

ОТЗЫВ

**официального оппонента Пичугина Евгения Александровича, кандидата
технических наук**

**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

Актуальность. В последние годы в Российской Федерации наметился тренд к утилизации промышленных отходов с получением вторичной продукции на их основе. Утилизация накопленных в огромных количествах и представляющих собой источник загрязнения компонентов природной среды отходов бурения является одной из актуальных экологических проблем нефтедобывающей отрасли.

Наиболее перспективной технологией утилизации буровых шламов является технология отверждения (литификации) и иммобилизации загрязнителей, основанная на включение механизмов химической активности веществ, входящих в состав токсичных отходов путем внесения вяжущих веществ и модифицирующих добавок.

В соответствии со статьей 3 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об отходах производства и потребления» одними из основных принципов государственной политики в области обращения с отходами являются: охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей среды и сохранение биологического разнообразия; использование наилучших доступных технологий при обращении с отходами; комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов; использование методов экономического регулирования деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения количества отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот.

В связи с этим тема и результаты диссертационного исследования, несомненно, актуальны и направлены на вовлечение в хозяйственный оборот минерально-сырьевого ресурса – загрязненной выбуренной при добыче нефти породы (бурового шлама). Особая значимость проведенного диссертантом исследования заключается в установлении оптимального состава асфальтобетона с применением бурового шлама на углеродной основе, позволяющего получить геоэкологически устойчивый, экологически безопасный для окружающей среды материал.

Научная новизна. Автором исследования определен оптимальный состав асфальтобетона с применением бурового шлама на углеродной основе, впервые установлены закономерности изменения физико-механических характеристик асфальтобетона от содержания бурового шлама на углеродной основе и битума. Доказано, что при содержании бурового шлама в асфальтобетонной смеси на уровне 8% улучшаются характеристики асфальтобетона (водонасыщения, остаточная пористость, коэффициент водостойкости, прочность на сжатие). Установлено, что формируемая при этом структура асфальтобетона характеризуется водостойкостью, гидрофобностью, кислотостойкостью, с образованием прочных связей между битумом и буровым шламом, что обеспечивает приемлемый уровень экологической опасности при его эксплуатации. Впервые произведена оценка водномиграционной опасности асфальтобетонов, включающих буровой шлам на углеродной основе. Установлено, что снижение водномиграционной опасности достигается за счет совместного участия нефтепродуктов и активированной мелкодисперсной минеральной части бурового шлама в процессах структурообразования асфальтобетона, с образованием прочных связей между буровым шламом и компонентами асфальтобетона.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Представленные автором в диссертационной работе научные положения аргументированы и, в достаточной мере обоснованы и, подтверждены проведенными исследованиями, с квалифицированной интерпретацией полученных результатов. Результаты и выводы,

представленные в диссертационной работе, опираются на требования нормативно-правовой документации Российской Федерации в области охраны окружающей среды, обращения с отходами производства и потребления, на требования, предъявляемые к строительным материалам.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием в данной работе современных методов анализа физических, химических, механических, токсикологических свойств с использованием сертифицированного лабораторного оборудования по утвержденным методикам выполнения экспериментов.

Результаты исследования апробированы на международных и всероссийских научных конференциях.

Теоретическая значимость исследований не вызывает сомнений. Полученные автором новые научные результаты позволяют расширить область применения буровых шламов в качестве вторичного ресурса, в части новых научных подходов и технологий утилизации с получением экологически безопасной продукции. Научные результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, внедрены в учебный процесс ФГАОУ ВО ПНИПУ.

Практическая значимость исследований заключается в том, что автором исследования разработан оптимальный состав асфальтобетона с буровыми шламами на углеродной основе и предложены рекомендации по его производству, одобренные и внедренные рядом предприятий Пермского края, которые осуществляют деятельность по производству асфальтобетона, строительству и ремонту автомобильных дорог. На основе полученных результатов получен патент № 2020144072 «Асфальтобетон».

Диссертационная работа изложена на 130 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 97 библиографических источников и приложения.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи работы, приведены основные положения, выносимые на защиту. Достаточно точно определена научная новизна, теоретическая

