

Гидроизоляционные системы для мостовых сооружений

И. Д. Сахарова, В. Ю. Казарян, "НПП СК МОСТ"

Мостовые сооружения представляют собой сложные инженерные конструкции, надежность эксплуатации которых зависит не только от их правильного конструирования, но и от соответствия применяемых при строительстве материалов целям обеспечения необходимой долговечности сооружения.

Одной из причин преждевременного выхода сооружений из строя является деструкция бетона и коррозия арматуры плиты и балок пролетных строений из-за неудовлетворительного состояния гидроизоляции.

Гидроизоляцию конструкций мостовых сооружений выполняют на основе требований СНиП 2.05.03-84* "Мосты и трубы" и ВСН 32-81 "Инструкция по устройству гидроизоляции мостов и труб на автомобильных и железных дорогах".

Содержащиеся в этих документах требования к гидроизоляции мостовых сооружений, конструктивно-технологические решения дорожной одежды, материалы гидроизоляции не могут обеспечить надежную защиту железобетонных несущих конструкций от коррозионных повреждений водой, проникающей через дорожную одежду, и растворенными в ней солями.

Технический уровень отечественной промышленности гидроизоляционных материалов двадцатилетней давности не мог дать долговечных материалов с необходимыми физико-механическими характеристиками. Кроме того, указанные документы практически не содержат количественных характеристик свойств гидроизоляционных материалов, а те, которые сформулированы, до последнего времени не могли быть достигнуты.

Эти обстоятельства привели к тому, что мостовые сооружения периода строительства 60 - 85 годов имели многочисленные протечки через плиту проезжей части и многие сооружения требовали проведения неоднократных ремонтных работ или замены пролетных строений. К 1985 г. средний срок службы железобетонных пролетных строений, по данным МАДИ, составлял 33 года.

Технические решения конструкции дорожной одежды, предусмотренные ВСН 32-81, далеко не совершенны, вследствие чего долговечность ее невелика. На протяжении последних 10 - 15 лет Союздорнии внес ряд изменений в нормативные требования по выполнению элементов дорожной одежды.

Содержащиеся в ВСН 32-81 требования по устройству выравнивающего и защитного слоев из цементно-песчаного раствора заменены

требованием выполнения их из плотного мелкозернистого бетона класса не ниже В25 по ГОСТ 26633-91 с маркой по водонепроницаемости W6 по ГОСТ 12730.5-84* и маркой по морозостойкости F300, причем для защитного слоя - при испытании бетона в хлористых солях по ГОСТ 10060-95. Было выдвинуто требование о запрещении применения в конструкции дорожной одежды керамзитобетона.

Сетка рабитца, рекомендованная ВСН 32-81 для армирования защитного слоя гидроизоляции, была заменена сварной сеткой с ячейкой 100x100 мм из арматурной стали класса Вр 1 диаметром 5 мм.

В 60-80 годы основными гидроизоляционными материалами были битумная мастика, армированная стеклотканью, и гидростеклоизол. Часто вместо мастики применяли строительные битумы с температурами хрупкости +5 -- +12оС, которые в самый ответственный момент эксплуатации - осенью и весной, оказывались раздробленными трещинами и пропускали воду; армирующая гидроизоляцию стеклоткань распадается в битуме, таким образом, практически сооружения гидроизоляции не имели. Даже если бы для гидроизоляции применяли мастики, предусмотренные действующим и поныне нормативным документом по гидроизоляции мостов ВСН 32-81, с температурой хрупкости минус 17оС, то и этом случае гидроизолирующие свойства такой мастики в большей части строительных районов России оказались бы недостаточными. Выпускавшийся в 80-е годы отечественной промышленностью гидростеклоизол по тем временам имел показатели, выше которых отечественная промышленность не могла подняться - его температура хрупкости составляла минус 17оС. Но в 90-х годах заводы изменили ТУ на

гидростеклоизол и стали выпускать его с температурой хрупкости для гидроизоляции сооружений 0°С.

Для устройства защитно-сцепляющего слоя в конструкции дорожной одежды на стальных пролетных строениях с 70-х по 90-е годы применяли эпоксидно-дегтевые компаунды, которые обеспечивали защиту металла от коррозии, обеспечивали совместную работу асфальтобетонного покрытия совместно с настилом пролетного строения, что необходимо для долговременной бездефектной работы покрытия. Однако в 90-е годы отечественные заводы прекратили выпуск материалов, необходимых для этих компаундов.

Практически в условиях полного отсутствия гидроизоляционных материалов, пригодных для применения в конструкциях дорожных одежд на мостовых сооружениях, мостовики вынуждены были прибегнуть к закупке гидроизоляционных материалов за рубежом.

