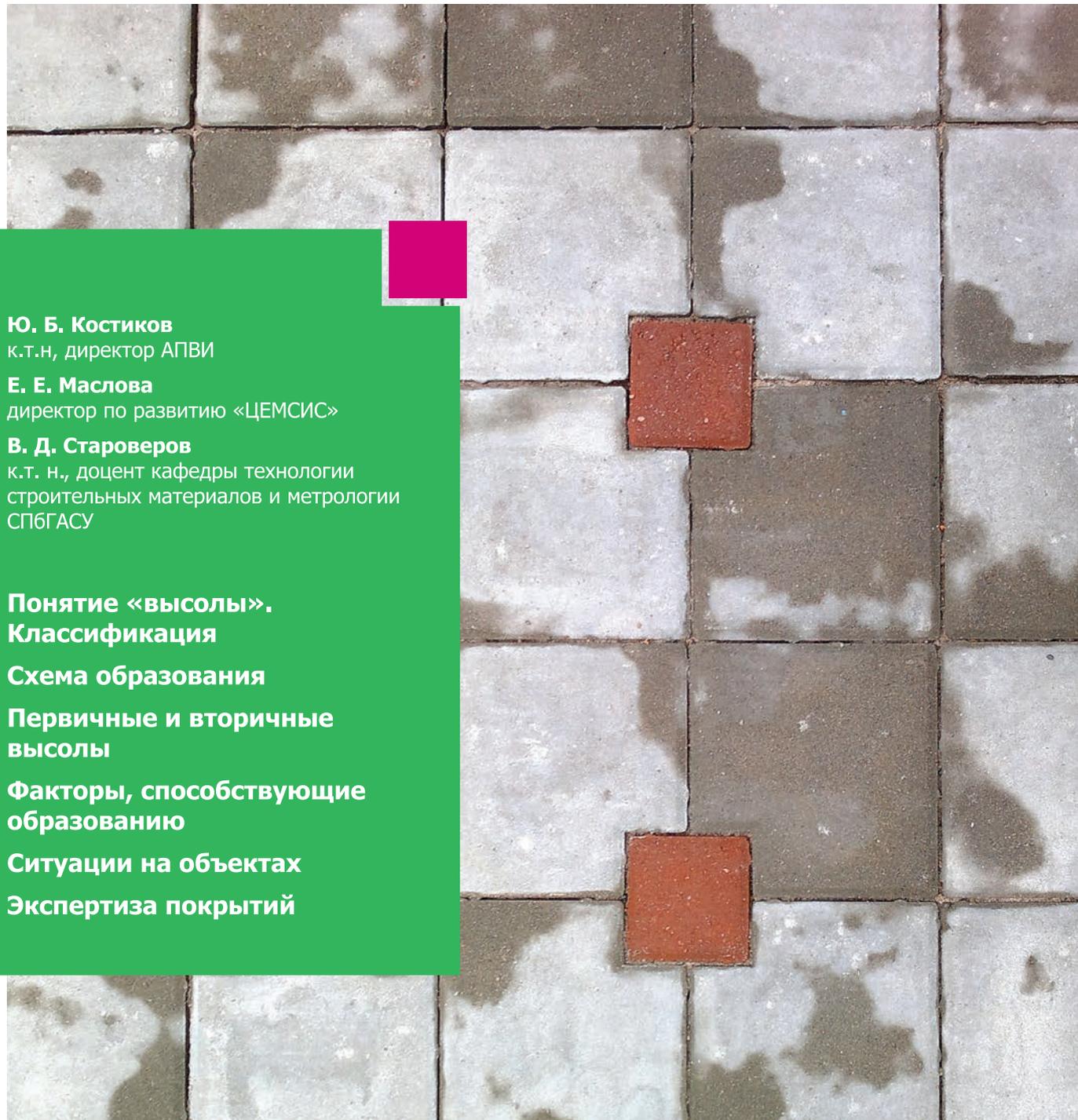


# **ВЫСОЛЫ НА ПОВЕРХНОСТИ БЕТОННЫХ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ**



**Ю. Б. Костиков**  
к.т.н, директор АПВИ

**Е. Е. Маслова**  
директор по развитию «ЦЕМСИС»

**В. Д. Староверов**  
к.т. н., доцент кафедры технологии  
строительных материалов и метрологии  
СПбГАСУ

**Понятие «высолы».**  
**Классификация**

**Схема образования**

**Первичные и вторичные  
высолы**

**Факторы, способствующие  
образованию**

**Ситуации на объектах**

**Экспертиза покрытий**

# Предисловие

На поверхностях вибропрессованных изделий могут возникать высолы – белые налеты. Высолы являются ненормируемым показателем качества дорожного покрытия из камней/плит мощения.

Несмотря на имеющиеся нормативные и методические документы, в которых дается объяснение этому явлению (см. раздел “Рекомендуемая литература”), появление высолов при приемке покрытия или его последующей эксплуатации вызывает проблемы. Иногда, возможны серьезные разногласия между производителем и потребителем изделий.

Производители прилагают много усилий, чтобы минимизировать высолообразование. Но тем не менее, на сегодня, никто не может дать гарантий, что этот процесс не возникнет.

Производитель и заказчик вынуждены решать возникшую ситуацию на объекте самостоятельно, не имея в своем распоряжении какого-либо системного опыта по этому вопросу.

