



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ

Курс повышения квалификации

«Безопасность строительства и качество устройства мостов, эстакад, путепроводов»

ЛЕКЦИЯ 4

*«Новации в строительных материалах и
конструкциях, используемых при
устройстве мостов, эстакад,
путепроводов»*



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ
ПРИ МИНСТРОЕ РОССИИ



МОНИТОРИНГ
информационно-аналитическая система

Содержание

Лекция 4. Новации в строительных материалах и конструкциях, используемых при устройстве мостов, эстакад, путепроводов	3
Применение модифицированного бетона	3
Шлакощелочные вяжущие и бетоны	7
Гидроизоляционные материалы	9
Сухие смеси	14
Материалы для деформационных швов и монтажных стыков	14
Геоматериалы	17
Инновационные предложения	19
Справочник	21
Видео-файлы	21
Список рекомендуемой литературы	22



Лекция 4. Новации в строительных материалах и конструкциях, используемых при устройстве мостов, эстакад, путепроводов

Применение модифицированного бетона

Одним из основных материалов для строительства мостов является тяжелый бетон. В первую очередь его используют при устройстве фундаментов, тел опор, пролетных строений и т. д. С учетом вида и условий работы той или иной части сооружения наиболее часто в мостовых конструкциях применяют бетоны класса до В40, с морозостойкостью для мостовых конструкций, эксплуатируемых в нормальных климатических условиях, – до F300. На конструкционные тяжелые и мелкозернистые бетоны, применяемые во всех видах строительства, распространяется стандарт ГОСТ 26633-91.

Во время долголетней эксплуатации бетонные и железобетонные мостовые сооружения подвергаются как суровым природным воздействиям окружающей среды, так и интенсивной, возрастающей с течением времени нагрузке. В связи с этим к качеству бетона, определяемому его составом, способами укладки и последующего ухода, предъявляются повышенные требования.

Эти требования к бетону мостовых сооружений могут быть удовлетворены путем применения высококачественных заполнителей и, где это необходимо, высокомарочных и специальных цементов, современных добавок и технологий изготовления конструкций. Кроме того, использование высокомарочных цементов позволяет значительно снизить расход вяжущего в высокопрочных бетонах.

Наиболее эффективным является применение этих бетонов в предварительно напряженных конструкциях. Использование бетонов класса до В80 в таких конструкциях позволяет снизить расход бетона до 40% при общем снижении стоимости строительства до 10%.

Цементный бетон третьего тысячелетия – *модифицированный бетон*.

Основными модификаторами бетонов и растворов служат добавки различной природы. Использование добавок определенного качества и в оптимальном количестве позволяет сознательно управлять процессами структурообразования и создавать высокофункциональные бетоны. Такие искусственные композиты обладают высокой прочностью (более 100 МПа), морозостойкостью (F400 и выше), водонепроницаемостью (W12 и выше), высокой био- и химической стойкостью. Создание высококачественных бетонов и растворов требует высо-

кой культуры производства, как на стадии приготовления бетонных смесей, так и в процессе строительства объектов.

Проблемой разработки и поиском новых видов эффективных добавок занимаются десятки научно-исследовательских институтов во всех странах. Как показала строительная практика, использование добавок позволяет получать ощутимый технико-экономический эффект и повышать долговечность бетонных и железобетонных конструкций и инженерных сооружений, возводимых как из сборного, так и монолитного бетона. Вводимые в небольших количествах – десятых и сотых долей процента от массы цемента – они существенно влияют на химические процессы твердения цемента и бетона, обеспечивая повышение его технологических и улучшение комплекса физико-механических свойств.

Все добавки (природные или искусственные химические продукты) классифицируются по механизму их действия и разделяются на четыре, класса:

- 1-й – добавки, изменяющие растворимость минеральных вяжущих материалов и не вступающие с ними в химические реакции;
- 2-й – добавки, реагирующие с вяжущими с образованием труднорастворимых или мало-диссоциированных комплексных соединений;
- 3-й – добавки – готовые центры кристаллизации;
- 4-й – органические поверхностно-активные вещества (ПАВ), способные к адсорбции на поверхности твердой фазы.

В зависимости от назначения (основного эффекта действия) химические добавки для бетонов по [ГОСТ 24211-2008](#) подразделяются на следующие виды:

1. Регулирующие свойства бетонных смесей:

- пластифицирующие: – I группы (суперпластификаторы), – II группы (сильнопластифицирующие), – III группы (среднепластифицирующие), – IV группы (слабопластифицирующие);
- стабилизирующие;
- водоудерживающие;
- улучшающие перекачиваемость;
- регулирующие сохраняемость бетонных смесей: – замедляющие схватывание, – ускоряющие схватывание;
- поризующие (для легких бетонов): – воздухововлекающие, – пенообразующие, – газообразующие.

2. Регулирующие твердение бетона:

- замедляющие твердение;
- ускоряющие твердение.

3. Повышающие прочность и (или) коррозионную стойкость, морозостойкость бетона и железобетона, снижающие проницаемость бетона:
 - водоредуцирующие I, II, III и IV групп;
 - кольматирующие;
 - воздухововлекающие;
 - газообразующие;
 - повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре (ингибиторы коррозии стали).

4. Придающие бетону специальные свойства:
 - гидрофобизирующие I, II и III групп;
 - противоморозные (обеспечивающие твердение при отрицательных температурах);
 - биоцидные;
 - полимерные.

5. Тонкодисперсные минеральные добавки:
 - неактивные;
 - активные;
 - минеральные пластифицирующие.

6. Комплексные добавки:
 - комплексные химические добавки;
 - органо-минеральные добавки.

Одним из перспективных современных направлений в области получения таких бетонов, в том числе для искусственных сооружений, является применение комплексных добавок, включающих микрокремнезем.

Альтернативные названия микрокремнезема: Кремнеземистая мука (термин, используемый для природного кремнезема); Кремнеземистая пыль (термин, используемый для природного кремнезема); Пары кремнезема; Летучий кремнезем; Кремнезем из электродуговых печей; Пирогенный кремнезем; Конденсированные пары кремнезема.

