

Селицкая Н.В., канд. техн. наук, доц.,
Духовный Г.С., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЭМУЛЬСИОННОЙ МАСТИКИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

khoruzhaya@front.ru

В условиях рыночных отношений одним из критериев успешного функционирования отрасли транспортного строительства является получение доброкачественного результата строительства, что достигается при осуществлении постоянного и непрерывного контроля качества производства работ. Это актуализирует проблему создания мониторинга технологических процессов, которая возникает еще на стадии проектирования и инвестирования строительных работ. Объясняется это тем, что затраты связанные с устранением брака, обнаруженного в ходе эксплуатации, зачастую значительно превышают затраты на возведение объекта, что является недопустимым. Особенно важным является фактор сохранения прочности и долговечности сооружений вообще, а транспортных – в особенности. Это зависит от качества гидроизоляции ничуть не в меньшей степени, чем от качества несущих конструкций, потому что нет у транспортных сооружений более опасного врага, чем вода. Причем это справедливо для любых конструкций – как широко используемых железобетонных и металлических, так и почти не возводимых сегодня деревянных и каменных.

Ключевые слова: гидроизоляция, композиционные вяжущие, техногенное сырье, отходы мокрой магнитной сепарации.

Надежная гидроизоляционная защита – одно из условий обеспечения долговечности бетонных и железобетонных мостов, водопропускных труб и других искусственных сооружений. При этом среди доминирующих причин преждевременного разрушения этих сооружений лидирует нарушение сплошности гидроизоляции, которая, на сегодня, является одним из наименее долговечных элементов.

Дождевая вода, просачиваясь сквозь бетонную (железобетонную) конструкцию, растворяет и вымывает из бетона гидроокиси кальция и другие химические компоненты, что приводит к увеличению пористости, нарушению структуры и, как следствие, понижению прочности конструкции. Зимой проникшая в поры бетона вода замерзает и, увеличившись в объеме, вызывает растрескивание бетона. Трещины и вода в присутствии хлоридов вызывают коррозию арматуры, также способствующую ослаблению прочности сооружения. Усугубляет процесс соль, применяемая в городах для борьбы со льдом и снегом.

В свете изложенного становится очевидной необходимость защиты конструкций от воздействия описанных неблагоприятных факторов путем создания надежной гидроизоляции, которая обеспечивает прочность и долговечность сооружения.

Обычно затраты на устройство гидроизоляции составляют порядка 3% от общей стоимости строительства, но в сложных условиях при использовании современных материалов и

технологий эта цифра может достигать 10%. Транспортный объект следует рассматривать как единую природно-техническую систему включающую, наряду с другими элементами, методы наблюдения и методы управления качеством процесса его возведения.

В настоящее время наиболее распространенным видом гидроизоляции при строительстве и ремонте средних и малых мостов (особенно при их удаленности от производственных баз) является обмазочная изоляция на основе битумов, т.к. применение изоляционных материалов на основе неорганических вяжущих и полимеров значительно дороже, связано с усложнением технологии проведения работ, сроками твердения.

При этом недостатком мастик горячего нанесения на основе битумов является работа с горячим раствором, экологическая опасность, отсутствие адгезии к влажным поверхностям.

Мастики холодного нанесения, полученные растворением вяжущих легкими токсичными разжижителями отличаются пожароопасностью, резким запахом, плохой адгезией к влажным поверхностям.

Перспективным направлением применения обмазочной гидроизоляции на основе битумов при строительстве искусственных сооружений является разработанная в данной диссертационной работе холодная обмазочная битумно-эмульсионная мастика на основе комплексного органоминерального вяжущего, обеспечивающая долговечность, технологичность, эконо-

мичность и экологичность гидроизоляционных работ.

В связи с тем, что эксплуатационные характеристики гидроизоляционных материалов, в основном, определяются свойствами матричного вяжущего, широкое распространение получило направление повышения именно его надежности. Этому направлению посвящено значительное количество работ российских и иностранных ученых.

