

Наилучших доступных технологий «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)» Т. 3, Москва, 2015

5. ГОСТ Р 55836-2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Обработка остатков, образующихся при сжигании отходов

УДК 67.08

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОДЕГРАДИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИИ '*ALCANIVORAX BORKUMENSIS*' В ОБРАЗЦЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕГО БУРОВОГО ШЛАМА

Рожин А.О., младший научный сотрудник;  
Фахруллина Г.И., кандидат биологических наук, научный сотрудник.  
ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
(г. Казань, Российская Федерация)

**Аннотация:** Для очистки отходов нефтяного бурения использована алкандеградирующая бактерия *Alcanivorax borkumensis*. После культивации были зафиксированы результаты нефтеразрушающей деятельности бактерий: в растворах пропорционально начальной концентрации увеличилась оптическая плотность и уменьшилось значение pH.

**Ключевые слова:** буровой шлам, нефтеструкция, алкандеградирующая бактерия, *Alcanivorax borkumensis*.

## INVESTIGATION OF THE BIODEGRADATING ACTIVITY OF THE BACTERIUM '*ALCANIVORAX BORKUMENSIS*' IN A SAMPLE OF OIL-CONTAINING DRILLING MUD

Rozhin A.O., junior research scientist;  
Fakhrullina G.I., Ph.D., research scientist.  
Kazan (Volga Region) Federal University  
(Kazan, Russian Federation)

**Annotation:** The alkandegrading bacterium *Alcanivorax borkumensis* was used to clean oil-drilling waste. After cultivation, the results of the oil-destroying activity of bacteria were recorded: in solutions, the optical density and the pH value increased proportionally to the initial concentration.

**Keyword:** drilling mud, petrodestructions, alkane degrading bacterium, *Alcanivorax borkumensis*.

### **Введение:**

Устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие на долгосрочный период невозможно без перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей

энергетике, предполагающей повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, а также формирование новых источников и способов транспортировки и хранения энергии. Добыча нефти и природного газа связана с постоянными рисками негативного воздействия на окружающую среду в масштабах, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, а в отдельных случаях – с опасностью для жизни и здоровья граждан. Нефтяные загрязнения почвы и воды могут наносить вред экологически чистому агро- и аквахозяйству, создавая проблемы для обеспечения продовольственной безопасности. Наибольший экологический ущерб оказывают такие факторы, как образование шлама, сжигание попутного нефтяного газа, повышенная аварийность и использование мазута [1].

Данное исследование посвящено одной из перечисленных признанных проблем нефтяного комплекса – необходимости переработки образовавшихся в процессе бурения шламов, загрязненных нефтепродуктами. Снижение класса опасности отходов могут облегчить процесс их перевозки и удешевить переработку. В настоящее время одним из вариантов решения указанной проблемы является биоремедиация при помощи бактериальных агентов. В приведенном исследовании использовались биодegradирующие свойства бактерии *Alcanivorax borkumensis* в процессе поглощения нефтяного компонента буровых шламов. Морская алкандеградирующая бактерия *A. borkumensis* считается преобладающим микроорганизмом, ответственным за биодegradацию n-алканов, которые являются основной фракцией нефтяных углеводородов, благодаря чему этот вид является доминирующим в образцах морской воды после разливов нефти [2]. Ряд исследователей утверждает, что возможно культивирование АВ на n-алканах и углеводородах сырой нефти в качестве единственного источника углерода и энергии [3].

#### **Методика:**

В опытные конические колбы на 100 мл, содержащие по 30 мл буровых шламов, разведенных стерильной дистиллированной водой в различных концентрациях (1:10, 1:5, 1:3 и 1:1) стерильно добавлялось по 1 мл отмытой ночной культуры *A. borkumensis* с оптической плотностью 08-1.0 единиц. После этого колбы закрывались ватно-марлевыми пробками, запечатывались пленкой. Культивация проводилась в инкубаторе при температуре 30 °С и с помешиванием на платформе, с частотой 80 оборотов в минуту. После окончания 25-дневных экспериментов были измерены характеристики надосадочной части буровых растворов. Были измерены значения рН, показатели оптической плотности и построены спектры поглощения. На таблице 1 показаны результаты измерения оптической плотности и рН. Оптическая плотность была измерена при помощи прибора Multiscan FC, Thermo Fisher Scientific для вычисления условных показателей оптической плотности используемых суспензий (в единицах). Протокол состоял из встряхивания планшета при средней скорости в течение 5 секунд и измерения оптической плотности при длине волны в 595 нм. рН был измерен при помощи индикационных полосок Munktel, 10-кратная повторность. Спектры поглощенного света надосадка буровых растворов были

