

Устройство дренажных систем на автодорожных мостовых сооружениях

*И. Д. Сахарова, В. Ю. Казарян,
ООО «НПП СК МОСТ»*

Отвод воды с проезжей части мостовых сооружений представляет собой сложную задачу, которая до сих пор окончательно не решена.

Исходя из необходимости как можно более быстрого удаления воды с проезжей части в целях обеспечения безопасности движения транспортных средств (исключения аквапланирования) и пешеходов, а также недопущения проникания воды к несущим конструкциям, согласно нормативной документации, проезжей части придают поперечный и продольный уклоны, устанавливают водоотводные трубки для приема и сброса поверхностной воды. Помимо удаления поверхностной воды устройством водоотводных трубок предусматривается и вывод воды, попавшей на уровень гидроизоляции. В воронках водоотводных трубок имеются отверстия, через которые должна уходить вода с уровня гидроизоляции, которую заводят в водоотводную трубку.

Наблюдения за функционированием водоотводных трубок показывают, что даже если на протяжении длительного периода не было дождя, из трубок капает вода. Это подтверждает ее наличие внутри дорожной одежды. Однако отвод внутренней воды через прорези в трубках очень незначителен.

В 80-е гг. прошлого столетия в проектировании мостовых сооружений наметилась тенденция отказа от устройства водоотводных трубок. Поверхностную воду с проезжей части сбрасывали неорганизованно на сторону. Гидроизоляцию заводили на вертикальные поверхности ограждений, цоколей, поднимали под окаймления конструкций деформационных швов.

В результате такого технического решения в конструкциях мостовых сооружений стало возникать много дефектов. При стоке воды через края плит проезжей части их фасадные поверхности подвергались замачиванию и размораживанию.

Застой воды под дорожной одеждой, заземленной, как «в мешке», гидроизоляцией с поднятыми краями, приводил к разрушению покрытия и протечкам воды через гидроизоляцию.

Известно, что при движении автомобиля под насыщенной водой дорожной одеждой создается давление воды, величина которого равна гидравлическому удару.

Ярким примером негативного воздействия заземленной под покрытием воды является ситуация, имевшая место на мосту через р. Сок на автомобильной дороге Куйбышев – Тольятти. На мосту были установлены парпетные ограждения, через прорези в которых был организован сток поверхностной воды. Водоотводные трубки отсутствовали, гидроизоляция образовала «мешок». В первую же весну после сдачи моста в эксплуатацию в покрытии по колеям движения образовались бугры высотой 10 – 15 см. В буграх имелись свищи, из которых при прохождении автомобилей фонтаном били струи воды.

Для выяснения причин этого явления было произведено послойное вскрытие дорожной одежды. Под асфальтобетонным покрытием был обнаружен защитный слой, разрушенный на мелкие куски – по размеру ячейки сетки.

Под защитным слоем была обнаружена отслоившаяся от бетона плиты проезжей части тиоколовая гидроизоляция, разбухшая с 2 до 8 мм.

В образовавшейся вырубке была вода, количество которой через некоторое время увеличилось за счет притока ее с остальной площади моста.

Очевидно, что разрушение конструкции одежды произошло из-за работы ее как на упруго-податливой (водной) подушке, а образование открытой вырубке «притянуло» воду с остальной площади моста.

Этот пример наглядно показал, что под покрытие проникает значительное количество воды и ее необходимо выводить.

Другим примером проникновения значительного количества воды через дорожную одежду может служить ситуация, имевшая место на мосту через р. Дон у г. Калача.

В процессе строительства моста рамно-консольной системы вследствие дефектов монтажа сборных блоков возникла необходимость выправления профиля проезжей части. Для этого применили шлакобетон, который является достаточно пористым материалом.

Вода, проникающая через дорожную одежду, собиралась в толще шлакобетонного выравнивающего слоя, через незаделанные строповочные отверстия в плите проезжей части проникала внутрь коробчатых блоков и стекала к опоре, где на момент обследования образовала слой глубиной 0,6 – 0,7 м. Чтобы ее спустить, в нижней плите блока сформировали отверстие.

Следующим ярчайшим примером, к каким дефектам может приводить проникание воды через дорожную одежду, может служить Автозаводский мост в Москве. Во время его ремонта в 1994 г. на эстакадной части со стороны завода им. Лихачева была выполнена гидроизоляция из материала «филизол» на площади порядка 1000 м². Температура воздуха превышала 30°С.