В помощь всем участникам строительного процесса предлагается настоящее пособие, где помимо краткой теории высолообразования, дается описание ситуаций из практики строительства, которыми поделились производители изделий (раздел “Портфолио”).

Причиной образования высолов могут являться материалы входящие в конструкцию основания для мощения. Поэтому очень важно при спорных ситуациях грамотно провести экспертизу с учетом установления всех факторов. Порядок Ассоциация производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).

Директор Юрий Костиков, (812) 953-89-35.

E.mail: kostikovspb@mail.ru.

Сайт: [www.АПВИ.рф](http://www.АПВИ.рф)

Настоящее пособие запрещается полностью или частично воспроизводить, тиражировать и распространять без разрешения Ассоциации производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).

© АПВИ, 2018

# Содержание

Понятие «высолы». Классификация.....	4
Схема образования солевых налетов.....	5
Первичные и вторичные высолы.....	6
Факторы способствующие высолообразованию.....	7
Портфолио.....	11
Объект № 1. Дворовая территория жилого комплекса премиум класса.....	11
Объект № 2. Территория индивидуального частного участка.....	12
Объект № 3. Территория индивидуального частного участка.....	13
Объект № 4. Входная зона в административный корпус.....	14
Проведение экспертизы.....	15
Рекомендуемая литература.....	17
Предупреждение о последствиях нарушения авторских прав.....	18

# Понятие «высолы».

## Классификация

Высолы на вибропрессованных бетонных изделиях: механизмы образования, способы предупреждения и удаления

Под высолом понимают образование на поверхности изделий белых налетов (отложений), представляющих собой химические соединения (соли) в виде кристаллов. Нежелательность образования таких налетов связана, прежде всего, с потерей декоративного вида строительных конструкций. Во многих случаях высолы из-за своей рыхлой структуры могут счищаться с поверхности механически или со временем в процессе эксплуатации происходит их растворение и смывание под действием атмосферных осадков или специальными жидкостями-смывками.

Все строительные изделия и конструкции на основе цементных бетонов в той или иной мере склонны к образованию высолов. Этому есть две причины: первая — химическая природа бетона (цементного камня), в составе которого имеются соединения, отвечающие за такой процесс; вторая — условия эксплуатации изделий, когда наблюдаются миграционные процессы влаги (воды) в структуре изделий. Следует отметить, что в полностью водонасыщенном состоянии на поверхности изделий высолы не формируются, необходим только циклический процесс «увлажнение — высушивание».

Все бетонные изделия, контактирующие с окружающей средой, подвержены процессу высолообразования. В том числе нередки случаи, когда данная проблема встречается на изделиях, изготовленных методом полусухого вибропрессования.

**Наличие высолов на поверхностях бетонных изделий обуславливается сложными физико-химическими процессами, преимущественно зависящими от:**

- состава и структуры бетона, прежде всего, от вида и расхода цемента (его химического и минерального состава), от наличия вредных примесей в заполнителях и воде затворения;
- условий хранения и эксплуатации изделий (без защиты от погодного влияния на открытом воздухе), в том числе от атмосферных и механических воздействий.

**В общем плане высолы можно разделить на две группы химических соединений:**

- карбонатно-кальциевые, которые состоят преимущественно из карбоната кальция, образующегося при выносе на поверхность отвердевшего раствора гидроксида кальция и его карбонизации углекислым газом воздуха. Данный тип высолов в воде практически нерастворим.
- сульфатно-натриевые, которые образуются при выносе на поверхность сульфата натрия и кристаллизации в виде кристаллогидрата сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Этот тип высолов плохо растворяется в холодной воде и хорошо — в горячей.

В действительности, состав высолов более многокомпонентен, на что указывают различные данные по химическому составу. В высолох зачастую встречаются также другие соли кальция, соединения серы, железа, калия и пр.



# Схема образования солевых налетов

Непременным условием появления высолов на поверхности строительных изделий является изменение объема влаги (воды) в материале, только в этом случае запускается механизм растворения соединений, содержащихся в нем, или поглощенных (привнесенных с атмосферными осадками, грунтовой водой и проч.) извне. Так или иначе происходит миграция (движение по поровой системе материала) растворенных веществ с движением на поверхность изделия, где на завершающей стадии происходит их кристаллизация при обезвоживании (испарении избыточной воды), в результате чего и образуются высолы.

Необходимо особо отметить, что колебание влаги (воды) в материале конструкции связаны со следующими процессами:

- часть воды, вносимая для обеспечения протекания химических реакций и формирования прочности искусственного цементного камня, относится к так называемой «технологической» воде, которая обеспечивает необходимую подвижность бетонной смеси и в дальнейшем не связывается, а удаляется из тела бетона (испаряется со временем). Количество воды затворения, как правило, существенно превышает количество воды, необходимое для химических реакций гидратации цемента. Эта избыточная вода является источником увлажнения изделия при его производстве и сохраняется в качестве неизбежной «первичной» влажности до естественного высыхания конструкции;
- в процессе эксплуатации тротуарной плитки происходит постоянное многократное (циклическое) её увлажнение и высыхание, связанное с действием атмосферных осадков, конденсационной влаги из атмосферного воздуха при достижении «точки росы», гигроскопичности солей, присутствующих в материале, а также капиллярного водопоглощения.

В общем виде образование солевых растворов может быть представлено схемой (рис. 1), которая описывает наиболее вероятный путь образования высолов при циклическом увлажнении (водонасыщении) и высушивании (испарении влаги).

