УДК 504.4

РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧАСТИЦ ЧЕРНОМОРСКОГО БУРОВОГО ШЛАМА

М.В. Начева

Институт природно-технических систем, РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
E-mail: mari.nacheva@mail.ru

В статье представлены результаты исследования размеров бурового шлама Крыма, с помощью 3D сканирующего лазерного рамановского спектрометра. Благодаря данному прибору был изучен фракционный состав бурового шлама.
Ключевые слова: буровой шлам, частицы, загрязнение, экология, экологическая безопасность, спектрометр.

Введение. Добыча нефти и газа является одной из ведущих отраслей народного хозяйства. Доля нефтяных запасов России составляет 10–13% от их мирового объема [1]. Крым также является нефтедобывающим регионом, по данным Министерства энергетики здесь за 2016 год было добыто 1,644 млрд. м^3 природного газа, газового конденсата и нефти 53 тыс. т. Добыча углеводородов сопряжена с образованием большого количества разнообразных отходов: буровые сточные воды, отработанный буровой раствор и буровой шлам.

Буровой шлам является одним из наиболее опасных для окружающей природной среды отходов. В его состав входят более 80 различных химических реагентов и компонентов выбуренной породы, класс опасности которых различен и составляет от II до IV, а водородный показатель pH колеблется от 2 до 12,5 [2]. Основные компоненты бурового шлама их класс опасности и значение водородного показателя (pH) представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные компоненты бурового шлама и их класс опасности для окружающей природной среды (ОПС)

Название компонентов	Назначение и pH	Класс опасности вещества	Фактический класс опасности для ОПС
Стабилизаторы: **КМЦ** – 80/300, 85/400, 85/600, 85/700 **FINFIX HC,LC,** **TYLOZA HV, VHR,** **PAC L, LL** **CELPOL SLX,POLYPAC UL**	Стабилизаторы снижают фильтрацию и изменяют вязкость pH = 7,0–11,0	3	2
Структурообразователи: **Силикат натрия**	Для повышения прочности геля высокоминерализованных полимерных БР.	3	2
Разжижители: **Q-BROKSIN (ФХЛС)**	Разжижитель и стабилизатор систем БР на минерализованной и пресноводной основе. pH = 2,9	4	3

Продолжение табл. 1

Название компонентов	Назначение и pH	Класс опасности вещества	Фактический класс опасности для ОПС
Щелочные реагенты: **-Кальцинированная сода,** **-Гидроксид кальция**	Для регулирования водородного показателя (pH) pH=12	3	2
Понизитель pH: **Лимонная кислота**	Снижает pH в БР на водной основе, pH=2,2	3	2

Примечание: БР – буровой раствор; КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза; FINFIX HC,LC – натриевая соль простого эфира целлюлозы с гликолевой кислотой; PAC L,LL, CELPOL SLX,POLYPAC UL – целлюлозные полимеры; Q – BROXIN = ФХЛС - Феррохромный лигносульфонатный реагент [3].

Целью работы является изучение фракционного состава бурового шлама, как важной характеристики данного отхода, которую необходимо учитывать также, как его состав. Поскольку от размера частиц бурового шлама зависят его физико-химические свойства и, исходя из этого, его влияние на окружающую среду.

Материалы и методы. Для определения размеров частиц, из которых состоит буровой шлам, был взят образец данного отхода из скважины № 26 в интервале бурения 1342–1351 м шельфа Чёрного моря. Образец был исследован с помощью 3D сканирующего лазерного рамановского спектрометра на базе Севастопольского государственного университета. Следует отметить, что исследование фракционного состава частиц шлама Крыма, таким способом, были проведены впервые.

3D сканирующий лазерный рамановский спектрометр Confotec NR500 (далее – Confotec NR500) предназначен для измерения рамановских/люминесцентных спектров в точке, а также записи 2D и 3D изображений различных микрообъектов с пространственным XY разрешением ~0.35 мкм (длина волны лазера 532 нм; объектив 100^x, NA = 0.95). Построение рамановских, рэлеевских или люминесцентных изображений микрообъектов может осуществляться с помощью различных типов сканеров (гальванических зеркал, XY моторизованного столика, Z подвижки).

Confotec NR500 позволяет выполнять следующие измерения:

− проводить спектральные измерения в точке и получать спектральные характеристики различных материалов;

− проводить измерения рамановского сигнала в выбранном диапазоне длин волн в процессе XY (опционально XYZ) сканирования области образца;

− получать оптические изображения объектов. На рис. 1 представлена область рабочей зоны с прибором, где проводились исследования.

