месяцев зима, остальное – лето», то необходимы и гидрофобизаторы, пригодные для использования при отрицательной температуре. И такие гидрофобизаторы созданы.

Прежде всего необходимо отметить, что они представляют собой растворы в органических растворителях, преимущественно углеводородных – уайт-спирите, нефрасе, т. е. являются жидкостями и при отрицательной температуре. Однако при их использовании необходимо помнить, что если на изделии, предназначенном для гидрофобизации, имеется наледь, то обработка будет неэффективной.

### **7.2 Технология использования гидрофобизаторов для устройства отсечной гидроизоляции**

Отсечной называют гидроизоляцию, которую создают в стене, чаще всего в месте ее примыкания к фундаменту, чтобы предотвратить капиллярный подъем грунтовых вод, которые могут подниматься на несколько метров. Она представляет собой слой какого-либо гидроизоляционного материала, располагаемого горизонтально на фундаменте. В старину для этой цели использовали бересту, затем деготь, битум. В настоящее время применяют битумные, полимерно-битумные, резиновые материалы.

Срок службы всех этих материалов, как правило, ниже, чем у стеновых материалов, поэтому через какое-то время в стену начинает за счет капиллярного подсоса проникать вода из грунта. Требуется восстановить отсечную гидроизоляцию. Но каким образом?

Существует способ, заключающийся во вдавливании в горизонтальные щели, устраиваемые в стене, листов металла, стеклопластиков. Этот способ очень дорогой и трудоемкий.

В настоящее время наиболее приемлемым по совокупности показателей считают способ, заключающийся в инъекции в нужное место стены гидрофобизаторов. Реализуют этот способ так: по всему периметру стены через каждые 15–20 см сверлят наклонные (под углом к горизонту 30–45°) углубления (шпур), причем так, чтобы противоположной поверхности они не достигали – оставалось 15–20% ее толщины. Диаметр шпура зависит от материала, из которого сооружена стена, и обычно равен 5–30 мм. После бурения шпуры обеспыливают, продувая воздухом.

Инъекцию гидрофобизатором производят либо самотеком, вставляя в шпуры носики емкостей с гидрофобизатором (удобной емкостью является ПЭТ-бутылка с отрезанным доньшком, которую ввинчивают в шпур верхней частью).

Если гидрофобизатор не проникает в стену под собственным весом, то на него оказывают давление с помощью насоса. В этом случае в шпур вставляют специальный пакер, позволяющий передавать давление от насоса на гидрофобизатор.

Если толщина стены более 70 мм, то шпур пробуривают с обеих сторон.

Одним из примеров крупномасштабного использования гидрофобизации для восстановления отсечной гидроизоляции может быть здание нижегородского Арсенала в Кремле.

В заключение отметим, что наряду с термином «отсечная гидроизоляция» можно использовать и термин «капиллярная отсечка».

### **7.3. Подготовка поверхности изделий под гидрофобизацию**

Подготовка поверхности под гидрофобизацию включает следующие операции:

– бетонные поверхности очищают от высолов, грязи, масляных пятен, производят затирку трещин и раковин;

– поверхность штукатурки очищают от высолов, грязи, производят восстановление утрат, разрезку и затирку трещин и раковин;

– поверхность кладки из каменных блоков, керамического и силикатного кирпича, газо-, пено-, шлако- и пенополистирольных бетонных блоков очищают от высолов и грязи, производят восстановление утрат, заполнение швов;

– элементы декора из гипса, бетона, природного камня очищают от грязи, разрушающихся лакокрасочных покрытий, укрепляют, при необходимости ремонтируют.

До проведения работ по гидрофобизации необходимо защитить пленкой, плотной бумагой и т. п. все участки изделий, которые гидрофобизировать не нужно, но на которые гидрофобизатор может попасть. Участки, на которые все же попал гидрофобизатор, необходимо промыть водой.

#### **7.3.1. Удаление высолов**

Высолами называют белесые выделения, возникающие на поверхности кирпичных и бетонных фасадов. Высолы образуются вследствие миграции водных растворов некоторых солей, а также гидроксида кальция из глубины стены на ее поверхность. После этого гидроксид кальция, соли кальция и магния вступают в химическое взаимодействие с углекислым газом и образуют карбонаты – соли, нерастворимые в воде. Соли некоторых других металлов, выступая на поверхность, высыхают и становятся труднорастворимыми.