построены при помощи спектрофотометра NanoPhotometer N80-Touch, Implen.

### Результаты:

Результаты измерений оптической плотности и рН приведены в таблице 1. График спектров поглощенного света надосадка изображены на Рисунке 1. Исходя из таблицы 1 и рисунка 1, можно сделать вывод, что чем концентрированнее буровой раствор, тем более мутным и насыщенным оказывается надосадок в результате 25-дневной культивации с бактериями *A. borkumensis*. Это связано с тем, что численность бактерий в жидкой среде растет при наличии источника питания и она прямо пропорционально количеству данного источника. Кроме того, в результате деятельности бактерий происходит незначительное закисление среды. Данное наблюдение соотносится с некоторыми данными исследователей и свидетельствует об активности алкандеградирующих бактерий [4].

Таблица 1 – Значения оптической плотности и рН надосадка буровых растворов после 25 дней культивации с бактерией *Alcanivorax borkumensis*.

Разведение	1:1	1:3	1:5	1:10	исходная
Оптическая плотность, ед.	0.098	0.089	0.073	0.058	0.017
рН	5.1	5.3	6.3	6.0	6.6



Рисунок 1 – Спектры поглощения буровых растворов после культивации

В заключении необходимо отметить, что использованная среда в виде буровых шламов была обедненной по содержанию питательных веществ, поэтому активность алкандеградирующих бактерий, наблюдаемая в процессе опытов, связана исключительно с процессом переработки ими нефтяного компонента, что может быть применено для промышленной очистки больших объемов отходов бурения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-4393.2022.1.3.

## Литература:

1. Nikolaichuk L, Tsvetkov P. Prospects of Ecological Technologies Development in the Russian Oil Industry / International Journal of Applied Engineering Research. 2016; 11(7): 5271-5276.
2. Yakimov M, Golyshin P, Lang S, Moore E. *Alcanivorax borkumans* gen. nov., sp. Nov., a new, hydrocarbon degrading and surfactant producing marine bacterium / Intern. Jour. of Syst. Bacteriol. 1998; 48: 339-348.
3. Hara A, Baik S, Syutsubo K. Cloning and functional analysis of *alkB* genes in *Alcanivorax borkumensis* SK2 / Envir. microbiol. 2004; 6: 191-197.
4. Albright V, Zhuk I, Wang Y, Selin V, van de Belt-Gritter B. Self-defensive antibiotic-loaded layer-by-layer coatings: Imaging of localized bacterial acidification and pH-triggering of antibiotic release / Acta biomaterialia. 2017; 61: 66-74.

УДК 502.2.08

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сибгатуллина О.С., магистр;  
Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева - КАИ»  
(г. Казань, Российская Федерация)

**Аннотация:** Широкое применение при очистке сточных вод от загрязнителей находят методы центробежного разделения с использованием коагулянтов. Эффективность такого подхода зависит от ряда характеристик (вида, состава и концентрации загрязнителей). Выявлено, что традиционные способы дозирования коагулянтов приводят к их большому расходу, что существенно повышает стоимость процесса очистки. С целью непрерывного автоматического регулирования количества подаваемого коагулянта нами было предложено рычажное устройство дозирования.

**Ключевые слова:** коагуляция, дозирование, рычажной дозатор, управление

## COAGULATION WASTEWATER TREATMENT PROCESS MANAGEMENT

Sibgatullina O.S., master's student,  
Mingazetdinov Id.Kh., candidate of technical sciences, associate professor  
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
(Kazan, Russian Federation)

**Annotation:** In the practice of wastewater treatment from pollutants, centrifugal separa-