

Отзыв

официального оппонента Ягафаровой Гузель Габдулловны, доктора технических наук, профессора
на диссертационную работу Власова Антона Сергеевича
«Геоэкологическое обоснование использования бурового шлама в производстве асфальтобетона», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
1.6.21 – Геоэкология

Представленная диссертационная работа выполнена Власовым Антоном Сергеевичем в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» под руководством д.т.н., доцента Пугина К.Г. Материал диссертационной работы занимает 130 страниц. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, 97 библиографических источников и приложения. Текст содержит 39 рисунков, 25 таблиц.

Актуальность. При разработке месторождений нефти и газа образуется значительный объем буровых шламов (БШ). В их составе присутствуют различные опасные химические соединения (тяжёлые металлы, реагенты бурового раствора, хлориды, нефтепродукты), что способствует формированию негативного воздействия на окружающую среду (ОС). Ввиду того, что БШ на углеводородной основе характеризуется присутствием углеводородов и нефти, создается предпосылка использования БШ как материального ресурса товарных продуктах. На основе проведённого физико-механического и химического анализа свойств БШ установлено, что минеральная часть БШ отличается своей высокодисперсностью, что позволяет использовать его в качестве мелкого минерального заполнителя в асфальтобетонах. Наличие в БШ нефти и механоактивированной минеральной части при перемешивании с битумом при производстве асфальтобетона позитивно влияет на его структурообразование, улучшая его физико-механические и эксплуатационные свойства.

Внедрение в производство разработанного состава асфальтобетона с БШ позволит сократить объёмы размещения БШ в ОС, уменьшить потребление природных сырьевых материалов, загрязнение ОС, а также получить геоэкологически устойчивый строительный материал. В этой связи считаю тему диссертационного исследования выполненного Власовым А.С. актуальной.

Поставленная в работе цель – геоэкологическое обоснование использования бурового шлама в производстве асфальтобетона.

В содержании работы последовательно решены поставленные задачи, позволившие полностью раскрыть цель диссертационной работы, определить научную новизну и сформулировать положения, выносимые на защиту.

Во введении (с. 4-10) обоснована актуальность исследования, сформулированы цель, задачи работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимости результатов исследования.

В первой главе диссертации (с. 11-34) автором показано, что при размещении БШ в ОС формируется негативное воздействие на геосферные оболочки Земли за счет того, что в БШ содержатся различные опасные элементы, такие как нефть и нефтепродукты, тяжёлые металлы в подвижной и неподвижной формах, хлориды, реагенты бурового раствора.

Такие методы обращения с отходами бурения, как захоронение или обезвреживание, являются неэкономичными, при этом теряется ресурсный потенциал БШ.

Проведен анализ существующих методов утилизации БШ, на основе которого выдвинута гипотеза о возможности использования БШ в технологии получения асфальтобетона. За счет того, что загрязняющие агенты будут заключены и рассредоточены в плотной и гидрофобной структуре асфальтобетона будет снижена их миграционная подвижность и достигнута геоэкологическая устойчивость асфальтобетонов с БШ.

Во второй главе (с.35-44) описаны объекты исследования, которыми являются образцы БШ с четырех месторождений нефтедобывающих предприятий Западной Сибири. Описаны применяемые методы исследования физико-химических, физико-механических, токсикологических свойств БШУ и асфальтобетона. Программа исследования показывает, что при выполнении работы был проведен достаточно большой объем экспериментальных исследований с использованием современного оборудования и приборов. Был проведен химический количественный анализ образцов БШ, физико-механический анализ асфальтобетона с включением в его состав БШ, токсикологические исследования асфальтобетона с БШ.

Третья глава (с.45-61) посвящена экспериментальным исследованиям физико-механических и экологических свойств БШ. Представлены результаты исследования физико-химических характеристик БШ.

Установлено, что превышения нормативов по содержанию тяжелых металлов в БШ в подвижной и валовой формах отсутствуют.

Результаты исследования свидетельствуют о негативном воздействии на природные геосферные оболочки из-за наличия высоких значений ХПК,

БПК, сухого остатка, содержания нефтепродуктов водных вытяжек, превышающие допустимые нормы СанПиН 1.2.3685-21.