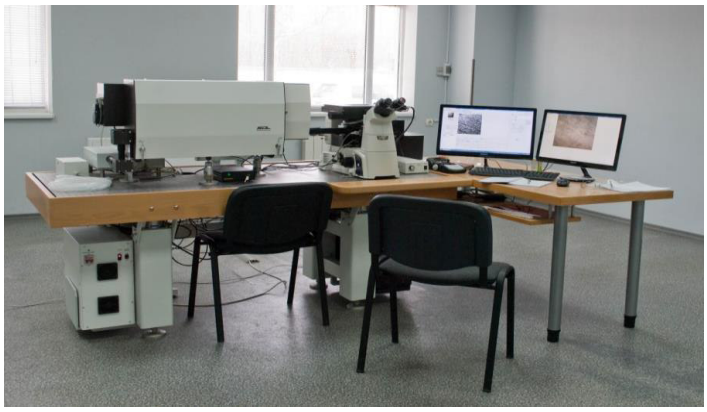


Рис. 1. 3D сканирующий лазерный рамановский спектрометр Confotec NR500

Результаты исследования. На изменение физико-химических свойств частиц выбуренной породы при превращении их в буровой шлам влияет пропитка дисперсионной средой промывочной жидкости. Поры и трещины частиц породы заполняются дисперсионной средой промывочной жидкости, поверхность глинистых частиц модифицируется, на внешней и внутренней поверхности частиц выбуренной породы адсорбируются вещества различной природы из дисперсионной среды промывочной жидкости.

Минералогический состав бурового шлама определяется литологическим составом разбуриваемых пород и может существенно изменяться по мере углубления скважины. Химический состав бурового шлама зависит, как от его минерального состава, так и от свойств промывочной жидкости. Гранулометрический состав бурового шлама определяется типом и диаметром породоразрушающего инструмента, механическими свойствами породы, режимом бурения, свойствами промывочной жидкости и эффективностью ее очистки [3]. В табл. 2 показан фракционный состав бурового шлама, образующегося при добыче газа и газового конденсата на шельфе Чёрного моря, исследованный с помощью лазерного рамановского спектрометра

Таблица 2. Фракционный состав бурового шлама шельфа Чёрного моря

№	Радиус, нм	Диаметр, нм	Площадь поверхности, нм^2
1	3,40	6,79	144,92
2	0,54	1,09	3,71
3	0,68	1,36	5,8
4	1,22	2,45	18,78
5	0,41	0,82	2,09
6	0,54	1,09	3,71
7	0,41	0,82	2,09
8	0,68	1,36	5,8
9	0,41	0,82	2,09
10	0,54	1,09	3,71
11	0,54	1,09	3,71
12	2,04	4,08	52,17
13	2,45	4,89	75,13
14	0,95	1,9	11,36

Как следует из анализа таблицы, фракционный состав бурового шлама изменяется в широких пределах и находится в диапазоне от 0,82 нм и до 6,79 нм, что в среднем составляет 1,92 нм. Абсолютная погрешность измерений составляет ±0,01 нм. Полученные данные необходимы для того, чтобы была возможность очистить буровой раствор от примеси выбуренной породы для его повторного использования. Поступающие в буровой раствор частицы выбуренной породы оказывают вредное влияние на его основные технологические свойства, а, следовательно, и на технико-экономические показатели бурения, поэтому очистке буровых растворов от вредных примесей уделяют особое внимание. Для очистки бурового раствора от шлама используется комплекс различных механических устройств: вибрационные сита, гидроциклонные шламоотделители (песко- и илоотделители), сепараторы, центрифуги. Кроме того, в наиболее неблагоприятных условиях перед очисткой от шлама буровой раствор обрабатывают реагентами - флокулянтами, которые позволяют повысить эффективность работы очистных устройств. Несмотря на то, что система очистки сложная и дорогая, в большинстве случаев применение ее рентабельно. Вследствие значительного увеличения скоростей бурения, сокращения расходов на регулирование свойств бурового раствора, уменьшения степени осложненности ствола, удовлетворения требований защиты окружающей среды. На

рис. 2 представлен снимок образца бурового шлама, полученный с помощью 3D сканирующего лазерного рамановского спектрометра, увеличенный в 40 раз.