Примеры солей, образующих карбонаты:

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  – гидрокарбонат кальция;

$\text{CaCl}_2$  – хлорид кальция;

$Mg(HCO_3)_2$  – гидрокарбонат магния;

$MgCl_2$  – хлорид магния;

$MgSO_4$  – сульфат магния.

Продуктами химического взаимодействия этих солей с углекислым газом являются карбонат кальция  $CaCO_3$  и карбонат магния  $MgCO_3$ .

Гидроксид кальция  $Ca(OH)_2$  – это вещество строители называют гашеной известью, также, взаимодействуя с углекислым газом, превращается в карбонат кальция.

Примерами некарбонатных солей могут быть сульфат натрия  $Na_2SO_4$ , образующий на поверхности стены труднорастворимый десятиводный кристаллогидрат  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ , или малорастворимый двухводный кристаллогидрат сульфата кальция  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , который идентичен природному гипсу. Это вещество может образоваться из-за выноса на поверхность раствора сульфата кальция, имеющегося, например, в цементном камне. Может оно также образоваться при воздействии на гидроксид кальция серной кислоты.

Особенно неприятны в эстетическом аспекте высолы, образующиеся на поверхности стен из керамического кирпича. В этот кирпич соли могут попадать из исходного сырья – глины, а также из кладочного цементного раствора или из грунтовых вод, если нет горизонтальной отсечной гидроизоляции.

Образование высолов недопустимо не только потому, что они портят внешний вид дома. Высолы – разрушители материалов, из которых возведены стены. Кристаллы солей образуются не только на поверхности стены, но и в приповерхностных слоях. Будучи зачастую более прочными, чем материал, из которого возведены стены, они разрушают его изнутри (как царь Гвидон бочку), отшелушивают верхние слои. Вместо гладкой возникает шероховатая поверхность, более подверженная негативным воздействиям атмосферных осадков, кислотных дождей. Может начаться даже микробиологическое поражение стены – образование плесени.

Поверхности, на которых образуются высолы, бесполезно окрашивать, даже если наросты солей перед этим удалить. Наросты, пусть даже в малой степени, способны образовываться и под слоем лакокрасочного покрытия и разрушать его. Поэтому высолы необходимо не только удалять, но и предотвращать их образование. А наиболее эффективным приемом по предотвращению образования высолов является гидрофобизирование.

Если высолы уже возникли, то их можно удалить механически – стальными щетками. Но такая операция трудоемка, к тому же может приводить к некоторому разрушению поверхностного слоя материала, из которого возведена стена. Кроме того, не исключено, что не все соли вышли на поверхность. Из-за них высолы будут образовываться вновь.

Наиболее прогрессивным в настоящее время считается способ удаления высолов с помощью специальных химических препаратов, получив-

ших название очистителей. Их производят несколько отечественных предприятий. Есть на российском рынке и зарубежные очистители.

Для предотвращения повторного образования высолов после их химического удаления необходимо очищенную поверхность загидрофобизировать.

#### 7.4. Проверка качества выполнения гидрофобизации

Как уже отмечено ранее, наиболее часто эффективность гидрофобизации количественно оценивают величиной краевого угла смачивания, образуемого каплей воды на поверхности загидрофобизированного изделия.

Однако этот метод позволяет лишь установить, что на поверхности есть слой гидрофобизатора, способный в той или иной степени противостоять смачиванию водой, но не помогает ответить на следующие вопросы: во-первых, в течение какого времени будет сохраняться гидрофобность; во-вторых, какое давление воды может выдержать этот слой без разрушения.

Чтобы ответить на эти весьма важные для оценки эффективности гидрофобизаторов вопросы, специалисты ООО «САЗИ» разработали методику измерения эффективности гидрофобизаторов с помощью устройства, получившего название трубки Карстена.

Устройство (рис. 9) представляет собой стеклянный колокол, диаметром 30 мм, в верхнюю часть которого впаяна стеклянная же трубка высотой 10 см и объемом 10 мл, на которой нанесены деления. Одно деление соответствует объему 0,1 мл. В зависимости от конструкции трубки можно оценивать эффективность гидрофобизатора, нанесенного на горизонтальную или вертикальную поверхность.



Рис. 9. Трубка Карстена.

Высота столба воды, равная высоте трубки – 100 мм, соответствует давлению капель дождя при ветре, дующем со скоростью 120 м/с. Это соответствует условиям урагана.