Микрокремнезем (МК) представляет собой отход производства ферросилиция и содержит до 90% сферического аморфного диоксида кремния. Его удельная поверхность достигает 20 000 м²/кг. Различают наносилику и микросилику с диаметром частиц, соответственно, около

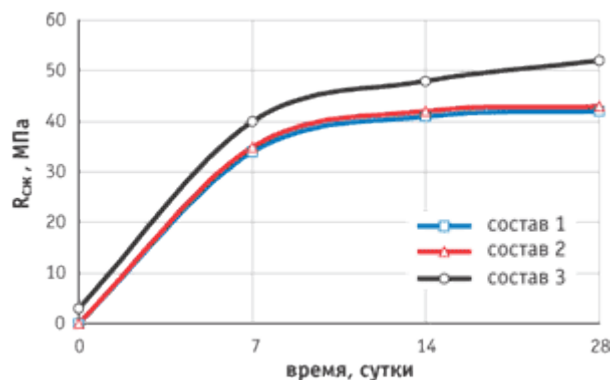


Рис. 2 Влияние температуры твердения на кинетику изменения прочности бетона состав 1 – контрольный состав бетона; $t = +18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; состав 2 – контрольный состав бетона с добавкой микрокремнезема + С-3; $t = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$; состав 3 – бетон с комплексной добавкой микрокремнезема +С-3 + сульфоалюминат Са; $t = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$

0,015 и 0,1 мкм. Для сравнения, зерна цемента имеют средний размер 10 мкм. Как добавка к бетону микрокремнезем впервые был применен в Норвегии при строительстве тоннеля в г. Осло в 1952 г. Сегодня лидерами по его использованию являются Норвегия, Канада, США и Германия.

В этих странах его используют в порошкообразном состоянии, в виде шлама (при этом сам шлам может дополнительно содержать химические добавки) с соотношением микрокремнезем/вода, равным 1:1, и в уплотненном, например таблетированном, состоянии – для совместного размалывания с портландцементом с последующим введением химических добавок.

В России микрокремнезем стал применяться позднее. Чаще его вводят в виде добавки при приготовлении бетонной смеси.

Оптимальным является введение МК совместно с пластификаторами или суперпластификаторами и, в ряде случаев, – с воздухововлекающими добавками. Это связано с тем, что повышенное содержание МК в бетоне отрицательно сказывается на реологических свойствах последнего.

Для получения максимально положительного эффекта при использовании МК необходимы равномерное распределение его частиц в бетоне, оптимальное количество суперпластификатора, правильный подбор состава бетона и параметров перемешивания бетонной смеси.

МК уплотняет структуру бетона, взаимодействуя с гидроксидом кальция, способствует образованию низкоосновных гидросиликатов кальция и позволяет получать бетоны класса до В115, снижать расход вяжущего, уменьшать поперечное сечение элементов, увеличивать срок службы сооружений.

Особенностью механизма гидратации цемента с МК является эффект активации твердения бетона при низких положительных температурах (+5°C) и повышение трещиностойкости (рис. 2 и рис. 3).

Таким образом, благодаря применению МК наряду с высокой прочностью бетон приобретает и такие ценные свойства, как повышенную водонепроницаемость, морозостойкость (при температуре до – 60°C), коррозионную стойкость, ударостойкость и т. д. Обычно процент введения МК составляет от 10 до 30% от массы вяжущего.

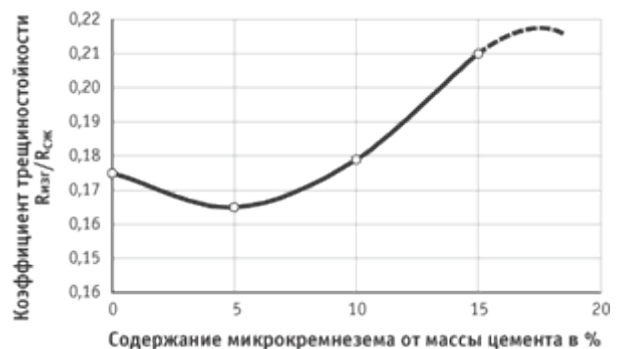


Рис. 3 Влияние количества добавки микрокремнезёма на трещиностойкость бетона (28 суток)

Оценивая зарубежный опыт, необходимо отметить, что комплексные модификаторы на основе МК широко и успешно применяются в мостостроении. Так, в провинциях Квебек и Онтарио (Канада), начиная с 1990 г., построен ряд мостов (среди них в 1995 году – 13-километровый мост, соединивший материковую часть Канады с одним из островов), прочность бетона у которых достигала 75–80 МПа. При этом в полной мере обеспечивались защита от воздействия на конструкции хлоридов и сульфатов и повышенная износостойкость в контакте с водой и льдом.

Бетон с МК находит применение не только при строительстве и ремонте автомобильных дорог и мостов, но и ввиду своей низкой проницаемости – устройстве очистных сооружений, изготовлении труб коллекторов и др.

К бетонам с комплексными модификаторами можно отнести и цементно-полимерные бетоны, которыми кафедра занимается начиная с 60-х годов прошлого века. В частности, в конструкциях дорожных одежд автодорожных мостов в составе модификаторов используют полиаминную смолу №89 с воздухововлекающими, газообразующими (СНВ, СДО, жидкостью 136-41) и тонкомолотыми минеральными добавками. В результате этого прочность в раннем возрасте (3–7 суток) увеличивается на 25–30%, морозостойкость – до F400-600, водонепроницаемость – до W14. Изготовленные с применением этой технологии конструкции находятся в эксплуатации более 30 лет, при полном отсутствии отказов по основным параметрам долговечности.

Шлакощелочные вяжущие и бетоны

Целям повышения эксплуатационных свойств и долговечности искусственных сооружений могут служить и новые вяжущие вещества, такие как, например, разработанные *шлакощелочные вяжущие* (ШЩВ). Сырьем для их изготовления служат размолотые до удельной поверхности портландцемента попутные продукты металлургического производства – шлаки и щелочные компоненты – растворимые стекла, сода, поташ, едкие щелочи, твердые и жидкие щелочные отходы промышленности.

