

УДК  
504.5:665.6**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БИООЧИСТКИ  
НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД  
С ПРИМЕНЕНИЕМ СПИРТОВОЙ БАРДЫ****USING WASTE ALCOHOL PRODUCTS FOR IMPROVEMENT OF OILFIELD  
WASTE WATERS BIOREMEDIATION**

Проведена биоочистка серой лесной почвы от загрязнения отработанными буровыми реагентами при помощи ассоциации непатогенных микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Bacillus subtilis* ВКМ В-1742 Д и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301 в соотношении 1:1:1 и минеральных добавок. Показано, что использование данного консорциума микроорганизмов-деструкторов и спиртовой барды в количестве 1 % масс. ускоряет процесс очистки почвы от буровых реагентов.

It was made the bioremediation of the drilling waste polluted gray forest soil using an association of nonpathogenic microorganisms-destroyers *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Bacillus subtilis* ВКМ В-1742Д and *Pseudomonas putida* ВКМ 1301. Determined that addition of waste alcohol products in an amount of 1-5 %wt. increases the cleaning and decreases the phytotoxicity of polluted soil.

**В.Б. Барахнина, Д.Х. Акчурина**  
**ФГБОУ ВПО Уфимский**  
**государственный нефтяной**  
**технический университет**

**V.B. Barachnina, D.H. Akchurina**  
**FSBEI Ufa state**  
**petroleum technical university**

*Ключевые слова: буровые сточные воды, биоочистка, фосфогипс, ассоциация микроорганизмов-деструкторов, ферментативная активность, фитотоксичность почв.*

*Keywords: drill wastes, bioremediation, phosphogypsum, an association of microorganisms-destroyers, enzyme activity, phytotoxicity.*

В настоящее время ужесточаются требования к охране окружающей среды при бурении нефтяных и газовых скважин. Это связано, в основном, с проблемой утилизации отработанного бурового раствора (ОБР), сточных вод и других промышленных отходов в процессе и после окончания бурения. Нефтепромысловые сточные воды (НСВ) образуются при бурении скважин в результате частичного сброса ОБР, охлаждения штоков насосов, обмывке резьбовых соединений бурильных труб, очистке сеток вибросит, а также при мойке оборудования и производственных площадок. НСВ имеют сложный и переменный состав, который колеблется в широких пределах. Основными компонентами этих вод являются глина, нефть, утяжелитель, водорастворимые полимеры (акриловые, целлюлозосодержащие, лигносульфонатные и др.). Наличие в НСВ последних, стабилизирующих коллоидную систему, снижает эффективность физических и физико-химических методов очистки (отстаивания, безреагентной флотации и фильтрации и др.). В связи с этим актуальной является возможность использования микроорганизмов, способных расти и проявлять активную биохимическую деятельность в среде с высоким содержанием солей и полимерных буровых реагентов, способных к биоочистке НСВ [1].

С целью сокращения срока биоочистки НСВ и удешевления процесса в качестве стимулятора роста

микроорганизмов-деструкторов органических буровых реагентов был исследован отход спиртового производства – спиртовая барда (СБ). Хранение и транспортировка жидкой СБ затруднены, поэтому в эксперименте использовали продукт ее сушки — кормовую добавку «Барда сухая» (ТУ 9296-001-150101001-03). Химический состав биодобавок, использованных в эксперименте, приведен в таблице 1.

**Таблица 1.** Химический состав биогенных добавок

Наименование показателя	Содержание в АСВ, %
Белковая кормовая добавка «Биотрин»	
Сырой протеин	40,0
Лизин	2,5
Липиды	10,0
Калий	0,9580
Натрий	0,3650
Кальций	0,1825
Магний	0,1931
Железо	0,1433
Цинк	0,0175
Марганец	0,0082
Медь	0,0010
Кормовая белково-углеводная добавка «Барда сухая»	
Сырой протеин	24-38
Сырой жир	3-12
Сырая клетчатка	5-15
Кальций	0,1-1,5
Фосфор общий	0,3-0,8
Натрий	0,06-0,25
Лизин	0,4-1,2
Лейцин	около 3
Изолейцин	1,0-1,5
Фенилаланин	0,6-1,2
Тирозин	0,8-1,3
Глицин	1,0-1,5