Исследованный гранулометрический состав БШ показал, что его возможно использовать в качестве минерального порошка для получения асфальтобетона.

Для дальнейших исследований возможности применения БШ в качестве минерального порошка в асфальтобетоне была выбрана горячая мелкозернистая плотная асфальтобетонная смесь типа Б, марки II ввиду ее широкой применяемости в дорожном строительстве.

В четвертой главе (с. 62-98) показаны результаты исследования физико-механических свойств асфальтобетона с БШ, получены уравнения регрессии и построены математические модели основных физико-механических показателей асфальтобетона, разработан оптимальный состав асфальтобетона с добавлением БШ, разработана технологическая схема получения асфальтобетонной смеси с использованием БШ в качестве минерального порошка.

Были разработаны составы асфальтобетонных смесей с использованием 4, 8, 12 % БШ в их составах

Результаты исследования физико-механических свойств асфальтобетона показали, что с увеличением процентного содержания БШУ в качестве минерального порошка более 8 % масс. в асфальтобетоне происходит падение предела прочности. Избыточное количество БШ (минерального порошка) приводит к снижению прочности покрытия, что обусловлено неоднородностью состава БШ, и из-за присутствия хлоридов, реагентов бурового раствора, которые в больших концентрациях способствуют ухудшению физико-механических свойств асфальтобетона.

В результате сравнения полученных результатов физико-механических показателей традиционного асфальтобетона и асфальтобетона с применением БШ установлено, что при использовании БШ повышаются физико-механические показатели асфальтобетона: показатель водонасыщения асфальтобетона снизился в 1,36 раз, остаточная пористость уменьшилась в 1,19 раз, коэффициент водостойкости увеличился в 1,1 раз; прочность на сжатие при 20 0^С увеличилась в 1,14 раз; прочность на сжатие при 0 0^С снизилась в 1,16 раза.

С помощью программы статистического анализа «Statistica 10» было установлено влияние БШ на физико-механические показатели асфальтобетона, построены математические модели основных физико-механических показателей асфальтобетона. Полученные уравнения регрессии позволили определить оптимальное количество битума при

использовании БШУ в качестве минерального порошка. Оптимальный состав смеси, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 9128-2013: щебень – 45-48%; отсев дробления – 35-39%; природный песок – 11-14%; БШУ 8%; битум БНД 90/130 – 4,9-5,3 % (свыше 100% смеси).

Рассчитан материальный баланс входящих и выходящих материальных потоков в технологическом процессе получения асфальтобетонной смеси, который показал, что при использовании 1000 кг БШ (с начальной влажностью 50%) возможно получить 6609 кг асфальтобетонной смеси при содержании БШ в смеси – 8 %.

В пятой главе (с. 99-114) представлена оценка геоэкологической устойчивости асфальтобетона с оптимальным компонентным составом. Выполнен технико-экономический анализ производства асфальтобетонной смеси. Геоэкологическая устойчивость оценивалась по величине миграции загрязняющих агентов из асфальтобетона с БШ в водные среды. При этом было произведено моделирование условий эксплуатации дорожной смеси содержащей слой асфальтобетона с БШ. Анализ миграционных процессов опасных для ОС компонентов БШ в водные среды показал, что содержание нефтепродуктов, хлоридов, тяжелых металлов не превышает нормы ПДК. Таким образом, доказано что плотная структура асфальтобетона позволяет использовать ресурсный потенциал БШ без формирования негативного воздействия на ОС, позволяет добиться снижение миграции ТМ: Cd в 67 раз; Co в 30 раз, Ni в 130 раз; Pb в 65 раз; Cu в 200 раз; Mn в 90 раз; хлориды в 2,4 раза.

Для токсикологической оценки разработанного асфальтобетона был использован метод биотестирования. По итогам биотестирования водная вытяжка из образцов асфальтобетона с БШ не обладает эффектом острой токсичности к тест объектам: зеленые протококковые водоросли *Scenedesmus quadricauda (Turp) Breb* и низшие ракообразные *Daphnia magna Straus*.