Влияние отличия в структурном реологическом типе битумов, характеризуемое количественным содержанием асфальтенов [1-3], на свойства полимербитумного вяжущего при введении раствора полимеров класса термоэластопластов типа СБС разветвленной структуры ДСТ-30-01 производства «Сибур», приготовленного на различных растворителях (керосин (ГОСТ 10227-86), машинное масло (ГОСТ 17479.1-85), индустриальное масло И-40А (ГОСТ 20799-88) с содержанием полимера 3, 4, 6 % от массы битума оценивалось по значению интервала пластичности и минимальной температуре хрупкости, что характеризовало возмож-

ность более надежной работы полимербитумного вяжущего в широком диапазоне эксплуатационных температур.

Установлено [4, 5], что введение полимерных наполнителей в битум значительно расширяет температурный интервал надежной работы битумных материалов. Свойства полимерно-битумного вяжущего зависят от свойств исходного битума, свойств полимера и его совместности с битумом, качественных характеристик пластификатора. Требуемое количество полимера для получения полимерно-битумного вяжущего будет зависеть от структурного типа исходного битума и климатических условий эксплуатации транспортного сооружения.

Наиболее высокие показатели по этим критериям получили полимербитумы на основе БНД 60/90 (рис. 1) при введении раствора 6 % полимера и индустриального масла, превышающие аналогичные показатели соответственно для гудрона и строительного битума на 8 % и 21 % по минимальному значению температуры хрупкости и на 26 % и 6 % по значению интервала пластичности.

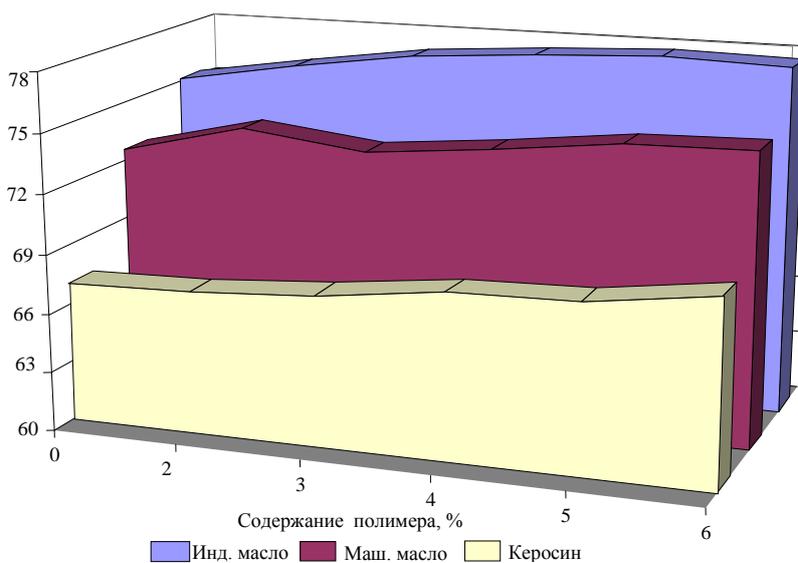


Рис. 1. Изменение температуры размягчения битума Рязанского НПЗ в зависимости от вида пластификатора и количества полимера

Выбор индустриального масла марки И-40А обусловлен оптимальным соотношением температуры вспышки (215 °С) и невысокой вязкости среди существующих марок индустриальных масел [6].

Особое внимание было уделено обоснованию вида наполнителя для получения обмазочной мастики. Для этого были проанализированы свойства кварцито-песчаника [1, 3], гранита, известняка и отхода ММС с близкими значениями удельной поверхности этих материалов (700 м²/кг). При этом сравнивались как особенности химического состава этих материалов, данные исследований по текстуре и активности поверх-

ности зерен после их измельчения, так и сохранение водно-эмульсионной мастикой стабильности при ее изготовлении, транспортировке и хранении. Шероховатость поверхности [7] и высокое содержание магнетита в зернах тонкомолотого отхода мокрой магнитной сепарации (ММС) по сравнению с другими кислыми породами, а также стабильность водной эмульсии по сравнению с известняковыми наполнителями определила выбор тонкомолотого техногенного продукта отхода ММС (табл. 1).

