УДК 691.42:665.6

В.А. ГУРЬЕВА, д-р техн. наук (victoria-gurieva@rambler.ru), В.В. ДУБИНЕЦКИЙ, инженер, К.М. ВДОВИН, инженер
Оренбургский государственный университет (460018, г. Оренбург, Пр. Победы, 13)

Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики

Исследованы минералогический и гранулометрический составы техногенного сырья – бурового шлама Пашийского месторождения и глинистого сырья Бузулукского месторождения. Разработанные двухкомпонентные системы в зависимости от состава сырьевой шихты глина – буровой шлам и режима обжига подтверждают перспективность использования бурового шлама Пашийского месторождения в производстве керамического кирпича марки М75, М100 по стандартной технологии, а также осуществления утилизации техногенного сырья и получения обжиговым способом изделий III–IV класса опасности, что является безопасным для населения.

Ключевые слова: техногенное сырье, буровой шлам, глины, строительная керамика, класс опасности.

V.A. GURIEVA, Doctor of Sciences (Engineering) (victoria-gurieva@rambler.ru), V.V. DUBINETSKY, Engineer, K.M. VDOVIN, Engineer
Orenburg State University (13, Pobedy Avenue, 460018, Orenburg, Russian Federation)

Drilling Slurry in Production of Building Ceramic Products

Mineralogical and granulometric compositions of anthropogenic raw materials, drilling slurry of the Pashiyskoye deposit and clay raw materials of the Buzuluk deposit, have been studied. Developed two-component systems, depending on the composition of raw charge "clay – drilling slurry" and burning conditions, confirm the prospectivity of using the drilling slurry of the Pashiyskogo deposit of the Buzuluk District in production of ceramic brick M75, M100 according to the standard practice as well as make it possible to utilize the anthropogenic raw materials and obtain the products of III–IV class of danger that are safe for population.

Keywords: anthropogenic raw materials, drilling slurry, clays, building ceramics, class of danger.

Ежегодно темпы роста промышленного производства набирают обороты и производится большое количество современных строительных материалов, к которым предъявляются повышенные требования исходя из условий их эксплуатации. Применение того или иного материала обосновывается не только его потребительскими свойствами и экономической целесообразностью, но и экологичностью.

Рост объемов производства в различных областях экономики неизбежно приводит к увеличению образования техногенных отходов, которые получаются в процессе переработки, добычи или производства [1]. Современное оборудование позволяет сократить образование отходов в промышленности, но не решает проблему полностью. Практически в каждом промышленно развитом регионе имеются отходы как заскладированные, так и текущего выхода.

Не составляет исключение и Оренбургская область с ее развитой нефтегазодобывающей промышленностью, основным отходом которой является нефтяной шлам бурения и переработки [2]. Хранение буровых отходов осуществляются амбарным и безамбарным способами (рис. 1, 2). Следует отметить, что на нефтеперерабатывающих заводах России уже накоплено более 95 млн т таких отходов. Под их размещение изымаются земельные площади, уничтожается флора и фауна вокруг хранилищ. Независимо от способа хранения отходов токсины, содержащиеся в шламах, смываются в грунт атмосферными осадками, далее подземными водами выносятся в реки. Кроме того, испарения с поверхностей полигонов захоронения усиливаются в летний период под прямыми солнечными лучами [3].

Шламовые амбары, несмотря на то что они организуются как природоохранные сооружения, предназначенные для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов бурения нефтяных скважин, являются также постоянными источниками загрязнения атмосферы, почвы, подземных и поверхностных вод. При нарушении гидроизоляции шламового амбара снижается продуктивность почвенного покрова, происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов и, как следствие, загрязнение подземных и поверхностных вод. В результате загрязнения подземных и поверхностных вод нефтепродуктами происходит угнетение и подавление нормальной органической жизни, заморы рыбы и гибель нерестилищ. Растительность на участках загрязнения буровыми шламами погибает полностью. При толщине слоя шлама 5–10 см вред, причиняемый лесу, сопоставим с нефтяным загрязнением сильной степени [4].

Проблема утилизации накопленных отходов нефтедобычи очень актуальна для Оренбургской области. К сожалению, принятые программы утилизации и обезвреживания отходов не могут до настоящего времени полностью изменить ситуацию в положительную сторону [5, 6]. Острота данной проблемы обусловлена в том числе отсутствием рентабельных способов переработки нефтешламов и экологически обоснованных методов их утилизации [7].

