

## СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ ОТ РАЗМЕЩЕНИЯ НА НИХ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ

<sup>1</sup>Власов А.С., <sup>1,2</sup>Пугин К.Г.

<sup>1</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Российская Федерация

<sup>2</sup>Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, г. Пермь, Российская Федерация

**Аннотация.** Описана актуальность проблемы загрязнения частей пахотных земель от размещения на них шламовых амбаров. Представлены методы снижения негативного воздействия на объекты окружающей среды от бурового шлама. В качестве объектов исследования были отобраны образцы бурового шлама на нескольких крупных месторождениях нефти. Результаты исследований физико-химических свойств образцов бурового шлама показали, что имеются превышения допустимых значений по показателям химического потребления кислорода, сухого остатка, хлоридов, химического потребления кислорода, нефтепродуктов, сухого остатка, жесткости, ионов магния и кальция, хлоридов. Для снижения негативного воздействия было выбрано направление утилизации бурового шлама в дорожном строительстве. Был получен цементогрунт на основе бурового шлама, относящийся к марке по прочности М20, но имеющий недостаточную морозостойкость, вследствие которой он рекомендован к использованию в странах, характеризующихся тропическим и субтропическим климатами.

**Ключевые слова:** окружающая среда, буровой шлам, негативное воздействие, утилизация, дорожное строительство, цементогрунт.

## DECREASE IN TECHNOGENIC LOAD OF AGRICULTURAL LANDS FROM PLACEMENT OF DRILL CUTTINGS ON THEM

<sup>1</sup>Vlasov A.S., <sup>1,2</sup>Pugin K.G.

<sup>1</sup>Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

<sup>1,2</sup>Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russian Federation

**Annotation.** The urgency of the problem of contamination of parts of agricultural land from the placement of drilling barns on them is described. Methods of reducing the negative impact on environmental objects from drill cuttings are presented. Samples of drill cuttings at several large oil fields were selected as objects of study. The results of studies of the physical and chemical properties of drill cuttings showed that there are excesses of permissible values for chemical oxygen demand, solids, chlorides, oil products, solids, hardness, magnesium and calcium ions, and chlorides. To reduce the negative impact, the direction of disposal of drill cuttings in road construction was chosen. A cement slurry-based cement primer was obtained, which belongs to the M20 strength grade, but has insufficient frost resistance, due to which it is recommended for use in countries characterized by tropical and subtropical climates.

**Key words:** environment, drill cuttings, negative impact, utilization, road construction, cementground.

При деятельности нефтегазодобывающих предприятий образуется техногенный отход - буровой шлам (далее БШ). БШ представляет собой измельченную выбуренную породу, загрязненную остатками бурового раствора. БШ образуется при бурении скважин и при своем длительном размещении негативно воздействует на объекты окружающей среды [1]. Объемы новых образований БШ исчисляются миллионами тонн в год.

На минералогический состав БШ влияют литологический состав разбуриваемых пород, глубина скважины, место добычи полезных ископаемых [2]. На гранулометрический состав БШ влияют механические свойства породы, свойства бурового раствора, тип и диаметр породоразрушающего инструмента.

В состав БШ могут входить: вода – 20-25%; выбуренная порода – 50-60%; хлориды - до 0,5%; тяжелые металлы – 5-6%; реагенты бурового раствора – 5-7%; нефть и нефтепродукты – 1-2%; прочие соединения - 0,5-1% [3]. БШ относится к IV классу опасности по классификации ФККО (Федеральный Классификационный Каталог Отходов).

Для обеспечения требуемых параметров бурения добавляют буровые растворы. Различают буровые растворы на водной и углеводородной основах. Раньше применялся буровой раствор на маслянистой основе, но из-за большой токсичности был запрещен к использованию [4].

Хранение БШ осуществляют в специальном шламовом амбаре. Для строительства и размещения шламовых амбаров изымаются большие земельные участки, которыми могут являться пахотные земли. При этом уничтожается флора и фауна вокруг амбаров. Активно нарушается целостность местной природной экосистемы. При неправильной гидроизоляции шламового амбара происходит снижение продуктивности почвенного покрова, загрязнение подземных вод. Токсины смываются в грунт из-за атмосферных осадков и подземными водами выносятся в реки. Происходит подавление органической жизни, изменяется состав биоценозов.

Основное негативное воздействие на окружающую среду происходит из-за взаимодействия объектов окружающей среды с входящими в состав БШ нефтепродуктов, реагентов бурового раствора и соединений тяжелых металлов. В своих работах [5,6] авторы отобрали, что происходит негативное влияние на растительный и животный мир вследствие способности нефтяных углеводородов накапливаться в тканях растений и органах животных. Нефтепродукты, попадая в водоем, нарушают азотный баланс донных почв, и нарушают питание корневой системы водяных растений. Также происходит изменение физико-химических свойств воды. Испарение легких фракций углеводородов происходит под воздействием солнечных лучей, тем самым загрязняется атмосфера.