практическая ценность результатов работы. **В первой главе** автором описана общая характеристика буровых шламов, их воздействие на компоненты природной среды, проведен анализ существующих методов обращения с буровыми шламами, в том числе технологий утилизации. Показано, что деятельность нефтедобывающих предприятий приводит к возникновению значительных объемов буровых отходов, долгосрочное размещение которых в компонентах природной среды формирует экологические риски воздействия на геосферные оболочки Земли. Анализ технологических решений позволил выдвинуть гипотезу о возможности использования материального ресурса буровых шламов в технологии получения асфальтобетона. **Во второй главе** представлены объекты и методы исследования. Описаны применяемые методы исследования физико-химических, физико-механических, токсикологических свойств бурового шлама и асфальтобетона. Разработана программа проведения исследований. **В третьей главе** представлены результаты исследования физико-химических характеристик буровых шламов и физико-механических свойств асфальтобетона полученного с использованием буровых шламов. Результаты физико-химических характеристик образцов буровых шламов на углеродной основе показали, что буровые шламы оказывают негативное воздействия на компоненты природной среды из-за наличия высоких значений по ХПК, БПК₅, хлоридам, нефтепродуктам, сухому остатку, превышающим установленные допустимые концентрации. Установлено, что асфальтобетон с буровым шламом имеет высокие физико-механические показатели. **В четвертой главе** проведены исследования возможности использования бурового шлама в составе асфальтобетона. Установлено, что с увеличением содержания буровых шламов в составе асфальтобетонной смеси происходит увеличение средней плотности и уменьшения показателя водонасыщения. С увеличением процентного содержания бурового шлама в асфальтобетонной смеси происходит падение предела прочности. Избыточное количество бурового шлама приводит к снижению прочности асфальтобетона. Определен оптимальный состав асфальтобетонной смеси с буровым шламом. Выполнено

описание технологического процесса и составлен материальный баланс получения асфальтобетонной смеси с буровым шламом. В пятой главе выполнена геоэкологическая и технико-экономическая оценка применения буровых шламов на углеродной основе в составе асфальтобетона, в том числе проведены модельный эксперимент по оценке миграции загрязняющих веществ из асфальтобетона с буровым шламом и биотестирование образцов с использованием тест-объектов: зеленые протококковые водоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Breb и низшие ракообразные *Daphnia magna* Straus. Исследование токсикологических свойств образцов показало отсутствие негативного воздействия на окружающую среду (водная вытяжка из образцов асфальтобетона, модифицированного буровым шламом не обладает эффектом острой токсичности). Технико-экономическое обоснование производства асфальтобетонной смеси с буровым шламом показало, что при производстве 1000 тонн асфальтобетонной смеси экономия денежных средств составит 231840 руб, а при укладке 1000 квадратных метров экономия составит 41645 руб. Совокупный экономический эффект от внедрения технологии использования буровых шламов на углеродной основе в качестве минерального порошка в составе асфальтобетона составляет 1948241 руб. **Заключение** по работе отражает основные результаты защищаемой диссертации.

Считаю, что диссертационная работа А.С. Власова является завершенной научно-квалификационной работой, имеющей важное научное и практическое значение, в которой содержится решение актуальной задачи – утилизация отходов бурения (буровых шламов) и снижение их негативного воздействия на компоненты природной среды, путем разработки оптимального состава и рекомендаций по производству асфальтобетона с применением бурового шлама на углеродной основе. Результаты полученные автором отвечают современным тенденциям обращения с отходами производства, а именно использование отходов в качестве вторичного материального ресурса для получения ценной продукции.

Результаты исследований А.С. Власова были представлены на всероссийских и международных конференциях. По материалам работы опубликовано 9 научных работ, из которых 3 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Chemical Abstracts, получен патент «Асфальтобетон».

Вопросы и замечания по диссертации:

1. Не совпадает количество глав в диссертации и автореферате. Диссертационная работа состоит из пяти глав, в то время как в автореферате результаты исследования изложены в четырех главах.

2. При обобщении характеристик буровых шламов (стр. 16) не полностью указаны виды буровых шламов по ФККО. Так, например, кроме отхода 29112112394 «шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата с применением бурового раствора на углеводородной основе малоопасные», существует еще отход 29112111393 «шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные». Также указана не актуальная на октябрь 2022 года редакция ФККО. Актуальная на сегодняшний день редакция ФККО датирована 16.05.2022 г.

3. Не приведено полноценное описание объектов исследования – образцов бурового шлама (не указана глубина взятия пробы и наименование месторождения).

4. Не ясна исходная влажность образцов бурового шлама. На странице 35 указана влажность 50-60%, а на странице 53 – 60-70%.

5. В диссертации указано, что получаемый асфальтобетон содержащий буровой шлам на углеродной основе может быть использован, в том числе для устройства пешеходных дорожек, тротуаров, мест стоянок автомашин (стр. 38 и 93). В то же время в работе отсутствуют исследования, доказывающие безопасность применяемого асфальтобетона на человека, в том числе как минимум не проведены исследования по определению паразитологических и микробиологических характеристик.

6. В диссертации приведены не действующие нормативные документы, на основании которых автор делает заключение об экологической опасности буровых шламов (стр. 49 – ГН 2.1.7.2041-06, СанПиН 2.1.5.980-00). В настоящее время для оценки загрязнения компонентов природной среды применяется гигиенические нормативы СанПиН 1.2.3685-21.

7. В диссертации отмечено, что исходный буровой шлам относится к песку очень тонкому (стр. 54). В то же время согласно гранулометрическому составу (табл. 3.7 стр. 53) и усредненным физическим характеристикам буровых шламов (табл. 3.6 стр. 53) и классификации грунтов по ГОСТ 25100-2020, исходный буровой шлам относится к глинам. Содержание песчаных частиц (2-0,05 мм) в исследуемых образцах составляет от 5 до 45 %. На 55-95 % образцы буровых шламов состоят из минеральных частиц пылеватой и глинистой фракции.