По прошествии двух дней после завершения работ было обнаружено, что вся гидроизолированная поверхность приняла форму купола со стрелкой до 60 см. Когда вскрыли образовавшийся «купол», обнаружили, что старый выравнивающий слой был выполнен из керамзитобетона. Толщина слоя доходила до 20 см, и он был влажный.

В результате – в слое, закрытом паронепроницаемым черным гидроизоляционным материалом, под действием водяных паров разрушились зерна керамзита и поднялась отслоившаяся часть керамзитобетонного слоя.

По данным зарубежных специалистов паровое давление паров в капиллярах бетона достигает 6 – 7 атм., чем мы и объяснили указанное разрушение.

В 1992 г. при переработке СНиП 2.05.03-84 мы сделали запись о запрещении неорганизованного сброса воды с проезжей части на сторону и восстановили требование об обязательной постановке водоотводных трубок, которые хоть в какой-то мере способствуют выводу воды, проникшей на уровень гидроизоляции.

Приведенные выше наблюдения привели к выводу о необходимости разработки технического решения, обеспечивающего вывод воды из толщи дорожной одежды.

Проблема устройства дренажных систем в конструкции дорожной одежды мостовых сооружений волновала и зарубежных специалистов в 70-80-е гг. прошлого века. Но задача рассматривалась ими несколько в ином аспекте. За рубежом на мостовых сооружениях в дорожных одеждах применяют в большинстве случаев литой асфальтобетон, укладываемый с температурой 200 – 220°С. При укладке литого асфальтобетона с такой температурой влага, защемленная в капиллярах и порах бетона, превращается в пар и приводит к отслоению гидроизоляции и покрытия и их вспучиванию. Поэтому поиски технических решений зарубежных специалистов сводились к созданию паровоздушного дренажа.

В большинстве зарубежных стран дренаж выполняют в виде отдельно установленных трубочек (США, Швеция). В Германии дренажная система включает в себя дренажные трубки и дренажные каналы.

В 1996 г. при реконструкции МКАД мы впервые предложили выполнить дренажную систему на мосту 21-м километра. Она представляла собой систему перекрестных каналов, устраиваемых вдоль моста в местах перелома поперечного профиля проезжей части у ограждений и перед бетонными приливами у деформационных швов. Дренажные каналы расположены в толще защитного слоя и имеют сечение 200×40 мм. Шаг дренажных трубок был принят 3,0 м.

Работы по устройству системы дренажа были выполнены ООО «НПП СК МОСТ». Во время ознакомления с результатами работ начался сильный ливень. Под путепроводом можно было наблюдать работу дренажных трубок. Из трубки, расположенной по оси проезжей части, не было капли, из следующих трубок капала вода, причем количество капель увеличивалось за единицу времени по мере приближения к трубке, установленной в самом низу по уклону (ширина моста 54 м). Из трубки на пересечении продольного и поперечного каналов вода текла сплошной струей, как из-под крана (рис. 1).

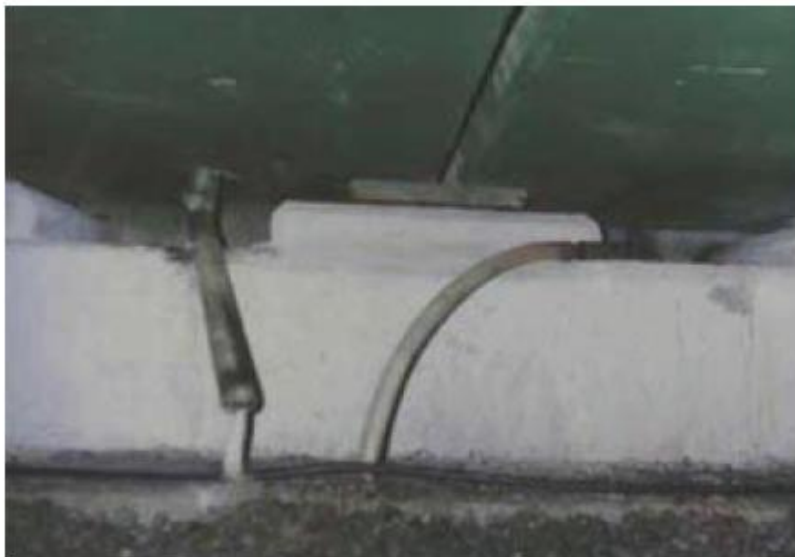


Рис. 1. Работа дренажной трубки во время дождя

Это убедило нас в том, что на уровень гидроизоляции через дорожную одежду попадает значительное количество воды.