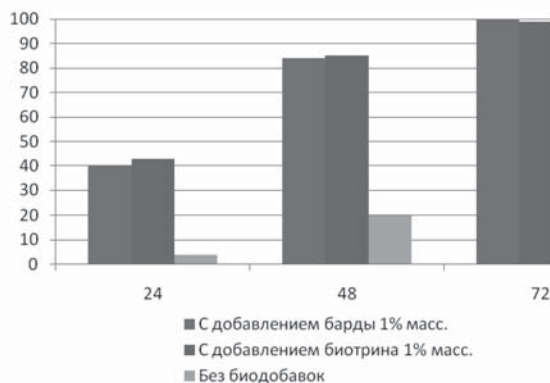
Исследование сухой спиртовой барды в качестве минеральной добавки, стимулирующей рост микроорганизмов, проводили на модельной установке по биоочистке НСВ ПО «Ухтанефтегазгеология» следующего состава, % масс.: бентоглинопорошок — 4,0; полиакриламид (ПАА) гидролизованный — 0,3; хлорное железо — 0,015; карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) — 0,12; хлорид калия — 0,5; вода пресная — до 95,065. Класс токсичности данного НСВ - IV — рассчитан согласно [3] с применением программных средств «Интеграл» («Расчет класса токсичности», Версия 1.0).

Биоочистку осуществляли при помощи ассоциации непатогенных микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д [4, 5], *Fusarium* sp. №56 [6], *Pseudomonas putida* ВКМ 1301 (3% об.) [2].

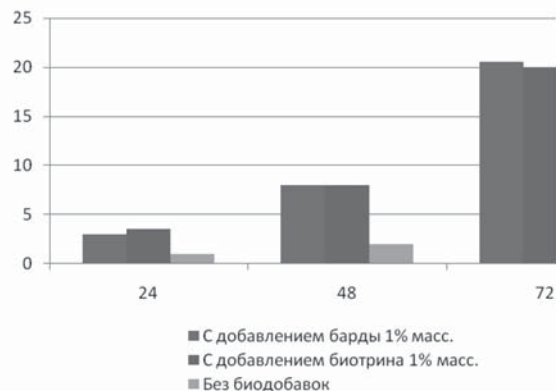
Сухую СБ вносили в количестве 1 % масс. Для сравнения ставили аналогичный опыт с добавлением известного стимулятора «Биотрин» (ТУ 9291-00100479994 95) [2] в количестве 1 % масс. и опыт без внесения биостимулятора. Контролем служил образец с НСВ без инокуляции и внесения стимуляторов. Культивирование проводили в течение трех суток на термостатированной качалке при 28-30°C.

О стимулирующей способности биодобавок судили по убыли ПАА и КМЦ, изменению pH и приросту гетеротрофных микроорганизмов. Количественный анализ КМЦ осуществляли спектрофотометрически на приборе «Specol» при длине волны 490 нм. Метод основан на образовании окрашенного комплекса КМЦ с фенолом в присутствии концентрированной серной кислоты [7]. Количественное содержание ПАА определяли спектрофотометрически после окрашивания дитизоном [8]. Помимо этого определяли количество гетеротрофных микроорганизмов методом Коха при высеве на МПА.

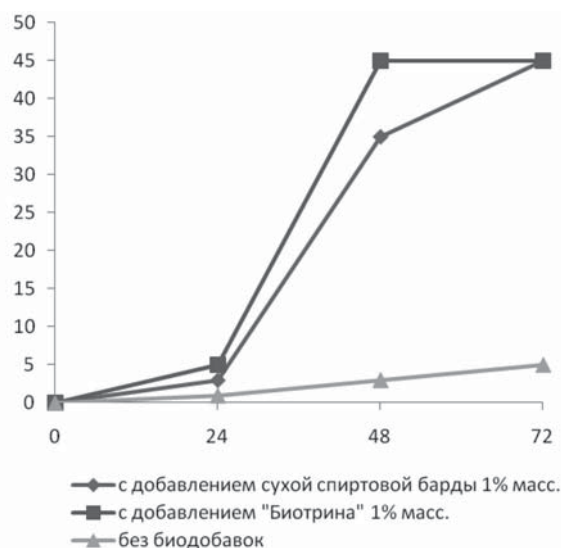
Результаты исследований представлены на рисунках 1-3.



**Рисунок 1.** Степень биодеструкции КМЦ (SKMC) в НСВ ассоциации микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Fusarium* sp. №56 и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301



**Рисунок 2.** Степень биодеструкции ПАА (СПАА) в НСВ ассоциацией микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Fusarium* sp. №56 и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301



**Рисунок 3.** Изменение численности гетеротрофных микроорганизмов при биоочистке НСВ ассоциацией микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Fusarium* sp. №56 и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301

Из рисунков 1 и 2 следует, что ПАА является менее доступным субстратом для исследуемой ассоциации, так за 3-е суток культивирования достигнута степень биодеструкции 23 %. В контрольной колбе убыль КМЦ и ПАА не наблюдалась.