На основе бесцементного шлакощелочного вяжущего могут быть получены бетоны (ШЩБ) с прочностью на сжатие до 140 МПа, морозостойкостью до F1300 (при испытаниях при температу-

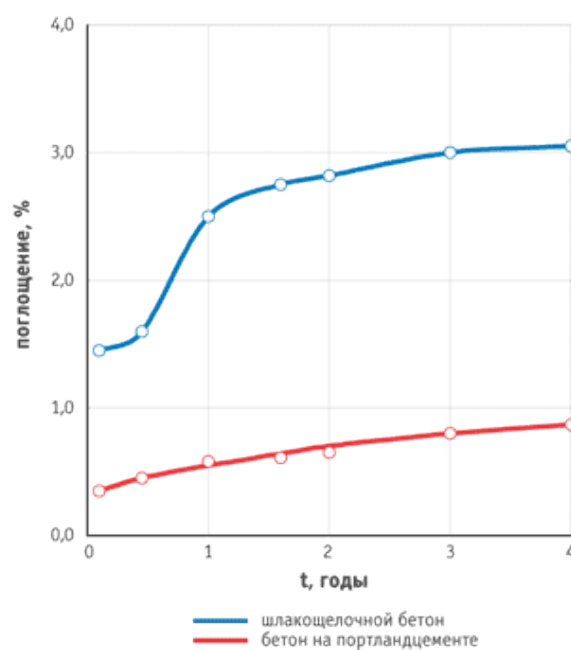


Рис. 4. Кинетика поглощения органонефтяной среды

ре – 200°C) и до F140 (при испытаниях при температуре – 50°C), обладающие высокой коррозионной стойкостью, в том числе в органо-нефтяной среде (рис.4), трещиностойкостью, регулируемой деформативностью, повышенной выносливостью при динамических воздействиях. Это подтверждено исследованиями кафедры и наблюдением за работой опытных конструкций в натуральных условиях в течение 12 лет.

Шлакощелочное вяжущее получают путем совместного помола шлака с соединениями щелочных металлов или затворения молотого шлака растворами этих соединений. В случае совместного помола активность шлакощелочного вяжущего несколько выше, чем у затворенного растворами солей щелочных металлов. Обычно шлак имеет повышенную влажность, поэтому перед помолом необходимо произвести сушку. При сушении недопустим нагрев выше температуры перекристаллизации шлака, иначе он теряет свои гидравлические свойства. После помола удельная поверхность молотого шлака должна составлять не менее 3000-3500 см²/г.

Отличительной особенностью бетонов на основе ШЩВ является возможность применения менее качественного заполнителя с суммарным содержанием пылевидных и глинистых частиц до 25% и возможность снижения температуры тепловлажностной обработки сборных железобетонных конструкций или полный отказ от нее.

Таблица 1. Изменение водонепроницаемости шлакощелочного бетона и бетона на основе портландцемента в зависимости от условий твердения

Вид вяжущего		ЩЩВ	ПЦ
Состав бетона, вид щелочного компонента		1:0,6:2,37 Р.С.М _с = 1,0	1:0, 6:2,37
Р/Ш (В/Ц)		0,4	0,4
Нормально-влажные условия твердения, сутки	28	B19	B9
	180	B20	B10
	360	B21	B12
	540	B25	B12
Водные условия, сутки	28	B20	B12
	180	B24	B14
	360	B28	B15
	540	B30	B18

На основе ШЩВ получены керамзитобетоны, обладающие прочностью 50–55 МПа со средней плотностью 1800–1900 кг/м³ на низкопрочном керамзите, что дает возможность выпуска прочных и более легких мостовых конструкций.

Себестоимость бесцементного ШЩВ по сравнению с традиционным бетоном на основе портландцемента ниже в 1,7–2,9 раза, расход удельного топлива на его производство уменьшается в 3–5 раз, а электроэнергии – в 2 раза.

Таблица 2. Основные характеристики бетонов с демпфирующими свойствами на основе вяжущих разных видов

Показатель, единица измерения	Вид бетона		
	Портландцементный	Шлакощелочной	Алюмосиликатный
Прочность при сжатии, МПа	50–60	100–150	98–105
Прочность при изгибе, МПа	5–6	10–15	7–10
Деформация усадки, мм/м	до 1,0	до 1,0	до 0,5
Логарифмический декремент затухаия	0,02–0,03	0,03–0,04	0,04–0,05
Выносливость, циклы	106	107	(2–10)х107

Создано комбинированное алюмосиликатное вяжущее, содержащее ШЩВ и метаксаолинит. Бетон на его основе обладает повышенными виброгасящими и демпфирующими свойствами за счет образования цеолитоподобных минералов, отличающихся повышенным содержанием воды в порах и выполняющих роль гасителей внутренних напряжений. В таблице 2 приведены основные характеристики бетонов с демпфирующими свойствами в сравнении с традиционным бетоном на основе портландцемента.

Гидроизоляционные материалы

Для повышения долговечности железобетонных мостовых конструкций в ряде случаев необходимо предусматривать их гидроизоляцию. Устройство гидроизоляции предохраняет бетон пролетных строений от проникновения атмосферной воды и, следовательно, разрушения и коррозии арматуры. Гидроизоляция пролетных строений может быть обеспечена несколькими путями:

- устройством выполняющих единственную функцию гидрозащиты нижерасположенных несущих железобетонных конструкций изолирующих слоев;
- устройством совмещающих функции гидроизоляции и дорожной одежды покрытий по поверхности несущей конструкции;
- созданием железобетонных конструкций из материалов, обеспечивающих достаточную долговечность пролетного строения без устройства самостоятельных гидроизолирующих слоев или покрытий.

