

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2022, №1 Том 9 / 2022, No 1, Vol 9 <https://resources.today/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/05NZOR122.pdf>

DOI: 10.15862/05NZOR122 (<https://doi.org/10.15862/05NZOR122>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Усова, Е. Л. Оценка влияния состава грунтошламовой смеси для рекультивации нарушенных земель на содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов / Е. Л. Усова, О. В. Мудрикова // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/05NZOR122.pdf> DOI: 10.15862/05NZOR122

For citation:

Usova E.L., Mudrikova O.V. Assessment of the influence of the composition of the soil-sludge mixture for the reclamation of disturbed lands on the content of oil products and heavy metals. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(1): 05NZOR122. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/05NZOR122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/05NZOR122

Усова Елена Леонидовна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Доцент кафедры «Общей и специальной химии»

Кандидат химических наук

E-mail: Alenushka32@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=759128

Мудрикова Ольга Викторовна

ООО «Огма», Кемерово, Россия

Руководитель экспертного отдела

Кандидат технических наук

E-mail: mudrikovaov@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=581567

Оценка влияния состава грунтошламовой смеси для рекультивации нарушенных земель на содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов

Аннотация. В статье рассмотрен способ утилизации бурового шлама для рекультивации нарушенных земель.

Смесь грунтошламовая для восстановления нарушенных земель представляет собой перемешанные в заданном соотношении отходы нефтедобычи, песок и торф, при необходимости могут быть добавлены сорбенты и деструкторы нефтефлоры.

Авторами был проведен информационный поиск сырья, которое используется для промышленного производства нефтяных сорбентов, представленных на рынке России. Вермикулит, используемый в данной работе, является природным сорбентом и биостимулятором.

Для того чтобы оценить вклад каждого из добавляемых компонентов на свойства полученной грунтошламовой смеси и подобрать оптимальное их соотношение, была составлена матрица планирования эксперимента. Авторами показано, что по физико-химическим свойствам смеси грунтошламовые с различным содержанием компонентов соответствуют требованиям, предъявляемым к восстановленным землям.

Нерекультивированные буровые шламы при переполнении или разрушении шламовых амбаров, либо при просто неправильном хранении шламов без обустройства приводят к росту загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими химическими веществами.

В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии для сорбции нефтепродуктов и ионов свинца в зависимости от содержания торфа, песка и вермикулита.

Было показано, что на поглощение нефтепродуктов наибольшее значение оказывает содержание песка в грунтошлановой смеси, изменение же количества торфа и вермикулита незначительно сказывается на содержании нефтепродуктов в почве.

На содержание ионов свинца наибольшее влияние оказывает количество внесенного вермикулита, торф так же показал хорошую сорбционную способность к свинцу в композиции.

Ключевые слова: буровой шлам; рекультивация нарушенных земель; смесь грунтошлановая; вермикулит; содержание свинца в почве; планирование эксперимента; уравнения регрессии

Из года в год при освоении природных ресурсов в мире растет загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими химическими веществами.

Химический состав буровых шламов включает такие токсичные для воды и почв компоненты, как железо, никель, хром, свинец, кадмий и другие. При этом часть нерекультивированных шламовых амбаров расположена в водоохраных зонах рек и озер, что значительно повышает экологическую опасность содержимого амбаров. Так, буровые шламы при переполнении или разрушении шламовых амбаров, либо при просто неправильном хранении шламов без обустройства являются источниками неконтролируемого попадания в экосистемы токсичных для биологических объектов веществ [1].

Утилизация отходов бурения может осуществляться в трех направлениях: захоронение, обезвреживание и использование буровых шламов [2].

Использование буровых шламов представляет собой их переработку, ориентированную на получение вторичной продукции — грунтов, которые могут использоваться: (1) для строительства; (2) в качестве плодородного грунта.