На устройство дренажной системы предприятием ООО «НПП СК МОСТ» был получен патент №2205913 «Устройство для удаления влаги из толщи дорожной одежды мостового сооружения». Применение дренажной системы получило применение на мостовых сооружениях II и III очередей строительства МКАД и в настоящее время широко применяется в стране.

Внедрение ее осуществляется на основании «Руководства по устройству дренажа на проезжей части мостовых сооружений» СоюздорНИИ 1997 г. и «Рекомендаций по устройству дренажа на проезжей части мостовых сооружений» ООО «НПП СК МОСТ» 2003 г.

Во всех проектах мостовых сооружений конструкция дренажной системы практически одинаковая. Различия состоят лишь в ширине и высоте канала. Высота определяется толщиной защитного слоя – 40 или 60 мм. Ширину (V_k) принимают от 120 до 400 мм. Диаметр трубок - не менее 30 мм (как правило, 40 мм). В большинстве случаев трубки выполняют из полипропилена.

На рис. 2 показано положение дренажного канала в толще дорожной одежды в зависимости от ее конструкции и типа пролетного строения. На пролетных строениях с железобетонной плитой проезжей части дренажный канал шириной V_k устраивают в толще защитного слоя (рис. 2а), либо в толще нижнего слоя покрытия (рис. 2б) при отсутствии защитного слоя. Аналогично в толще нижнего слоя покрытия выполняют дренажный канал на мостах с ортотропной плитой проезжей части (рис. 2в, рис. 4).

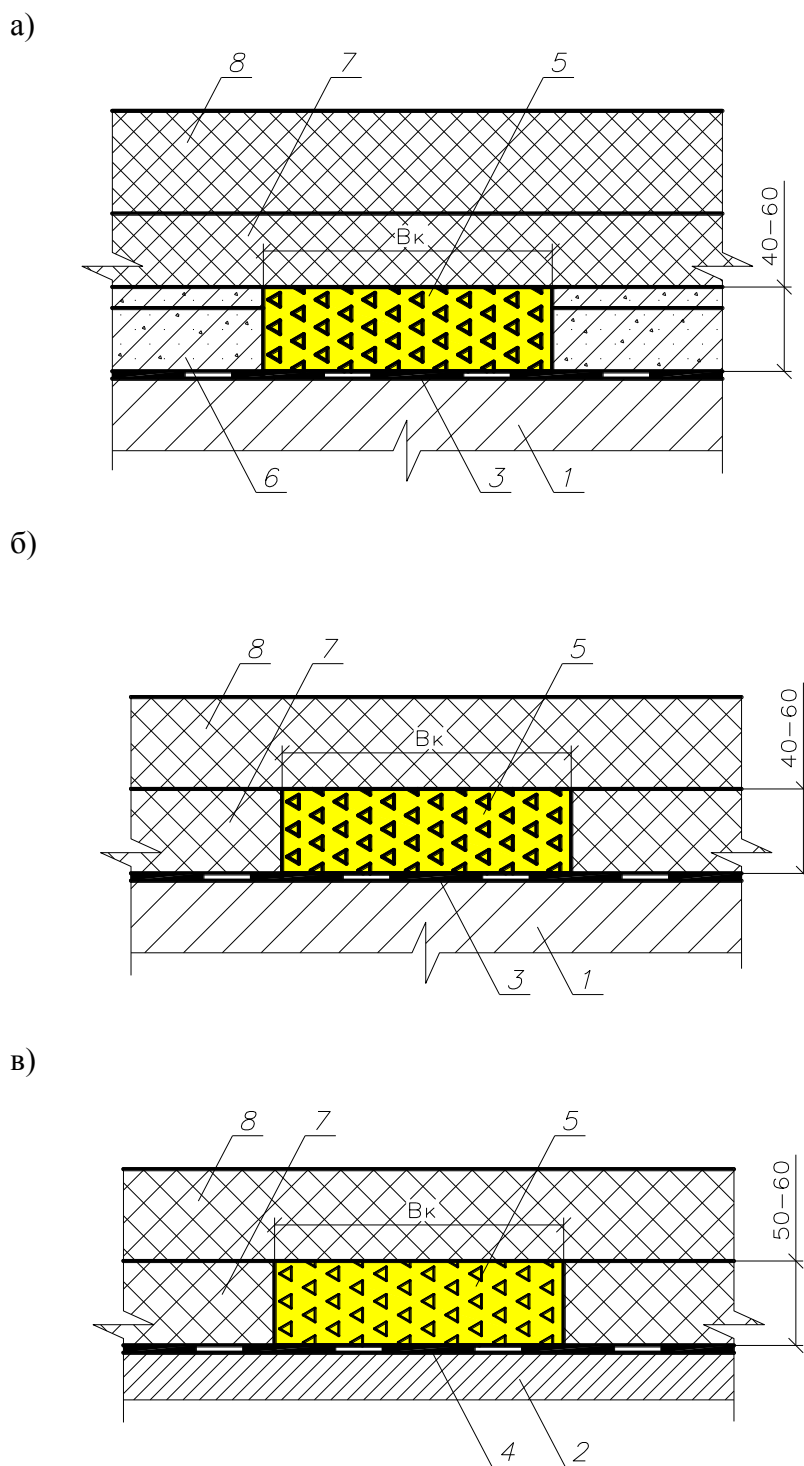
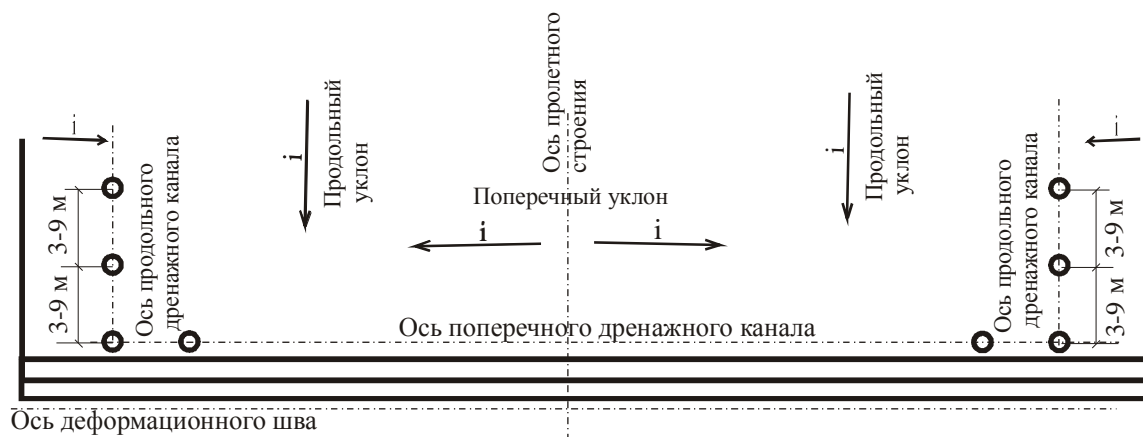