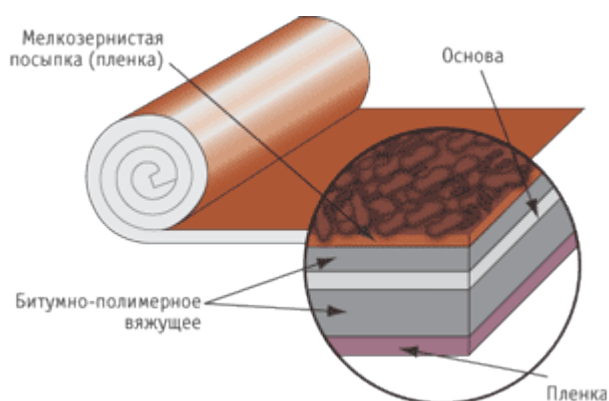


Рис. 5. Устройство битумно-полимерной наплавляемой рулонной гидроизоляции

При первом способе многослойная гидрозащита включает выравнивающий слой, собственно гидроизоляционный ковер и защитный слой, по которому укладывают дорожное покрытие. Для выравнивающего и защитного

слоев применяют бетоны, имеющие В/Ц не выше 0,42, прочность не ниже 30 МПа и морозостойкость не менее F300. Как правило, бетоны готовят с использованием воздухововлекающих и газообразующих добавок типа СНВ, жидкости 136-41 и СДО.

Одно из направлений в решении вопроса гидрозащиты заключается в создании железобетонных конструкций пролетных строений с плитой, состоящей в верхних слоях из материала, стойкого к агрессивным воздействиям окружающей среды, а потому не требующего устройства специальных гидроизоляционных слоев, а в ряде случаев и слоев износа.

На практике проблема сводится к изготовлению двухслойных железобетонных конструкций с плитой проезжей части, изготовляемой в заводских условиях частично или полностью из бетона, обладающего высокими водонепроницаемостью, морозо- и трещиностойкостью, коррозионной и износостойкостью.

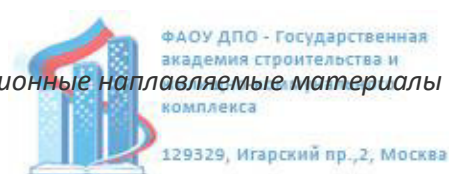
При этом бетон нижней части конструкции совмещают со специальным бетоном верхнего слоя еще на стадии укладки бетонных смесей. Одним из вариантов такого способа защиты является использование дисперсно-армированного полимерцементного бетона с добавкой смолы №С-89.

В мостостроении для получения бетона с гидроизоляционной функцией применяют также комплексную добавку пластифицирующего и воздухововлекающего действия (СНВ, ПАЩ, ЛСТ и т.д.), смолу №89, мылонафт, хлорное железо.

Широкое применение в настоящее время имеют и битумно-полимерные рулонные гидроизоляционные материалы, такие как «Мостопласт», «Изопласт», «Поликров», «Гермокрон», «Изоэласт» и др. Например, «Мостопласт» получают путем двухстороннего нанесения на полиэфирное нетканое волокно битумно-полимерного вяжущего, включающего нефтяной битум, полиолефины, полипропилен и наполнитель.

В качестве защитного покрытия используется мелкозернистая посыпка с лицевой стороны и полиэтиленовая пленка – с другой. «Мостопласт» рекомендуют применять для гидроизоляции мостов и виадуков во всех климатических районах РФ (рис. 5). В таблице 3 приведены основные характеристики современных наплавляемых рулонных гидроизоляционных материалов.

Таблица 3. Отечественные рулонные гидроизоляционные наплавляемые материалы



Наименование материала	Изопласт	Изоэласт	
Толщина, мм	5,5	5	
Армирующая ткань	Полиэстр	Полиэстр	Полиэстр
Прочность при разрыве Н/50 мм	600	600	1000
Деформативность, %	30	32	35
Температура хрупкости, °С	-25	-40	-32
Теплостойкость, °С	н/н 120	н/н 90	н/н 130
Испытание на продавливание	-	-	+

Во многих случаях для гидроизоляции бетона широко применяются хорошо зарекомендовавшие себя материалы типа «Пенетрон». Строителям предлагается широкий выбор: Penetron (США), Vandex (Швейцария), «Акватрон» (Россия) и другие материалы этого типа.

«Пенетрон» применяется для придания водонепроницаемости монолитному бетону и сборным конструкциям. Он предотвращает проникновение воды при давлении, защищает бетон от химикатов, кислот, промышленных, соленых и агрессивных грунтовых вод, карбонатов, хлоридов, сульфатов, нитратов, а также повышает морозостойкость бетона. К добавкам системы «Пенетрон» относятся «Пенетрон», «Пенекрит», «Ватерплаг» («Пенеплаг»), «Пенетрон плюс», «Пенетрон-пневматик».

«Пенекрит» используется для заполнения трещин и отверстий, образующихся после удаления стяжек опалубки монолитных конструкций, а также каверн и идущих от них трещин по растворной части.

«Ватерплаг» («Пенеплаг») – быстротвердеющий состав, способный остановить сильные течи под давлением.

«Пенетрон плюс» является затирочным раствором, применяемым в системе «Пенетрон» для горизонтальных поверхностей и сборного железобетона. Он представляет собой специально подобранную смесь, облегчающую работы при затирке поверхности.



Рис. 6. Механизм действия проникающей гидроизоляции

«Пенетрон-пневматик» является добавкой, используемой при торкретировании.

В общем виде добавки системы «Пенетрон» состоят из специального цемента, кварцевого песка и активирующих добавок. Гидроизоляционный эффект достигается вследствие реакции различных химических компонентов, содержащихся в растворе, со свободным оксидом кальция бетона. При нанесении его на бетонную поверхность, химические добавки под действием осмотического давления глубоко проникают в капилляры бетона (рис. 6). Кристаллизуясь, они блокируют капилляры и трещины, вытесняя влагу.

Процесс протекает как при положительном, так и при отрицательном давлении воды. В случае отсутствия влаги компоненты бездействуют. При ее появлении они автоматически начинают реакцию, и процесс гидроизоляции продолжается вглубь бетона. Рост гидроизоляционных кристаллов отмечался на глубине до 90 см от места их нанесения. Являясь наиболее эффективной гидроизоляционной системой (водонепроницаемость до 1,2 МПа), эти материалы имеют высокую морозостойкость (не менее F300), защищают арматуру от коррозии, воздействия агрессивных сред.