Смесь грунтошлановая для восстановления нарушенных земель представляет собой перемешанные в заданном соотношении отходы нефтедобычи, песок и торф, при необходимости могут быть добавлены сорбенты и деструкторы нефтефлоры [3].

По химическим показателям буровой шлам представляет собой коллоидный раствор частиц глины, песка, химических реагентов и нефти в воде [4].

Одно из важнейших отличий плодородной почвы от безжизненной глинистой или др. коллоидной среды — наличие структуры, т. е. агрегатов грунта и пор между ними, что обеспечивает движение влаги и воздуха.

Буровой шлам содержит значительное количество глинисто-коллоидной фазы (порядка 50 %) и не имеет структуры. При высыхании шлам превращается в крупные каменистые комки, а при увлажнении переходит в пластичное состояние.

Поэтому необходимо использовать добавки, не вызывающие резкую коагуляцию, т. е. агрегирование глинисто-коллоидных частиц в более крупные образования. Введение в состав смеси песка в качестве основной мелиорирующей добавки, обеспечивает необратимое коагулирование глинистой фазы бурового шлама, структурирование и улучшение почвенных

плодородных свойств шламово-грунтовой смеси для рекультивации земель. Количество добавляемого песка должно составлять около 30 % готовой смеси [5].

Для более детальных расчетов требуется учитывать плотность и влажность шлама, степень его насыщения солями натрия.

Буровые шламы, насыщенные катионами натрия, обладают очень непрочной структурой, при увлажнении они расплываются в не проницаемую для воды и воздуха вязкую массу, а при высыхании резко сокращаются в объеме, образуют трещины и превращаются в монолитные, очень крепкие глыбы, трудно поддающиеся обработке, что затрудняет их практическое применение [1].

С помощью литературы и INTERNET-ресурсов авторами [6] был проведен анализ сырья, которое используется для промышленного производства нефтяных сорбентов, доминирующих на рынке России (табл. 1). Данные таблицы 1 показывают, что практически единственным природным органическим сырьем для производства таких материалов является торф.

Таблица 1

Свойства промышленных сорбентов для сбора нефти

Марка	Материал	Температура применения, °C	Водопоглощение, кг/кг	Степень отжима, %	Расход сорбента для сбора 1 т нефти, кг/т
КПФ-сорбент	Карбамидный пенопласт	0...+40	5–10	60–80	25–30
Униполимер	Карбамидформальдегидная смола	-10... +40	4,6–10	70–80	33
Версойл	Вермикулит	-5–10...+40	2–17	–	100–120
Пенографит	Графит	0...+40	1–4	–	23
СТРГ	Графит	-10...+40	0,2	–	25–30
Peat-Sorb	Торф	-10...+50	1,6	0	110
Turbo-Jet	Торф	-10...+50	2,0	0	105–120
Сорбойл А	Торф	-35...+80	0,5	25	556
Лесорб	Торф	-5...+80	3,6	66	115
Сибсорбент	Торф, мох, сапропель	-20...+40	2	10–25	213

Взято из [6]

Использование торфа в составе грунтошлановой смеси приводит к сорбированию, связыванию токсических веществ, содержащихся в буровом шламе и нефтешламе, и препятствует тем самым миграции их в окружающую среду. Присутствие торфа в приготовленной грунтошлановой смеси выполняет роль органогенного субстрата, обеспечивающего оптимальные условия для всходов растений мелиорантов, используемых на биологическом этапе рекультивации при посеве, посадке их непосредственно в техногенный грунт.

Рекомендуемое содержание торфа в смеси почвенной грунтошлановой составляет 25–35 %. Увеличение доли торфа в составе обеспечивает сорбцию подвижных компонентов бурового шлама и снижение их воздействия на растительный биоценоз [7].

В качестве улучшающих и обезвреживающих добавок в смесь для рекультивации могут вводиться следующие типы веществ в различных дозировках:

- сорбенты, связывающие загрязняющие вещества, нефтепродукты и устраняющие миграцию экотоксикантов;
- препараты, ускоряющие деструкцию (разрушение структуры) нефтепродуктов и других, вредных для окружающей природы веществ: для обработки смеси почвенной грунтошлановой, применяемых для рекультивации нарушенных и нефтезагрязненных земель.