Низкотемпературные свойства комплексного органоминерального вяжущего (КОМВ) полимербитумной эмульсии оценивались по пока-

зателям: температуры хрупкости эмульсионного остатка (по ГОСТ 11507-78) и гибкости мастики (по ГОСТ 26589-94).

Таблица 1

Свойства исходного и молотого отхода ММС

Наименование показателя	Требования ГОСТ	Молотый ММС	Немолотый ММС
Зерновой состав, % по массе не менее: мельче 1,25 мм > 0,315 мм > 0,071 мм	не менее 100	100	100
	от 80 до 95	96	96
	не менее 80	85	80
Показатель битумоемкости, г	не более 50	48	38
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %	не менее 0,7	0,85	0,91
Пористость, %	не более 30	26	19
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %	не более 2,50	1,67	1,15
Влажность, % по массе	не более 0,5	0,48	0,40
Удельный вес,	–	2,90	2,52
Объемная масса	–	2,15	2,06

Результаты по изменению температуры хрупкости комплексного органоминерального вяжущего сопоставимы с изменением хрупкости полимербитума, и при введении 12 % тонкодисперсного наполнителя в КОМВ практически не отличаются. Такие данные коррелируются с последними результатами исследований группы французских ученых о том, что введение тонкомолотого кремнеземистого наполнителя незначительно влияет на изменение температуры хрупкости асфальтовяжущего.

Гибкость при низких температурах оценивали по методу, который заключается в изгибе образцов материала размером $(120 \times 20) \pm 1$ мм на 180° на поверхности с закруглением соответствующего радиуса в течение 5 секунд.

Анализ полученных результатов экспериментальных исследований (рис. 2) показывает, что с уменьшением толщины образцов материалов наблюдается существенное снижение температуры по критерию гибкости. С ростом толщины образца уменьшается величина угла изги-

ба, при котором появляется трещина в материале. Так при температуре испытания минус 15°C на стержне диаметром 35 мм угол изгиба мастики уменьшается на 113° при повышении толщины образца до 6 мм, по сравнению с образцом в 1 мм.

С повышением степени дисперсности железистых отходов ММС снижается температура гибкости мастики (рис. 3), и при $700 \text{ м}^2/\text{кг}$ она составляет 27°C , что на 10°C ниже, чем при использовании наполнителя с удельной поверхностью $300 \text{ м}^2/\text{кг}$.

При достижении максимальной тонкости помола и введении наполнителя в мастику при его различных концентрациях, наблюдается снижение температуры, при которой на пленке толщиной 3 мм образуется трещина при испытании ее на изгиб. При повышении концентрации тонкомолотого наполнителя до 12 % температура гибкости уменьшается на 8°C и составляет -28°C .

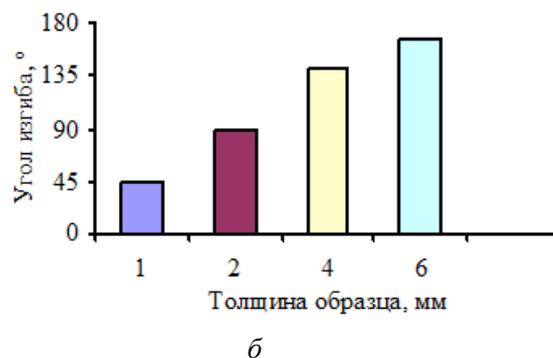
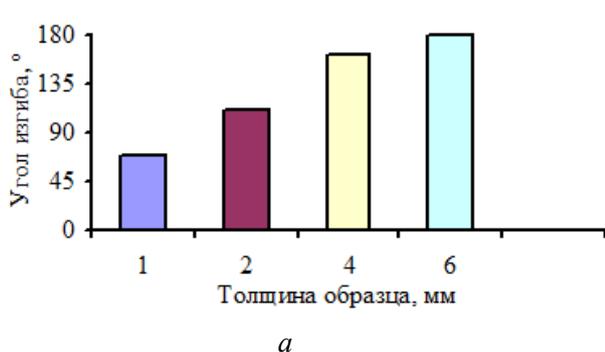