Наиболее распространенной причиной появления высолов является растворение основного компонента, содержащегося в цементном бетоне, который называется портландитом (гидроксид кальция,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Его обязательное присутствие в теле бетона обусловлено особым минеральным составом портландцемента. Известно, что объем этого компонента напрямую связан с основными химическими соединениями портландцемента, и, как правило, составляет 15 % от массы цементного камня. Сократить его объем в вибропрессованных изделиях затруднительно, так как необходимо переходить на особые цементы, выпуск которых в России и за рубежом ограничен, а стоимость высока. Также возможно применение особых минеральных добавок, которые химическим путем переводили бы это соединение в малорастворимую форму, но это вызовет значительный рост стоимости изделий. Наиболее предпочтительным вариантом является оптимизация пористости бетона, т.е. повышение плотности при рациональном подборе заполнителей и режимов уплотнения.



Рис.1. Принципиальная схема образования высолов.

# Первичные и вторичные высолы

**По времени появления высолы можно разделить на первичные и вторичные.**

Первичные высолы – это те соединения, которые образовались в процессе формирования структуры и эксплуатационных свойств «свежеприготовленного» бетона, т.е. на ранней стадии.

Вторичные высолы являются результатом развития в бетоне процесса миграции водорастворимых солей в период эксплуатации изделия под действием атмосферных процессов и проникновения растворов солей в бетон извне.

Как отмечалось ранее, в качестве первичных высолов в основном рассматривается гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , образующийся при взаимодействии портландцемента с водой затворения. В воде гидроксид кальция довольно хорошо растворяется, затем образовавшийся водный раствор переносится на поверхность бетона, где происходит образование кристаллов, которые под воздействием углекислого газа  $\text{CO}_2$  атмосферного воздуха переходят в более плотное соединение, представляющее собой карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ , белый поверхностный налёт, которые заполняет и «закупоривает» поры изделия. Данный процесс называется карбонизацией бетона.

Основным источником  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  является портландцемент. К этой же категории высолов можно отнести щелочные высолы, образующиеся при переходе щелочных (наиболее легко растворимых) соединений цемента в водный раствор в порах, который также при выносе на поверхность изделия сопровождается последующей карбонизацией. Щелочи в виде натриевых и калиевых водорастворимых соединений являются характерным компонентом большинства цементов, но их объем минимален и не представляет в настоящее время существенной проблемы.

Вторичные высолы, т.е. образовавшиеся в процессе эксплуатации изделия, могут включать как продукты химического взаимодействия атмосферы с цементным камнем, так и поглощаться камнем в неизменном виде. Цементный камень является щелочной средой, поэтому довольно интенсивно развивается процесс взаимодействия не только с углекислым газом  $\text{CO}_2$ , но и с другими соединениями, присутствующими в атмосфере, прежде всего с сернистым газом  $\text{SO}_2$ .

Также большое количество солевых соединений содержатся в грунтовых водах (сульфаты, хлориды щелочных металлов). За счет капиллярного водопоглощения в тело бетона втягиваются водные растворы, которые затем мигрируют и выносятся на поверхность в виде высолов. Если изделие имеет низкую пористость, что не дает возможности фильтрации водных соединений через тело изделия, то образование высолов возможно наблюдать на боковых поверхностях.

Как правило, наиболее часто грунтовые воды вызывают образование высолов на основе карбонатов натрия (сода), образующихся со значительным увеличением в объеме в виде пушистых белых хлопьев. Также вызывает образование этих соединений водорастворимые щелочи, которые присутствуют в цементе. Зачастую идентифицировать причину образования такого рода налетов затруднительно.

Почти равнозначными щелочам по содержанию в высолах являются минералы из группы портландит-кальцит. Чаще всего высолы содержат либо преимущественно карбонаты щелочей, либо преимущественно  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - $\text{CaCO}_3$ . Источником таких высолов может быть как гидратирующийся портландцемент, так и известь.

В значительно меньших случаях в высолах было обнаружено преимущественное содержание сульфатов щелочей ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ + $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), в том числе кристаллогидратов.

Таким образом, образование высолов является сложным физико-химическим процессом, проявляющимся в зависимости от многих факторов, относящихся: к составу компонентов бетона и, прежде всего, к цементу, составу бетона (содержанию цемента, В/Ц), технологии производства, условиям твердения на ранних стадиях, условиям эксплуатации и др.

# Факторы, способствующие высолуобразованию

Исходя из вышесказанного можно выделить основные факторы, которые приводят к образованию высолов.

## 1. Компоненты бетона и их расход

1.1 Цемент и его расход. Минеральный состав цемента, его химическая природа является провокатором развития такого явления.

Несомненно, можно попытаться перейти на особые виды цемента, минеральный состав которых имеет пониженную склонность к высолообразованию в процессе эксплуатации искусственного камня. То есть при прочих равных условиях цемент должен характеризоваться пониженной способностью к выделению при гидратации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - портландита. Единственный путь уменьшения в цементе содержания алита - основного источника  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при гидратации - в большинстве случаев нерационален, т.к. переход к белитовым цементам неизбежно приведет к существенному снижению активности цемента, к тому же промышленный выпуск «белитовых» цементов ограничен. Рациональным приемом представляется связывание  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при гидратации цемента активной минеральной добавкой. По данным многих исследователей наиболее приемлемой с позиций снижения высолообразования активной добавкой является доменный шлак, хотя могут быть использованы также цементы, содержащие золу от сжигания твердого топлива, микрокремнезем и другие пуццолановые добавки.