Вермикулит, используемый в данной работе, является природным сорбентом и биостимулятором [8].

Вермикулит — минерал из группы гидрослюд, имеющих слоистую структуру с добавочной молекулярной межслоевой водой. Образуется в результате выветривания магнезиально-железистых слюд биотита и флогопита.

Одно из крупнейших месторождений вермикулита находится на Кольском полуострове и представлено Ковдорским месторождением [9]. Всего же на территории России найдено 17 месторождений вермикулита, наиболее крупные сосредоточены в Мурманской (Ковдорское), Челябинской (Кыштымское) областях и Саха-Якутии (Инаглинское).

Обобщенная кристаллохимическая формула триоктаэдрического вермикулита: $(\text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3[(\text{AlSi})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ [10]. Однако вермикулит редко отвечает общей формуле и обычно содержит примеси.

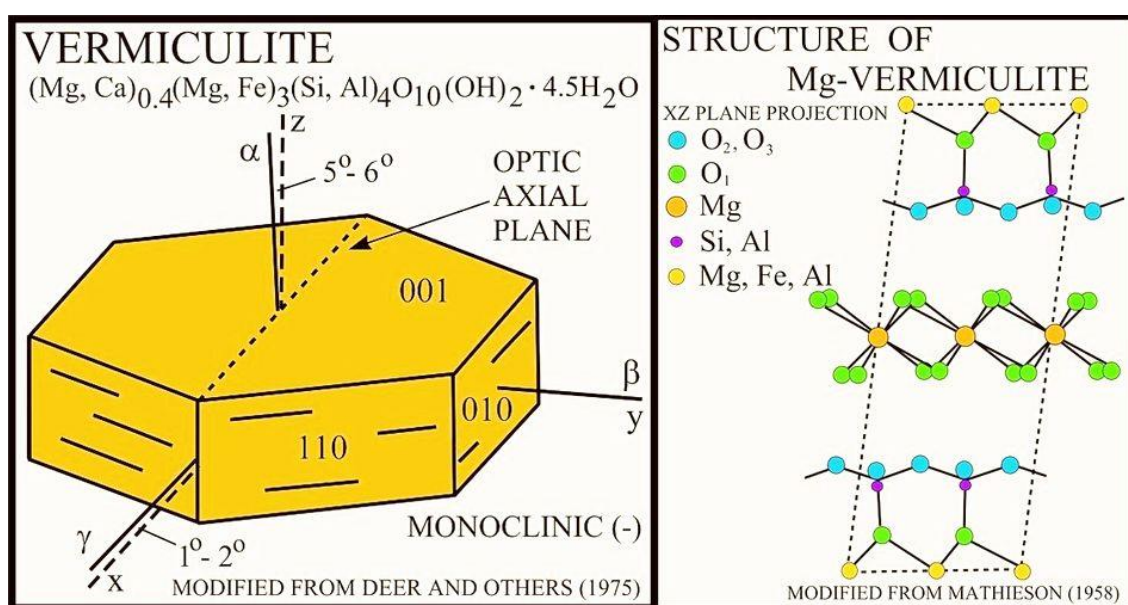


Рисунок 1. Кристаллическая структура вермикулита (взято из 11)

Сам по себе вспученный вермикулит гидрофилен. Для того чтобы вермикулит стал идеальным сорбентом для сбора нефтепродуктов, его подвергают химической модификации и создают на поверхности частиц углеродосодержащий слой. Химическая модификация вермикулита кремнийорганическими соединениями, позволяет получить новые адсорбционные материалы способные адсорбировать полярные и неполярные молекулы углеводородов. Такие материалы являются эффективными сорбентами нефтепродуктов, как с твердой, так и с водной поверхности [12].