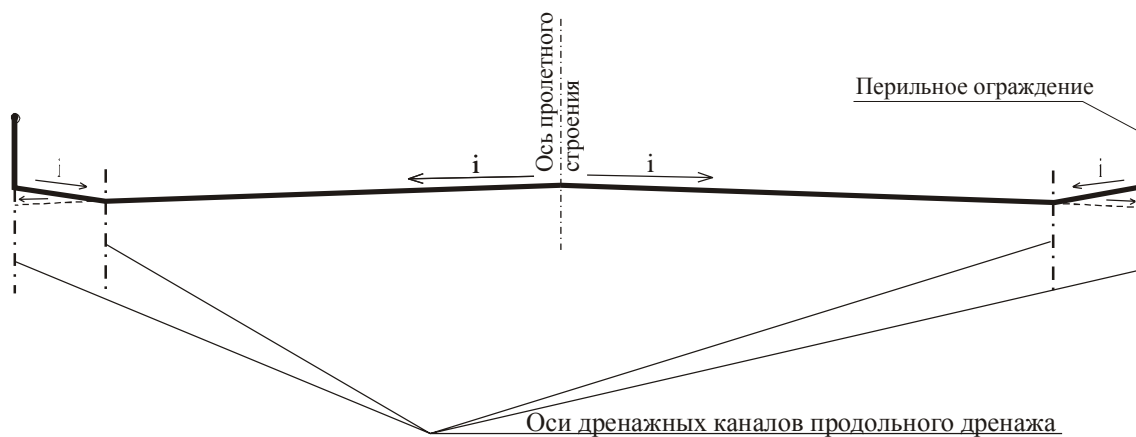
Рис. 2. Расположение дренажного канала в толще дорожной одежды:
 1 – железобетонная плита проезжей части (или выравнивающий слой);
 2 – ортотропная плита; 3 – гидроизоляция; 4 – защитно-сцепляющий слой;
 5 – дренажный канал; 6 – защитный бетонный слой гидроизоляции;
 7 – нижний слой асфальтобетонного покрытия;
 8 – верхний слой асфальтобетонного покрытия.

