

Рыбин В. Г., аспирант,
Дрожжин С. П., аспирант,
Пендюрин Е. А., канд. с.-х. наук, доц.,
Смоленская Л. М., канд. хим. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОТХОДЫ МОКРОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ КАК СРЕДСТВО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

pendyrinea@yandex.ru

Изучены физико-химические свойства отходов мокрой магнитной сепарации. Исследованы токсикологические свойства отхода. Установлено, что отход может быть использован при рекультивации техногенно-нарушенных земель.

Ключевые слова: карьер, восстановление техногенно-нарушенных земель, физико-химические свойства, рекультивация.

С каждым годом во всем мире все большую опасность для природной среды приобретает промышленная деятельность человека, проявляющаяся главным образом в местах добычи полезных ископаемых, строительных материалов, а также в местах их обогащения и переработки.

По мере развития техногенеза происходят значительные нарушения целостности почвенного покрова вплоть до полного его уничтожения на значительных площадях, что нарушает экологическое состояние отдельных территорий. Особенно в больших масштабах уничтожение почвенного покрова происходит в районах добычи полезных ископаемых открытым карьерным способом, на долю которого в настоящее время приходится почти 70 % всей добычи, общая площадь которых составляет около 180 тыс. га.

Нарушенные территории в результате хозяйственной деятельности разделяют на две группы:

- 1) земли, поврежденные насыпным грунтом – отвалы, терриконы, кавальеры и свалки;
- 2) территории, поврежденные выемкой грунта – карьеры открытых горных разработок, добычи местных строительных материалов и торфа, провалы и прогибы на месте подземных горных работ, резервы и траншеи при строительстве линейных сооружений.

Нарушения в природной среде, вызванные открытыми горными разработками при добыче полезных ископаемых, затрагивают почти все компоненты природного комплекса. Поэтому карьерные выемки и отвалы вскрышных пород можно рассматривать как сформировавшиеся техногенные экологические системы. Промышленные отвалы, образованные при карьерном способе добычи полезных ископаемых, представляют собой особые техногенные территории, промышленные пустыни, особые экотипы. Они представляют собой аккумулятивные фор-

мы неорельефа разной высоты и занимаемых площадей. Размеры их чаще всего не выходят за пределы мезоформ рельефа с выровненной плоской вершиной в профиле имеющих трапециевидную форму. Отвалы и карьеры представляют собой источник загрязнения почвы, атмосферы и водоемов, отрицательные формы рельефа придают неприглядный вид окрестностям населенных пунктов и искажают природный ландшафт. Кроме того, доказано, что каждый участок земли, нарушенный при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, оказывает вредное влияние на участок примерно такой же площади прилегающей территории. В связи с этим возникает проблема рекультивации нарушенных земель. Основная задача работ по восстановлению нарушенных промышленностью земель – устранить вредоносное, загрязняющее воздействие этих земель на прилегающие территории, вернуть им утраченную биологическую и социально-экономическую ценность.

Белгородская область располагается в центре европейской части России в относительно благоприятных природно-климатических условиях с достаточно плодородными почвами. На территории Белгородской области находится 328 карьеров, в том числе отработанных – 84, в некоторых продолжается несанкционированная добыча песка и глины различными подрядными организациями, а на бездействующих – устроены свалки [1].

Нарушенные земли в результате промышленной деятельности человека должны восстанавливаться своевременно и с надлежащим качеством. Восстановление нарушенных земель осуществляется посредством рекультивации в несколько этапов. При этом выделяются мероприятия по восстановлению плодородия или улучшению качества верхнего слоя почвы, устранению вредного воздействия токсичных пород и отходов на окружающую среду, обеспечению требуемых режима и состава поверх-

ностных и подземных вод, а также по обеспечению инженерной защиты объектов рекультивации от эрозии, подтопления, затопления, засоления и т.д.

Одним из перспективных направлений в рекультивации нарушенных территорий является использование отходов в составе закладочного материала. В качестве такого компонента могут быть использованы отходы обогащения железной руды – процесса мокрой магнитной сепарацией (ММС), представляющие собой пустую породу и называемые «хвостами» обогащения.