Буровые шламы относятся ко II классу опасности, поэтому на стадии исследований необходимо учитывать

Рис. 1. Безамбарное хранение буровых шламов

Рис. 2. Амбарный тип хранения буровых шламов

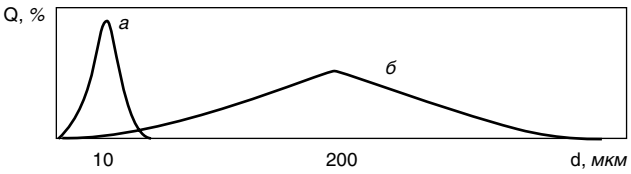

Рис. 3. Распределение частиц по размеру: *а* – глинистые; *б* – минеральные

данный факт и разрабатывать технологические мероприятия, позволяющие перевести буровой шлам из класса опасности II в III класс, а лучше в IV.

В настоящее время известно несколько способов обезвреживания бурового нефтяного шлама. *Термический* – обработка при температуре 600–1000°С в зависимости от химического и минералогического состава шлама. Физический – создание полигонов захоронения. *Химический* – отверждение с применением минеральных (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.) добавок. *Физико-химический* – применение специально подобранных реагентов с последующей их обработкой на специальном оборудовании. *Биологический* – микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение.

Каждый способ имеет достоинства и недостатки. Наиболее перспективное направление, которое одновременно позволяет произвести обезвреживание бурового шлама и получить полезный продукт, – это совмещение химического и термического способов, в результате чего удаляется органическая часть бурового шлама, оказывающая негативное влияние на окружающую среду.

Анализ литературы показывает, что шламы могут быть востребованы при производстве различных строительных материалов [8, 9]. Была поставлена задача исследовать возможность утилизации бурового шлама в производстве керамического кирпича. В качестве исходных компонентов исследования использовали сырьевые материалы и промышленные отходы Оренбургской области: буровой шлам Пашийского месторождения с горизонта 3700–3850 м; глинистое сырье из карьера г. Бузулука, которое используется на кирпичном заводе для производства кирпича марки М75.

Поскольку буровой шлам является отходом II класса опасности, в шламохранилищах установлены стационарные технологические комплексы по переработке и обезвреживанию отходов, где происходит их дальнейшая переработка и раздельный сбор. Для очистки жидких отходов бурения применяется 4-ступенчатая система. На 1-й и 2-й ступенях происходит отделение наиболее крупных частиц на сито-гидроциклонной установке; на 3-й ступени – осаждение взвешенных частиц на блоке коагуляции-флокуляции с помощью химических реагентов; на 4-й ступени – отделение наиболее мелких взвешенных частиц с малой плотностью на центрифуге.

Пробы для исследований отбирались после обезвреживания, очистки от нефтепродуктов и разделения отходов на установках на буровой шлам и буровой раствор – технологическую жидкость, которая также может использоваться для закачки в систему поддержания пластового давления или для приготовления других технологических растворов [10].

Минералогический состав исходного сырья изучен с применением рентгенофазового анализа. На рентгенограмме бурового шлама обнаружены пики, характерные для кварца, каолинита, кальцита, доломита, гидрослюды. В составе глины Бузулукского месторождения обнаружены кварц, кальцит, слюда, хлорит, полевой шпат, гидрослюда.

Анализ гранулометрического состава буровых шламов производился с помощью оптического гранулометрического анализатора ВТ-1600. Максимальное увеличение 4000х (оптическое и электронное увеличение), максимальное разрешение 0,1 мкм, воспроизводимость – отклонение <3%. Диаметр и объем частиц в мкм определялся в результате статистической обработки числа частиц и количества пикселей, занимаемых одной частицей, что позволило построить кривые распределения частиц по размерам (рис. 3).

Полученные результаты позволяют выделить в общей массе бурового шлама частицы преимущественно двух типоразмеров: со средним диаметром 10–15 мкм, что указывает на присутствие глинистой составляющей, и 200 мкм, что характерно для минеральных частиц песка, включений кальцита и доломита.

На первом этапе в соответствии с методикой эксперимента проводилась разработка составов двухкомпонентной системы глина – буровой шлам и режима обжига.

Для проведения оптимизации шихты были приготовлены смеси в виде формовочных масс, в которых количество техногенного сырья составляло от 0 до 100%. Сырьевые материалы, смеси, образцы подготавливались по стандартной методике.

На основании математической обработки полученных результатов построены графические зависимости состав – температура обжига – свойство (рис. 4).

