

Таблица 3 – Свойства укрепленных грунтов

Показатель	Номера составов			
	1	2	3	4
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	14,6	15,2	15,8	12,1

Представленные в таблице 3 данные показывают, что применение разработанного состава позволяет добиться высокой механической прочности укрепляемых грунтов, в исходном состоянии представляющих собой сыпучую породу.

Заключение. Таким образом, разработанный состав на основе продуктов гидролиза отходов полиакрилонитрильного волокна и жидкого стекла может быть успешно использован для закрепления пылящих поверхностей путем формирования на них прочных и водостойких защитных слоев. Также состав можно применять для укрепления рыхлых грунтов при инженерно-строительных работах и в горнодобывающей промышленности для упрочнения призабойной зоны пласта у скважины, предназначенной для добычи углеводородов. Состав не содержит дорогих или дефицитных компонентов, прост в изготовлении, не требует сложного оборудования и имеет длительный срок хранения. Состав можно применять как для обработки больших площадей породных отвалов, так и для небольших участков пылящих поверхностей, например, сыпучих продуктов, хранящиеся на открытых площадках, а также подъездных дорог и др. Рекомендуемый расход готового состава для успешного закрепления пылящих поверхностей – 1,5–2,5 л/м² в зависимости от гранулометрического состава обрабатываемой породы, ее влажности и выбранной концентрации применяемого состава. Укрепление рыхлых грунтов может производиться нагнетанием раствора в грунт инъекционным способом. Применение разработанного состава позволит успешно решать экологические проблемы, связанные с пылью, а кроме того является хорошим способом утилизации отходов синтетического полиакрилонитрильного волокна.

Список использованных источников

1. Губская, А.Г. Утилизация отходов Гомельского химического завода с получением товарной продукции / А.Г. Губская, Т.В. Воловик, А.П. Гапотченко, И.Н. Горбач // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС ; редкол.: О.Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 11. – С. 89–107.
2. Шершнева, О.В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / О.В. Шершнева // Экологический вестник. – 2016. – № 2. – С. 97–103.
3. Семашко, А.В. Экологические проблемы Солигорского горнопромышленного района / А.В. Семашко, С.А. Федотова // Сборник материалов 72-й студенческой научно-технической конференции, 20–28 апреля 2016 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2016. – С. 264–267.
4. Немировский, А.В. Применение различных способов пылеподавления на поверхности хвостохранилища / А.В. Немировский, Е.Н. Сторожев // Горный журнал. – 2021. – № 6. – С. 103–105.
5. Злотников, И.И. СОЖ для механической обработки стекла на основе растворов полимеров / И.И. Злотников, П.А. Хило, М.И. Зубрицкий // Трение и износ. – 2007. – Т. 28, № 3. – С. 301–304.

УДК 691.16

В.П. Дубодел¹, В.М. Шаповалов², И.И. Злотников³

¹Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина

²Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси

³Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Изучено влияние предварительной обработки минеральных наполнителей поверхностно-активными веществами, полученными путем полного омыления гудрона растительных масел, на механические характеристики битумно-минеральных смесей. Установлено, что такая обработка приводит к повышению механической прочности на 40–60 %. Разработанные битумно-минеральные композиции могут успешно применяться для получения покрытий при проведении дорожных и кровельных работ.

Ключевые слова: нефтяной битум, минеральные наполнители, межфазное взаимодействие, поверхностно-активные вещества.

Введение. Нефтяные битумы широко используют в строительной индустрии для производства гидроизоляционных, кровельных, герметизирующих, антикоррозионных и других материалов, а также в дорожном строительстве. К недостаткам чистых битумов следует отнести их невысокую механическую прочность, хрупкость, низкую температуру размягчения и низкую стойкость к воздействию природных факторов, что часто снижает долговечность получаемых на их основе материалов. Расширение областей применения битумных материалов достигается введением различных модифицирующих добавок, в первую очередь дисперсных минеральных наполнителей. В качестве таковых используют мел, измельченный известняк, доломит, золу твердых видов топлива, каолин, молотый кварц, асбест, стеклянные и минеральные волокна и др. В то же время получаемые битумно-минеральные смеси не всегда имеют высокую механическую прочность, трещиностойкость и деформативность, особенно при низких температурах. Это объясняется в первую очередь низкой адгезией чистого битума ко многим минеральным веществам. Низкая степень сцепления между битумом и минеральным материалом обусловлена, как правило, недостаточной способностью чистого битума эффективно смачивать поверхность наполнителя, особенно минералов кислой природы [1].