Авторами [13] было обнаружено, что комплексное применение мелких фракций (0,02–0,2 мм) цеолита, глауконита и вермикулита обеспечивает почти 50%-е ускорение микробной деградации нефти в почве.

Как известно, загрязненная почва теряет четкую структуру, снижается водопроницаемость, ухудшается её водно-воздушный режим, что в конечном итоге приводит к снижению плодородия почвы. Особую опасность для почвы в целом и для окружающей природной среды представляют нефтепродукты, которые способны образовывать прочные и высоко токсичные соединения. Нефтепродукты, попавшие в почву, накапливаются в ней и нарушают её нормальное функционирование как экосистемы. Из почвы нефтепродукты

поступают в растения и по пищевой цепочке в конечном итоге могут попасть в организм человека.

К группе тяжелых металлов относятся все цветные металлы с плотностью, превышающей плотность железа. Парадокс этих элементов состоит в том, что в определенных количествах они необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и организмов. Существует три класса опасности тяжелых металлов. Всемирная организация здравоохранения самыми опасными считает заражение свинцом, ртутью и кадмием. Но не менее вредна и высокая концентрация остальных элементов.

В работе [14] показано, что на адсорбцию тяжелых металлов грунтов оказывает значительное влияние pH среды. Показано, что при $pH \leq 7$ будут поглощаться свинец, цинк, медь, при $pH > 7$ — кадмий и кобальт. Т. к. исходный буровой шлам имеет нейтральную реакцию среды, то наибольший интерес представляет рассмотрение сорбции свинца как одного из наиболее токсичных металлов.

Свинец чрезвычайно токсичен и является очень опасным для жизни человека. Попадая в почву, свинец поглощается растениями, которые употребляют в пищу человек и животные, в том числе и скот, мясо которого также присутствует в нашем меню. От избытка свинца поражается центральная нервная система, головной мозг, печень и почки. Он опасен своим канцерогенным и мутагенным действием [14].

Содержание в почве свинца обычно колеблется от 0,1 до 20 мг/кг, фоновое содержание составляет 10–70 мг/кг, на расстоянии 50–100 м от автомагистралей обычно менее 40 мг/кг. На порядок выше содержание свинца в почвах, которые в течение многих лет удобрялись илом очистных сооружений канализации, часто содержащим свинец (обычно менее 1000 мг/кг) [15].

Среднее содержание свинца (подвижная форма) в образцах бурового шлама составляет 22,09 мг/кг, что в 3,6 раз больше нормы (ПДК 6,0 мг/кг). Свинец в почве может быть относительно нерастворимым (сульфат, карбонат, оксиды), растворимым, сорбированным на глинах и на дисперсном органическом веществе, или образующем комплексы с некоторыми органическими молекулами, а также с гуминовыми и фульвокислотами [16].

Для приготовления почвенной грунтошламовой смеси буровой шлам перемешивали в определенном соотношении с торфом, песком и сорбентом. Массовая доля влаги в торфе составляла 70 %. В качестве структурирующих добавок взяли песок для строительных работ, добытый на карьере «Озеро Андреевское». В качестве сорбента был взят вермикулит Ковдорский.

Соотношение: буровой шлам/песок/торф/сорбент составило пределах 30/30/30/10 соответственно.

Массовую долю нефтепродуктов определяли в соответствии с методом, основанным на экстракции нефтепродуктов хлороформом, и последующей замене его на гексан для очистки от полярных соединений колоночной хроматографией [17].

Измерение массовой доли свинца в грунте проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией модификации МГА-915 [18].