В настоящее время отходы ММС не нашли крупнотоннажного практического применения и поэтому складываются на специально выделенных территориях – хвостохранилищах, которые подвержены процессу пылеуноса при скорости ветра более 4 м/с. Поэтому одной из важных проблем данных территорий – снижение или полное подавление пыления [2].

Отвод земель под хранение отходов Лебединского горно-обогатительного комбината (ЛГОК) составляет 1520 га при ежегодном объеме складирования – 18,5 млн. м³. Сформировавшийся техногенно-нарушенный комплекс хвостохранилищ вызывает негативное влияние на окружающую среду посредством вторичного пыления при воздействии атмосферного воздуха со скоростью воздушного потока более 4 м/с, а также в результате отчуждения плодородных земель сельскохозяйственного назначения [3].

Использование отходов ММС в составе закладочного материала при рекультивации отработанных частей карьеров добычи природных ресурсов можно рассматривать как одно из перспективных направлений. Одновременно решаются важнейшие задачи – восстановление природного ландшафта и безопасное размещение отходов.

К определяющим факторам почвенно-грунтовой среды, которые ограничивают возможность использования промышленных отходов в выработанном пространстве карьерной выемки при проведении этапа освоения нарушенных земель, относятся показатели кислотности, механического состава, содержание питательных веществ.

Отходы ММС ЛГОКа характеризуются значительной неоднородностью по химическому и минералогическому составу (табл. 1), сравнительно высокой водопроницаемостью и малой влагоемкостью. Коэффициент фильтрации анализируемого материала составляет 0,65 м/сут, что превышает нормативные значения 0,0086 м/сут.

Таблица 1
Усредненный химический состав хвостов обогащения ЛГОКа

Компонент	Содержание, %
Fe _{общ.}	10,30
Fe _{магн.}	1,28
FeO	6,58
SiO ₂	69,35
Al ₂ O ₃	2,13
CaO	2,93
MgO	4,95
S	0,204
P	0,163
K ₂ O	0,54
Na ₂ O	0,785
CO ₂	3,602
п.п.п.	4,64
Ti ₂ O	0,168
рН водной вытяжки	7,74

Следовательно, анализируемый материал в самостоятельном виде не может использоваться для формирования основания котлованов и финального перекрытия (в виде противодиффузионных экранов).

Минералогический состав отходов представлен следующими компонентами: кварцит – 48%, кумменгтонит – 17%, доломит – 7%, биотит – 5%, плагиоклаз – 5%, гидрогемматит – 4% и щелочной амфибол с эгирином – 4%. Гранулометрический состав представлен мелкодисперсной фракцией, которая может изменять характер территории. В связи с этим, возникает необходимость связывания компонентов отхода. В качестве связующего, снижающего возможность уноса и усадки отработанной части карьера, были использованы глинистые вскрышные породы.

Пригодность вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации нарушенных земель определяли в соответствии с рекомендациями ГОСТ 15.5.1.03-86. Оценивая их химический и минералогический состав, необходимо отметить, что даже в пределах одного участка нарушенной территории количественные характеристики пород существенно различаются, категории их пригодности неодинаковы.

Вскрышные и вмещающие породы в зависимости от их физико-химических свойств и пригодности к биологическому освоению поделены на три основные группы:

- I – плодородные и потенциально плодородные грунты, вполне пригодные для произрастания растений
- II – малоприспособные грунты для произрастания растений, так называемые индиффе-

рентные грунты, которые можно использовать в основном под лесонасаждения

- III – грунты непригодные для произрастания растений, как правило, фитотоксичные,

для освоения которых необходимо предварительное проведение химической мелиорации.



Рис. 1. Результаты ситового анализа отходов ММС ЛГОКа

Проанализированные отходы ММС относятся ко II группе – малопригодных вмещающих пород, так как по гранулометрическому составу они представлены мелкодисперсной фракцией – 28,08 % имеют размер частиц 0,315 мм, представлены, в основном оксидами кремния.

На следующем этапе исследования изучаемый отход ММС был использован в составе закладочного материала отработанной части карьера.

При формировании техногенного рельефа были смоделированы закладочные слои различной высоты, позволяющие выравнять рекультивируемую часть карьера. Высота техногенного рельефа варьировалась от 7 до 14 м. Заполне-

ние выработанной части карьера осуществляли закладочным материалом, состоящим из вскрышных пород и промышленных отходов ММС.