Содержание в цементе щелочей, в том числе водорастворимых. В отличие от реального связывания известными добавками, химическое связывание едких щелочей ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) в условиях твердеющего цемента практически невозможно. Обычной практикой применения цементов для получения растворов и бетонов с пониженной склонностью к высолообразованию должно быть ограничение в цементе содержания общих и водорастворимых щелочей, особенно натриевых. Количество щелочей зависит от их содержания в исходных сырьевых материалах для изготовления цемента, а также от температурного режима обжига, при котором получают исходный компонент для цемента – цементный клинкер. При современной технологии производства цемента в составе клинкера всегда содержится разное количество щелочных соединений, причем оксид натрия присутствует почти во всех фазах клинкера. Количество таких соединений жестко нормируется (количество щелочных оксидов в цементе  $\text{R}_2\text{O}$  регламентируется требованиями ГОСТ 55224 «Цементы для транспортного строительства. ТУ» и не должно превышать 0,8%).

1.2 Водорастворимые соединения (соли) могут содержаться не только в цементе, но и в других сырьевых материалах, используемых при производстве тротуарной плитки:

- Вода затворения. Природная вода обычно содержит около 1 грамма на литр растворенных в ней минералов, но это количество может доходить и до 10 г/л,

- Превышение фактического содержания щелочных оксидов в составе заполнителей. Известно, что пески некоторых карьеров Северо-Западного региона содержат в своем составе до 7-10 % щелочных оксидов. В горных породах, используемых при изготовлении крупного заполнителя (щебня), могут встречаться линзы солей, которые в процессе эксплуатации вымываются водой, образуя белый налет. Кроме того, на строительные материалы в процессе хранения на карьерах могут попадать соли, используемые в качестве антиобледенителей (обычно, хлориды кальция, магния и натрия), которые могут глубоко проникать в материалы под действием атмосферных осадков и капиллярного подъема воды (грунтовой и проч.).

## 2. Структура бетона

Структура цементного камня и бетона определяется соотношением твердой и жидкой фаз в цементном тесте и бетонной смеси (водоцементным отношением), качеством и гранулометрическим составом заполнителей, тонкостью помола и видом цемента, характером взаимодействия на границах контактов компонентов бетона. Направленно формируя определенную структуру, можно в широких пределах изменять свойства бетонов и повышать их плотность, что сделает невозможным или затруднительным миграцию влаги и растворенных веществ.

Предотвратить миграцию воды по порам бетонных изделий возможно при сокращении их объема и уменьшении их размера, т.е. путем подбора расхода компонентов бетона можно сформировать такую пористость, при которой снижается объем свободной поровой жидкости, доставляемой в единицу времени на поверхность изделия при сушке.

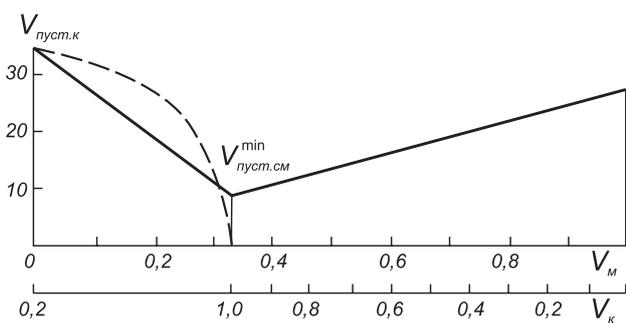


Рис. 2. Классическая кривая гранулометрического состава заполнителя.

Особенно это важно в начальный период твердения бетона, когда капиллярные поры ещё не перекрыты продуктами гидратации цемента. Известными способами регулирования капиллярной пористости является выбор оптимального водоцементного отношения (чем оно меньше, тем лучше), а также применение песков, характеризующихся оптимальным зерновым составом, т.е. обеспечивающих минимальную межзерновую пустотность, которая должна быть заполнена цементным тестом (Рис. 2).

Основным условием является сокращение содержания воды в растворной (бетонной) смеси при обеспечении её заданной технологичности (удобоукладываемости), что достигается путем применения либо специальных способов укладки и уплотнения смесей с низкими значениями В/Ц (вибрирование, прессование, гиперпрессование), либо снижением водоцементного отношения при применении специальных водоредуцирующих добавок.



Рис. 3. Объемная гидрофобизация изделий - поверхностная вода не проникает в камень.

Оба эти пути известны технологам и являются эффективными способами снижения капиллярной пористости и, наряду с вышеперечисленными факторами, относящимися к составу цемента, ответственны за появление высолов. Необходимо отметить, что для уменьшения высолообразования на ранних стадиях твердения бетона целесообразно рассматривать также метод объемной гидрофобизации (Рис. 3).

### 3. Технологические приемы уплотнения и ухода за изделием в начальный период и в процессе хранения

Нарушение технологии прессования приводит к недоуплотнению изделия, вследствие чего его структура имеет повышенную пористость и, как следствие, низкую плотность. Это приводит к ускорению массопереноса продуктов гидратации цемента (гидроксида кальция) из тела на поверхность изделия. Как отмечалось выше, снижение пористости возможно путем подбора режимов уплотнения.