В своих работах [7,8] авторы пишут, что опасность для окружающей среды представляют токсичные химические реагенты, добавляемые в буровой раствор. В 1 м<sup>3</sup> отходов содержится до 68 кг загрязняющей органики, не учитывая нефть и нефтепродукты. Реагентами могут быть ингибиторы, поглотители сероводорода, пеногасители, стабилизаторы. Токсины накапливаются в грунте, пагубно влияя на растительность, и подземными водами выносятся в реки. Происходит гибель живых организмов, обитающих в воде, и изменяется состав биоценозов.

Как отмечают авторы [9,10] в БШ содержатся тяжелые металлы в виде хлоридов, сульфатов, нитратов. Эти химические соединения растворимы в воде, из-за чего тяжелые металлы мигрируют в водную сферу, и формируется негативное воздействие. Тяжелые металлы за счет своей способности накапливаться в органах животных оказывают на них негативное воздействие.

Как показывает мировой опыт, методы обращения с БШ заключаются в трех основных направлениях: захоронение, обезвреживание и утилизация.

В последнее время нефтегазодобывающие предприятия ориентированы на переход к безамбарному бурению. При этом, БШ не размещается в шламонакопителе, а утилизируется - используется в технологиях переработки для получения целевых продуктов. Экономическая целесообразность заключается в получении прибыли от продажи полученных продуктов, и в предотвращении штрафов за негативный ущерб окружающей среде.

В качестве примера можно привести исследование [11] в котором предлагается использовать БШ в бетоне, в качестве частичной замены цемента. Замена 20% цемента на БШ и добавление дополнительно 5% диоксида кремния позволило увеличить прочность на сжатие бетона на 13%.

В работе [12] представлена технология позволяющая использовать БШ в составе стеклокерамики, при помощи плавления БШ и смешивания с оксидами натрия и кальция для минимизации температуры плавления. Представленные физические, химические и механические свойства указывают, что стеклокерамика обладает необходимыми свойствами, прочности, износостойкости, теплостойкости, трещиностойкостью, что делает материалы пригодными для получения плитки, строительных материалов (черепицы).

В статье [13] представлена технология использования БШ, осадка сточных вод и опилок для производства почвенно-подобных смесей. В соответствии с действующими правовыми нормами концентрация металлов в почвоподобных материалах позволяет их применять на грунтах класса II (пахотные земли).

Тем не менее, еще остаются предприятия, которые вынуждены использовать для размещения шламовые амбары из-за экономической нецелесообразности использования определенных методов утилизации. Поэтому актуальной задачей является разработка таких методов утилизации, которые могли бы быть экономически выгодными и при этом легко осуществляемыми.

Анализ разработанных ранее технологий утилизации БШ позволили определить перспективное направление использования ресурсного потенциала БШ, которое позволяет утилизировать БШ в строительстве внутрипромысловых объектов (технологических площадок для размещения бурового оборудования, внутрипромысловых дорог).

В качестве объектов исследования выступили образцы БШ нескольких месторождений Российской Федерации: №1 – Ханты-мансийский автономный округ, №2 – Оренбургская область, №3 – Ямало-ненецкий автономный округ.

Проведены лабораторные исследования для определения физико-химических показателей водных вытяжек, полученных их БШ. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты физико-химических показателей БШ

Определяемые характеристики	Единицы измерения	Результаты анализа			ПДК Рыбхоз
		БШ образец №1	БШ образец №2	БШ образец №3	
рН	Ед.рН	7,0 ± 0,05	6,9 ± 0,05	7,8 ± 0,05	6,5-9,0
ХПК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	580 ± 23,0	1300 ± 65,0	444 ± 22,2	30
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	1,5 ± 0,30	4,4 ± 0,88	2,70 ± 0,9	0,05
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	620 ± 62,0	1590,0 ± 159,0	1800 ± 180,0	1000
Жёсткость	ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	11,5 ± 0,56	60 ± 3,0	23 ± 1,15	10,0
Ион кальция	мг/дм <sup>3</sup>	154 ± 7,7	800 ± 40,0	306 ± 15,3	180,0
Ион магния	мг/дм <sup>3</sup>	46 ± 2,3	240 ± 12,0	92 ± 4,6	40,0
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	452,6 ± 25	1411,1 ± 70,6	1650 ± 82,5	300

Физико-химические показатели водной вытяжки из образцов БШ превышают значения ПДК по показателям ХПК, нефтепродуктов, сухого остатка, жесткости, ионов магния и кальция, хлоридов.

