

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВ ОТ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Цомбуева Б.В.

*ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», Элиста, e-mail: [bairacom@mail.ru](mailto:bairacom@mail.ru)*

В статье исследованы сорбционные свойства природных сорбентов (опилки, шерсти, глиногипса), применяемых для очистки почвы от нефти и нефтепродуктов. Определены значения нефтеемкости для выбранных сорбентов в статических и динамических условиях. Результаты определения нефтеемкости в статических условиях показали, что наибольшее значение достигается при использовании шерсти. Полное насыщение сорбционных материалов нефтью для глиногипса и опилок происходит через 15 минут после начала эксперимента, для шерсти – через 60 минут. Показано, что значения нефтеемкости сорбционных материалов в статических условиях больше, чем нефтеемкости в динамических условиях. Изучение количественных характеристик сорбции природных сорбентов для очистки почв от нефти свидетельствуют об эффективности применения глиногипса для удаления нефтяного загрязнения почв – S – 59 % и позволяет предложить глиногипс в качестве сорбента при очистке нефтезагрязненных почв. Оптимальное время сорбции нефти для выбранных сорбентов лежит в пределах от 10 до 17 дней.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, нефтепродукты, сорбционные материалы, сорбция, нефтеемкость, степень извлечения.

## THE USE OF NATURAL MATERIALS AS SORBENTS FOR CLEANUP OF SOILS FROM OIL POLLUTION

Цомбуева Б.В.

*Kalmyk state university, Elista, e-mail: [bairacom@mail.ru](mailto:bairacom@mail.ru)*

The article investigated the sorption properties of natural sorbents (sawdust, wool, pinoges) used for cleaning soil from oil and oil products. The calculated values of the intensities for the selected sorbents in static and dynamic conditions. The results of determining the intensities in static conditions showed that the greatest value is achieved when using wool. Full saturation of the sorption materials oil for pinoges and sawdust occurs 15 minutes after the start of the experiment, for wool - over 60 minutes. It is shown that the values of the intensities of the sorption materials in static conditions is greater than the intensities in dynamic conditions. The quantitative characteristics of sorption of natural sorbents for cleanup of soils from oil testify to the effectiveness of pinoges to remove oil zagrazneniya – S – 59 % and allows us to offer pinoys as sorbent when cleaning oil-contaminated soils. The optimal time of sorption of oil for the selected adsorbents is in the range from 10 to 17 days.

Keywords: pollutants, soil cover, sorbents, sorption, oil intensity, the degree of extraction.

Проблема загрязнения почвы в настоящее время востребована в связи с постоянным ростом антропогенной нагрузки на окружающую среду. В районах нефтедобывающей промышленности региональный геохимический фон содержания углеводородов варьируют в достаточно широких пределах: от 10 до 500 мг/кг сухого веса почвы [1]. В результате нефтяного загрязнения большие площади оказываются непригодными для хозяйственного использования. Нефть относится к одной из наиболее опасных групп веществ, загрязняющих окружающую среду. При попадании нефти на поверхность почвы она отрицательно влияет на ее состав, а также на обитающие в ней организмы и растения [2].

На сегодняшний день известно множество способов очистки почв от нефти и нефтепродуктов [3]. Большинство из них являются дорогостоящими, сложными в исполнении, требуют дефицитных реагентов. В связи с этим особый интерес представляют

недорогие, эффективные методы очистки почв, к которым относятся сорбционные. К преимуществам сорбционного метода относятся: возможность удаления загрязнений весьма широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом [4].

В последнее время широкое применение в промышленности находят природные сорбенты. Их используют в качестве адсорбентов, осушителей, наполнителей, катализаторов и т.д. [5,6].

Интерес к природным сорбентам не случаен. Широкое распространение в природе, низкая стоимость и простая технология их применения наряду с достаточно высокими сорбционными свойствами делает перспективным использование этих минералов и природного сырья в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства [7,8].

**Целью** Цель работы заключается в разработке способа сорбционного удаления нефтяного загрязнения почв, с применением природных сорбентов.

#### **Материалы и методы исследования**

Для разработки сорбционного метода очистки почв от нефтепродуктов были выбраны природные сорбенты: шерсть, глиногипс и опилки. Выбор именно этих природных сорбентов был сделан, исходя из их доступности для Республики Калмыкии и низкой стоимости. Доступность объясняется тем, что на территории РК имеются месторождения глиногипса, одним из основных направлений сельскохозяйственной деятельности РК является животноводство (овцеводство) и имеются деревообрабатывающие предприятия.