Важным фактором уменьшения высолообразования является оптимизация режима твердения - соблюдение температурно-влажностных условий. Режим твердения должен способствовать достижению максимальной степени гидратации цемента за возможно короткое время и быть при этом мягким (Т в камерах ТВО 35±5 °С, W=95±5%). Карбонизация в период формирования прочности, в том числе и искусственная карбонизация, рассматривается как положительный фактор, однако она эффективна только в том случае, если поры бетона не полностью заполнены водой и отложение карбоната кальция происходит внутри бетона на каком-либо расстоянии от его поверхности, т.е. фронт сушки должен опережать фронт карбонизации. Тем не менее, быстрая сушка может привести к усиленному высолообразованию из-за низкого уровня гидратации цемента. Отрицательным фактором, способствующим высолообразованию, является вероятность появления на свежеприготовленных изделиях конденсата, а также прямое попадание воды, например, дождя или образование конденсата при неблагоприятных условиях хранения изделий. Например, высолы появляются на изделиях, располагающихся в нижних рядах транспортных паллет. Однако необходимо подчеркнуть, что в этом случае с течением времени белый налет исчезнет в процессе эксплуатации.

При хранении готовых изделий на складе, наибольшее количество высолов образуется в местах соприкосновения изделий друг с другом, где вода не испаряется длительное время. Усугубление процесса высолообразования происходит в большей мере внутри паллет с продукцией, хранящейся под защитой стрейч-пленки (Рис. 4). Создается так называемый «парниковый эффект», когда на верхних рядах изделий вода испаряется довольно интенсивно, поэтому образование белого налета в этом случае сведено к минимуму.

Резкий перепад температур в производственном цехе при формовке изделий и в камерах тепловлажностой обработки провоцирует образование белесых налетов на готовом изделии. Также отмечено, что продукция, располагающаяся в камерах ТВО с подветренной стороны (сквозняк, направленное действие циркуляционных вентиляторов, форсунок с теплым воздухом), будет подвержена высолообразованию в большей степени.

Высолы, образовавшиеся на поверхности бетона, могут быть удалены механической чисткой, растворимые высолы (соли щелочных металлов) растворяются впоследствии дождями. Нерастворимые высолы на основе  $\text{CaCO}_3$  со временем под действием карбонизации превращаются в более растворимый бикарбонат  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и постепенно также могут смываться с поверхности. В ряде случаев для предотвращения дальнейшего высолообразования поверхность бетона обрабатывают специальными преобразователями со-



Рис. 4. Усугубление процесса высолообразования внутри паллет с продукцией.

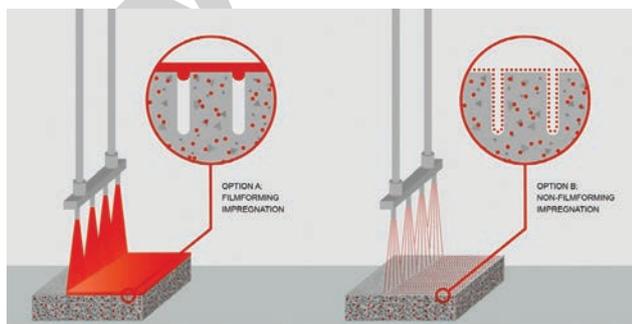


Рис. 5. Пропитка поверхности бетона силиконовыми дисперсиями.

лей, превращающими растворимые соли, содержащиеся на поверхности и вблизи от неё, в менее растворимые. Часто основой таких преобразователей являются кремнефториды (фторсиликаты) Mg, Zn, Al, Pb. Такую обработку называют флюатированием. Известна также защита поверхности бетона от вторичного высолообразования пропиткой силиконовыми или акриловыми дисперсиями (Рис. 5). В последнем случае на поверхности бетона образуется тонкая прозрачная полимерная пленка, предотвращающая вынос карбоната кальция на поверхность. Также набирает популярность обработка облицовочного слоя плитки импрегнирующими средствами, интенсифицирующими цвет и придающими ей оптические свойства.

## 4. Внешние факторы

4.1 Большое количество солей содержится в атмосферных осадках и в грунтовых водах.

Источниками высолов могут быть растворимые соли, поступающие с грунтовыми водами или из материалов (щебни осадочных пород), примыкающих к тротуарному покрытию с монтажной стороны.



**Рис. 6. Появление белых налетов на мощении из-за отсутствия отвода воды с бетонного несущего основания под плиткой.**

В зависимости от загрязненности воздуха осадки (дождь, снег, туман), содержат в себе различное содержание солей. Их количество может составлять:

	Сельские районы	Промышленные зоны
Сульфаты, г/м <sup>2</sup> -год	5-12	12-20
Хлориды, г/м <sup>2</sup> -год	1-15	5-75

4.2 Использование в качестве подстилающего слоя цементно-песчаной смеси с превышением содержания щелочных оксидов в вяжущем.

В этом случае в процессе эксплуатации плиточного покрытия высолы могут проявляться на поверхности, мигрируя по межплиточным швам, нарушая эстетический вид камня. То же относится и к применению цементно-песчаной смеси в качестве материала-заполнителя межплиточных швов. В связи с этим применение цементно-песчаной смеси для данных целей не рекомендовано.

4.3 Отсутствие необходимого уклона (дренажа) для отвода воды при монтаже пирога основания, либо при укладке тротуарной плитки на бетонную подушку. Таким образом, вода застаивается под плиткой, провоцируя высолообразование. В общем случае изменение температурно-влажностного режима эксплуатации, при которых протекает медленное испарение влаги, приводят к появлению белых налетов на поверхности тротуарного камня (Рис. 6).

