

3. Гольдберг В.М., Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. / В.М. Гольдберг, С Газда. - Москва: Недр, 1984. - 262 с.
4. Гольдберг В.М., Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной средой. / В.М Гольдберг. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. - 248 с.
5. Певзнер М.Е. Горная экология: Учебное пособие для вузов / М.Е. Певзнер. - Москва: МГГУ, 2003. - 395 с.

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Ю.С. Веселова

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

При нефтедобыче образуются большие количества шламонакопителей с буровыми растворами, которые загрязнены нефтепродуктами и актуальной задачей является удаление нефтепродуктов из воды после отработки буровых растворов.

Известен способ удаления нефтепродуктов из воды с использованием препарата, включающего торфяной наполнитель (нестерильные верховой сфагновый мох или верховой слаборазложившийся сфагновый торф), нефтеразрушающие микроорганизмы (*Aspergillus niger* S-1), сахарозу и воду (Патент РФ № 2280013). Результаты испытаний таковы, что препарат, включающий нестерильный мох, снизил концентрацию нефтепродуктов до 22-23% от исходного, а препарат, включающий стерильный мох, - до 14% (начальная концентрация нефти 0,4 мл/100 мл) [2].

Для собственного эксперимента были взяты государственный стандартный образец нефтепродуктов в гексане (ГСО 7950-2001) и род высших аэробных плесневых грибов - Аспергилл (*Aspergillus niger*), известный своей сорбционной способностью. В дополнении к основному сорбенту для эксперимента использовались нанотрубки оксида железа (III) (Fe_2O_3). Предпосылкой для использования порошка Fe_2O_3 служило предположение о том, что нанотрубки оксида железа (III) увеличивают сорбционную способность плесневых грибов Аспергилл.

Для культивирования микроорганизмов использовали питательный бульон сухой (ГРМ-бульон, состав: панкреатический гидролизат рыбной муки 8,0 г/л, пептон ферментативный 8,0 г/л, натрия хлорид 4,0 г/л) и сахар в пропорции 1:2.

Способ приготовления: навеску ГРМ-бульона (10г) и сахара (20г) растворяют в 500 мл дистиллированной воде, кипятят в химическом стакане в течение 3 минут до полного растворения веществ, после бульон разливают в предварительно простерилизованные в печи (при 170°C) плоскодонные круглые колбы объемом 250 мл.

Посев организмов в ГРМ-бульон проводился с помощью пинцета/петли при соблюдении условий стерильности (обработанные над пламенем спиртовки пинцет/петля, марлевые пробки и горлышки колб). Культивирование микроорганизмов должно протекать в условиях полной непроницаемости света. Для этого колбы были обернуты в несколько слоев бумаги и зафиксированы при помощи денежной резинки. Затем образцы помещали на лабораторный шейкер и культивировали при постоянном перемешивании (200 об/мин) в течение 7 суток.

По истечению 7 дней микроорганизмы отфильтровали под вакуумом и промывали дистиллированной водой. Отфильтрованный бульон переливали в бутылку для дальнейшей стерилизации (не допускается выливание отработанного бульона в раковину). В результате культивирования получилось 18 грамм микроорганизмов. Для дальнейшего эксперимента микроорганизмы разделили на 3 части: на 1 часть микроорганизмов осаждали нанотрубки оксида железа (III), две оставшиеся части оставили без изменений.

Осаждение нанотрубок оксида железа (III) на микроорганизмы происходило следующим образом. В подготовленную колбу налили 100 мл дистиллированной воды и поместили навеску нанотрубок оксида железа (III) (в пропорции 1 грамм микроорганизмов: 1 мг нанотрубок оксида железа (III)). Для предотвращения агломерации наночастиц, содержимое колбы диспергировали в ультразвуковой ванне 1-2 минуты. Далее в колбу поместили навеску микроорганизмов на одни сутки при постоянном перемешивании на шейкере (150 об/мин). Через сутки отфильтровали.

Анализ воды проводили на примере воды из шламонакопителя эксплуатационной скважины 02.02.2017г. Воду предварительно отфильтровывали от частиц породы под вакуумом.