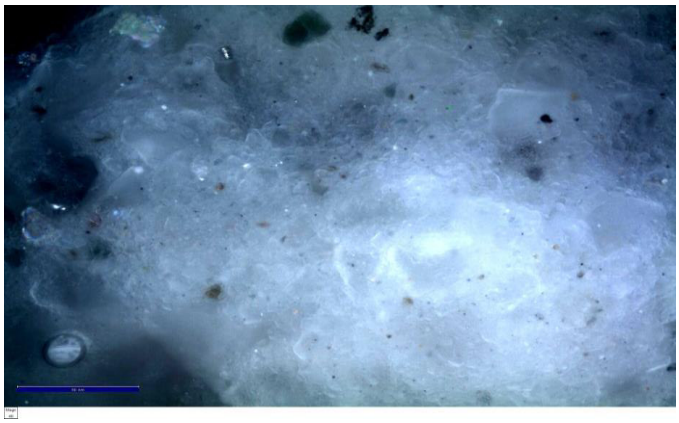


Рис. 2. Образец бурового шлама

Заключение. Результаты исследований показали, что размеры частиц, составляющих черноморский буровой шлам, малы и составляют 0,82 нм и до 6,79 нм. Вследствие этого возникают определенные экологические проблемы.

Во-первых, мелкие частицы трудно удалить из промывочной жидкости средствами механической очистки. При повторном гидротранспорте частиц бурового шлама через скважину они еще больше диспергируются

Во-вторых, с уменьшением размера частиц замедляется скорость их осаждения в водной среде. Следовательно, при сбросе промывочной жидкости или шлама в морскую среду ее мутность сохраняется длительное время.

Таким образом, при оценке экологической безопасности строительства скважин необходимо знать и учитывать не только свойства бурового шлама, но и размер его частиц.

Выражаю благодарность за помощь в проведении исследований сотрудникам лаборатории Молекулярной и клеточной биофизики Севастопольского государственного университета, особо выразив признательность Мосунову А.А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ручкинова О.И.*, *Вайсман Я.И.* Использование твердых отходов нефтедобычи для снижения техногенной нагрузки на природные геосистемы: монография. Перм. гос. техн. ун-т., Пермь, 2004. 285 с.

2. *Начева М.В.* Применение критериев отнесения отходов к классам опасности для окружающей природной среды на примере бурового шлама, образующегося при добыче нефтеуглеводородов на шельфе Чёрного моря // Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы: материалы региональной науч.-практ. конф. (г. Керчь, 24–28 октября 2016 г.). Керчь, 2016. С. 144–148.

3. *Балаба В.И.* Обеспечение экологической безопасности строительства скважин на море // Бурение и нефть. 2004. № 1. С. 18–21.

THE STUDY OF PARTICLE SIZE OF THE BLACK SEA DRILL CUTTINGS USING 3D SCANNING LASER RAMAN SPECTROMETER

M.V. Nacheva

Institute of Natural and Technical Systems, Russian Federation, Sevastopol, Lenin St., 28
E-mail: mari.nacheva@mail.ru

The drill cuttings which occur in a process of oil /gas production at the Black sea shelf is studied in the paper. Using 3d scanning laser Raman spectrometer the particle sizes of drill cuttings were determined. The results of study are of great practical importance for coastal engineering and ecological protection of the Black sea shelf.

Keywords: drill cuttings, particles, pollution, ecology, environmental safety, spectrometer.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Брюховецкий А.А. 45