В завершении необходимо отметить, что локальное образование высолов на поверхности отдельных изделий само по себе не является существенной проблемой, поэтому в действующих нормативных документах (ГОСТ 17608-2017 "Плиты бетонные тротуарные. ТУ" п.4.6.4 и СТО 58357155-001-2018 "Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные. ТУ") такого рода белые налеты не относятся к браку, а представляют собой преимущественно незначительный эстетический дефект, принципиальным образом не оказывая существенного влияния на снижение физико-механических (эксплуатационных) характеристик конструкции.

Другое дело, если в процессе эксплуатации на поверхности изделий повсеместно формируются высолы, в этом случае мы имеем дело с развитием коррозионного (деструктивного) процесса, что крайне опасно.

# ПОРТФОЛИО

<b>Объект № 1:</b>	дворовая территория жилого комплекса премиум класса
<b>Месторасположение:</b>	Санкт-Петербург
<b>Год строительства:</b>	2015 (июль – август)
<b>Заказчик:</b>	Товарищество собственников жилья
<b>Изделия для мощения:</b>	«Экзек» (197x197x80 мм), цвет – серый; квадрат (97x97x80 мм) – цвет красный, площадь мощения около 500 кв. м.

## Описание возникшей ситуации:

В 2015 году была осуществлена поставка камней мощения для благоустройства дворовой территории жилого дома премиум класса. Старое испачканное, еще при строительстве жилого дома, мощение менялось на новое.

Заказчик (в лице управляющего товарищества собственников жилья) выбрал компанию-производителя по положительной рекомендации одного из жильцов.

Как выяснилось позже, продукция пролежала на складе компании-производителя несколько лет. Поэтому, сразу же, при вскрытии упаковки поддонов на камнях проявились высолы. Тем не менее, работы по мощению не были приостановлены Заказчиком. Требование о замене продукции поступило производителю, только тогда, когда часть камней мощения уже была уложена в покрытие и видимо, после жалоб от жителей дома на неприглядный эстетический вид покрытия (Рис. 7).

Рассмотрев обращение заказчика, компанией было принято решение произвести очистку покрытия от высолов.

В течение августа-сентября 2015 года, в местах особенно интенсивного высолообразования, производилась очистка покрытия средствами «Типром» (4 раза) и «DOKER» (2 раза). При имеющихся на покрытии высолах средство «DOKER» показало большую эффективность. При многократной очистке стал обнажаться песок в структуре лицевой поверхности камня, поверхность становилась более матовой.

С наступлением осенне-зимнего периода работы по очистке покрытия от высолов были приостановлены. Часть покрытия осталась необработанной. В период с 2016 по 2017 год обращений и жалоб от заказчика не поступало.

В мае 2018 года по договоренности с заказчиком, т.е практически спустя три года с момента мощения, был осуществлен выезд на объект с целью визуального осмотра состояния покрытия. Высолы на поверхности мощения практически прошли. Участок мощения, где использовались очистители имеет песчаный цвет, в то время как остальное покрытие, где очистители не использовались сохранило первоначальный более серый цвет (Рис. 8, 9).



Рис. 7. Высолы на поверхности мощения (внешний вид покрытия в 2015 году).



**Рис. 8. Вид мощения в 2018 году. На снимке справа, видна часть покрытия, которая обрабатывалась чистящими средствами наиболее интенсивно.**



**Рис. 9. Состояние в 2018 году. Высолы на поверхности мощения отсутствуют.**

**Резюме:**

1. Ошибка менеджеров по продажам производителя: не поинтересовались статусом объекта, не рассказали клиенту о возможном процессе высолообразования (учитывая применение продукции, которая несколько лет пролежала на складе).
2. Ошибка заказчика: работы выполнялись без какой-либо дополнительной консультации со специалистами, которые могли бы порекомендовать более дорогостоящие и статусные материалы для мощения, где бы процессы высолообразования могли быть сведены к минимуму. По существу, самые бюджетные материалы для мощения опять менялись на самые бюджетные.
3. Пример наглядно демонстрирует, что высолы на поверхности изделий проходят в течение одного –трех лет в процессе эксплуатации мощения.

**Объект № 2:** территория индивидуального частного участка

**Месторасположение:** Ленинградская область

**Год строительства:** 2015 год

**Заказчик:** частное лицо

**Изделия для мощения:** камень мощения «Классика» (115x115 мм) коричневого цвета

**Описание возникшей ситуации:**

После осенне-зимнего периода на мощении возникли высолы. Заказчик обратился в суд, который привлек к делу независимую экспертизу для решения вопроса: какова причина выцветания и образования высолов (производственный недостаток, несоблюдение технологии укладки плитки либо эксплуатации)? Производитель обратился в экспертный совет Ассоциации производителей вибропрессованных изделий (АПВИ) для подготовки замечаний на заключение эксперта.

**Резюме:**

1. Экспертный совет АПВИ обратил внимание на ряд принципиальных замечаний в заключении эксперта, касающихся методологии проведения испытаний, оценки их результатов, а также сделанных выводов.
2. В заключении эксперта отсутствовали данные о примененных материалах и конструкции слоев основания под мощение, которые также могли способствовать повышенному высолообразованию на поверхности изделий. В частности, в некоторых местах камень мощения укладывался на цементобетонное основание и фиксировался при помощи клеевого состава.