В 1995 г. проходила реконструкция Автозаводского моста через р. Москву в г. Москве. Вскрытие его дорожной одежды показало, что гидростеклоизол полностью разрушен и не выполняет гидроизолирующих функций. Предварительно напряженная арматура в плите проезжей части требовала частичной замены и усиления.

Для этого моста Мостотрест Корпорации "Трансстрой" впервые закупил импортный материал для гидроизоляции у американской Корпорации "Грейс".

Рекомендации по его применению разработаны в ФГУП "Союздорнии", а исследования свойств материала выполнены в испытательной лаборатории фирмы ЭТЛ (аттестат аккредитации № 00225 Минстроя России и № 00753 Госстандарта России).

Закупленный материал представляет собой систему самоклеющегося рулонного гидроизоляционного материала "Битутен" (Bituthene - HD) и самоклеющегося рулонного материала защитного слоя "Битушилд" (Bitushield). Гидроизоляционная система "Битутен-Битушилд" производится британской фирмой Servicised Ltd американской Корпорации RW Grace AB Construction Products в соответствии с британским стандартом Roads & Bridges certificate №75/4 "Bitu-thene / Bitushield Bridge Deck Waterproofing Sistem" и предусмотрена для применения Техническим меморандумом Британии BF 27.

В России система Битутен - Битушилд применена на железобетонных мостах: Автозаводском в г. Москве, на путепроводе у ст. Левобережная на МКАД; на металлических: Чернавском в г. Воронеже, 1-й очереди строительства моста через канал им. Москвы вблизи г. Дмитрова.

Материал Битутен имеет высокие показатели физико-механических характеристик: прочность при разрыве образца при 0оС 800Н/50 мм, относительное удлинение 37%, температуру хрупкости минус 30оС, температуру теплостойкости 95оС (у Битушилда температура теплостойкости 150оС), адгезия к бетону при отрыве 0,64 МПа, при сдвиге - в зависимости от температуры 12 - 78 Н.

Система Битутен - Битушилд оказалась надежной, отвечающей требованиям российских нормативных документов, предъявляемым к гидроизоляции. Вслед за этой системой у этой же фирмы был закуплен материал системы Сервидек - Сервипак, которая соответствует Британскому сертификату № 82/20. Она включает в себя холодную гидроизоляционную резинобитумную мастику Сервидек и защитные плиты Сервипак. Система была исследована в Союздорнии, свойства материалов - в упомянутом выше испытательном центре ЭТЛ. Гидроизоляция может выполняться на бетонных поверхностях, имеющих значительно более высокую влажность, чем все прочие виды гидроизоляции (отсутствие капельной влаги). Система Сервидек - Сервипак получила применение и в мировой, и в отечественной практике как на железобетонных, так и на стальных пролетных строениях, причем в отечественной практике преимущественное применение она получила на стальных пролетных строениях (только в 2000 - 2001 гг. на площади порядка 60 тыс. кв. м). Трещиностойкость мастики Сервидек на стержне диаметром 15 мм минус 40оС, теплостойкость 145оС.

Система Сервидек - Сервипак исключительно проста в исполнении, поэтому в крайне сжатые сроки строительства она имеет несомненное преимущество перед всеми другими известными системами гидроизоляции. Однако обе названные системы достаточно дороги, стоимость материалов составляет порядка 23 у.е./кв. м.

Наряду с применением системы Сервидек - Сервипак при строительстве Московской Кольцевой автодороги и 3-го транспортного кольца в г. Москве на стальных пролетных строениях мостовых сооружений в системе дорожной одежды получили применение эпоксидно-полиуретановые

компаунды для устройства защитно - сцепляющего слоя, разработанные швейцарской фирмой "Зика".

Таблица 1

Требования к гидроизоляционным материалам		
Характеристика	Количественный показатель	ГОСТ
Масса вяжущего с наплавленной стороны, кг/м ² - Для материалов, по которым защитный слой выполняют из асфальтобетона, не ниже -	2,0 - 0,3 2,5 ± 0,3	
Материал основы -	Полиэстер	
Толщина полотна, мм, при однослойной укладке материала - Для материалов, по которым защитный слой выполняют из асфальтобетона, не ниже -	4,5 5,0	ГОСТ 2678-94
Разрывная сила при растяжении образца шириной 50 мм в произвольном направлении, Н (кгс), не менее - Для материалов, по которым защитный слой выполняют из асфальтобетона, не ниже -	600 (60) 1000 (100)	ГОСТ 2678-94
Относительное удлинение при разрыве, % не менее -	20	ГОСТ 2678-94
Водонепроницаемость при давлении без признаков проникновения воды в течение 2-х часов, МПа. (кгс/м ²) -	0,1 (1)	ГОСТ 2678-94
Гибкость на холоде на брусе радиусом 10 мм, Отсутствие трещин при температуре, оС, Для 1 климатической зоны (тнхс до минус 20 оС) - Для 2 климатической зоны (тнхс до минус 40 оС) - Для 3 климатической зоны (тнхс ниже минус 40 оС) -	минус 10 минус 15 минус 25	ГОСТ 2678-94
Температура хрупкости по Фраасу, % не менее Для 1 климатической зоны - Для 2 климатической зоны - Для 3 климатической зоны -	минус 17 минус 25 минус 35	ГОСТ 11507-78*
Теплостойкость, оС - При устройстве защитного слоя из асфальтобетона, не менее -	85 130	ГОСТ 11506-73*
Стойкость к статическому продавливанию при (250 ± 2) Н для материалов, по которым защитный слой выполняют из асфальтобетона	водонепроницаем	ГОСТ 2678-94

