

РАСШИРЯЮЩАЯСЯ БИТУМНО-АКРИЛОВАЯ МАСТИКА

Зуев О.В., Шипилов В.М.
САНИИРИ им. В.Д. Журина

Битумно-полимерные мастики, обеспечивающие водонепроницаемость стыковых соединений при ремонте бетонных конструкций ГТС.

The bitum-polymeric mastics providing water resistance стыковых of connections at repair of concrete designs hydraulic structure

Из общей массы традиционно существующих в практике гидротехнического и гидромелиоративного строительства проблем имеется одна, относящаяся к наиболее существенным и трудно решаемым, но напрямую определяющую эффективность работы мелиоративных систем и даже долговечность строительных элементов и сооружений. Эта проблема связана с надежностью и противофильтрационной эффективностью герметизирующих уплотнений стыковых сопряжений и строительных конструкций.

На сегодняшний день в практике строительного производства имеется огромный арсенал теоретически существующих и экспериментально апробированных композиционных герметизирующих материалов на основе традиционных гидроизоляторов - битумов, а также многие сотни рецептур и составов битумно-полимерных сплавов в сочетании с различными синтетическими смолами и каучуками. Помимо этого для целей герметизации химической промышленностью предлагается огромная масса суперсовременных материалов на основе синтетических эластомерных веществ - каучуков - бутиловых, этиленпропиленовых, полисульфидных, натрий-бутадиеновых, карбоксилатных, фторсилоксановых, фторсодержащих и многих других. Необходимо отметить, что только герметиков на основе полисульфидов имеется более 25 торговых марок.

При аналитическом литературно-патентном обзоре источников были рассмотрены наиболее известные материалы, 43 разновидности герметиков, стоимость которых составляет от 1 до 18 тыс. сум/кг. Интервал пластичности этих материалов составляет от 100 до 360 °С.

При этом многие эластомерные герметики могут сохранять свои основные пластоэластомерные свойства в минусовом диапазоне – 40-70 °С. Прогнозы специалистов по долговечности таких материалов, например, на основе полисульфидов - тиоколов и силоксанов - гарантируются в пределах 20-40 лет, но в практических условиях их физическая надежность может составить не более 1-2 лет за счет потери адгезионного контакта с элементами бетонных покрытий, но при этом сохраняя длительный срок все свои основные свойства. Таким образом, надежность герметизации стыковых сопряжений практически не зависит от долговечности герметика и определяется только адгезией, где надежность сцепления с субстратом определяется множеством факторов, которые невозможно учесть и выполнить в практических условиях строительного производства. Иными словами, использование даже суперсовременных герметизирующих материалов с затратами 18-20 тыс. сум за 1 кг не является гарантией надежности и непроницаемости стыковых сопряжений, основанных на принципах клеевых сопряжений.

Таким образом, суммируя вышеизложенное, можно сделать заключение, что недостатками основных герметизирующих материалов для уплотнений деформационных швов гидротехнических и гидромелиоративных сооружений являются:

- а) высокая стоимость;
- б) слабая надежность по адгезионному контакту;

- в) сложность технологических процессов;
- г) невозможность обеспечения качественных условий процессов производства;
- д) отсутствие кадров – специалистов по герметикам;
- е) необходимость импорта компонентов и затраты валютных резервов.

В отечественной практике строительного производства в РУз при выполнении гидроизоляционных работ в мелиорации сложилась тенденция использования в практических условиях для уплотнения швов чистых битумов строительных марки 90/10. Но, как показывает практика, долговечность таких уплотнений не превышает 1 года, вследствие низкого интервала пластичности, высокой хрупкости, даже при плюсовых значениях температуры и большой радиации КЛТР гидроизолятора и бетона. Наблюдения, проведенные НПО САНИИРИ в 2006 году на Ташкентском водохранилище, Зааминской плотине и канале ЮГК, показали, что к настоящему времени в большинстве случаев наблюдается полное отсутствие элементов уплотнения, что способствует суффозии грунта и образованию пустот под элементами бетонных покрытий, что подтверждается и наблюдениями других организаций.

Наблюдениями отмечено, что, например, на плотине Ташкентского водохранилища на участках с дощатыми сопряжениями частично в целости сохранились уплотнения, обеспечивающие более чем за 40-летний срок эксплуатации надежность герметизации. Эта надежность обеспечивается за счет набухания древесины и расширением её в полостях швов. На других менее благополучных участках наблюдается разгерметизация таких уплотнений и легкая извлекаемость из пазух швов элементов уплотнений.

Учитывая все изложенное, нами была поставлена задача разработки герметизирующих материалов на основе отечественных импортозамещающих ресурсов, обеспечивающих получение композиционных материалов пригодных для проведения ремонтно-восстановительных в водохозяйственном строительстве и обеспечивающих приближенные к современным герметикам показатели.