Ранее была разработан метод снижения подвижности опасных компонентов, который заключается в размещении отходов в более плотных и гидрофобных средах. В этой связи была рассмотрена возможность использования ресурсного потенциала БШ в составе цементогрунта, который образует более плотную среду и за счет использования в своем составе цемента.

Для определения оптимальных параметров использования БШ была составлена программа исследования получения цементогрунта на основе БШ. Применялся высушенный при 105° С образец БШ. Были замешаны смеси с различными содержаниями цемента марки ПЦ-400, жидкого реагента и с добавлением необходимого количества воды. Был получен оптимальный компонентный состав смеси: 26 кг – БШ сухой (76%); 8 кг – цемент ПЦ-400 (24%); 0,8 кг – жидкий реагент (2% сверх 100% смеси); 17,76 кг – вода (52% сверх 100% смеси). Общая масса смеси равна 52,56 кг.

Из полученной смеси были приготовлены образцы цементогрунта и выдержаны в течение 28 суток. Затем были проведены лабораторные испытания на определение значения прочности на сжатие.

Значение предела прочности на сжатие образцов, выдержанных 28 суток составило:  $R_{сж} = 3,99$  МПа. Исходя из полученного значения предела прочности на сжатие, согласно ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства», образцы цементогрунта относятся к марке цементогрунта М20.

**Заключение.** Для снижения техногенной нагрузки, формируемой БШ, было предложено использовать ресурсный потенциал БШ в технологиях получения дорожно-строительных материалов, востребованных на нефтяных и газовых промыслах.

Результаты физико-механических показателей БШ показали, что имеются превышения значений ПДК по показателям ХПК, сухого остатка, нефтепродуктов, ионов магния и кальция, жесткости, хлоридов.

По результатам исследований полученного цементогрунта, на основе БШ, установлено, что исследуемый цементогрунт имеет достаточную прочность и относится к марке по прочности М20. Проводятся дальнейшие исследования для определения морозостойкости цементогрунта.

#### Список использованных источников

1. Kujawska J. Potential influence of drill cuttings landfill on groundwater quality-comparison of leaching tests results and groundwater composition // Desalination and Water Treatment. 2016. Vol. 57. P. 1409-1419.
2. Соромотин А.В., Пислегин Д.В. Тяжелые металлы в донных отложениях шламовых амбаров геологоразведочных скважин Западной Сибири // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 6. С. 514-520.

3. Hejna A., Piszcz-Karaś K., Filipowicz N., Cieśliński H. Structure and performance properties of environmentally-friendly biocomposites based on poly( $\epsilon$ -caprolactone) modified with copper slag and shale drill cuttings wastes // *Science of the Total Environment*. 2018. No. 640. P. 1320-1331.
4. Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014. № 5. С. 308-313.
5. Власов А.С., Пугин К.Г., Тюрюханов К.Ю., Глушанкова И.С., Рудакова Л.В. Использование отходов бурения в составе дорожно-строительных материалах // *Известия вузов инвестиции. Строительство. Недвижимость*. Т. 9. №. 3. С. 510-521.
6. Junttila J., Dijkstra N., Aagaard-Sorensen S. Spreading of drill cuttings and sediment recovery of three exploration wells of different ages, SW Barents Sea, Norway // *Marine Pollution Bulletin*. 2018. No. 135. P. 224-238.
7. Гусейнова С.А. Влияние отходов бурения на гидробионтов // *Юг России: экология, развитие*. 2015. Т. 10. №. 3. С.121-126.
8. Xu T., Wanga L., Wanga X., Lia T., Zhana X. Heavy metal pollution of oil-based drill cuttings at a shale gas drilling field in Chongqing, China: A human health risk assessment for the workers // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. No. 165, P. 160-163.
9. Чеботаев А.Н. Возможность утилизации бурового шлама бованенковского месторождения в производстве строительных материалов // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. 2015. №. 9. С. 26-29.
10. Aboutabikh M., Soliman A.M., Naggat M.H. El. Properties of cementitious material incorporating treated oil sands drill cuttings waste // *Construction and Building Materials*. 2016. No. 111. P. 751-757.
11. Mostavi E., Asadi S., Ugochukwu E. Feasibility Study of the Potential Use of Drill Cuttings in Concrete // *Procedia Engineering*. 2015. No. 118. P. 1015-1023.
12. Abbe O.E., Grimes S.M., Fowler G.D., Boccaccini A.R. Novel sintered glass-ceramics from vitrified oil well drill cuttings // *Journal of Materials Science*. 2009. No. 44. P. 4296–4302.
13. Kujawska J., Pawłowska M. Effects of Soil-Like Materials Mix from Drill Cuttings, Sewage Sludge and Sawdust on the Growth of *Trifolium pratense* L. and Transfer of Heavy Metals // *Journal of Ecological Engineering*. 2018. V. 19. P. 225–230.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.