Конструкции дорожной одежды с применением этих компаундов испытаны в научно-исследовательском институте Отто-Графа в Штутгарте (Германия) и предусмотрены для применения Германским нормативным документом ZTV - Bel - ST - 92. Для применения этой системы на мостовых сооружениях в России ФГУП "Союздорнии" разработало соответствующую инструктивно-технологическую документацию.

Конструкция и технология выполнения дорожной одежды с применением материалов системы "Зика" соответствуют применявшейся в отечественной практике конструкции с эпоксидными компаундами, отвечает требованиям СНиП "Мосты и трубы".

Преимущество этой системы перед отечественной - использование готовых компаундов заводского приготовления. Стоимость конструкции дорожной одежды без асфальтобетонного покрытия составляла первоначально 90 у.е. /кв. м, затем снизилась до 50 у.е./кв. м (в этой цене стоимость работ составляет порядка 10 у.е./кв. м).

Подлинный переворот в области выполнения гидроизоляции произошел в 1995г., когда вступил в строй завод "Изофлекс" в г. Кириши Ленинградской области, который начал производство рулонных наплавленных битумно - полимерных кровельных материалов серии Изопласт.

Впервые материал Изопласт в мостостроении был применен при реконструкции Волоколамского путепровода на Московской кольцевой автомобильной дороге Мостоотрядом № 90 корпорации "Трансстрой" по рекомендациям Союздорнии.

Первый опыт применения показал высокую технологичность выполнения гидроизоляции из Изопласта и несравнимое с ранее применявшимися рулонными материалами качество гидроизоляционного ковра. Однако свойства Изопласта для возможности его применения в мостостроении требовали некоторой корректировки, что по просьбе Союздорнии и выполнил завод "Изофлекс" - температура хрупкости битумно-полимерного вяжущего была понижена до минус 25оС, впоследствии для мостостроения завод стал выпускать материал с песчаной посыпкой, а на пленке нижней поверхности материала, во избежание фальсификации, появился логотип с указанием названия завода и наименования материала.

К этому времени Союздорнии были сформулированы требования к гидроизоляционным рулонным и мастичным материалам (табл. 1).

Для возможности выполнения гидроизоляции в суровых климатических условиях и укладки на гидроизоляцию непосредственно асфальтобетонного покрытия (без бетонного защитного слоя) Союздорнии разработал гидроизоляционный материал Мостопласт, который в 1996 г. освоил производством завод "Изофлекс".

Поскольку экономические условия последних лет в России характеризовались широким использованием бартерных соглашений, ряд регионов страны не имел возможности производить закупку материалов на заводе "Изофлекс", и поэтому Союздорнии разработал широкую гамму рулонных гидроизоляционных материалов с примерно одинаковыми свойствами для производства их разными заводами страны.

Из указанных в табл. 2 материалов наиболее широкое применение получили Изопласт, Мостопласт, Дальмостопласт, Техноэластмост.