Для того чтобы оценить вклад каждого из добавляемых компонентов на свойства полученной грунтошламовой смеси и подобрать оптимальное их соотношение, была составлена матрица планирования эксперимента. К исследуемому буровому шламу массой 30 г добавляли 30 г торфа, 30 г песка и 10 г вермикулита согласно схеме в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента 2³

№	торф	песок	сорбент
1	-	-	+
2	+	-	+
3	-	+	+
4	+	+	+
5	-	-	-
6	+	-	-
7	-	+	-
8	+	+	-

Составлено на основе [19]

Анализ полученного грунта с различным содержанием торфа и структурирующих добавок по физическим свойствам и химическому составу приведен в таблице 3.

Таблица 3

Результаты анализов почвенной грунтошламовой смеси

№ образца	Влажность, %	pH Вод.	pH Солев.
1	3,1	7,16	6,93
2	3,2	7,26	6,86
3	3,0	7,00	6,69
4	6,7	7,10	6,86
5	30,4	6,96	7,63
6	5,9	7,35	6,54
7	7,3	7,30	7,26
8	4,5	8,25	6,13

Составлено по данным авторов

Результаты лабораторных испытаний свидетельствуют о том, что все полученные смеси удовлетворяют требованиям, предъявляемым для восстановленных земель.

Значение водородного показателя в пробах почв варьируется от 6,96 и до 8,26, что дает основание характеризовать почвы как близкие к нейтральным. Введение добавок значительно уменьшает влажность полученного грунта по отношению к исходному буровому шламу (см. образец № 5).

Влияние каждого из компонентов грунтошламовой смеси на сорбцию нефтепродуктов и ионов свинца можно представить в виде математической модели, представленной полином первой степени вида:

$$y = b_0 + \sum_{b \leq i \leq k} b_i x_i, \text{ или } y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3.$$

В основе проведения эксперимента лежит методика полного факторного эксперимента. Каждое измерение проводили по 3 раза [10].

Данные по влиянию содержания вводимых компонентов на содержание нефтепродуктов и ионов свинца представлены в таблице 4

Таблица 4

Содержание нефтепродуктов и ионов свинца (мг/кг)

№	торф	песок	сорбент	нефтепродукты	свинец
1	-	-	+	4,75	8,73
2	+	-	+	2,40	3,19
3	-	+	+	1,74	11,40
4	+	+	+	0,98	6,5

№	торф	песок	сорбент	нефтепродукты	свинец
5	-	-	-	5,28	22,09
6	+	-	-	4,95	11,2
7	-	+	-	0,34	11,51
8	+	+	-	0,79	15,96

Составлено авторами

Значение функций для наблюдаемых значений факторов приведены в таблице и образуют матрицу F . Число строк в этой матрице равно числу наблюдений (опытов), число столбцов — числу коэффициентов регрессии в регрессионной модели, элементами являются значения функций в регрессионной модели соответственно коэффициентам регрессии, причем эти значения определяются значениями факторов в соответствующем наблюдении.

$$F = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Вектор коэффициентов регрессии при наблюдаемых значениях факторов рассчитывается по уравнению:

$$\hat{c} = (F^T F)^{-1} F^T \bar{y},$$

где y — вектор — столбец значений зависимой переменной.

Матрица $F^T F$ и обратная ей матрица $(F^T F)^{-1}$ имеют вид:

$$F^T F = \begin{bmatrix} 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}; \quad (F^T F)^{-1} = \begin{bmatrix} 0,125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,125 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,125 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,125 \end{bmatrix}.$$

Расчеты проводились по программе, составленной в среде математического пакета «MathCAD 14».

С применением критерия Стьюдента была проверена значимость полученных коэффициентов регрессии с доверительной вероятностью 95 %. Приведенные ниже сокращенные уравнения выражают зависимость параметров оптимизации от значений основных факторов.

С помощью критерия Фишера была проверена адекватность полученных уравнений. Установлено, что на 5 % процентном уровне значимости уравнения адекватно описывают экспериментальные данные.