В процессе лабораторных исследований проводились эксперименты по модификации битума БНД 60/90 акриловыми эмульсиями с введением в углеводородное вяжущее от 40 до 100 мас.частей на 100 мас.частей битума (табл. 1). Как это видно из представленной таблицы с возрастанием данного вида полимерного вещества возрастают показатели основных физико-механических и деформативных характеристик. В исследуемом диапазоне добавок от показателя температуры размягчения битума 47⁰С наблюдается повышение данного показателя на 43⁰С при максимуме введения пластификатора с конечным показателем 90⁰С. С нарастанием доли полимерного вещества растут деформативные и прочностные свойства, обеспечивая характеристики относительного удлинения от 200 до 400 % и прочности от 0,18 до 0,53 МПа.

Возрастает также показатель адгезионной прочности к бетону от 0,2 до 0,47 МПа. Интервал пластичности от исходного показателя 57-60⁰С возрастает в пределах от 79 до 108⁰С. В то же время, с ростом количества добавок наблюдается тенденция снижения коэффициентов стойкости, как по прочности так и по адгезии к бетону при экспозиции в водной среде, что, видимо, объясняется наличием в полимере эмульгирующих веществ. Так в оптимальном варианте при 50 мас.частях пластификатора на 100 мас.частей битума битумно-полимерный сплав обладает температурой размягчения 68-70⁰С относительным удлинением при растяжении 220 %, пределом прочности при растяжении 0,28-0,3 МПа, интервалом пластичности 83⁰С, адгезией к бетону 0,3-0,32 МПа, коэффициентом стойкости в пределах 0,7 и стоимостью 1 кг вещества в пределах 850 сум.

Для повышения характеристик битумно-акриловых сплавов принятого оптимального варианта БА-2 дополнительно в его составы были введены 50 мас.частей кирпичного порошка и от 10 до 20 % глинопорошков (табл. 2). Как это видно из приведенной ниже таблицы, добавки глинопорошков в исследованных рецептурах в

пределах от 10 до 20 % способствуют повышению температуры размягчения по КиШ на 3°C с обеспечением теплостойкости в пределах 80°C .

При этом температура хрупкости для всех модифицированных составов БА-2 составляет -15°C . Величина относительного удлинения во всем диапазоне исследуемых составов может составлять от 120 до 50 %. При этом наблюдается тенденция плавного снижения величины удлинения по мере возрастания доли содержания глинопорошков.

По показателям предела прочности при растяжении и адгезии к бетону наблюдается обратная картина увеличения показателей по мере роста количеств порошков от 0,32 до 0,37 МПа по прочности и от 0,35 до 0,36 МПа по адгезии. Набухаемость в пределах диапазона количеств добавок ПБМБ возрастает от 18 до 40 %. При этом коэффициенты водостойкости по адгезии с ростом количества глинопорошков плавно снижаются от 0,72 до 0,65. Оптимальным можно считать состав БА2-6 с 15 % глинопорошка, обеспечивающим интервал пластичности в пределах 95°C и адгезионную прочность на воздухе 0,36 МПа и 0,25 при экспозиции в водной среде. Стоимость подобной композиции колеблется от 573 до 587 сум/кг. При этом используются все отечественные ресурсы. Использование данных составов возможно в зонах переменного уровня, доступных при осмотрах и возможных ремонтно-восстановительных работах.

Опытная апробация разработанных композиций проводилась на отрезке Центральной ветки ЮГК, представляющий собой участок быстротечного канала со скоростью течения 6 м/с и расходом $168\text{ м}^3/\text{с}$ воды. К каналу подвешена орошаемая площадь более 160 тыс. га. Ввиду этого канал может быть остановлен для проведения ремонтно-восстановительных работ на очень короткий период, сроком на 15-20 суток в период конца ноября и середины декабря. Учитывая, что канал эксплуатируется с 1961 г., противофильтрационные бетонные покрытия сильно изношены, полностью отсутствуют элементы уплотнений. При ежегодных ремонтных работах производится агатовое восстановление бетонных облицовок с расходами бетона в объеме $500\text{--}1000\text{ м}^3$ и выполняется герметизация стыков чистыми битумами строительных марок типа БН. При этом предпочтение отдается тугоплавким битумам БН 90/10 ГОСТ 6617-76, что объясняется простотой доставки и легкостью дробления.

При подготовке битума на канале он нагревается до температуры $220\text{--}270^{\circ}\text{C}$ и при заливке швов, учитывая высокую текучесть, образуется фрагментарность участков изоляций с концентрацией материала у придонных зон, что приводит к образованию дефектных зон. Учитывая высокую хрупкость материала, отсутствие пласто-эластичных свойств, огромную разность КЛТР бетона и заполнений шва и огромные суммарные напряжения при резких перепадах зимних температур, такие заполнения за очень короткий промежуток разрушаются в течение очень короткого времени, от 3 до 6 месяцев.