В соответствии с нормативными документами для разных видов изделий строительной керамики (стеновых, отделочных, кровельных и т. д.) нормируется водопоглощение, которое не должно превышать 18–20% и служит качественной характеристикой процесса спека-

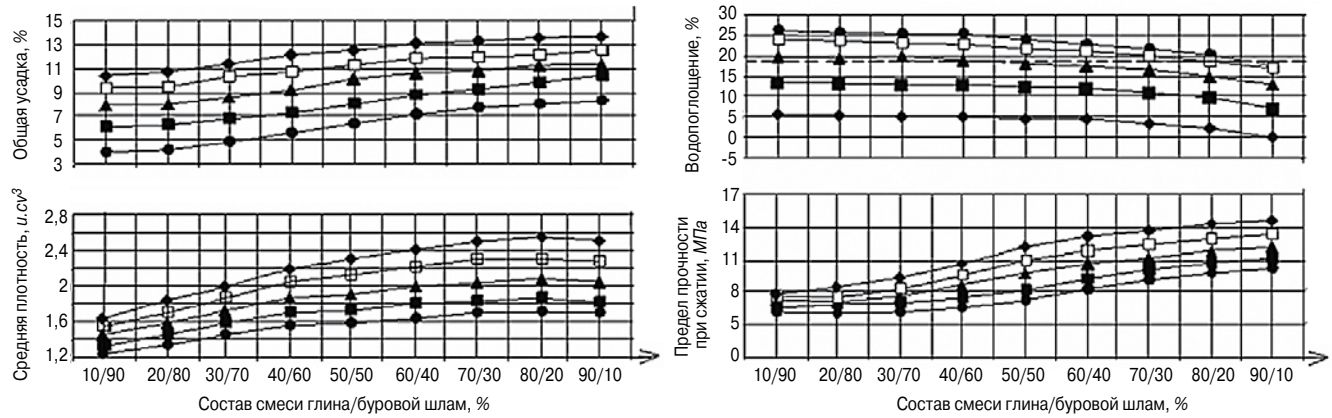

Рис. 4. Изменение свойств в системе состав – температура обжига – свойство на основе бурового шлама в зависимости от температуры обжига: –●– 1000°С; –■– 1050°С; –▲– 1100°С; –□– 1150°С; –◆– 1200°С

ния. На графике водопоглощения (рис. 4) пунктиром отмечено значение менее 20%. Данное значение является лимитирующим при оптимизации керамической шихты и позволяет определить с учетом полученных значений усадочных деформаций, средней плотности и прочности при сжатии рациональный диапазон изменения бурового шлама в двухкомпонентной шихте на основе легкоплавкой глины – до 50% при определенной температуре обжига.

Анализ экспериментальных данных, приведенных на рис. 4, показывает, что увеличение доли техногенного сырья в шихте приводит к некоторому повышению водопоглощения во всех исследуемых системах. В то же время четко прослеживается динамика снижения значений общей усадки, средней плотности, механической прочности. Целесообразно предположить, что это определяется изменением структуры исходных компонентов шихты: бурового шлама и алюмосиликатного сырья, образованием жидкой фазы и последующей кристаллизацией новообразований.

Замеры ПДК продуктов обжига образцов с содержанием бурового шлама до 50% не превышают требований СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Полученные результаты свидетельствуют о возможности:

– использовать буровой шлам Пашийского месторождения Бузулукского района в действующей технологии керамического кирпича марки М75, М100 с содержанием в двухкомпонентной шихте бурового шлама до 50% при температуре обжига до 1100°С;

– осуществить утилизацию техногенного сырья и получить обжиговым способом изделия: кирпич, плитка, черепица III класса опасности, что является безопасным для населения.