Для решения данной проблемы в настоящее время представляется эффективным применение технологии усиления адгезионного взаимодействия компонентов битумно-минеральной смеси путем обработки минерального наполнителя анионными поверхностно-активными веществами (ПАВ), которые представляют собой водные растворы солей жирных кислот, в частности олеата натрия или полностью омыленных гудронов растительных масел и технических жиров. Применение таких ПАВ представляет интерес вследствие того, что сырье для их получения является отходами масложирового производства. При обработке минерального наполнителя водными растворами анионных ПАВ происходит увеличение отрицательного заряда его поверхности и, как следствие, усиление адгезионного взаимодействия с ним битумной матрицы, что приводит к увеличению физико-механических свойств получаемого материала. Это обусловлено тем, что с одной стороны, ионогенные группы молекул ПАВ образуют прочные химические связи с поверхностью минерального материала, а с другой – их углеводородные радикалы совместимы с битумом [2].

Цель работы – изучить влияние обработки минеральных наполнителей ПАВ, полученными омылением гудрона растительных масел, на физико-механические характеристики битумно-минеральных смесей.

В качестве исходных компонентов разрабатываемой битумно-минеральной композиции использовали битум нефтяной строительный марки БН 70/30 по ГОСТ 6617-76, гранитный отсев и щебень различных фракций и гудрон растительных масел (ГРМ) Гомельского жирового комбината. Свойства используемого ГРМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства гудрона

Показатель	Числовое значение
Плотность при 20 °С, кг/м ³	940–960
Температура застывания жирных кислот, °С	45–50
Кислотное число, мг КОН /г	75–125
Число омыления, мг КОН /г	140–185
Содержание неомыляемых веществ, мас. %	2,3–4,6

Основываясь на ранее проведенных исследованиях [3], ГРМ омыляли по следующей технологии. В обогреваемый смеситель загружали отмеренное количество ГРМ и нагревали до температуры 70–80 °С. После этого в полученный расплав при непрерывном перемешивании небольшими порциями вводили 20 % водный раствор гидроксида натрия. Количество щелочи брали из расчета полного омыления всех свободных и связанных жирных кислот, т. е. по числу омыления ГРМ.

Для определения эффективности использования омыленного ГРМ с целью повышения межфазного взаимодействия между битумом и минеральным наполнителем, были проделаны следующие предварительные эксперименты.

Гранитный щебень фракции 5–10 мм промытый водой, обрабатывали 5%-ным водным раствором омыленного ГРМ и сушили при температуре производственного помещения. Необходимое количество битума загружали в обогреваемый смеситель и нагревали до температуры 140–150 °С. В расплавленный битум засыпали обработанный щебень (массовое отношение щебня и битума 10:1) и тщательно перемешивали. При этом поверхность щебня покрывалась расплавом битума. При неудовлетворительном обволакивании минерального материала битумом расход связующего увеличивали. После завершения процесса визуально регистрировали равномерность покрытия наполнителя связующим, а также наличие избытка связующего. Интенсивность адгезионного взаимодействия битума и гранитного наполнителя качественно оценивали по степени покрытия наполнителя связующим. Аналогичный эксперимент проводили с необработанным щебнем.

Результаты проведенных исследований иллюстрирует рисунок 1. После предварительной обработки щебня омыленным ГРМ наблюдается полное покрытие минерального наполнителя битумом, а при использовании необработанного щебня – неполное. Было установлено, что для полного покрытия необработанного щебня битумом требуется увеличить расход связующего примерно на 20 %. Таким образом, предварительная обработка гранитного щебня полностью омыленным ГРМ приводит к улучшению его смачиваемости расплавом битума и уменьшает расход связующего.