Аналогичной по воздействию на изолируемые материалы системе «Пенетрон» является, например, «Акватрон», обладающий способностью не только глубоко проникать в поры изолируемого материала, но и «бронировать» его в результате образования на поверхности механически и химически прочного слоя.

Таблица 4. Величина давлений при испытании образцов

Материал покрытия	Давление на образцах, МПа, в возрасте			
	Портландцементный	Шлакощелочной	Алюмосиликатный	
	7 сут.	28 сут.	5 мес. с покрытием	5 мес. после снятия покрытия
Penetron (Пенетрон)	0,6	0,8–1,0	4,2	2,5
Vandex (Вандекс)	0,6–0,8	0,6–0,8	1,8–2,7	1,6–2,5
Кальматрон	0,6–0,8	0,8–1,0	2,0–4,2	2,0–2,3
Хугех (Ксайпекс)	0,6–0,8	1,0–1,2	–	–

В таблице 4 приведены результаты испытания на водонепроницаемость образцов, покрытых защитными составами.

Учитывая возможности испытанных защитных составов, наиболее эффективно применение этих материалов для конструкций мостов в качестве:

- воздухопроницаемого покрытия при защите наружных поверхностей бетонных и железобетонных пролетных строений и опор вместо лакокрасочных материалов на основе синтетических смол, препятствующих просушке конструкций, токсичных и легко воспламеняющихся;

- системы защиты и для восстановления монолитности выщелоченного бетона внутренней поверхности балластных корыт при замене гидроизоляции;
- защитного покрытия, повышающего водонепроницаемость и морозостойкость бетона сливов подформенных площадок, оголовков опор, элементов и водопропускных труб;
- защитного покрытия, повышающего стойкость бетона в агрессивных средах.

Оклеечная гидроизоляция представляет собой сплошной водонепроницаемый ковер из рулонных гидроизоляционных материалов, наклеиваемых послойно мастиками на огрунтованную поверхность изолируемой конструкции.

Области применения оклеечной битумной и полимерной гидроизоляции для каждого материала следующие:

- *Изол рулонный* ([ГОСТ 10296-79](#) «Изол. Технические условия») — защита от капиллярной влаги и от напорных вод степ подвалов, подземных сооружений, фундаментов бассейнов и т. п., эксплуатируемых в условиях постоянного и сезонного обводнения, где расчетное раскрытие трещин не превышает 2 мм и не допускается увлажнение ограждающих конструкций.
- *Гидроизол* ([ГОСТ 7415-86](#) «Гидроизол. Технические условия») — гидроизоляция сооружений и конструкций на монолитных основаниях.
- *Фольгоизол* ([ГОСТ 20429-84](#) «Фольгоизол. Технические условия») — гидроизоляция подземных конструкций на деформируемых основаниях с расчетным раскрытием трещин до 2,5 мм, эксплуатируемых в условиях постоянного обводнения, а также соприкасающихся с кислыми средами.
- *Лента гидроизоляционная двухслойная* — защита от грунтовых вод подземных частей зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях сезонного обводнения, в которых расчетное раскрытие трещин не превышает 3 мм.
- *Стеклорубероид* ([ГОСТ 15879-70](#) «Стеклорубероид. Технические условия») — защита конструкций сооружений на монолитных основаниях от капиллярных и безнапорных грунтовых вод в условиях сезонного или периодического обводнения.



Рис. 5. Нанесение оклеечной гидроизоляции



Сухие смеси

Одним из новых направлений в строительном материаловедении являются технологии, основанные на применении сухих модифицированных смесей. Хорошо зарекомендовали себя сухие смеси отечественного производства «Алит», «ЦМИД», «Петромикс» и др. Помимо них на отечественном рынке строительных материалов широко представлена продукция зарубежных фирм. Например, смеси семейства Pagel фирмы Shomburg, которые могут применяться для производства строительных и ремонтных работ при возведении мостовых опор и устройстве конструкций для мостовых швов. Так, раствор с добавкой V1/50 на основе цемента сохраняет текучесть свыше 120 мин., обладает высокими начальной и конечной прочностями при сжатии (в возрасте одних суток – 45 МПа, 28 суток – 101,0 МПа); растяжении при изгибе (в возрасте одних суток – 7,9 МПа, 28 суток – 15,5 МПа), повышенной морозостойкостью, водонепроницаемостью, устойчивостью к маслам и бензину.

Для изготовления износостойчивых бетонных покрытий проезжих частей фирма Shomburg предлагает сухие смеси типа FIBRIDUR. Бетоны на основе этих смесей имеют малую истираемость, повышенную морозостойкость, высокую долговечность.

Материалы для деформационных швов и монтажных стыков

Важной проблемой в мостостроении является устройство *деформационных швов*.

Отраслевой дорожный методический документ 218.2.002-2009 «Методические рекомендации по применению современных материалов в сопряжении дорожной одежды с деформационными швами мостовых сооружений» обращает внимание на важность правильного сопряжения всех слоев дорожной одежды ездового полотна со стальным окаймлением деформационных швов в мостовых сооружениях на автомобильных дорогах.

В настоящее время на автомобильных дорогах России в эксплуатации находится несколько десятков тысяч малых и средних мостов с балочными разрезными железобетонными строениями длиной от 12 до 33 м, продолжается строительство новых. Конструкции таких мостов предусматривают устройство деформационных швов, рассчитанных на малые (± 20 мм) перемещения концов пролетных строений. При таких перемещениях устраивают, как правило, деформационные швы закрытого типа.

Многолетний опыт эксплуатации выявил ряд их недостатков, проявляющихся в быстром разрушении, нарушении околошовной зоны асфальтобетонного покрытия, коррозии железобетонных конструкций пролетных строений и опор – что неминуемо сказывается на безопасности движения автотранспорта.

Существующие отечественные конструкции заполненных швов, например, с резиновыми компенсаторами, также не лишены недостатков.