Отечественные рулонные гидроизоляционные наплавляемые материалы

Таблица 2

Наименование материала, марка, ТУ	Завод изготовитель	Характеристики материала						
		Толщина, мм	Армирующая ткань	Прочность при разрыве Н/50, мм	Деформативность, %	Температура хрупкости, оС	Теплостойкость, оС, не ниже	Испытание на продавливание
Изопласт ЭКП-5,5 ЭМП-5 ТУ 5774-005-05766480-95	г. Кириши Ленинградской области, з-д "Изофлекс"	5,5 5	Полиэстер	600 600	30 30	-25 -25	120	-
Мостопласт ТУ 5774-025-01393697-99	Завод "Изофлекс"	5,3	Полиэстер	1000	35	-32	130	+
Рубитексмост ТУ 5774-003-00289973-95 с изм. №1	Завод "Оргкровля" г. Рязань	5,0	Полиэстер	735	40	-32	85	-
Дальмостопласт ДМ-2 ДМ-3 ТУ 5774-001-00287898-98	ХКРЗ г. Хабаровск	4,5 5,0	Полиэстер	600 900	30	-25 -32	90 120	+
Атаклонмост Б 25 Б 32 ТУ 5774-002-00287906-99	Завод "Омсккровля" г. Омск		Полиэстер	600	20	-25 -32	85 85	-
Техноэластмост Б С ТУ 5774-004-17925162-2003	Завод "Технофлекс" г. Рязань	5,0 5,2	Полиэстер	600 100	40	-35	100 140	+
Люберитмост ТУ 5774-003-18060333-00	Завод "Люберит" Моск. Обл.	4,5	Полиэстер	600	20	-35	85	-
Бистерол-мост ТУ 5774-004-50646256-02	ООО "Альтея" г. Казань	5,0 4,5	Полиэстер	1000 600	20	-25	85	
Инопластмост Б С ЛИТ ТУ 5774-001-18819798-2006	г. Кириши Лен. обл. Завод "Изофлекс" по заказу ООО "НПП СК МОСТ"	3,5 5,0 5,0	Полиэстер	600 1000 1000	30 40 40	-25 -35 -35	120 150 180	+

В 2006 г. разработаны новые ТУ 5774-001-18819798-2006 "ИНОПЛАСТМОСТ"

Материал Мостопласт находит применение для устройства гидроизоляции на железобетонных пролетных строениях и в качестве защитно-сцепляющего слоя в конструкции дорожной одежды на стальных пролетных строениях мостов.

Из указанных материалов наибольшую долговечность имеет Мостопласт за счет применения в вяжущем в качестве модифицирующей битум добавки - полиолефина Вестопласт производства германской фирмы Хюльс, которая приводит к нестарению битума.



Сравнительные исследования старения материалов, выполненные в ЦНИИ Промзданий, показали, что у Изопласта снижение гибкости составляет 1 - 0,5% год, у Мостопласта - 0% год. В настоящее время разработан новый гидроизоляционный материал для мостов "Инопластмост". Мастичные гидроизоляционные материалы в последние 15 - 20 лет практически не находят применения в мостостроении, что объясняется технологическими причинами и отсутствием материалов с необходимыми свойствами.



Однако в последнее время промышленность страны освоила выпуск мастик, которые могли бы найти применение при устройстве гидроизоляции мостовых сооружений. В 1996 г. при строительстве сооружений тоннельного типа на МКАД были применены мастика Изопласт - полупродукт рулонного материала Изопласт - и мастика Аэропласт на основе уретанового герметика холодного отверждения фирмы "Уретал".

Впервые при устройстве гидроизоляции на вертикальных стенах, засыпаемых землях, по рекомендациям Союздорнии защитные стенки из кладки или листовых асбоцементных плит были заменены: в первом случае - рулонным материалом Изопласт, приклеенным в отдельных точках, во втором - рулонным дренажным материалом фирмы Dorken, что позволило существенно упростить технологический процесс выполнения гидроизоляции.

Известные в настоящее время мастичные материалы, обладая, как правило, необходимыми температурами хрупкости, размягчения, деформативностью, в большинстве нуждаются в доработке адгезионных характеристик для возможности использования их в мостостроении.

В период, когда в стране отсутствовали качественные

гидроизоляционные материалы, получили применение конструкции дорожных одежд с возложением гидроизоляционных функций на выравнивающий слой из особо плотного бетона, что полностью отвечает концепции обеспечения защиты конструкций от коррозии СНиП 2.03.11-85. Конструкция дорожной одежды в этом случае содержит бетонный армированный слой из бетона класса В25 толщиной 80 мм с водонепроницаемостью W8 и морозостойкостью F300 в хлористых солях и двухслойное асфальтобетонное покрытие.

Для получения бетона с указанными свойствами применяют комплексную добавку пластифицирующего и воздухововлекающего действия (СНВ, СДБ, ПАЩ, ЛСТ и др.), водорастворимую полиамидную смолу 89, мылонафт, хлорное железо. В настоящее время имеется значительное количество материалов современного уровня, позволяющих получать бетоны с указанными выше свойствами: микрокремнезем, ЦМИД, бентонитовые глины и др.

Практика эксплуатации мостовых сооружений с указанной конструкцией дорожной одежды при ее выполнении со строгим соблюдением составов бетона и конструктивно-технологических требований - положительна.

К сожалению, нормативный документ ВСН 32-81, безнадежно устаревший, еще не отменен, а другой нормативной базы по вопросу выполнения гидроизоляции мостовых сооружений нет.