**Объект № 3:** территория индивидуального частного участка**Месторасположение:** Ленинградская область, Гатчинский район**Год строительства:** 2015**Заказчик:** частное лицо**Изделия для мощения:** камень мощения «Брусчатка» (100x200x60 мм) серого цвета, плитка выполняла роль отмостки загородного дома**Описание возникшей ситуации:**

Проявление вторичных высолов в течение всего периода эксплуатации, несмываемых никакими подручными средствами (Рис. 10). Заказчик обратился к производителю с требованием заменить мощение. Производитель в свою очередь обратился в испытательный центр при архитектурно-строительном университете с просьбой провести исследование причин образования высолов на поверхности представленных образцов тротуарной плитки в соответствии с техническим заданием.

**Резюме:**

По результатам рентгено-фазового анализа было установлено, что минеральный состав высолов представлен минералами кальцитом  $\text{CaCO}_3$  и доломитом  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  (причем последнего на горизонтальной поверхности более 10%). Как правило, механизм формирования доломита (и подобного рода соединений) должен объясняться присутствием избыточного количества растворимых соединений магния. Например, содержание оксида магния ( $\text{MgO}$ ) в портландцементном клинкере не должно быть более 5,0% массы клинкера. В заполнителях Северо-Западного региона (кварцевый песок и гранитный щебень) таких соединений в значимых количествах не встречается.

Образование такого объема высолов с соединениями магния невозможно изнутри. Растворимые соединения магния в таких количествах могли поступить из основания (в случае применения щебня из осадочных горных пород) или с поверхностными водами. Таким образом, основной причиной образования белесых налетов на поверхности камня в данном случае явились доломиты, которые подтягивались из почвы за счет капиллярных и адсорбционных сил.

**Рис. 10.** Вторичные высолы на поверхности мощения.

**Объект № 4:** входная зона в административный корпус на территории морского порта Санкт-Петербург**Месторасположение:** Санкт-Петербург**Год строительства:** 2015**Заказчик:** Морской порт**Изделия для мощения:** камень мощения «Брусчатка» (100x200x40 мм) серого цвета**Описание возникшей ситуации:**

Обильные высолы на поверхности плитки, при смывании специальными средствами через некоторое время покрывается белесыми налетами повторно. Заказчик обратился с рекламацией к производителю.

**Резюме:**

Нарушение правил монтажа на бетонную подушку и отсутствие отвода воды. По результатам экспертного выезда Заказчику были даны следующие рекомендации:

1. При заливке бетонной плиты необходимо соблюдать уклоны для последующего отвода воды. Иначе та влага, которая будет скапливаться на поверхности плиты, при замерзании будет вспучивать тротуарную плитку.
2. При выполнении мощения на залитую ранее бетонную плиту без соблюдения уклонов необходимо просверлить в ней дренажные отверстия диаметром 30-50 мм и засыпать их щебнем.
3. На площадках больших размеров необходимо сделать демпферные швы для предотвращения растрескивания бетона.



**Рис. 10. Вторичные высолы на поверхности мощения.**

# Экспертиза дорожных покрытий с целью определения причин образования высолов

**Цель экспертизы заключается в определении причины образования высолов на поверхности эксплуатируемых изделий.**

Выполнение работ проводят силами специализированных организаций, оснащенных современной приборной базой и имеющих в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов в области строительного материаловедения (как правило отраслевые вузы или аккредитованные в Росаккредитации строительные лаборатории (центры)).

Необходимо обратить внимание, что большинство проблем, связанных с образованием дефектов (в том числе и образованием высолов) эксплуатируемых изделий и конструкций, определяется миграцией (перемещением) воды, поэтому до начала экспертизы необходимо оценить причину водонасыщения (грунтовые воды, технологические воды, атмосферные осадки, остаточная влажность после формования). В некоторых случаях сложность заключается в происхождении процесса периодического водонасыщения изделий в дорожном покрытии, потому что миграция жидкости в минеральных искусственных строительных материалах может быть вызвана различными причинами. Поэтому очень важно определить магистральное направление, по которому жидкость попадает в изделие с последующим испарением. В этой связи проведение только химических анализов без комплексной оценки работы строительной конструкции в целом не даст полноценного ответа.

При проведении комплексной экспертизы целесообразно проводить обследование не только самого изделий, но и инженерной системы в целом. На примере тротуарной плитки исследованию подлежат не только образовавшиеся налеты и сам бетон изделий, но также требуется выполнить исследования всех составляющих дорожного пирога, включая определение уровня грунтовых вод.

В целом комплексная экспертиза представляет собой ряд исследований: химический (элементный, рентгенофазовый) анализ всех слоев дорожной одежды (грунт основания, мелкий заполнитель, крупный заполнитель, межшовный материал и проч.) – в естественном состоянии и их водных вытяжек. В случае наличия грунтовых или иного происхождения вод в зоне капиллярного подсоса тротуарных изделий также необходимо выполнить анализ проб воды.

## Экспертизу целесообразно проводить в следующей последовательности:

### **1. Предварительное (визуальное) обследование.**

На этом этапе осуществляется ознакомление с объектом, его планировочным и конструктивным решением, материалами дорожного покрытия; сбор и анализ проектно-технической документации (при наличии); составление уточненной программы экспертизы. Одновременно с этим составляется карта дефектов (образования высолов) с характером их локализации; оценка внешних условий (отсутствие надлежащего водоотведения, отсутствие гидроизоляции примыкающих к зданию элементов, проседание отдельных участков и проч.). При необходимости, можно провести измерение выявленных дефектов. По результатам визуального осмотра составляется соответствующий акт и выполняется фотофиксация.