Технико-экономическая оценка показала, что производство 1000 т асфальтобетона с использованием БШ в качестве минерального порошка позволяет экономить денежные средства в размере 231 840 руб. Экономия денежных средств при укладке 1000 м² асфальтобетонной смеси толщиной 7 см составит 41 645 руб.

Эколого-экономическая оценка установила, что суммарный экономический эффект от применения технологии использования БШ в составе асфальтобетона, который складывается из предотвращенного экологического ущерба от деградации почв и земель при устройстве одного шламонакопителя и предотвращенного платежа за негативное воздействие, составляет 1948241 руб. в ценах 2021 года

В заключении представлены основные результаты и выводы по диссертационной работе.

Результаты работы апробированы на всероссийских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из которых 3 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Chemical Abstracts, получен патент «Асфальтобетон».

Научные положения, выводы и рекомендации, обоснованы и их достоверность не вызывает сомнений.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На основе анализа физико-механических, химических, токсикологических свойств БШ предложено использовать материальный ресурс БШ в составе асфальтобетона. Установлено, что формируемая при этом структура асфальтобетона характеризуется водостойкостью, гидрофобностью, кислотостойкостью, с образованием прочных связей между битумом и БШ, что обеспечивает допустимый уровень экологической опасности при его эксплуатации.

2. Впервые установлен механизм взаимодействия БШ и битума при структурообразовании асфальтобетона. Регулирование характеристик асфальтобетона обеспечивается свойствами минеральной части БШ, полученной при взаимодействии бурового инструмента с горной породой в среде углеводородов при высоком контактном давлении и высокой температуре. На минеральных частицах БШ формируется механоактивированный поверхностный слой содержащий углеводороды, который обеспечивает прочные связи между битумом асфальтобетона и минеральной частью БШ.

3. Впервые установлены закономерности изменения физико-механических характеристик асфальтобетона от содержания БШ и битума. Определен оптимальный состав асфальтобетона: песок – 11-14%, щебень – 45-48%, отсев дробления – 35-39 %, БШ – 8%, битум БНД 90/130 – 4,9-5,1 % (свыше 100 % смеси). Доказано, что при содержании БШ 8 % улучшаются характеристики асфальтобетона: показатель водонасыщения асфальтобетона снизился в 1,38 раз, остаточная пористость уменьшилась в 1,18 раза, коэффициент водостойкости увеличился в 1,1 раза; прочность на сжатие при 20 °С увеличилась в 1,13 раза; прочность на сжатие при 0 °С снизилась в 1,16 раза.

4. Впервые произведена оценка водномиграционной опасности асфальтобетонов произведенных с добавлением БШУ. Установлено, что снижение водномиграционной опасности БШ достигается за счет

совместного участия нефтепродуктов и активированной мелкодисперсной минеральной части БШ в процессах структурообразования асфальтобетона, с образованием прочных связей между БШ и компонентами асфальтобетона. Это позволяет при оптимальном содержании БШ (8% по массе) в составе асфальтобетона снизить миграцию в водные среды: хлоридов в 2,4 раз; ионов тяжелых металлов в подвижной форме от 30 до 200 раз, нефтепродуктов в 14,7 раза.

5. Впервые доказана геоэкологическая устойчивость асфальтобетона произведенного с использованием БШ. По итогам проведения биотестирования установлено, что водная вытяжка не обладает эффектом токсичности на тест-объекты *Scenedesmus quadricauda* и *Daphnia magna Straus* при содержании БШ в составе асфальтобетона до 12%. Полученные значения эмиссии химических соединений (хлоридов, свинца, марганца, никеля, меди), опасных для ОС, не превышают допустимые ПДК для вод и почвы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором изучены и критически проанализированы известные достижения и методы обращения с БШ. Анализ известных методов утилизации БШ и физико-механических и химических свойств БШ позволил диссертанту определить направление исследования по разработке перспективного метода утилизации БШ, основанного на использовании его в качестве минерального порошка в асфальтобетоне.