8. В таблице 3.3 (стр. 49) приведены результаты сравнения выявленных концентраций загрязняющих веществ в образцах бурового шлама с установленными нормативами. Сравнение было произведено с нормативами ОДК для суглинистых и глинистых почв с $pH > 5,5$ (при этом, не понятно, почему по свинцу был использован ОДК для песчаных и супесчаных почв). Также стоит отметить, что норматив по подвижной форме марганца принят не верно. Согласно методики исследования ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08 анализ подвижных форм металлов заключается в обработке проб почв ацетатно-аммонийным буферным раствором с $pH 4.8$. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 ПДК подвижной формы марганца извлекаемые ацетатно-аммонийным буферным раствором с $pH 4.8$ для дерново-подзолистой почвы с $pH \geq 6$ равно 100 мг/кг. В связи с этим как минимум в одной исследуемой пробе (образец 1 стр. 50) зафиксировано превышение по марганцу в 2 раза.

9. В главе 5 (стр. 105) отмечено, что структура асфальтобетона позволяет добиться снижение миграции тяжелых металлов: кадмия в 67 раз; кобальта в 30 раз, никеля в 130 раз; свинца в 65 раз; меди в 200 раз; марганца в 90 раз; хлоридов в 2,4 раза (для сравнения использованы подвижные формы, указанные в табл. 3.2 и 3.4). При этом, в табл. 3.2 указан элементный

состав образцов бурового шлама, в табл. 3.4 радиологические показатели буровых шламов. Исследование валовых и подвижных форм тяжелых металлов представлено в таблице 3.3. В тоже время сравнение результатов, указанных в табл. 3.3 с табл. 5.3 некорректно в связи с тем, что в одном случае исследовалось содержание подвижных и валовых форм тяжелых металлов в самих образцах бурового шлама, во втором случае исследовался раствор после замачивания на 60 суток образцов асфальтобетона в рамках моделирования миграции загрязняющих веществ из асфальтобетона в водные среды. Для корректного сравнения необходимо было выполнить исследование содержания подвижных форм тяжелых металлов в образцах асфальтобетона, содержащего буровой шлам.

10. В выводе 3 главы 4 указано, что в результате сравнения полученных результатов физико-механических показателей асфальтобетонов с применением образцов буровых шламов 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 20⁰С увеличилась в 1,14 раз; прочность на сжатие при 0⁰С снизилась в 1,16 раза. В тоже время не понятно с чем производилось сравнение.

11. В главе 4 отмечено, что выполненный анализ научной литературы по вопросу использования материального ресурса буровых шламов показал, что одной из областей применения буровых шламов является дорожное строительство. В главе 1 отсутствует анализ литературных источников на предмет наличия/отсутствия исследований использования буровых шламов в строительстве автодорог в качестве одного из компонентов дорожно-строительной смеси.

12. Работа не лишена опечаток:

– Стр. 5 – Не верно указан шифр паспорта специальности (вместо шифра 1.6.21 – Геоэкология указан шифр 1.6.26). В соответствии с приказом Минобрнауки от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении

изменения в Положении о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» шифра научной специальности 1.6.26 не существует;

– Стр. 10 – шрифт в следующем абзаце отличается от шрифта основного текста «**Публикации.** Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 9 статьях, из которых 3 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Chemical Abstracts и патенте»;

– Стр. 13, 14 – отсутствуют пробелы между словами (2017г, отходами за 2018 г, общего объема всех, 2018г.).

Отмеченные недостатки не снижают в целом высокий научный уровень диссертационной работы, которая представляет собой законченное исследование, обладающее новизной и практической значимостью.

Содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам диссертации. В опубликованных работах отражены результаты исследования, обобщенные в диссертации. Диссертация обладает научным стилем, логичностью и последовательностью, хорошо иллюстрирована, сопровождается таблицами, графиками, рисунками, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора в науку.

Диссертационная работа Власова Антона Сергеевича «Геоэкологическое обоснование использования бурового шлама в производстве асфальтобетона» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно-обоснованные решения в области утилизации отходов производства. 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,

канд. техн. наук

Пичугин Е.А.

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»)

Должность: заместитель начальника отдела проблем охраны окружающей среды

Почтовый адрес: 614039, г. Пермь, Комсомольский проспект, д.61а

Телефон: +7 (342) 281-83-00

Телефон оппонента: +7 (342) 281-85-98

Электронный адрес: pich@ecologyperm.ru

Шифр и наименование специальности, по которой защищена кандидатская диссертация оппонентом: 25.00.36 – Геоэкология (в строительстве и ЖКХ)

Я, Пичугин Евгений Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Власова Антона Сергеевича, и их дальнейшую обработку.

«25» октября 2022 г.

/ Пичугин Е.А.

Подпись Пичугина Е.А. заверяю:

Заместитель директора по

административным и правовым

– начальник отдела по

обеспечению

Е.В. Симакова