Рис. 2. Зависимость гибкости мастики от толщины пленки при температуре минус 15°C : а – диаметр стержня 35 мм; б – диаметр стержня 10 мм

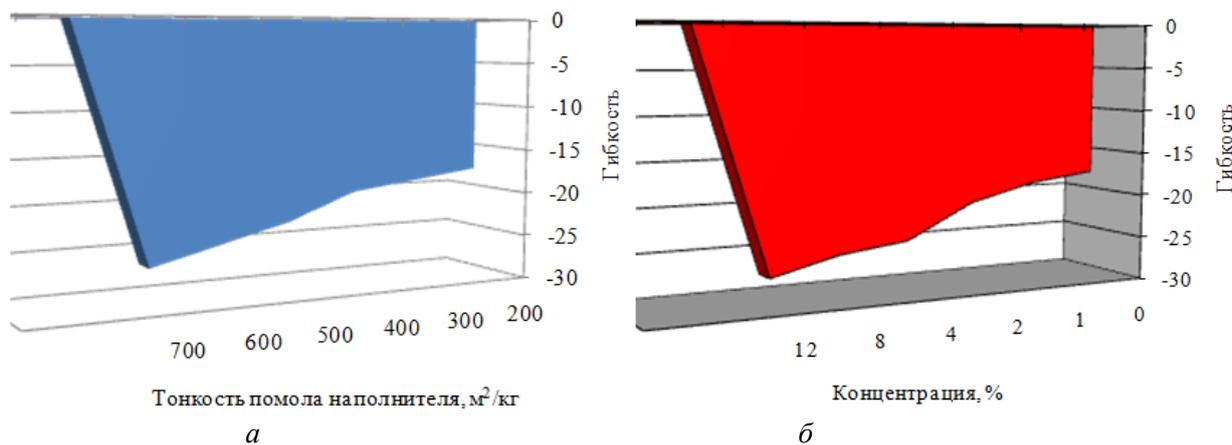


Рис. 3. Изменение гибкости КОМВ толщиной 3 мм в зависимости от тонкости помола (а) и концентрации (б) наполнителя

После проведения сравнительной микросъемки (рис. 4) исходного и наполненного битума, можно предположить, что при введении в битум модификатора и тонкодисперсного наполнителя происходит преобразование структуры КОМВ. Данные фотографии показывают, что до модифи-

кации (а) битум представлял собой дисперсную систему, где асфальтены распределены в среде масел и не образуют контактов между собой. После модификации и введения наполнителей наблюдается образование структурированной системы (б).