Для эксперимента были взяты 4 колбы. Первая колба представляет собой холостую пробу (то есть отражает исходное состояние загрязненной воды). Колба №2 предназначена для очистки воды от нефтепродуктов с помощью микроорганизмов с осажденными на них нанотрубками оксида железа (III); колбы №3 и №4 предназначены для очистки воды от нефтепродуктов с помощью микроорганизмов. Готовые колбы поместили в лабораторный шейкер (150 об/мин) на трое суток (колба №4 на 7 суток).

Экстракция нефтепродуктов из отфильтрованной воды была проведена при помощи жидкостно-жидкостной экстракции гексаном согласно ПНД Ф [1]. Для проведения данного метода была использована делительная воронка, промытая в гексане (не допускается присутствие смазывающих веществ в кране воронки) объемом 250 мл. Далее в делительную воронку вылили отфильтрованную воду из одной колбы (колбу промыли гексаном (10мл) и вылили в воронку). Добавили еще 10 мл гексана, примерно 4 грамма соли NaCl (для улучшения растворимости углеводородов в воде) и 20 мл гидроксида натрия (5%) для удаления полярных соединений. Пробу интенсивно перемешивали в течение 1-3 мин, выпуская воздух через нижний конус воронки. Дали отстояться до появления прозрачного верхнего слоя. Слили отделившуюся воду через нижний конус воронки. Прозрачный верхний слой вылили в отдельный чистый стеклянный бюкс. Повторили действия для оставшихся колб.

СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Получившиеся пробы анализировались в аппарате «ФЛЮОРАТ®-02-ПАНОРАМА». Настройка прибора: градуировку анализатора осуществляют путем измерения сигналов флуоресценции чистого гексана и раствора нефтепродуктов в гексане (ГСО 7950-2001). Результаты измерений приведены в таблице (Таблица 1).

Таблица 1

Результаты измерений в анализаторе «ФЛЮОРАТ®-02-ПАНОРАМА»

	Экстракт из холостой пробы, мг/дм ³	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов (трое суток), мг/дм ³	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов (семь суток), мг/дм ³	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов и осажденных на них нанотрубок оксида железа (III) (трое суток), мг/дм ³
Значение 1	79,45	12,88	74,86	19,57
Значение 2	80,23	12,88	74,28	19,59
Значение 3	80,61	13,18	74,35	19,40
Значение 4	80,25	12,87	74,10	19,39
Значение 5	79,98	12,82	74,38	19,40
Среднее значение	80,104	12,926	74,39	19,47

Проведя математические действия с результатами анализатора, получили концентрацию нефтепродуктов в 1 литре воды (результаты анализатора показали содержания нефтепродуктов в экстракте), а также степень очистки воды. Результаты вычислений приведены в таблице (Таблица 2).

Таблица 2

Концентрация нефтепродуктов в 1 литре загрязненной воды

	Холостая проба загрязненной воды	Проба воды, очищенная микроорганизмами (трое суток)	Проба воды, очищенная микроорганизмами (семь суток)	Проба воды, очищенная микроорганизмами с осажденными на них нанотрубками оксидами железа (III)
Содержание в экстракте, мг/дм ³	80,104	12,926	74,39	19,47
Содержание в загрязненной воде, мг/дм ³	16,02	3,88	15,82	5,841
Степень очистки, %		75,78	1,25	63,54

Подводя итог данного исследования можно сделать вывод, что эффективность микроорганизма *Aspergillus niger*, как сорбента, достаточно высокая, однако она снижается со временем. Это может быть связано с десорбцией нефтепродуктов из мицелия гриба. Таким образом эффективное время сорбции не превышает 3 суток. Стоит отметить, что при создании гибридного сорбента на основе данного микроорганизма с оксидом железа (III) разницы степени очистки по сравнению с чистым микроорганизмом практически нет (в пределах погрешности). Поэтому создание гибридного сорбента не имеет смысла.

Также следует подчеркнуть, что данный метод позволяет проводить сорбцию по всей толще воды, в отличие от приведенного патента (Патент РФ № 2280013).

Дальнейшее исследования будут направлены на установление оптимальной массы микроорганизмов и оптимального времени очистки воды от нефтепродуктов.

Литература

1. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». - СПб., 1998 (Изд. 2012 г.).
2. Препарат для очистки почвы и водных поверхностей от нефти и нефтепродуктов: пат. 2280013 Рос. Федерация N 2004123329/13; заявл. 28.07.2004; опубл. 20.07.2006, Бюл. N 20. 6 с.