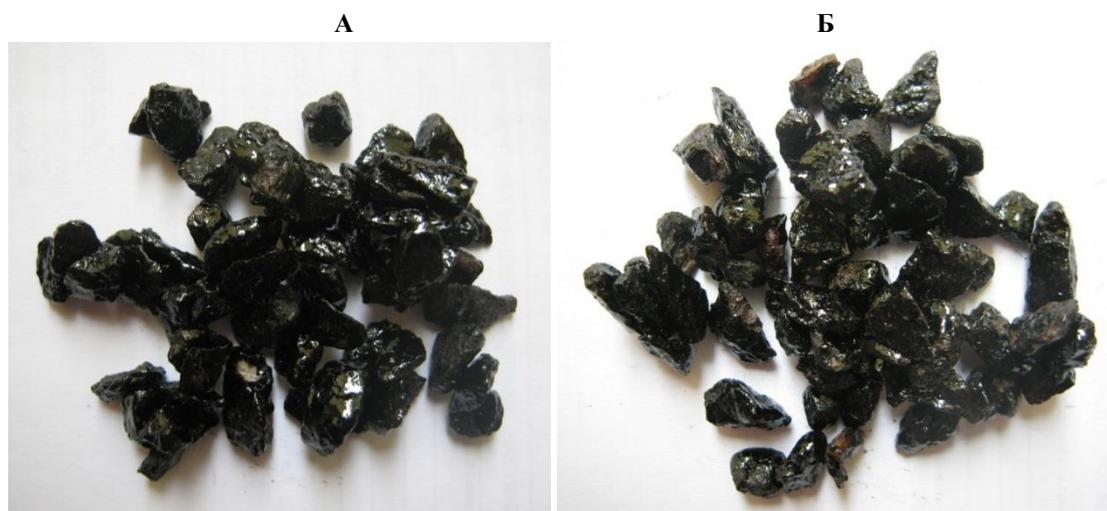


Рисунок 1 – Полное (А) и неполное (Б) покрытие минерального наполнителя битумным связующим

Образцы битумно-минеральных смесей готовили следующим образом. Промытый водой гранитный отсев фракции 0,1–1,5 мм обрабатывали омыленным ГРМ, сушили и смешивали с разогретым битумом (количество битума 10 мас. %) по вышеописанной методике. Определение механической прочности и водопоглощения проводили на цилиндрических образцах, которые изготавливали и испытывали по ГОСТ 12801-98. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства битумно-минеральных смесей

Показатель	Без обработки	С обработкой
Плотность, кг/м ³	2400–2500	2400–2500
Разрушающее напряжение при сжатии при 20 °С, МПа	2,0–2,5	3,2–4,3
Водопоглощение, %	3,5–4,0	3,5–3,8

Как следует из приведенных данных, предварительная обработка поверхности минерального наполнителя омыленным ГРМ приводит к увеличению механической прочности получаемой битумно-минеральной смеси на 40–60 %.

Таким образом, обработка минеральных наполнителей ПАВ полученными омылением гудрона растительных масел позволяет значительно повысить механические характеристики получаемых битумно-минеральных смесей. Разработанные битумно-минеральные композиции могут успешно применяться для получения покрытий при проведении дорожных и кровельных работ.

Список использованных источников

1. Островская, Е.Ф. Влияние реакционной способности минеральных материалов различной природы на их взаимодействие с битумной эмульсией / Е.Ф. Островская [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук – 2006. – № 1. – С. 35–38.
2. Абрамзон, А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение / А.А. Абрамзон. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1981. – 304 с.
3. Состав смазочно-охлаждающей жидкости для обработки металлов: пат. 8438 С1 Респ. Беларусь, МПК С 10М 173/02 / Злотников И.И., Селицкий С.Ф., Пискунов С.В. – № а 950748; заявл. 18.04.2003; опубл. 30.08.2006.