При помощи герметика, подобного пластилину, колокол приклеивают герметично к испытуемой поверхности и в трубку заливают 10 мл дистиллированной воды до нулевой отметки.

После этого начинают отслеживать изменение уровня воды в течение двух часов.

Эффективность гидрофобизации оценивают для конкретного материала.

Для бетона на портландцементе гидрофобизацию считают эффективной, если уровень воды понизится не более чем на 5 делений.

Для керамического кирпича гидрофобизацию считают удовлетворительной, если уровень воды понизится не более чем на 3 деления.

Данная методика позволяет также определить, во сколько раз снизилось водопоглощение для конкретного материала. Для этого необходимо сделать замеры величины падения уровня воды и на негидрофобизированной поверхности и эту величину поделить на значение падения уровня воды на загидрофобизированной поверхности.

## **8. Требования безопасности при работе с гидрофобизаторами**

При выполнении работ по очистке, гидрофобизации строительных конструкций необходимо соблюдать следующие требования:

– СНиП 12-03–2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

– ГОСТ 12.1.004-91\* «Пожарная безопасность»;

– СанПин 2.1.2.729–99 «Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности».

Персонал, занятый на этих работах, должен проходить медицинский осмотр с периодичностью, установленной органами охраны здоровья, и допускаться к работе после прохождения вводного инструктажа по технике безопасности на рабочем месте.

Работы по гидрофобизации необходимо производить в защитной спецодежде, включающей: хлопчатобумажный халат или комбинезон, головной убор, резиновые перчатки на бязевой основе, защитные очки.

При попадании гидрофобизаторов на кожу или в глаза – немедленно промыть обильным количеством воды и обратиться к врачу.

Персонал, выполняющий работы с гидрофобизаторами-растворами в органических растворителях, должен пройти инструктаж о мерах пожарной безопасности и обращении с первичными средствами пожаротушения.

В помещениях, где хранятся и используются эти гидрофобизаторы, строго воспрещается курить, разжигать огонь, производить сварочные и другие работы, при которых возможно образование искр, открытого пламени или раскаленных поверхностей.

В этих помещениях должны находиться огнетушители, асбестовые одеяла и ящики с песком. Должны быть также вывешены на видных местах инструкции по противопожарному режиму, излагающие обязанности персонала по обеспечению пожарной безопасности и правила поведения при возникновении пожара.

Желательно, чтобы стены помещения, опорные конструкции были окрашены интумесцентными красками (так называют краски, образующие вспучивающиеся, защищающие от огня покрытия во время пожара).

## **9. Предприятия – изготовители гидрофобизаторов**

В настоящее время гидрофобизаторы изготавливают уже несколько предприятий, как крупных, так и не очень. Без сомнения, по мере востребованности в этих веществах появятся и новые их изготовители.

### **Московские предприятия – изготовители гидрофобизаторов**

В настоящее время, наверное, самым крупным изготовителем гидрофобизаторов является ПО САЗИ. Это предприятие производит гидрофобизаторы *Типром Д*, *Типром К*, *Типром К Люкс*, *Типром М*, *Типром У*, очистители фасадов от высолов и других загрязнений *Типром ОФ*, *Типром ОЦ*, а также «*Антисептик последнего поколения Типром А*».

Большой ассортимент гидрофобизаторов производит ЗАО «Научно-производственная компания «СОФЭКС». Это предприятие выпускает гидрофобизаторы *ГКЖ-11*, *Софэксил<sup>®</sup> 40*, *Софэксил<sup>®</sup> 40А*, *Софэксил<sup>®</sup> 40К*, *Софэксил<sup>®</sup> 30-04М*, *Софэксил<sup>®</sup> -ЗащитаМ*, *Софэксил<sup>®</sup> 60-70ТИМ*, *Софэксил<sup>®</sup> -Гель*, *Софэксил<sup>®</sup> -Антисоль*.

Крупным изготовителем гидрофобизаторов и очистителей фасадов является ООО «ПЕНТА-91. Это предприятие производит гидрофобизаторы *Пента<sup>®</sup>-811*, *Пента<sup>®</sup>-820*, *Пента<sup>®</sup>-824*, *Пента<sup>®</sup>-831*, и очистители *Пента<sup>®</sup>-860*, *Пента<sup>®</sup>-870*, *Пента<sup>®</sup>-880*.

ООО «МЕГАПРОМ производит гидрофобизатор *Гамбит грунт гидрофоб*.