Список литературы

1. Кувыкин Н.А. Бубнов А.Г., Гриневич В.И. Опасные промышленные отходы. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2004. 148 с.
2. Жуков А.А. Результаты контрольно-надзорной деятельности в части обращения с отходами производства и потребления Управления Росприроднадзора по Оренбургской области по итогам 9 месяцев и задачи на IV квартал 2012 года. Оренбург: Управление Росприроднадзора, 2012. 16 с.
3. Пичугин Е.А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду // *Молодой ученый*. 2013. № 9. С. 122–124.
4. Ксандопуло С.Ю., Попова Г.Г., Каськов А.С., Моисеева Я.Ю., Литвинова С.М. Геохимический мониторинг процессов влияния накопителей нефтесодержащих отходов // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2012. № 4. С. 285–292.
5. Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. Кн. 3. Разработка принципиальных технологических решений по обезвреживанию и утилизации буровых шламов и нефтезагрязненных песков. Под ред. Савельева В.Н. Сургут: НГДУ, 1996. 101 с.
6. Денеко Ю. О проблеме переработки буровых отходов // Нефть и газ Сибири. 2014. № 1 (14). С. 29–30.
7. Максимович В.Г., Буков Н.Н. Обезвреживание нефтешламов и очистка нефтевод нефтяных месторождений Краснодарского края // *Материалы XI Международного семинара по магнитному резонансу (спектроскопия, томография и экология). Ростов-на-Дону*. 2013. 120 с.
8. Аминова А.С., Гайбуллаев С.А., Джураев К.А. Использование нефтешламов – рациональный способ их утилизации // *Молодой ученый*. 2015. № 2. С. 124–126.
9. Орешкин Д.В., Семенов В.С., Чеботаев А.Н., Перфилов В.А., Лепилов В.И., Лукина И.Г. Применение бурового шлама для производства эффективных стеновых материалов // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 11. С. 38–40.
10. Баранов А.Е., Казанцева Н.Н., Ерохин М.А., Муравьев И.В., Белов А.Е., Мавров В.А., Кузнецов С.В., Филатов Н.Н. Комплексная переработка жидкой фазы буровых шламов нефтегазодобывающих предприятий: разработка технологии и опыт ее применения // *Вода: химия и экология*. 2011. № 12. С. 29–37.

References

1. Kuvykin N.A. Bubnov A.G., Grinevich V.I. Opasnye promyshlennye otkhody. [Hazardous industrial waste]. Ivanovo: Ivanovo State University of Chemistry and Technology. 2004. 148 p.
2. Zhukov A.A. The results of inspection and enforcement activities in terms of waste production and consumption of Rosprirodnadzor in the Orenburg region in the first 9 months and challenges for the IV quarter of 2012. Orenburg: Management Rosprirodnadzora, 2012. 6 p.
3. Pichugin E.A. Assessing the impact of drill cuttings on the environment. *Molodoi uchenyi*. 2013. No. 9, pp. 122–124. (In Russian).
4. Ksandopulo S.Yu., Popova G.G., Kas'kov A.S., Moiseeva Ya.Yu., Litvinova S.M. Geochemical monitoring of processes from storage of oily waste. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2012. No. 4, pp. 285–292. (In Russian).
5. Poligon po utilizatsii i pererabotke otkhodov bureniya i neftedobychi: Printsipial'nye tekhnologicheskie resheniya. Kn. 3. Razrabotka printsipial'nykh tekhnologicheskikh reshenii po obezvrezhivaniyu i utilizatsii burovykh shlamov i neftezagryaznennykh peskov. Pod red. Savel'eva V.N. [The landfill disposal and recycling of drilling and oil production: Fundamental technological solutions. Vol. 3. Development of fundamental technology solutions for the disposal and recycling of oil-contaminated drill cuttings and sand]. Surgut: NGDU. 1996. 101 p.
6. Deneko Yu. On the problem of recycling of drilling waste. Neft' i gaz Sibiri. 2014. No. 1 (14), pp. 29–30. (In Russian).
7. Maksimovich V.G., Bukov N.N. Neutralization sludge and cleaning neftevod oil fields of Krasnodar region. *Proceedings of the XI International Workshop on Magnetic Resonance (Spectroscopy, Tomography and Ecology). Rostov-on-Don*. 2013. 120 p. (In Russian).
8. Aminova A.S., Gaibullaev S.A., Dzhuraev K.A. The use of sludge – a rational way of recycling. *Molodoi uchenyi*. 2015. No. 2, pp. 124–126. (In Russian).
9. Oreshkin D.V., Semenov V.S., Chebotaev A.N., Perfilov V.A., Lepilov V.I., Lukina I.G. Application of bore mud for manufacture of efficient wall materials. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 11, pp. 38–40. (In Russian).
10. Baranov A.E., Kazantseva N.N., Erokhin M.A., Murav'ev I.V., Belov A.E., Mavrov V.A., Kuznetsov S.V., Filatov N.N. Complex processing of the liquid phase of drilling sludge oil and gas companies: the development of technology and experience of its application. *Voda: khimiya i ekologiya*. 2011. No. 12, pp. 29–37. (In Russian).