Воронин Д.Ю. 50

Воскресенская Е.Н. 89, 109

Вышкваркова Е.В. 95

Гайский В.А. 36

Гайский П.В. 36

Георгиева Е.Ю. 73

Горбунова Т.Л. 115

Гудкова Н.К. 115

Дологлонян А.В. 27

Зима В.В. 19

Канов Л.Н. 59

Коваленко О.Ю. 89

Кондратьев С.И. 19

Краснодубец Л.А. 59

Люльчак Д.С. 19

Мансурова И.М. 73

Мельникова Е.Б. 64

Начева М.В. 129

Рамазин А.Н. 7

Рыбак О.О. 100

Рыбак Е.А. 100

Рубцова С.И. 122

Серебренников А.Н. 64

Скатков А.В. 45, 50

Скатков И.А. 41, 50

Стаценко И.Н. 27

Стельмах Л.В. 73

Стефанович А.А. 109

Сухов А.К. 27

Ткаченко К.С. 41

Федотов А.Б. 83

Финенко З.З. 73

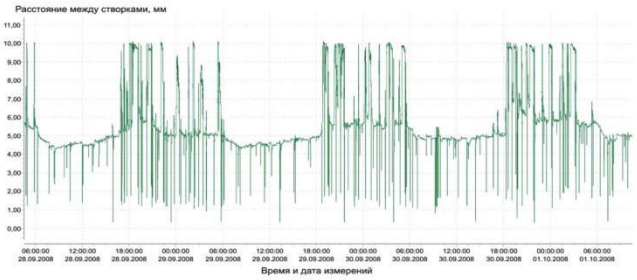
Цилинский В.С. 73

Шишкин Ю.Е. 45

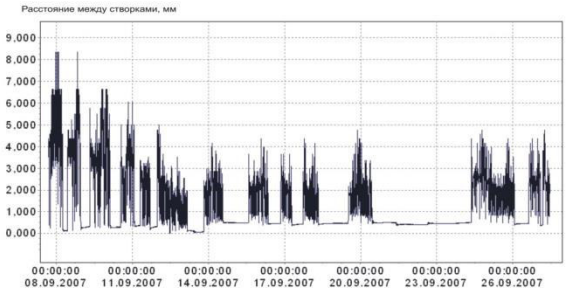
Шутов С.А. 19

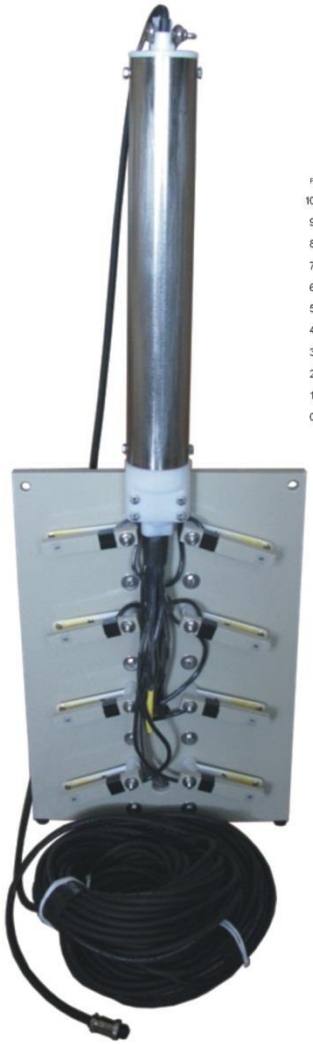
СИСТЕМЫ БИОМОНИТОРИНГА

Стандартная суточная активность черноморской мидии



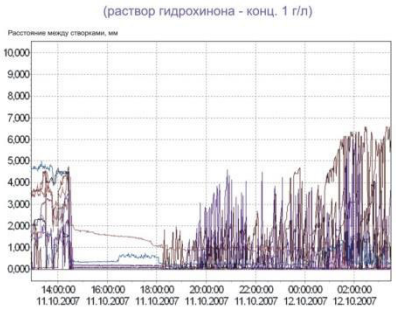
Нарушение суточных циклов при хроническом загрязнении



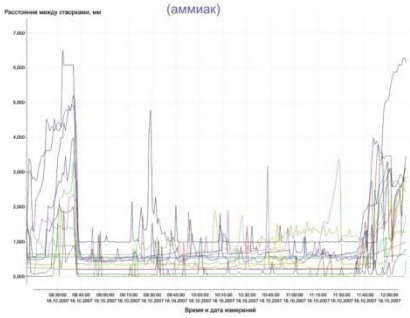


Групповая реакция на острые воздействия токсикантов

(раствор гидрохинона - конц. 1 г/л)



(аммиак)



Технические и метрологические характеристики

Измеряемый параметр	Диапазон измерения	Случайная погрешность	Погрешность
Температура, ^{0}C	-2÷35	±0,005	±0,05
Изменения расстояния между створками мидий, мм	1÷15	±0,01	±0,1

Параметр	Значение
Количество биодатчиков, шт.	16 (стандартно)
Период опроса всех каналов, с	1
Глубина погружения ПМ, м “Биопост” “Биомонитор – Л”	 до 100 до 3
Длина кабеля питания и связи, м	до 100
Первичный интерфейс	RS232 (9600 бод)
Питание внешнее	~100 - 240В 50Гц
Питание электронного блока	8 - 15В 0,5А
Потребляемая мощность	порядка 0,3Вт
Габаритные размеры и вес : “Биопост”	Высота – 0,45 м; Ширина – 0,30 м; Длина – 0,20 м; Вес – 6 кг

Институт природно-технических систем ЦАМИ, г. Севастополь, oaoimhi@inbox.ru

Институт природно-технических систем

Адрес редакции:
Институт природно-технических систем (ИПТС)
299011, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
E-mail: skos.sevastopol@inbox.ru
Тел.: +7 (8692) 54-44-10
http://www.ИПТС.рф

Технические редакторы: И.Г. Шмырева, А.Н. Нечесина

Подписано к печати 27.09.2017.
Заказ 68. Тираж 100 экз.

Отпечатано ИК ИПТС
299011, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
ОГРН 1022302946489 от 24.05.2012
Тел.: +7 (8692) 54-31-46
ecosi@yandex.ru