Схема установки трубок на железобетонной плите приведена на рис. 3.

а) План расположения дренажных каналов и трубок на пролетном строении



б) Поперечный разрез пролетного строения



в) Расположение дренажных трубок у деформационного шва

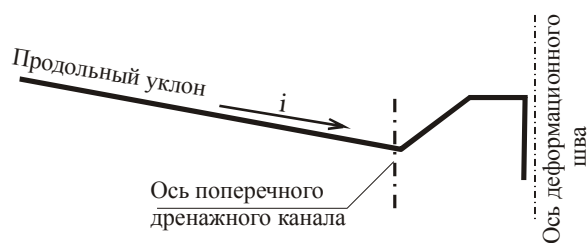


Рис. 3. Принципиальная схема расположения дренажных трубок



Рис. 4. Дренажный канал на пролетном строении с ортотропной плитой проезжей части, выполненный до укладки нижнего слоя покрытия

На большинстве мостовых сооружений в первые годы внедрения дренажные системы были выполнены ООО «НПП СК МОСТ».

Выполнение работ по устройству дренажных систем на мостовых сооружениях преимущественно силами ООО «НПП СК МОСТ» объясняется новизной технического решения, тонкостями процесса выполнения работ.

Практика показала, что установка дренажных трубок при бетонировании плиты проезжей части достаточно сложна из-за необходимости фиксации их точного положения, сложности разопалубливания конструкции, невозможности установить трубку таким образом, чтобы ее верх точно совпал с верхом гидроизоляции и – самое главное – при такой их постановке не обеспечивается водонепроницаемость контакта трубки и бетона. Эти обстоятельства требуют выполнения прецизионных буровых работ и герметизации трубок.

Следующее обстоятельство связано с устройством дренажного канала. Выполнение канала с хорошими дренирующими свойствами требует тщательного соблюдения технологии работ.

Дренажный канал выполняют из композиции, состоящей из щебня и эпоксидного компаунда, скрепляющего отдельные зерна щебня между собой. При этом материал канала должен обладать определенной прочностью и водопроницаемостью.

При разработке патента были проверены многочисленные составы компаунда, фракции щебня и их соотношение.

Оптимальное решение было получено при фракции щебня 10 – 15 мм и соотношении по массе щебня и эпоксидного компаунда 16(18):1.

Эпоксидный компаунд готовят на эпоксидной смоле ЭД-20 (100 мас.ч.), отверждаемой полиэтиленполиамином (10–12 мас.ч.), пластифицируемой дибутилфталатом или фурфуроловым спиртом (10 мас.ч.).

При таком соотношении получены показатели прочности материала на сжатие 4 – 6 МПа, пустотность канала – 50-60%.

При приготовлении композиции важно точное соблюдение весовых соотношений, времени перемешивания, укладки и степени уплотнения.

Опыт эксплуатации мостовых сооружений с дренажными системами показывает, что в подавляющем большинстве они успешно функционируют, дефектов в виде протечек по контактам дренажных трубок нет. Трубки работают и зимой (рис. 5).

При этом потепление приводит к таянию сосулек, а в последующем они периодически нарастают и опадают даже при отрицательных температурах, что свидетельствует о наличии и зимой незамерзшей воды в толще дорожной одежды.

В последние годы большинство строительных организаций отказалось от изготовления дренажных каналов на месте из эпоксидно-щебеночной композиции – их стали выполнять из готовых дренажных брикетов, получивших название «Козинаки»[®], которые производит предприятие ООО «НПП СК МОСТ» (рис. 6).



Рис.5. Работа дренажной трубки зимой Рис. 6. Поставляемые дренажные брикеты

Применение готовых брикетов позволяет в кратчайшие сроки выполнить дренажные каналы. Так 900 п. м. канала на одном из объектов г. Москвы были выполнены в течение одной рабочей смены.

Наблюдения показывают, что при выполнении дренажных систем на мостовых сооружениях в покрытии нет большого количества трещин, как это имело место ранее.

Существенно разнятся по техническому состоянию покрытия на мостовых сооружениях и прилегающих участках дорог после дождя: покрытия на дорогах мокрые, а на мостовом сооружении практически сухие.

Зарубежный опыт свидетельствует и наш подтверждает существенное увеличение долговечности дорожных одежд на мостовых сооружениях при устройстве дренажных систем (до 2 – 2,5 раз).