НПО «СТРИМ» производит гидрофобизаторы *Силор В* и *Силор О*.

Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии производит гидрофобизатор *Фолеокс-1*.

ОАО «Научно-исследовательский институт часовой промышленности производит гидрофобизаторы «*Защитные молекулярные пленки*».

ОАО «АВТОКОН-ИНВЕСТ» производит гидрофобизаторы *Автокон-0,5*.

ООО «БЕРАТЕХ» является производителем *Гидрофобизатора фасадного*.

ООО «ПРОТЕКССТРОЙ» производит гидрофобизаторы *Протекс-гидро* и *Гидрофикс*.

Научно-производственная внедренческая фирма «ТЕТРАКОН» выпускает гидрофобизатор *Аквасил*.

### **Предприятия – производители гидрофобизаторов в Санкт-Петербурге**

НПФ «НЕОПЛЮС» изготавливает гидрофобизаторы *Неогард*, *Неогард-1*, *Неогард дерево-40*.

Компания «СИАК» изготавливает гидрофобизатор *Сиак-Сил*.

ООО «КРИПТОН» изготавливает гидрофобизаторы *Эфрен-1*, *Эфрен-2*, *Эфрен-К марки Б2*, *Эфрен-К марки Н2*, *Эфрен-Т*.

ООО НПФ «ГОЛДТАР» производит гидрофобизатор *Голдтар*.

ООО «НАНОСИНТЕЗ» производит *супергидрофобизаторы*, обеспечивающие «эффект лотоса».

ООО «ГИДРОСИЛ» выпускает гидрофобизатор *Силоксил*.

### **Предприятия-производители гидрофобизаторов в других городах России**

ООО «СИЛАН», г. Данков, Липецкой обл., производит гидрофобизаторы *ГКЖ-11бсп*, *АМСР-3*, *жидкость 141-36*.

ОАО «ХИМПРОМ», г. Новочебоксарск, производит гидрофобизаторы *ГКЖ-11к*, *ГКЖ-11н*, *ГКЖ-11у*.

ООО «ЭЛКОН», г. Новочебоксарск, производит гидрофобизаторы *Элкон*, *Элкон-Т*, *Элкон-Сауна*, *Элкон защита фундаментов*.

ОАО «ОРГТЕХСИНТЕЗ ОКА», г. Дзержинск, Нижегородской обл., производит гидрофобизаторы *Полизам-20*, *Полизам-20 марки А*, *Полизам-0,5*, *гидрофобные составы А60-3* и *А60-3С*.

Научно-исследовательский институт продуктов и реактивов (НИИ «РЕАКТИВ»), г. Уфа, выпускает гидрофобизатор *Гидроизол*.

ООО «ТЕХНОПОЛИС», г. Нижний Новгород, производит гидрофобизатор *Селена 3*.

Научно-исследовательский институт химии растворов РАН, г. Иваново, производит гидрофобизатор *Черфлон*.

### **10. Список литературы**

1. Алентьев, А.А. Кремнийорганические гидрофобизаторы / А.А. Алентьев, И.И. Клетченков, А.А. Пащенко. – Киев : Гостехиздат УССР, 1962. – 145 с.

2. Пащенко, А.А. Гидрофобизация / А.А. Пащенко [и др.]. – Киев : Наукова Думка, 1973. – 239 с.

3. Ласская, Е.А. Кремнийорганические водоотталкивающие покрытия в строительстве / Е.А. Ласская, М.Г. Воронков. – Киев : Будівельник, 1968. – 92 с.
4. Воронков, М.Г. Водоотталкивающие покрытия в строительстве / М.Г. Воронков, Н.В. Шорохов. – Рига : Изд-во АН Латв. ССР, 1963. – 134 с.
5. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков – 2-изд., перераб. и доп. – Москва : Технопроект, 1998. – 768 с.
6. Технические рекомендации на производство работ по очистке, антисептированию и гидрофобизации зданий и сооружений / 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : САЗИ, 2011. – 30 с.

Войтович Владимир Антонович  
Хряпченкова Ирина Николаевна

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ  
Учебно-методическое пособие

Редактор Т.Л. Батаева

Подписано к печати                      Формат 60X90 1/16 Бумага газетная. Печать трафа-  
ретная

Уч. изд. л. 3,0. Усл. печ. л. 3,5 Тираж 100 экз. Заказ №

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.  
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.