Для нефтепродуктов произведение $F^T y$ представляет собой вектор — столбец:

$$F^T y = \begin{pmatrix} 21,23 \\ -2,99 \\ -13,53 \\ -1,49 \end{pmatrix}.$$

Вектор коэффициентов регрессии и прогнозируемые с помощью регрессионной модели значение зависимой переменной y , при наблюдаемых значениях факторов, равны:

$$\hat{c} = (F^T F)^{-1} F^T \bar{y} = \begin{pmatrix} 2,65 \\ -0,37 \\ -1,69 \\ -0,19 \end{pmatrix}; \quad \hat{y} = F\hat{c} = \begin{pmatrix} 4,53 \\ 3,78 \\ 1,15 \\ 0,40 \\ 4,91 \\ 4,15 \\ 1,52 \\ 0,78 \end{pmatrix}.$$

Сама регрессионная модель для нефтепродуктов в окончательном виде выглядит следующим образом:

$$y = 2,65 - 0,37x_1 - 1,69x_2 - 0,19x_3.$$

Анализ полученного уравнения показывает, что на поглощение нефтепродуктов наибольшее значение оказывает содержание песка в грунтошламовой смеси, изменение же количества торфа и вермикулита незначительно сказывается на содержании нефтепродуктов в почве.

Количества торфа и вермикулита незначительно сказывается на содержании нефтепродуктов в почве.

Расчет для ионов свинца имеет следующий вид:

$$F^T y = \begin{pmatrix} 90,58 \\ -16,88 \\ 0,16 \\ -30,94 \end{pmatrix}; \quad \hat{c} = (F^T F)^{-1} F^T \bar{y} = \begin{pmatrix} 11,32 \\ -2,11 \\ 0,02 \\ -3,87 \end{pmatrix}; \quad \hat{y} = F\hat{c} = \begin{pmatrix} 9,54 \\ 5,33 \\ 9,58 \\ 5,36 \\ 17,28 \\ 13,06 \\ 17,32 \\ 13,10 \end{pmatrix}.$$

Регрессионная модель для ионов свинца в окончательном виде выглядит следующим образом:

$$y = 11,32 - 2,11x_1 - 3,87x_3.$$

Анализ регрессионной модели показывает, что на содержание ионов свинца в грунтошламовой смеси наибольшее влияние оказывает количество внесенного вермикулита, торф так же показал хорошую сорбционную способность к свинцу в композиции. А изменение содержания песка не оказывает влияния на концентрацию свинца в почве.

- Показано, что по физико-химическим свойствам смеси грунтошламовые с различным содержанием торфа, песка и вермикулита соответствуют требованиям, предъявляемым к восстановленным землям.
- В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии для сорбции нефтепродуктов и ионов свинца в зависимости от содержания торфа, песка и вермикулита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркуша, И.Ф. Почвоведение с основами геологии / И.Ф. Гаркуша, М.М. Яцюк. — Изд. 2-е, испр. И доп. — М.: Колос, 1975. — 304 с.
2. Воронцов В.Н. Охрана природы. Гидросфера. Правила утилизации отходов бурения и нефтегазодобычи в море / В.Н. Воронцов: НИПИ «Гипроморнефтегаз». — М. 1985. — 10 с.
3. Перевалов С.Н. Инструкция по охране окружающей среды при бурении скважин на нефть и газ на суше / С.Н. Перевалов: Роснефть. — М. 1994. — 46 с.
4. Иванов В.Н. Открытые горные выработки в подготовительных работах при обустройстве нефтегазовых месторождений Среднего Приобья / В.Н. Иванов. — Сургут, 1999. — 46 с.
5. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. / В.А. Грязев. — Госстандарт России: Изд-во стандартов. — М. 2002. — 21 с.
6. Веприкова, Е.В. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей / Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко, Н.В. Чеснокова, М.Л. Щипко, Б.Н. Кузнецова // Journal of Siberian Federal University. Chemistry, 2010. — № 3. — С. 285–304.
7. Романов Е.И. «Рекультивация земель. Требование и порядок проведения» / Е.И. Романов. — М. 2006. — 25 с.
8. Успабаева, А.А., Исаева А.У., Саданов А.К. Изучение возможности использования вермикулита для очистки нефтезагрязненных почв / А.А. Успабаева, // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. Серия сельскохозяйственных, ветеринарных и биологических наук, 2011. — N 1. — С. 122–127.
9. Крашенинников, О.Н. Перспективы использования вермикулита Ковдорского месторождения в Мурманской области / О.Н. Крашенинников, С.В. Быстрыгин // Север промышленный. — 2012. — № 3. — С. 1–4.
10. Skryabina, O.A. The mineralogical composition of soils and soil-forming rocks. — Perm: Perm State Agricultural Academy, 2010. — 120 p.
11. Санжанова, С.С. Сравнительное исследование сорбционных свойств морденитсодержащего туфа и вспученного вермикулита / С.С. Санжанова, Э.Л. Зонхоева // Вестник ВСГУТУ. — 2015. — № 5. — С. 31–38.
12. Баюрова, Ю.Л., Исследование модифицированного вермикулита / Ю.Л. Баюрова, Т.Г. Губкина // Научный вестник Московского государственного горного университета. — 2014. — № 2. — С. 12–23.