В работе были изучены следующие сорбционные свойства природных сорбентов (шерсти, опилок и керамзита): сорбционная емкость (нефтеемкость) в статических и динамических условиях, степень излечения.

В образцах почвы определение нефтепродуктов производили гравиметрически по выходу веществ гексанового экстракта согласно инструкции по контролю за состоянием на объектах предприятий Миннефтепрома [9]. Экстракцию углеводородов и битуминозных веществ нефти осуществляли вначале хлороформом, затем гексаном, высушивали, пропуская экстракт через колонку с окисью алюминия.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Главным показателем эффективности сорбента является его сорбирующая способность (нефтеемкость). А зависит она от степени удельной поверхности: чем больше удельная поверхность, тем выше сорбирующая способность.

Для определения нефтеемкости сорбционных материалов (СМ) использовались нефти аптского продуктивного пласта Баирского месторождения.

Для определения нефтеемкости в статических условиях сорбционный материал массой 3 грамма помещали на ровную поверхность и искусственно загрязняли сорбент нефтью до полного насыщения.

На основании полученных результатов насыщаемости сорбентов нефтью с течением времени при температуре 20 °С построены зависимости сорбции от вида сорбционного материала (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1

Значения нефтеемкости в статических условиях

Сорбент	Нефтеемкость, г/г				
	5 мин	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин
Опилки	2,520	2,530	2,576	2,577	2,58
Шерсть	4,172	4,467	4,7	4,972	5,042
Глиногипс	1,06	1,373	1,383	1,384	1,385

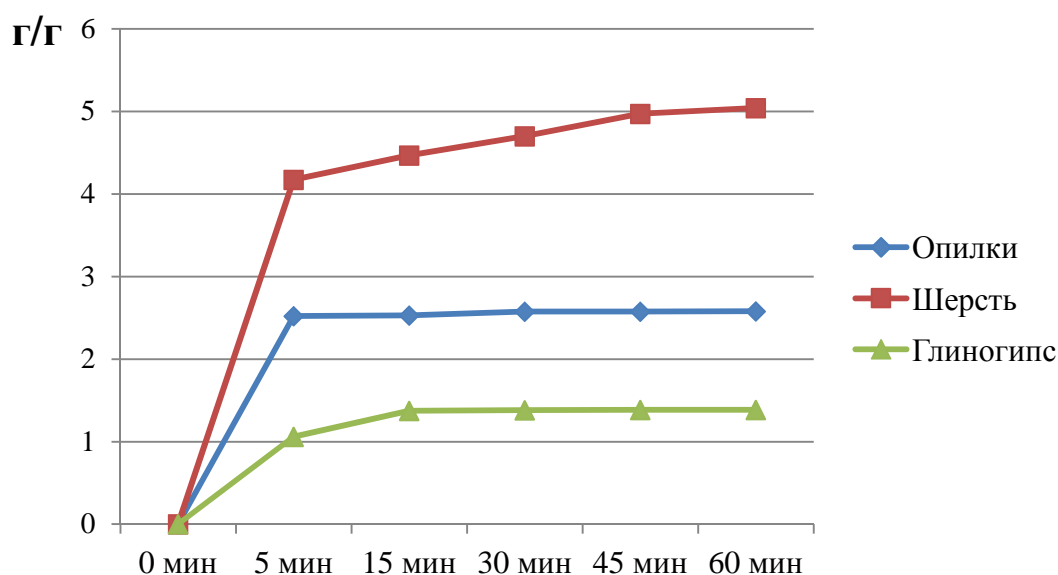


Рис.1. Зависимость нефтеемкости от времени контакта

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 1, показал, что они имеют гиперболический вид, и сорбция нефти происходит в течение первых пяти минут контактирования СМ с нефтью. Отмечено, что наибольшая нефтеемкость достигается при использовании шерсти. Нефтеемкость при использовании данного сорбента достигает 5,042 г/г.

Через 15 минут после начала эксперимента для глиногипса и опилок фактически не наблюдалось увеличение значения нефтеемкости, это можно объяснить насыщением СМ и равенством значения скоростей процессов сорбции и десорбции.

Спустя 60 минут после начала эксперимента количество поглощенного сорбата шерстью практически не увеличивалось. Отсюда следует, что для полного насыщения опилок и глиногипса достаточно 15 минутного контактирования СМ с поверхностью нефти, для шерсти – 60 минут.