Результаты и выводы по представленной к защите работе обоснованы и достоверны, опираются на существующую теоретико-методологическую и нормативно-правовую базу в области обращения с отходами. Сделанные автором выводы позволяют научно обосновать целесообразность и применение БШ в качестве минерального порошка в асфальтобетоне, а также доказывают геоэкологическую эффективность разработанного метода утилизации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием в данной работе современных и проверенных методик лабораторных исследований, а также методов математической обработки результатов исследования. Результаты исследования апробированы на международных и всероссийских научных конференциях, с отражением материалов исследования в научных публикациях.

Теоретическая значимость исследований

Теоретическая значимость работы заключается в научном обосновании: способности БШ встраиваться в структуру органоминеральных

смесей с обеспечением водномиграционной опасности на допустимом уровне; регулирования физико-механических характеристик асфальтобетона с достижением повышенных показателей физико-механических характеристик; геоэкологической устойчивости асфальтобетона произведенного с использованием БШ в качестве мелкого минерального заполнителя. Улучшение характеристик асфальтобетона обеспечивается механоактивированным поверхностным слоем минеральной части БШ образующейся при взаимодействии бурового инструмента с горной породой в среде углеводородов при высоком контактном давлении и высокой температуре.

Практическая значимость исследований

Практическая значимость работы:

- установлено, что использования БШ в составе асфальтобетона позволяет снизить потребление первичных сырьевых материалов битума и горных пород, затрачиваемых на производство минерального порошка используемого в качестве мелкого заполнителя и регулятора структурообразования в асфальтобетоне, снизить негативное воздействие на ОС формируемое БШ за счет отказа от долгосрочного хранения в шламонакопителях;

- технико-экономическое сравнение стоимости производства и укладки асфальтобетонной смеси с использованием БШ и традиционного асфальтобетона показало, что экономия денежных средств на производство одной тонны асфальтобетона составляет 231 руб. (в ценах 2021 года);

Замечания по диссертационной работе:

1. Не приведена характеристика мест отбора (возраст шламовых амбаров, глубина отбора проб и т.д.). Данные характеристики позволили бы создать общую картину физико-химических показателей буровых шламов, используемых в опытах (реологию, особенности химического состава, распределение между слоями в шламовом амбаре и т.д.).

2. При описании физико-механических свойств получаемых образцов асфальтобетона (табл.), для сравнения приведены данные со ссылкой на ГОСТ 9128. Однако, данные характеристики (гост), согласно документу, сильно разнятся в зависимости от климатической зоны и типа дороги. Необходимо уточнить для каких целей планируется использование предлагаемого асфальтобетона, и привести данные только для данной климатической зоны (зон) и типа дороги.

3. На основании данных, полученных в ходе проведенных исследований (глава 3), оптимальное соотношение БШУ в составе асфальтобетона составляет 8 % масс. В тоже время оценку геоэкологической

устойчивости асфальтобетона проводят только для образцов с содержанием БШУ – 12 % масс.

Высказанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Власова Антона Сергеевича «Геоэкологическое обоснование использования бурового шлама в производстве асфальтобетона» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значение для развития научной области «Науки о Земле и окружающей среде», в части предотвращения загрязнения ОС и утилизации техногенных отходов. Диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждения ученых степеней» и Критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней, утвержденным «Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утв. ректором ПНИПУ от 09 декабря 2021 г.», а ее автор – Власов Антон Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор

Ягафарова Гузель Габдулловна.

.2022

Организация: ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Должность: профессор кафедры «Прикладная экология»

Почтовый адрес: 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1

Телефон: +7 (347) 228-91-34

Телефон оппонента: 8-917-40-40-549

Электронный адрес: alsaf1978@mail.ru

Шифр и наименование специальности по которой защищена докторская диссертация оппонентом: 03.00.23 – Биотехнология

Я, Ягафарова Гузель Габдулловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Власова Антона Сергеевича, и их дальнейшую обработку.

«26» 10 2022 г.

/Ягафарова Г.Г.

Подпись заверяю

кае ОМ 2