13. Писарчук, А.Д. Эколого-микробиологические аспекты биоремедиации нефтезагрязненных экосистем и угольных карьеров: Дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08: Томск, 2014. — 152 с.
14. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. — М.: Агропромиздат, 1987. — 37 с.
15. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. — М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. — 164 с.
16. Климов, Е.С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е.С. Климов, М.В. Бузаева. — Ульяновск: УлГТУ, 2011. — 201 с.
17. ПНДФ 16.1:2.21-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «ФЛЮОРАТ-02». М.: 1998 г.
18. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. М.: 2002 г.
19. Володарский, Е.Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Т.Е. Володарский, Б.Н. Малиновский, Ю.М. Туз. — Киев: Высшая школа, 1987 — 280 с.

Usova Elena Leonidovna

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

E-mail: Alenushka32@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=759128

Mudrikova Olga Viktorovna

«Ogma» LLC, Kemerovo, Russia

E-mail: mudrikovaov@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=581567

Assessment of the influence of the composition of the soil-sludge mixture for the reclamation of disturbed lands on the content of oil products and heavy metals

Abstract. The article considers a method for the disposal of drill cuttings for the reclamation of disturbed lands.

The soil and sludge mixture for restoring disturbed lands is oil production waste, sand and peat mixed in a given ratio; if necessary, sorbents and oil flora destructors can be added.

The authors conducted an information search for raw materials that are used for the industrial production of oil sorbents on the Russian market. Vermiculite used in this work is a natural sorbent and biostimulant. In order to evaluate the contribution of each of the added components to the properties of the resulting soil-slurry mixture and to select their optimal ratio, an experiment planning matrix was compiled.

The authors have shown that in terms of physical and chemical properties, soil-slurry mixtures with different content of components meet the requirements for reclaimed lands.

Unremediated drill cuttings, when sludge pits are overfilled or destroyed, or simply improperly stored without arrangement, lead to an increase in environmental pollution with oil and oil products, heavy metals and other chemicals.

As a result of the research, regression equations were obtained for the sorption of oil products and lead ions depending on the content of peat, sand and vermiculite.

It was shown that the content of sand in the soil-slurry mixture has the greatest effect on the absorption of oil products, while a change in the amount of peat and vermiculite has little effect on the content of oil products in the soil.

The content of lead ions is most affected by the amount of vermiculite introduced; peat also showed good sorption capacity for lead in the composition.

Keywords: drill cuttings; reclamation of disturbed lands; soil-slurry mixture; vermiculite; lead content in soil; experiment planning; regression equations

REFERENCES

1. Garkusha, I.F. Soil science with the basics of geology / I.F. Garkusha, M.M. Yatsyuk. — Ed. 2nd, rev. And extra. — M.: Kolos, 1975. — 304 p.
2. Vorontsov V.N. Protection of Nature. Hydrosphere. Rules for the disposal of waste drilling and oil and gas production in the sea / V.N. Vorontsov: NIPI "Gipromorneftegaz". — M. 1985. — 10 s.