Таблица 1

Влияние добавок акриловых эмульсий на основные физико-механические, эксплуатационно-технические и техникоэкономические характеристики битумно-полимерных сплавов

№ пп	Шифр состава	Битум БНД 60/90, масс.ч.	Акриловая эмульсия, масс.ч.	Температу ра размягчен ия, °С	Температу ра хрупкости, °С	Относитель ное удлинение при растяжении , %	Предел прочности при растяжении , МПа	Адгезия к бетону , МПа	Коэффицие нт водостойкос ти по адгезии, МПа	Интерв ал пласти чности, °С	Ориентиро вочная стоимость сплава, сум/кг
1	БА1	100	40	64	-15	200	0,18-0,21	0,2-0,25	0,7-0,72	79	753
2	БА2	100	50	68	-15	220	0,28	0,3-0,32	0,69-0,7	83	850
3	БА3	100	60	72	-16	230	0,37	0,37-0,4	0,65-0,7	88	935
4	БА4	100	70	76	-16	250	0,42	0,4-0,42	0,62-0,68	92	1008
5	БА5	100	80	80	-17	280	0,48	0,4-0,42	0,59-0,61	97	1075
6	БА6	100	90	83	-17	300	0,51	0,4-0,44	0,57-0,6	100	1134
7	БА7	100	100	90	-18	400	0,53	0,47	0,49-0,56	108	1187

Таблица 2

Влияние добавок наполнителей и модифицированных глинопорошков марок ПБМБ на основные физико-механические, эксплуатационно-технические и техникоэкономические характеристики битумно-акриловых сплавов в качестве расширяющихся герметизирующих композиций стыковых сопряжений бетонных покрытий

№ пп	Шифр базового состава	Добавка кирпичного порошка 50 мас.ч.+ глино- порошок, %	Темпера тура размягчен ия, °С	Темпера тура хрупкости, °С	Относител ьное удлинение при растяжени и, %	Предел прочности при растяжени и, МПа	Адгезия к бетону, МПа	Расширен ие в водной среде, %	Коэффицие нт водостойкос ти по адгезии, МПа	Интерв ал плстич ности, °С	Ориентиро вочная Себестоим ость сплава, сум/кг
1	БА2	10	77	-15	100-120	0,32	0,35	18	0,72	92	587
2	БА2	11	78	-15	100	0,33	0,35	20	0,72	93	588
3	БА2	12	78	-15	95-100	0,33	0,37	20	0,70	93	580
4	БА2	13	79	-15	90-95	0,35	0,36	23	0,7	94	576
5	БА2	14	79	-15	80-90	0,36	0,36	23	0,7	94	572
6	БА2	15	80	-15	60-70	0,37	0,36	25	0,7	95	573
7	БА2	20	80	-15	50	0,37	0,36	35-40	0,65	95	573

Взамен применяемых на ЮГК элементов уплотнения НПО САНИИРИ на базе разработок отдела СМ предложил мастичные композиционные материалы, обладающие физико-механическими и эксплуатационно-техническими свойствами в сопоставлении с применяющимися управлением ЮГК (см. табл. 3)

Таблица 3

Характеристики материалов уплотнений швов

Вид материала	Температура размягчения по КиШ 0С	Теплостойкость под углом 45 0С	Глубина проникновения иглы ОП	Растяжимость см, %	Хрупкость при температуре 0С	Адгезия к бетону МПа
Битум 90/10	90-110	70	5-20	0	+10+15	0,2-0,22
Битум 70/30	70	40-45	21-40	3-15	-1+2	0,25-0,3
Мастика битумно-базальтовая расширяющаяся	90-110	90-100	30-50	5-20	-5-10	0,3-0,32
Битумно-акриловая (САНИИРИ)	90-100	75-80	50-80	150-300	-12-17	0,37-0,4

Разработанные герметизирующие композиционные материалы, с использованием в основном отечественных компонентов, обеспечивают стоимостные показатели уплотнения в пределах 1200-3000 сум/м пог., что в целом предопределяет исключение затрат валютных резервов и обеспечивает экономический эффект по сравнению с базовыми рекомендуемыми нормативными вариантами в сумме от 1 до 3 тыс. сум пог. м.

Опытно-экспериментальное внедрение разработок осуществлено на канале ЮГК, по завершению работ общий показатель эффективности составит не менее 53 млн. сум.

Разработанные составы расширяющихся герметиков конкурентоспособны и патентоспособны, что позволило исполнителям работ подать заявку на изобретение по герметизирующей композиции для уплотнения деформационных швов в надводных и подводных частях гидротехнических сооружений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. - Л.: Стройиздат, 1981. – 32 с.
2. Крейцер Г.Д. Гидроизоляция сооружений и зданий. - М.: Стройиздат, 1981. – 103 с.