Далее оценивали возможность вымывания атмосферными осадками компонентов закладочного материала. Для этого были смоделированы погодные условия, соответствующие среднему количеству выпадающих осадков в виде дождя в течение 3 месяцев (табл. 2).

Результаты, представленные в табл. 2, показали, что во всех образцах фильтрата наблюдается слабощелочная реакция среды, что указывает на вымываемость из закладочного материала основных компонентов.

Таблица 2

Характеристика полученных фильтратов после моделирования закладочных слоев

№ п/п	Состав закладочного материала (по слоям, сверху вниз)	Объем фильтрата, мл	pH	Сухой остаток, мг/л	XПК, мгО/л
1.	0,3 м почва + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м глина	185,0	7,70	433,32	0,23
2.	0,3 м почва + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м глина	150,0	7,79	733,31	0,38
3.	0,3 м почва + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м отход ММС + 1,5 м суглинки + 2,0 м глина	111,3	8,26	933,33	3,23
4.	Контроль - 0,3 м почва + 1,5 м суглинки + 2,0 м глина	190,0	6,95	842,21	0,20

Известно, что на полигонах используются в качестве изолирующего промежуточного слоя промышленные отходы IV класса опасности, имеющие однородную структуру с размером фракций менее 250 мм при условии сохранения в фильтрате уровня биохимического потребления кислорода (БПК₂₀) на уровне 100-500 мг/л, ХПК – не более 300 мг/л. Исследуемый отход имеет величину ХПК водной вытяжки гораздо ниже допустимого уровня, а также является мелкодисперсным.

Порядок формирования потенциально плодородного корнеобитаемого слоя при рекультивации поверхностей выработанных карьеров и отсыпанных отвалов зависит от токсичности слагающих их пород. Если породы фитотоксичные и содержат более 20 % токсичных грунтов, то на них нельзя непосредственно наносить слой почвы [4].

В данной работе отход подвергался биотестированию на фитотоксичность высшими растениями – овес обыкновенный. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования анализированного образца для рекультивации, так как исследуемый образец не обладает фитотоксичностью – величина эффекта торможения анализируемых образцов составила – 0,29%, а фитотоксическое действие считается доказанным, если фитозффект составляет 20 и более процентов.

Рекультивация отработанной части карьера включает в себя следующие технологические операции: выполаживание бортов карьера, выравнивание контура участка, перемещение вскрышных пород из отвалов временного хранения, укладка на дно карьерного поля и уплотнение с целью формирования противофильтрационного экрана, перемещение вскрышных пород из отвалов временного хранения и перемещение с отходами ММС Лебединского ГОКа.

Использование предлагаемого способа рекультивации отработанных карьеров с использованием промышленных отходов ММС по

сравнению с существующими способами следующие [5]:

1. Использование отходов в составе закладочного материала, используемого для заполнения (засыпки) карьерной выемки, не препятствует реализации биологического этапа рекультивации – посадки древесно-кустарниковых культур при восстановлении нарушенных земель.

2. Снижение вредного воздействия на окружающую среду за счет исключения открытого хранения промышленных отходов мокрой магнитной сепарации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области». Учебно-справочное картографическое пособие. – Белгород. Изд-во: Белгородская областная типография. – 2005. – 180 с.

2. Кичигин Е.В., Ястребинский Р.Н., Тикунова И.В. Закрепление пылящих поверхностей пляжей хвостохранилищ // Горный журнал. 2009. № 2.- С. 72-74.

3. Пендюрин Е.А., Старостина И.В., Смоленская Л.М., Рубанов Ю.К. Биологический способ пылеподавления отвалов Лебединского ГОКа // Экология и промышленность России. 2010. №4. С. 46–48.

4. Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М., Старостина И.В. Рекультивация отработанного карьера неорганическими отходами промышленных производств // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 5. С. 38-41.

5. Пат. 2479721 РФ, МПК Е 21 С 41/23 Способ рекультивации карьеров с использованием промышленных отходов // Пендюрин Е.А., Старостина И.В., Дрожжин С.П.; заявитель и патентообладатель Белгород. БГТУ им. В.Г. Шухова. - Дата приоритета 24.10.2011. Опубликовано 20.04.2013. Бюл. № 11.