3. Perevalov S.N. Instructions for environmental protection when drilling wells for oil and gas onshore / S.N. Perevalov: Rosneft. — M. 1994. — 46 p.
4. Ivanov V.N. Open mine workings in the preparatory work for the development of oil and gas fields in the Middle Ob region / V.N. Ivanov. — Surgut, 1999. — 46 p.
5. GOST 30772-2001. Resource saving. Waste management. Terms and Definitions. / V.A. Gryazev. — State Standard of Russia: Publishing House of Standards. — M. 2002. — 21 p.
6. Veprikova E.V. Peculiarities of water purification from oil products using oil sorbents, filtering materials and active coals / E.V. Veprikovaa, E.A. Tereshchenko, N.V. Chesnokova, M.L. Shchipkoa, B.N. Kuznetsova // Journal of Siberian Federal University. Chemistry, 2010. — No. 3. — P. 285–304.
7. Romanov E.I. “Land reclamation. Requirement and procedure” / E.I. Romanov. — M. 2006. — 25 p.
8. Uspabaeva, A.A., Isaeva, A.U., Sadanov A.K. Studying the possibility of using vermiculite for cleaning oil-contaminated soils / A.A. Uspabaeva // Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University. S. Seifullin. Series of agricultural, veterinary and biological sciences, 2011. — N 1. — P. 122–127.
9. Krashenninnikov O.N. Prospects for the use of vermiculite from the Kovdor deposit in the Murmansk region / O.N. Krashenninnikov, S.V. Bystrygin // Industrial North. — 2012. — No. 3. — P. 1–4.
10. Skryabina, O.A. The mineralogical composition of soils and soil-forming rocks. — Perm: Perm State Agricultural Academy, 2010. — 120 p.
11. Sanzhanova, S.S. Comparative study of the sorption properties of mordenite-containing tuff and expanded vermiculite / S.S. Sanzhanova, E.L. Zonkhoeva // Bulletin of the ESGUTU. — 2015. — No. 5. — P. 31–38.
12. Bayurova, Yu.L., Study of modified vermiculite / Yu.L. Bayurova, T.G. Gubkin // Scientific Bulletin of the Moscow State Mining University. — 2014. — No. 2. — P. 12–23.
13. Pisarchuk A.D. Ecological and microbiological aspects of bioremediation of oil-contaminated ecosystems and coal pits: Dis. ... candidate of biological sciences: 02/03/08: Tomsk, 2014. — 152 p.
14. Alekseev Yu.V. Heavy metals in soils and plants / Yu.V. Alekseev. — M: Agropromizdat, 1987. — 37 p.
15. Vodyanitsky Yu.N. Heavy metals and metalloids in soils. — M.: Soil Institute. V.V. Dokuchaeva RAAS, 2008. — 164 p.
16. Klimov, E.S. Natural sorbents and complexons in wastewater treatment / E.S. Klimov, M.V. Buzaeva. — Ulyanovsk: UIGTU, 2011. — 201 p.
17. PNDF 16.1:2.21-98. Quantitative chemical analysis of soils. Methodology for measuring the mass fraction of oil products in soil and soil samples by the fluorimetric method using the Fluorat-02 liquid analyzer. M.: 1998.
18. PND F 16.1:2.2:2.3.36-02. Quantitative chemical analysis of soils. Methodology for measuring the total content of copper, cadmium, zinc, lead, nickel and manganese in soils, bottom sediments and sewage sludge using flame atomic absorption spectrometry. M.: 2002.
19. Volodarsky, E.T. Planning and organization of the measurement experiment / T.E. Volodarsky, B.N. Malinovsky, Yu.M. Tuz. — Kiev: Higher School, 1987 — 280 p.