



УДК 628.54

## БУРОВОЙ ШЛАМ КАК ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ШНЕКОВОГО ФОРМОВАНИЯ



### DRILL CUTTINGS AS A SOURCE OF RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS BY WORM MOLDING

**Пискунова Софья Владимировна**

аспирант кафедры экологии  
промышленных зон и акваторий,  
Санкт-Петербургский государственный  
морской технический университет  
piskunova.sv@gmail.com

**Нифонтов Юрий Аркадьевич**

доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой экологии  
промышленных зон и акваторий,  
Санкт-Петербургский государственный  
морской технический университет  
nifontov@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрена возможность утилизации техногенного продукта, получаемого в процессе бурения нефтегазовых скважин, при производстве строительных материалов методом шнекового формования. Исследованы физико-химические свойства исходного сырья – бурового шлама Калининградского региона Российской Федерации. Исследование направлено на утилизацию, обезвреживание и вторичное использование бурового шлама, что в значительной степени улучшит экологическую обстановку и позволит создать резерв дешевого сырья для производства строительных и отделочных материалов.

**Ключевые слова:** буровой шлам, утилизация и переработка, промышленные отходы, экология, вторичные строительные материалы.

**Piskunova Sofia Vladimirovna**

Graduate student  
of the department of Ecology  
industrial areas and water areas,  
St. Petersburg state  
maritime technical university  
piskunova.sv@gmail.com

**Nifontov Yuri Arkadievich**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
head of the environmental department  
industrial areas and water areas,  
St. Petersburg state  
maritime technical university  
nifontov@yandex.ru

**Annotation.** The possibility of utilization of the technogenic product obtained during the drilling of oil and gas wells in the production of building materials by the method of worm molding is considered. The physical and chemical properties of the feedstock – drill cuttings of the Kaliningrad region of the Russian Federation are investigated. The study is aimed at the utilization and recycling of drill cuttings, which is to significantly improve the environmental situation and to create a reserve of cheap raw materials for the production of building and finish materials.

**Keywords:** drill cuttings, utilization and processing, industrial waste, ecology, secondary building materials.

Недостаточная обеспеченность ряда крупнейших стран мира запасами нефти обуславливает необходимость стремительного наращивания геологоразведочных работ. Широкомасштабная эксплуатация недр и увеличение объемов производств нефтегазовой индустрии – одной из самых экологически опасных отраслей промышленности, сопровождается соответствующим увеличением объемов нефтяных загрязнений и отходов, ростом количества аварийных ситуаций.

Производственная деятельность предприятий нефтегазового сектора промышленности, начиная с этапа разведки и добычи углеводородов, заканчивая использованием нефтепродуктов и ликвидацией (консервацией) скважин, в значительной степени способствует негативному воздействию на окружающую среду [1].

Одним из основных и масштабных видов технологических отходов, образующихся при бурении, является буровой шлам, который необходимо подвергать переработке и утилизации. При этом в отличие от других видов отходов, буровые шламы являются характерными и неизбежными многотоннажными отходами, образующимися при всех видах буровых работ. Для их размещения отчуждаются территории предприятий с целью создания амбаров и полигонов, требующих регулярных капиталовложений, сопровождающихся систематическим ростом экологических платежей.

Хранение отходов таким способом неминуемо ведет к загрязнению недр, атмосферы, поверхностных и подземных водных объектов, почвы, а также негативным воздействием на растительный и животный мир.

При этом на сегодняшний день не разработан универсальный способ утилизации и вторичного применения данного вида отходов не смотря на практическую возможность их использования при



производстве строительных материалов после обезвреживания и соответствующей предварительной подготовки.

Вместе с тем большое разнообразие состава и свойств буровых шламов, недостаточная изученность их характеристик, в том числе токсичности и способов ее снижения, не позволили в настоящее время этому направлению утилизации получить широкое распространение в промышленности.

Исходя из химического анализа бурового шлама Калининградского региона Российской Федерации, было установлено, что он относится к четвертому классу опасности – малоопасные вещества. В экспериментальной части использован буровой шлам с минимальным процентным содержанием нефтепродукта.

В соответствии с методикой эксперимента разработка составов трехкомпонентной рецептуры проводилась по различным соотношениям в системе: «буровой шлам – цемент – вода».

Для применения бурового шлама в качестве источника вторичной сырьевой базы при производстве строительных материалов важным аспектом является подготовка шихты по гранулометрическому составу и управление адгезионными свойствами компонентов.

Это обусловлено необходимостью создания условий для максимального сближения и уплотнения частиц при формовании. По качеству упаковки частиц наиболее плотной считается смесь Фуллера-Томпсона, ситовая характеристика которой, при заданных классах, отвечает соотношению: 0–3 мм: более 3 мм – 5–10 %; 1–3 мм – 45–50 %; 0–1 мм – 40–45 % [2, 3].

На данном этапе исследований результаты экспериментальной проверки уплотняемости частиц шихты с предложенными размерностями объединенных фракций классов крупности полусухим формованием подтверждают правомерность данного решения – полученные брикеты имели прочность на сжатие в пределах 247,3–282,3 кг/см<sup>2</sup>.

Таким образом, результатами проведенной оценки прочностных свойств брикетов подтверждается соответствие гранулометрического состава смеси оптимальному ситовому составу, пригодному для практического использования при формовании.

В качестве связующего материала для формования изделий из данного вида буровых шламов предлагается использовать тампонажный цемент марки М-600, имеющийся на морских буровых платформах и стационарных буровых установках на суше в достаточном для этого количестве.