Таким образом, определены значения нефтеемкости исследуемых СМ в статических условиях. Анализ полученных данных выявил следующие зависимости и тенденции: наилучшие показатели нефтеемкости из исследуемых СМ показала шерсть.

Следующим этапом работы было определение нефтеемкости исследуемых СМ в динамических условиях. Данные по нефтеемкости, определенные в динамических условиях, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значение нефтеемкости в динамических условиях

Сорбенты	Нефтеемкость, г/г
Глиногипс	0,91
Опилки	1,07
Шерсть	1,44

Следует отметить, что значения динамической нефтеемкости шерсти в 3,5 раза меньше нефтеемкости в статических условиях. Такие значения для шерсти можно объяснить тем, что для шерсти необходимо больше времени для сорбции нефти, что подтверждается результатами измерения статической нефтеемкости в зависимости от времени контакта сорбента с нефтью – полное насыщение нефти шерстью произошло 60 минут, тогда как для опилок и глиногипса время насыщения составляет 5 и 15 минут соответственно.

Значение динамической нефтеемкости в динамических условиях глиногипса и опилок меньше чем в статических условиях в 1,5 и 2,5 раза соответственно. Такие различия в значениях нефтеемкости в различных условиях указывают на то, что для поглощения нефти сорбентам необходимо определенное время.

Для исследования сорбционных свойств исследуемых сорбентов на почвах загрязненных нефтью и для определения оптимального времени сорбции были проведены модельные опыты (табл. 3).

Опыты проводили следующим образом: в почву вносили нефть, на 100 г почвы 20 мл нефти, и помещали на её поверхность сорбент на 1, 4, 7, 10, 14, 17, 21 дней. Соотношение массы почвы и сорбента брали 1:1. По истечении обозначенного времени сорбент снимали с поверхности почвы и определяли количество нефтепродуктов в почве гравиметрическим методом.

Степень извлечения нефтепродуктов при очистке природными сорбентами

Сорбент	Степень извлечения НП (S), % через:						
	1 день	4 день	7 день	10 день	14 день	17 день	21 день
опилки	10,03	21,92	27,98	29,13	30,91	31,12	31,13
шерсть	6,51	7,62	18,01	26,36	28,33	30,31	30,32
глиногипс	21,6	23,81	40,96	56,92	57,83	59,24	59,26

Исследования показали, что глиногипс наиболее полно очищает почву от нефти – степень извлечения 59,26 %. Степень извлечения для шерсти и опилок имеют практически одинаковые значения: для шерсти – 30,32 %, для опилок – 31,13 % (рис. 2).

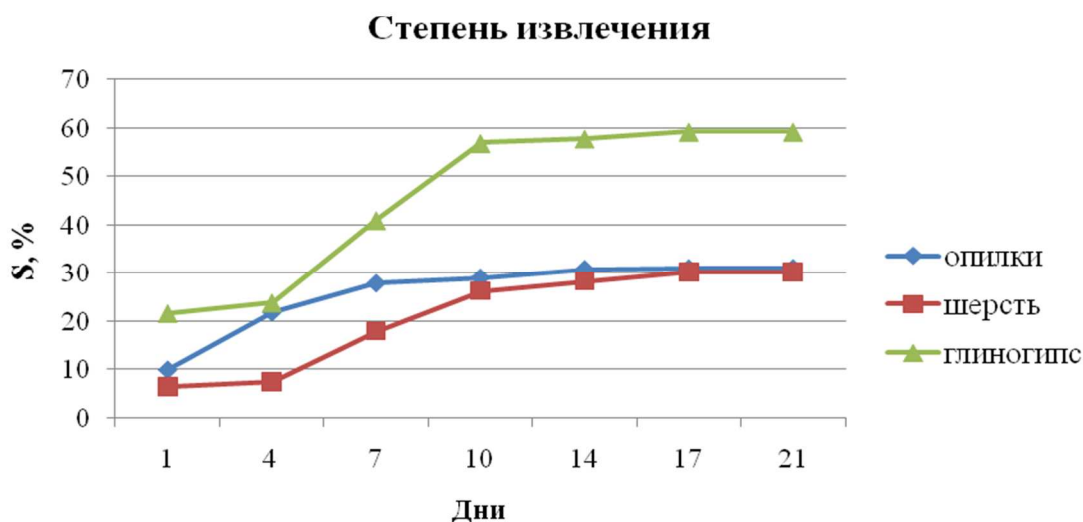


Рис. 2. Изменение количества нефтепродуктов в почве от времени сорбции

Следует отметить, что шерсть, имеющая наибольшую нефтеемкость, показала самые низкие результаты по очищению почвы от нефти, и, наоборот, глиногипс, обладающий наименьшей нефтеемкостью, лучше всего сорбировал нефть с поверхности почвы. Такие результаты можно объяснить тем, что шерсть ввиду своей волокнистой природы имеет большую сорбционную поверхность для поглощения нефти, но плохо соприкасается с поверхностью почвы для извлечения нефти. Глиногипс в отличие от шерсти имеет маленькую сорбционную поверхность, но площадь соприкосновения с поверхностью почвы большая.