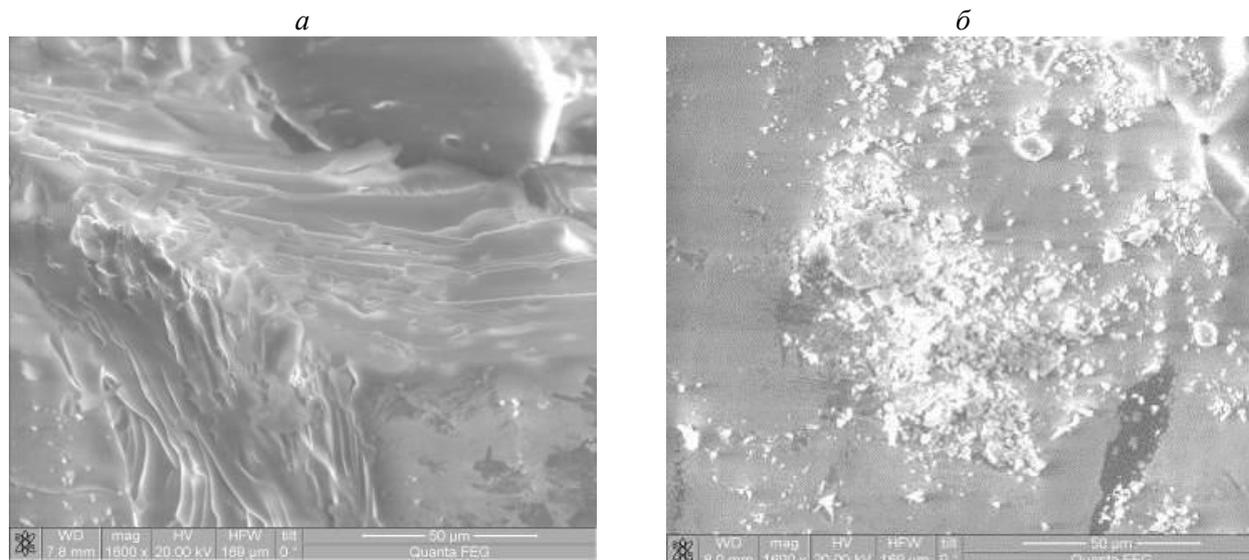


Рис. 4. Изменение структуры КОМВ (б) в результате модификации вяжущего (а) ($\times 1600$)

Можно предположить, что введение тонкомолотого кремнезема в дисперсионную среду за счет наличия активных центров поверхности его зерен позволяет повысить вязкость дисперсионной среды, при этом деформативность увеличивается за счет направленной ориентации нитей полимеров.

Таким образом, повышение деформативности предлагаемой мастики при отрицательных температурах, очевидно, будет обеспечиваться за счет:

1. изменения структуры дисперсионной среды в связи с опережающей стадией адгезии полимера по сравнению с ПАВ с активной поверхностью тонкодисперсного железистого

наполнителя, что приведет к направленной ориентации нитей полимера, при этом повысится и вязкость, и эластичность малящей КОМВ;

2. уменьшения толщины пленок мастики, что обеспечивается снижением вязкости мастики и технологией ее нанесения на бетонную поверхность сооружения.

В результате исследования физико-механических и эксплуатационных свойств эмульсионной мастики на основе композиционного органоминерального вяжущего были получены следующие результаты:

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность направленной

ного регулирования свойств композиционного органоминерального вяжущего с учетом его структурного типа.

2. Выявлен характер влияния увеличения степени дисперсности частиц наполнителя в составе комплексного органоминерального вяжущего на повышение динамической и температурной устойчивости гидроизоляционных обмазочных мастик.

3. Предложен механизм структурообразования гидроизоляционной мастики в системе «битум – полимер – тонкодисперсный наполнитель», заключающийся в повышении структурной вязкости и эластичности мальтеновой части битумов при введении полимеров, нити которых ориентированы и частично адсорбированы активной поверхностью наполнителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гридчин А. М., Коротков А.В., Котлярский Э.В. Требования к битумным эмульсиям для приготовления литых эмульсионно-минеральных смесей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 10–12.
2. Лесовик Р.В., Ключев С.В. Техногенные пески для производства высококачественного фибробетона // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. №8. С. 31-33.
3. Сухова Т.Н., Духовный Г.С., Хоружая Н.В. Инновационная технология в производстве битумных эмульсий // Строительные материалы. 2010. № 2. С. 30-31.
4. Спектор, Э. М. Рулонные, кровельные и гидроизоляционные материалы на основе эластомеров. М.: АСВ, 2003. – 127 с.
5. Ключев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Фиброармированные композиты на техногенном сырье // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 19. № 1. С. 34-36.
6. Кемалов, Р.А., Борисов С.В., Кемалов А.Ф. Научно практические аспекты получения композиционных битумных материалов // Технологии нефти и газа. 2008. №2. С. 49-55.
7. Барабаш Д.Е., Зеленев Г.В. Улучшение физико - механических характеристик композиций на основе полибутADIенов с реакционно-способными концевыми группами // Актуальные вопросы строительства: матер. междун. науч. - техн. конф. - Изд-во Мордовского госуниверситета. Саранск. 2005. С. 15-17.