Процесс формования исследуемого сырья с целью получения строительных материалов происходит с помощью специальных станков (прессов) различной мощности.

В практике формования (брикетирования) твердых отходов используются различные технологические решения с применением соответствующих прессовых механизмы. Наибольшее распространение получили штемпельные (давление прессования 10–12 МПа), вальцовые и кольцевые (~20 МПа), гидравлические (>25 МПа) и экструдерные прессы различных конструкций. Для последних характерен самый низкий удельный уровень энергоемкости брикетирования, следовательно, наиболее эффективным способом формования (брикетирования) является экструдерный. Это, как правило, компактное оборудование при производительности до 5–10 т/час имеет габаритные размеры ~2000×1000×700 мм. Вес – 200–250 кг. Потребляемая мощность (Q) не превышает 5 кВт [2].

Все указанные преимущества экструдерного (шнекового) прессования обеспечивают перспективы и высокую эффективность развития подобной технологии утилизации мелкодисперсных отходов.

В результате выполненных исследований была разработана рецептура сырьевой смеси и технология ее приготовления на основе бурового шлама для получения строительного кирпича посредством применения методов проходного прессования высококонцентрированных полидисперсных композиций, которая включает следующие ингредиенты (табл. 1).

**Таблица 1** – Рецептура сырьевой смеси

Ингредиент	Доля в составе композиции, % (масс.)
Шлам	90–92
Цемент М-500	10–8
Вода	0,1 кг/кг шлама

Технологическая схема производства образца включала следующие основные операции:

- дробление шлама в щековой дробилке;
- грохочение шлама для разделения по размерам фракций в замкнутой системе измельчения с циклическим применением грохотов;
- дозировку полученной массы и части цемента в соотношении шлам: цемент, равном 9:1;
- дозировку компонентов шихты (шлама, цемента и воды);
- перемешивание компонентов шихты в смесителе;
- прессование массы;
- подсушивание готовых изделий естественным путем.



После окончательного отвердевания, при предварительных испытаниях для определения предела прочности при сжатии, прочность полученных образцов составила 247,3–282,3 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует аналогичным характеристикам бетонных кирпичей марки М200.

Определенная величина водопоглощения находится в пределах нормативных требований для строительного кирпича.

Значение насыпной плотности составило 1,27 г/см<sup>3</sup>, из чего следует вывод, что данный материал, имея достаточно низкую плотность, при транспортировании будет занимать большой объем, что в свою очередь, увеличивает общий объем и стоимость транспортирования. Значение плотности готового образца достаточно высоко ( $\rho = 2,06$  г/см<sup>3</sup>), и оно превышает величину насыпной плотности материала ( $\rho_n = 1,27$  г/см<sup>3</sup>), из которого были изготовлены образцы почти в 2 раза, что обуславливает сокращение занимаемой буровыми шламами площади, а равно снижает затраты на транспортировку. Не учтены условия – форма брикета для компактного формирования транспортируемых комплектов?

В качестве примера эффективности использования способа формирования буровых шламов для сокращения их объема, предложено рассмотрение ближайшего шельфового объекта – российского сектора Балтийского моря (Калининградский регион РФ). Регион в значительной степени отдален от основной территории России, характеризуется отсутствием необходимой степени обустройства полигонов промышленных отходов, а также сложной логистической схемой трансграничного перемещения отходов.

Отсутствие в регионе полигонов, в достаточной степени обустроенных к приему промышленных отходов III-IV классов опасности и изолированность региона в целом, позволяют считать целесообразным применение данного способа формирования буровых шламов для более эффективной их утилизации.

Уменьшение платы за размещение отходов, получение прибыли от реализации продуктов утилизации, расширение инфраструктуры рабочих профессий предприятия, создание дополнительных рабочих мест – все приведенные положительные стороны в комплексе обеспечивают, несомненно, положительный эколого-экономический эффект.

Проведенный анализ возможных преимуществ утилизации бурового шлама, путем предложенного решения, показывает, что предотвращение загрязнения среды, путем сокращения площадей захоронения или использования буровых шламов при производстве строительных материалов, является необходимой мерой на пути достижения баланса между окружающей природной средой и деятельностью человека.

## Литература

1. Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.П. Панов, Ю.А. Нифонтов, А.В. Панин; под ред. В.П. Панова. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
2. Нифонтов Ю.А. Рациональное использование отходов обогащения угля и снижение экологической напряженности при разработке месторождений Севера России : монография. – СПб. : Санкт-Петербургский горный институт, 2000. – 138 с.
3. Шувалов Ю.В. К вопросу о механизме брикетирования «жестких» углей / Ю.В. Шувалов, Ю.А. Нифонтов, О.В. Ковалев, А.А. Бенин // Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал. – 2004. – № 2. – С. 127–129.

## References

1. Panov V.P. Theoretical foundations of environmental protection: tutorial for students of higher education institutions / V.P. Panov, Y.A. Nifontov, A.V. Panin; under the editorship of V.P. Panova. – M. : Publishing Center «Academy», 2008. – 320 p.
2. Nifontov Y.A. Rational use of coal enrichment waste and reduction of environmental tension in the development of deposits in the North of Russia : Monograph. – St. Petersburg : St. Petersburg Mining Institute, 2000. – 138 p.
3. Shuvalov Y.V. On the issue of the briquetting mechanism of «hard» coals / Y.V. Shuvalov, Y.A. Nifontov, O.V. Kovalev, A.A. Benin // Mining Information and Analytical Bulletin: scientific and technical journal. – 2004. – № 2. – P. 127–129.