Анализ фитотоксической активности дериватов НСВ проводили ежедневно на трехсуточных проростках кукурузы линии ВИР. Определяли среднее значение прироста центрального корешка кукурузы через 5 сут. и подсчитывали процентное отношение прироста центрального корешка в опыте и в контроле. Результаты исследований представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Фитотоксическое действие на проростки кукурузы линии ВИР, %

Вариант опыта	Время			
	нач.	через 24 сут.	через 48 сут.	через 72 сут.
НСВ+ассоциация микроорганизмов-деструкторов+спиртовая барда 1% масс.	98,2	76,2	34,3	15,5
НСВ+ассоциация микроорганизмов-деструкторов+биотрин 1% масс.	98,0	70,1	33,1	16,0
НСВ без биодобавок	98,1	96,3	60,4	50,1
Контроль: дистиллированная вода	отс.	отс.	отс.	отс.

Изучение динамики численности гетеротрофных микроорганизмов показало, что внесение сухой спиртовой барды в НСВ при биоочистке ассоциацией *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Fusarium sp.* №56 и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301 позволило в течение всего эксперимента поддерживать численность микроорганизмов-деструкторов на

максимально достигнутом высоком уровне – 35–45·10<sup>6</sup> кл/мл.

В результате анализа фитотоксической активности НСВ после очистки ассоциацией микроорганизмов-деструкторов *Rhodococcus erythropolis* ВКМ АС-1339Д, *Fusarium sp.* № 56 и *Pseudomonas putida* ВКМ 1301 установлено, что ингибирующее влияние на проростки кукурузы в опытах с биотрином и сухой спиртовой бардой уменьшилось через 3 сут. в 6–6,5 раз.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: отход спиртового производства – барда, является активным стимулятором роста микроорганизмов-деструкторов КМЦ и ПАА при биоочистке НСВ и может быть рекомендован в качестве заменителя более дорогого стимулятора – кормовой биодобавки «Биотрин».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ягафарова Г.Г., Мавлютов М.Р., Гатауллина Э.М. Биотехнологический способ утилизации нефтешламов и буровых отходов // Горный вестник. 1998. №4. С. 43–46.

2. Использование биогенных добавок совместно с биопрепаратом «Деворойл» для рекультивации нефтезагрязненных земель / Габбасова И.М., и др. // Биотехнология. 2002. №2. С. 57–65.

3. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. М., 2003. С.

4. Пат. РФ № 2179953 МПК7 C02 F 1/28. Способ очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов / Г.Г.Ягафарова, М.Р. Мавлютов; заявитель и патентообладатель Уфимский гос. нефт. техн. ун-т.; заявл. 24.11.00; опубл. 27.02.02, Бюл. №6. 199 с.

5. Пат. РФ № 2126041 МПК6 C12 №1/14, С 02 F 3/34, В 09 С 1/10. Штамм бактерий *Rhodococcus erythropolis*, используемый для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов / Ягафарова Г.Г., Скворцова И.Н., Зиновьев А.П. и др.; заявитель и патентообладатель Уфимский гос. нефт. техн. ун-т.; заявл. 06.12.91; опубл. 20.04.93, Бюл. №12. 52 с.

6. Пат. РФ № 2126041 МПК6 C12 №1/14, С 02 F 3/34, В 09 С 1/10. Штамм микромицета *Fusarium sp.* №56 для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов / Ягафарова Г.Г., Гатауллина Э.М., Мавлютов М.Р., Барахнина В.Б., Сафаров А.Х., Ягафаров И.Р.; заявитель и патентообладатель Уфимский гос. нефт. техн. ун-т.; заявл. 15.12.97; опубл. 10.02.99, Бюл. №4. 282 с.

7. Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. М.: Изд-во Московского университета, 1995. 202 с.

8. Шарипов А.У., Долганская С.И. Методика количественного анализа акриловых полимеров. Тюмень: Изд-во ТюменьНИПИнефть, 1981. 46 с.

*Барахнина В.Б., канд.техн.наук, доцент кафедры «Прикладная экология», ФГБОУ ВПО УГНТУ*  
*Barachnina V.B., cand. tech.sci, associate professor of chair «Applied ecology», FSBEI USPTU*

*Акчурина Д.Х., студент кафедры «Прикладная экология», ФГБОУ ВПО УГНТУ*  
*Akchurina D.H., student of chair «Applied ecology», FSBEI USPTU*

*e-mail: ecologia1@rambler.ru*