В последние годы на нашем рынке появились новые композиции для заполнения таких швов: Thorma joint, (Великобритания), Maurer (Германия), «Россербмост» (Сербия), Servideck (Великобритания) и др. Обладая более высокой герметичностью, прочностью и долговечностью, они имеют и более высокую стоимость.

Анализ опыта эксплуатации «заполненных» швов с латунными или резиновыми компенсаторами показал, что наиболее частой причиной их массового разрушения является действие вертикальных нагрузок от колес автотранспорта. Установлено, что наиболее эффективной может быть признана конструкция шва комбинированного типа, включающая перекрывающие элементы по типу плит перекрытых швов и элемента швов заполненного типа, из которых первые воспринимают нагрузку от давления колес автомобилей, вторые – служат для обеспечения герметичности шва.

Недавно запатентован отечественный состав (патент №2169161, 2001 г.) для заполнения деформационных швов, имеющий технические характеристики, не уступающие зарубежным аналогам, и более экономичный. Это достигается за счет применения новых прогрессивных полимербитумных материалов. На рис. 7 представлена конструкция деформационного шва комбинированного типа.

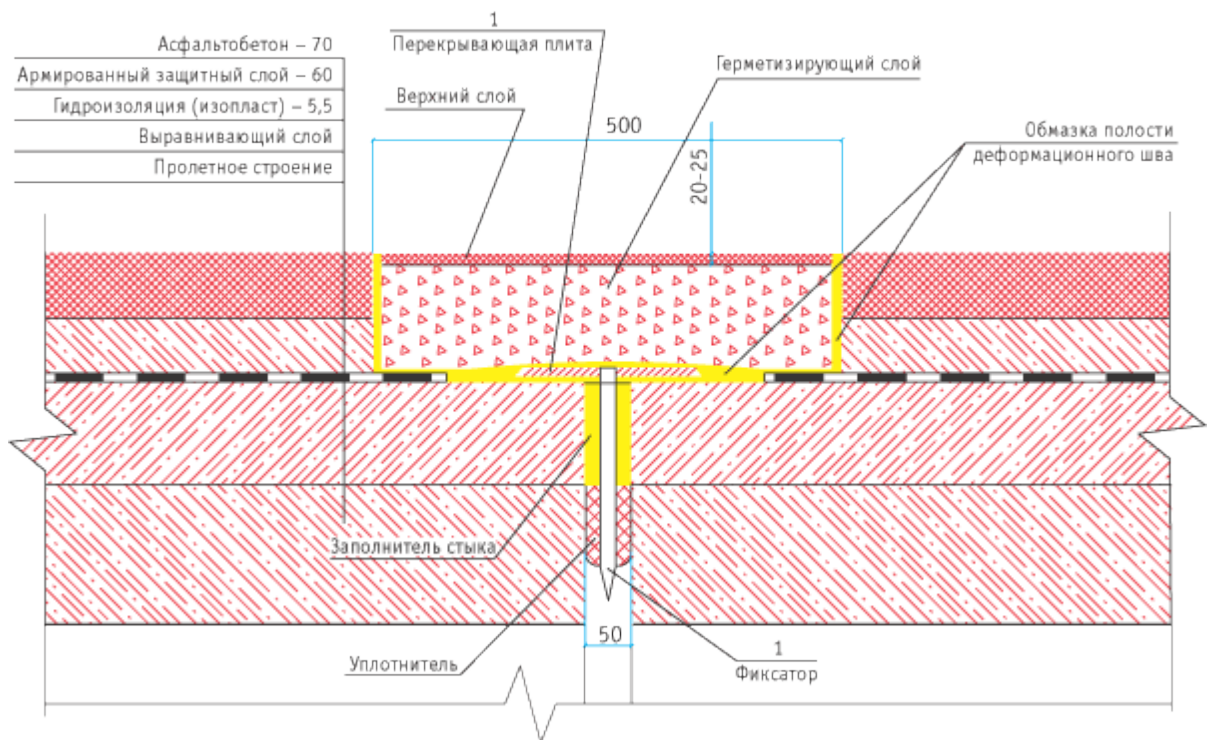


Рис. 7. Конструкция деформационного шва



Композиция для заполнения шва включает нефтяной битум (выполняющий роль матрицы) и пластифицирующий и структурирующий компоненты. В таблице 5 приведены физико-механические характеристики и стоимость композиции в относительных единицах. Данный состав выпускается промышленно в Санкт-Петербурге, и его производство может быть достаточно просто налажено в других регионах страны.

Таблица 5. Характеристики битумно-полимерных композиций в сравнении с аналогом

Состав	1	2	Аналог
Пенетрация, мм/10 (глубина проникания по ГОСТ 11501-78)	63	46	40–70
Температура размягчения К и Ш, °С, см. по ГОСТ 11506-73	89	74	>65
Температура хрупкости, (-) °С, см. по ГОСТ 26589-94	не менее 50	не менее 50	30
Дуктильность (растяжимость) при 25 °С см. по ГОСТ 11503-75	43	23	–
Адгезия к стали, МПа, при t поверхности, 30 °С по ГОСТ 26589-94	1,08	1,1	0,68
Адгезия к стали, МПа, при t поверхности, 100 °С по ГОСТ 26589-94	2	>2	1,12
Адгезия к бетону, МПа	0,3	0,32	–
Характер разрушения	когезионный	когезионный	–
Водопоглощение, % по ГОСТ 14791-79	0,80–1,52	0,99–1,06	–
Относительное удлинение при растяжении, %	не менее 300	не менее 300	–
Стоимость относительной единицы	0,3	0,3	1

Недавно на российском рынке появились эластомерные ленточные профили для швов FM и FMS согласно DIN 7865 с интегрированным центральным шлангом (Dehnfugenband INTEGRAL) фирмы Shomburg. Они применяются в деформационных швах шириной до 80 мм. Для дорожных покрытий без промежуточного пространства предлагается в качестве особой формы деформационного шва только паз для смещений вдоль и поперек шва. Для гидроизоляции шва в этих случаях применяют ленты с центральным шлангом – кожухом Duroject.