При изучении изменения количества нефтепродуктов от времени сорбции видно, что для опилок оптимальное время сорбции 7 дней, по истечении этого времени количество нефтепродуктов практически не изменяется. Для шерсти оптимальное время сорбции

составляет 14 дней, после количество нефтепродуктов уменьшается незначительно, для глиногипса сорбционное равновесие наступает на 10 день.

Исследования природных сорбентов при очистке почв от нефтяного загрязнения показали, что шерсть можно предложить в качестве сорбента для сбора нефти сразу после разлива, так как она обладает большой сорбционной емкостью, а глиногипс использовать для дальнейшей очистки почвы.

### **Выводы**

1. Результаты определения нефтеемкости в статических условиях показали, что наибольшее значение достигается при использовании шерсти, наименьшее – глиногипса. Показано, что значения нефтеемкости СМ в статических условиях больше, чем нефтеемкости в динамических условиях. Полное насыщение сорбционных материалов нефтью для глиногипса и опилок происходит через 15 минут после начала эксперимента, для шерсти – через 60 минут.

2. Оптимальное время сорбции нефти для выбранных сорбентов лежит в пределах от 10 до 17 дней. Опилки максимально извлекают нефть на 7 день эксперимента, и дальнейшее увеличение времени сорбции незначительно влияет на извлечение нефти из земли. Максимальная степень извлечения при использовании шерсти наступает на 17 день эксперимента. Глиногипс максимально извлекает нефть на 10 день эксперимента.

Исходя из данных эксперимента, наилучшим сорбентом для очистки почвы от нефтезагрязнений является природный сорбент глиногипс.

3. Изучение количественных характеристик сорбции природных сорбентов для очистки почв от нефти свидетельствует об эффективности применения глиногипса для удаления нефтяного загрязнения почв – S – 59 % и позволяет предложить глиногипс в качестве сорбента при очистке нефтезагрязненных почв.

В предложенной работе исследования проводились в соответствии с планом выполнения внутривузовского гранта ФГБОУ ВПО КалмГУ «Применение природных и синтетических сорбентов для обеспечения экологической безопасности нефтедобычи» (2014 г.).

### **Список литературы**

1. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / под ред. М.А. Глазовской. – М.: Наука, 1988. – С.7-41.

2. Солнцева Н.П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (формы проявления, основные процессы, модели) // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С.23-42.
3. Аренс В.Ж., Гридин О.М. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов // Экология и промышленность России. – 1997, февраль. – С. 32-37.
4. Хлесткий Р.Н., Самойлов Н.А., Шеметов А.В. Ликвидация разливов нефти при помощи синтетических органических сорбентов // Экология. – 1999. – № 2. – С. 46-49.
5. Физико-химические исследования и структура природных сорбентов / под ред. Ф.Я. Слисаренко. – Саратов, 1971. – 112 с.; Дубинин М.М. // Природные минеральные сорбенты. – Киев: АНУ ССР, 1960. – 240 с.
6. Дубинин М.М. // Природные минеральные сорбенты. – М.: Наука, 1967. – 352 с.
7. Тарасевич Ю.И. Природные минеральные сорбенты и полусинтетические сорбционные материалы на их основе // Российский химический журнал. – 1995. – Т.39. № 6. – С. 52-61.
8. Дистанов У.Г. и др. Природные сорбенты СССР. – М.: Недра, 1990. – 208 с.
9. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома. РД 39-01470985-015-90. Разработана Нургаевым Р.Н. и др. ВНИНТИ по ТБПС, 1989. – 34 с.

**Рецензенты:**

Сангаджиева Л.Х., д.б.н., профессор кафедры химии ФГБОУ ВПО Калмыцкого государственного университета, г. Элиста.

Моисейкина Л.Г., д.б.н., профессор кафедры зоотехники ФГБОУ ВПО Калмыцкого государственного университета, г. Элиста.