## 2. Отбор проб и образцов тротуарной плитки.

После визуального осмотра принимается решение о необходимости выполнения вскрытия дорожного покрытия и отбора в необходимом для экспертизы (лабораторного анализа) объеме.

Под необходимым объемом понимается представительная проба отбираемого материала. На примере высолов отбирается не менее трех проб из наиболее представительной области. Область (или области) устанавливается по рекомендациям проводящих экспертизу специалистов в присутствии заказчика.

Как правило, отбирается не менее трех изделий с каждых 500 кв.м. и проб материалов дорожного пирога (не более 1 кг каждого вида). Образцы маркируются, пробы запечатываются в герметичную упаковку и маркируются.

Составляется акт отбора образцов и проб с указанием места отбора, маркировкой образцов (проб), целью проведения исследования и местом доставки (наименование и адрес испытательной лаборатории (центра)).

## 3. Проведение лабораторных анализов полученных образцов (проб).

Исследование высолов целесообразно проводить по следующей схеме:

1. Определение химической природы, это может дать возможность понять химизм протекающего коррозионного процесса. Установление химической природы возможно различными методами: классические химические методы («мокрая» химия), электронная микроскопия, рентгеновские методы исследований, дифференциально-термический анализ, оптическая микроскопия. Разумеется, использование только одного метода является менее эффективным, чем использование комплекса указанных методов.
2. Проведение микроскопического исследования методами оптической и/или электронной микроскопии с фотофиксацией. В некоторых случаях при правильном отборе проб возможно сделать выводы о глубине и пути протекания коррозионного процесса.
3. Исследований сопутствующих материалов необходимо проводить для уточнения общей картины причин высолообразования.

## 4. Составление заключения или протокола испытаний.

Данная последовательность действий носит рекомендательный характер. Каждый случай обращения к строительной экспертизе – уникален. Есть случаи, когда общий шаблон применим, но в любом случае необходимо руководствоваться здравым смыслом.

Необходимо отметить, что в случае непрекращающегося повсеместного появления высолов в процессе эксплуатации покрытия возможно развитие коррозионного (деструктивного) процесса.

# Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия».
2. СТО 58357155-001-2018 «Камни и плиты мощения бетонные вибропрессованные. Технические условия» ([www.APVI.rf](http://www.APVI.rf), раздел «Документы»).
3. Региональный методический документ по строительству Санкт-Петербурга РМД 32-18-2016 «Рекомендации по применению мощения при устройстве покрытий территорий жилой и общественно-деловой застройки» ([www.APVI.rf](http://www.APVI.rf), раздел «Документы»).
4. «Обработка мощения гидрофобизатором». Журнал «Про мощение», № 5 ([www.APVI.rf](http://www.APVI.rf), раздел «Журнал «Про мощение»»).
5. «Используем гидрофобизаторы для защиты и сохранения мощения». Журнал «Про мощение», № 6 ([www.APVI.rf](http://www.APVI.rf), раздел «Журнал «Про мощение»»).
6. «Тротуарная плитка: как очищать, защищать и ухаживать». Журнал «Про мощение», № 9 ([www.APVI.rf](http://www.APVI.rf), раздел «Журнал «Про мощение»»).

# ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О ПОСЛЕДСТВИЯХ НАРУШЕНИЯ АВТОРСКИХ ПРАВ

Правообладателем текстов, описаний, схем, фотографий и иных материалов, содержащихся в настоящем документе, является Ассоциация производителей вибропрессованных изделий для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).

Перепечатка, копирование и/или использование иным способом текстов, описаний, схем, фотографий и иных материалов, содержащихся в настоящем документе, допускается только при наличии письменного соглашения с правообладателем.

В случае использования третьим лицом текстов, описаний, схем, фотографий и иных материалов, содержащихся в настоящем документе без соответствующего соглашения с правообладателем, правообладатель в порядке, предусмотренном ст.1301 ГК РФ вправе требовать от нарушителя по своему выбору вместо возмещения убытков выплаты компенсации:

- 1) в размере от десяти тысяч рублей до пяти миллионов рублей, определяемом по усмотрению суда исходя из характера нарушения;
- 2) в двукратном размере стоимости контрафактных экземпляров произведения;
- 3) в двукратном размере стоимости права использования произведения, определяемой исходя из цены, которая при сравнимых обстоятельствах обычно взимается за правомерное использование произведения тем способом, который использовал нарушитель.

**Ассоциация производителей вибропрессованных изделий  
для строительства, мощения и благоустройства (АПВИ).  
Сайт: [www.АПВИ.рф](http://www.АПВИ.рф).**

**Контакт:**

**Костиков Юрий Борисович, (812)953-89-35. [Kostikovspb@mail.ru](mailto:Kostikovspb@mail.ru).**

[www.apvi.ru](http://www.apvi.ru)



[www.apvi.pф](http://www.apvi.pф)



[www.lensdet.ru](http://www.lensdet.ru)



[www.siyan.ru](http://www.siyan.ru)



[www.cemsys.ru](http://www.cemsys.ru)



[www.berit.ru](http://www.berit.ru)



[www.stellard.ru](http://www.stellard.ru)



[www.mc-bauchemie.ru](http://www.mc-bauchemie.ru)