Если сооружения возводятся из сборных элементов, их эксплуатационная надежность во многом зависит от качества и проницаемости монтажных стыков. При этом герметизирующие материалы работают в наиболее сложных условиях – силовые воздействия для каждого вида стыков неодинаковы и требуют индивидуального выбора материалов и технологий герметизации.

В таблице 6 приведены сравнительные характеристики основных свойств материала для жестких стыков на основе глиноземистого цемента, гипса и комплексного модификатора, состоящего из смолы №89, ЛСТ и полиэтиленовой эмульсии.

Таблица 6. Основные свойства материала для жестких стыков

Основные свойства	Бетон с добавкой комплексного модификатора	Бетон без добавок
Газопроницаемость (дарси) при давлении 0,5 МПа	$3,5 \times 10^{-3}$	$8,6 \times 10^{-3}$
Газопроницаемость (дарси) при давлении 1,0 МПа	$6,2 \times 10^{-3}$	$12,3 \times 10^{-3}$
Водопроницаемость (дарси) при давлении 0,5 МПа	$2,0 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^{-5}$
Водопроницаемость (дарси) при давлении 1,0 МПа	$2,4 \times 10^{-7}$	$2,8 \times 10^{-5}$
Водонепроницаемость по ГОСТ 12730.5-84	более W12	W4
Морозостойкость по ГОСТ 10060-95	более F200	F200

Для полужестких стыков, к которым предъявляются повышенные требования по деформативности, был предложен состав, содержащий смолу №89, добавку ЛНО-1 и латекс СКС-65ГП. Адгезионная прочность состава при введении добавок возрастает в 7–8 раз, деформативность – в 3–3,5 раза, водонепроницаемость достигает W12, морозостойкость – F300. Промышленное производство смолы №89 освоено в Санкт-Петербурге.

Геоматериалы

Относительно новым направлением в технологии строительства и ремонта мостов является использование *георешеток* и *геотекстиля*. Сегодня накоплен достаточный практический опыт их использования для повышения долговечности и несущей способности основания автомобильных дорог, укрепления конусов мостов, путепроводов, подпорных стенок и др.

Применяемые в науке, технике и производстве термины и определение понятий в области геотекстильных и геотекстилеподобных материалов устанавливает [ГОСТ Р 53225-2008](#).

Эффективность применения георешеток помимо их длительной службы в указанных сооружениях подтверждается проведением штамповых испытаний, в результате которых определялись численные значения модуля деформации конструкций дорожных одежд. Ко-

личество слоев георешеток и их характеристики определяются исходя из конкретных инженерно-геологических условий. В многослойных конструкциях возможна их комбинация с геотекстилем. В России нашли применение георешетки «Прудон», TENAX, геосетки TENSAR и др.

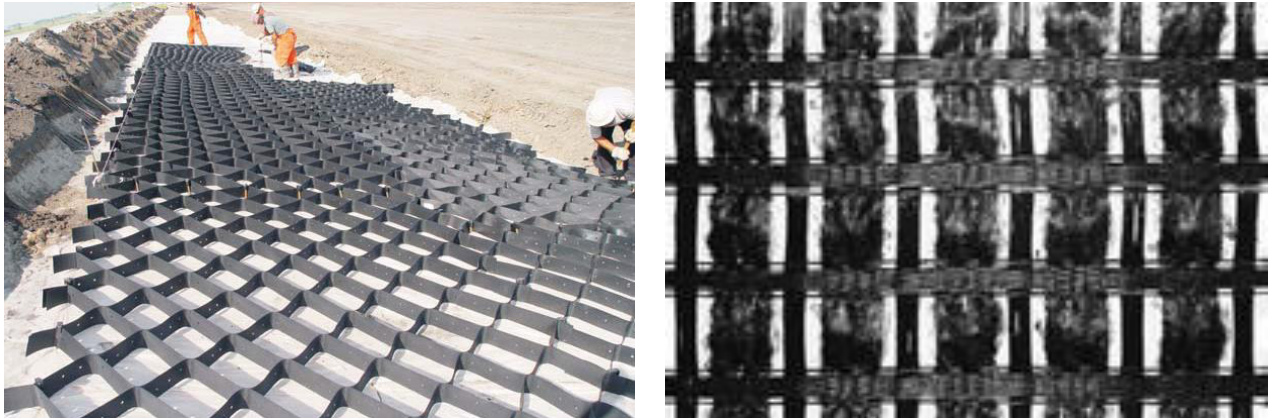


Рис. 8. Георешетка и форма геотекстиля

Георешетки обладают следующими положительными качествами:

- длительным, свыше 100 лет, сроком службы;
- высокой армирующей способностью за счет конструктивных особенностей, улучшающих сцепление с армируемым основанием;
- повышенной прочностью на разрыв и др.

Применение георешеток для объемного армирования земляного полотна конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных материалов дает возможность снизить трудоемкость выполнения работ и сократить сроки строительства. В зависимости от условий строительства применяют однослойные (с горизонтальной прослойкой из геотекстиля) и многослойные георешетки, обеспечивающие равномерное армирование всего массива насыпи. Георешетки, заполненные инертными материалами, позволяют уменьшить толщину дорожной одежды на 30–50% по сравнению с традиционной конструкцией.

С 1995 года наряду с укреплением основания автомобильных дорог подобное решение применяется для укрепления конусов мостов и путепроводов (рис. 8). Эта технология по сравнению с традиционными способами укрепления конусов дает возможность:

- уменьшить расход строительных материалов и снизить транспортные расходы;
- снизить расходы на содержание конструкции укрепления конуса;
- обеспечить долговечность конструкции;
- повысить морозостойкость, в т. ч. при температуре окружающего воздуха до -50°C .

Инновационные предложения

Список

- [Изофлекс](#)
- [АНТЦ «АЛИТ»](#)
- [Петромикс](#)
- [Pagel](#)
- [SCHOMBURG](#)

Изофлекс

[Завод «Изофлекс»](#), входящий в состав ООО «ПО «КИНЕФ» является крупнейшим на территории СНГ производством по выпуску битумно-полимерных рулонных наплавляемых кровельных и гидроизоляционных материалов европейского качества, входит в международную ассоциацию по гидроизоляции, объединяющую крупнейшие фирмы в области производства и применения кровельных и гидроизоляционных материалов.

В ассортимент продуктов завода «Изофлекс» входят рулонные кровельные материалы [«Изопласт»](#), [«Изоэласт»](#), [«Кинепласт»](#), [«Мостопласт»](#).

[↑ К списку](#)

АНТЦ «АЛИТ»

Академический научно-технический центр [«Современные технологии сухих смесей в строительстве «Алит»](#) был образован в 1995 году на базе Петербургского государственного университета путей сообщения на кафедре «Строительных материалов и технологий» при участии Российской академии архитектуры и строительных наук. АНТЦ «Алит» является первым и единственным в России научным специализированным центром по тематике сухих строительных смесей.

Основными направлениями деятельности АНТЦ «Алит» являются разработка и производство сухих смесей, выпускаемых под торговой маркой «Алит». На сегодняшний день Центром разработано и внедрено более 135 видов смесей для гидроизоляционных, ремонтных, монтажных и специальных работ.

[↑ К списку](#)



ФАОУ ДПО - Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса

129329, Игарский пр., 2, Москва

ПЕТРОМИКС

[Компания «ПЕТРОМИКС»](#) является одним из первых производителей сухих строительных смесей в Санкт-Петербурге.

Многолетний опыт производства сухих строительных смесей на различных основах с использованием дисперсионных функциональных добавок всемирно известных компаний Bayer, Wacker, Rhodia, Akzo Nobel, наличие двух лабораторий, оснащенных новейшим оборудованием, современное автоматизированное производство, собственные разработки сухих строительных смесей с учетом рекомендаций специалистов европейских фирм – ведущих производителей строительной химии, создали прочную основу для успешной деятельности компании на рынке строительных материалов.

[↑ К списку](#)

Pagel

С целью модернизации строительных растворов и других специальных строительных смесей фирма [PAGEL SPEZIAL-BETON GmbH & Co. KG](#), находящаяся в городе Эссен, уже более 35 лет занимается исследованиями в данном направлении.

Заливочные системы PAGEL (PAGEL-VERGUSS-SYSTEME) известной маркой V1 и системы ремонта бетона PAGEL (PAGEL-BETON-INSTANDSETZUNGS-SYSTEME) стали признанным по всему миру символом качества.

Широкий ассортимент наших стабильно высококачественных материалов и специальный технический сервис создали предприятию известное имя. Мы поставляем продукцию стабильно высокого качества.

Еще в 1995 году наше предприятие получило сертификат качества EN ISO 9001.

Материалы PAGEL производятся более чем в 10 странах и реализуются нашими филиалами и представительствами более чем в 30 странах мира.

[↑ К списку](#)

SCHOMBURG

Группа компаний [SCHOMBURG](#) (Германия) является на сегодняшний день одним из ведущих производителей строительной химии в Европе. Имея за плечами 70-летний опыт работы, фирма SCHOMBURG успешно продвигает на мировой рынок обширный ассортимент собственных материалов и технологий.

Широкий спектр сухих смесей, добавки для строительных растворов, гидроизоляционные и клеевые композиции, гидрофобизаторы, полимерные системы для полов и химзащиты, гидроизоляция швов предполагают системное решение конкретных строительных проблем с использованием комплекса необходимых материалов.

С 1995 года в России эффективно работает дочернее предприятие-фирма «SCHOMBURG ER-Ltd.». Материалы SCHOMBURG в полном объеме выполняют все обещанные свойства.

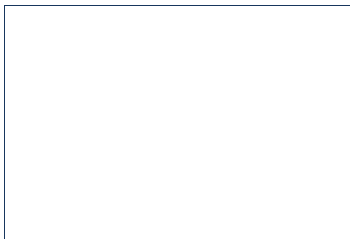
[↑ К списку](#)

Справочник

Медиа-ресурсы

Видео-файлы

Важно. Если вы не можете открыть видео-файлы, установите последнюю версию программы Adobe Acrobat и откройте лекцию снова. Скачайте программу из раздела «Библиотека» вашего кабинета слушателя, либо с [официального сайта Adobe](#).



Почему в России плохие дороги?
FLV, 9,0 МБ



Строительство скоростных дорог в США
FLV, 84,0 МБ



ФАОУ ДПО - Государственная
академия строительства и
жилищно-коммунального
комплекса

129329, Игарский пр., 2, Москва

Список рекомендуемой литературы

Чтобы скачать необходимый документ, нажмите на него. Все документы представлены в формате pdf. Документы находятся на сервере Академии.

1. [ГОСТ 24211-2008](#) «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия»
2. [ГОСТ Р 53225-2008](#) «Материалы геотекстильные. Термины и определения»
3. [ОДМ 218.2.002-2009](#) «Методические рекомендации по применению современных материалов в сопряжении дорожной одежды с деформационными швами мостовых сооружений»
4. [СНиП 3.04.01-87](#) «Изоляционные и отделочные покрытия»
5. [ВСН 214-82](#) «Сборник инструкций по защите от коррозии»
6. [ГОСТ 10296-79](#) «Изол. Технические условия»
7. [ГОСТ 24922-81](#) «Латексы синтетические. Метод определения каучука»
8. [ГОСТ 7415-86](#) «Гидроизол. Технические условия»
9. [ГОСТ 20429-84](#) «Фольгоизол. Технические условия»
10. [ГОСТ 15879-70](#) «Стеклорубероид. Технические условия»
11. [ГОСТ 26633-91](#) «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»
12. [ВСН 42-91](#) «Нормы расхода материалов на строительство и ремонт автомобильных дорог и мостов»
13. [Технические спецификации на виды работ при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений на них](#)
14. [Приказ от 3 июня 1999 г. № 174](#) «О принятии и введении в действие отраслевых дорожных норм ОДН 218.012-99» + ОДН 218.012-99 «Общие технические требования к ограждающим устройствам на мостовых сооружениях, расположенных на магистральных автомобильных дорогах»

