

УДК 504.03:631.618(470.54)

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Красильникова С.А.

*ФБОУ ВПО Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Генделя, 4) domo05@mail.ru*

В результате исследований был разработан новый метод рекультивации земель, нарушенных вследствие сброса кислых шахтных вод. В качестве реагентов и добавок применялись отходы местных промышленных предприятий. За счет использования производственных отходов стоимость проведения природоохранных мероприятий снижается в несколько раз. В 2004 г на участке прежнего сброса кислых вод ш. «Широковская» были проведены натурные эксперименты и получен устойчивый растительный покров с фитопродуктивностью более 10 ц/га сухой массы. Концентрации химических элементов в растительности не представляют экологической опасности, поскольку их содержания в большинстве случаев не выходят за рамки природно-фоновых. В 2007 г. проведены масштабные опытно-промышленные испытания метода. В 2008 г. авторами получен патент на изобретение. Внедрение метода устранил негативные последствия угледобычи на земельные ресурсы.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, реагент, фитопродуктивность.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS RECULTIVATION

Krasilnikova S.A.

*Perm state university, Perm
Perm, Russia (614990, Perm, Genkel street, 4) domo05@mail.ru*

As a result, research has developed a new method for reclamation of lands disturbed due to discharge of acid mine waters. The wastes of local industries were used as agents and additives. The use of industrial wastes has made it possible to reduce the costs of environmental protection many times. In 2004, in the site of the former acid mine waters discharge of "Shirokovskii" the field experiments were conducted and we obtained a stable vegetation with phytobiology more than 1000 kg/ha of dry matter. Concentrations of chemical elements in plants are not environmental hazards because their content, in most cases, doesn't exceed the natural background. In 2007, a large-scale pilot testing of the method was organised. In 2008, the authors took out a patent for an invention. Implementation of the method will eliminate the negative effects of mining on the lands.

Key words: recultivation, disturbed lands, reagent, phytobiology.

Интенсивное и разнообразное воздействие на природные ландшафты, особенно характерное для двадцатого столетия, остается проблемой и в настоящее время. Экологические последствия таких воздействий приводят к необходимости обратить особое внимание на охрану природы, ее рациональное использование и разработку специальных научно обоснованных мероприятий по восстановлению разрушенных ландшафтов.

Значительные нарушения земельных ресурсов, вплоть до полного уничтожения на отдельных территориях, наиболее часто наблюдаются в районах горнодобывающей промышленности. Существенное отчуждение земель из сельскохозяйственного и лесного фонда требует разработки комплекса мер по возвращению отработанных площадей в сельское и лесное хозяйство в пригодном для использования состоянии. Поэтому реабилитация таких земель является весьма актуальной задачей [4].

В конце XX столетия был ликвидирован старейший на Урале Кизеловский угольный бассейн. Длительная (более 200 лет) эксплуатация угольного бассейна привела к

неизбежному изменению окружающей природной среды, нарушая при этом полностью или частично сложившиеся экологические связи. Эти изменения проявлялись в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются деформация углевмещающих пород и земной поверхности, истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод, затопление и заболачивание подработанных территорий, засоление почв, загрязнение воздуха, изъятие земельных площадей из народнохозяйственного оборота. Размеры и характер этих изменений определяется природными и технологическими особенностями разрабатываемых горных выработок. Ситуация усугублялась тем, что долгое время недостаточное внимание уделялась финансированию работ по охране окружающей среды в процессе производства в угольном бассейне.

По официальным данным общая площадь земель, нарушенных в результате добычи угля, составляет более 750 га земель, из которых более половины подлежат рекультивации. К нарушенным землям Кизеловского угольного бассейна относятся: породные отвалы, участки промплощадок. Для этих объектов имеются проекты рекультивации.

Анализ программ Государственного учреждения по вопросам реорганизации и ликвидации нерентабельных шахт и разрезов и Управления по охране окружающей среды Пермской области выявил, что имеются участки деградированных земель, на которых не планируется проведение природоохранных мероприятий. К ним относятся участки прежнего сброса кислых шахтных вод. Согласно ГОСТ 17.5.1.02-85 эти земли можно отнести к группе земель, где должно применяться природоохранное направление рекультивации.

Для грунтов этих участков характерно высокое содержание сульфатов, железа, алюминия, тяжелых металлов. Они имеют кислую реакцию среды и непригодны для развития растений. Протяженность этих участков может достигать 1–2 км, а ширина 100 м и более. Их общая площадь превышает 50 га. Вынос загрязнителей с этих участков приводит к деградации существующих экосистем, подвергает загрязнению поверхностные и подземные воды, прилегающие территории [1].

Ввиду этого, в рамках гранта РФФИ, в период с 2004 по 2007 г. велась разработка эффективного, но экономичного метода рекультивации таких участков. Несмотря на длительный период научно-исследовательских работ в этой области проблема рекультивации объектов угледобычи до сих пор остается открытой. Отраслевые проекты рекультивации ориентированы на способы, апробированные на объектах других отраслей, и не учитывают специфику угледобычи, поэтому малоэффективны [3].

В рамках работы по гранту «ЭкоЛогичные технологии» (2004 г.) детально был исследован участок прежнего водосброса шахты «Широковская». Это наибольший по площади участок нарушенных в результате водоотлива земель. Детальная съемка объекта показала, что он вытянут в северо-западном направлении от промплощадки шахты до р. Полуденный Кизел [2]. Протяженность участка составляет около 2 км, ширина – 100 м и более (рисунок 1). Особенностью этого участка является то, что на метаморфизованных суглинках залегает слой техногенных грунтов мощностью до 1 м, представленный тонкодисперсными гидроксидами железа со щебнем, дресвой и песком пород шахтных отвалов.

Основными критериями для разработки метода рекультивации были:

- доступность и экономичность используемых для рекультивации материалов;
- эффективность и экологичность разработки.

Поэтому в качестве реагентов и добавок были выбраны промышленные отходы местных предприятий. Для снижения кислотности грунтов участков прежнего шахтного водосброса в качестве реагента выбраны отходы ОАО «Березниковский содовый завод» (БСЗ), применение которых признано эффективным и экономичным при проведении опытно-промышленного опробования метода нейтрализации шахтных вод. В качестве органического удобрения, содержащего в доступных формах элементы, необходимые для развития растений, применялся активный ил ОАО «Метафракс».

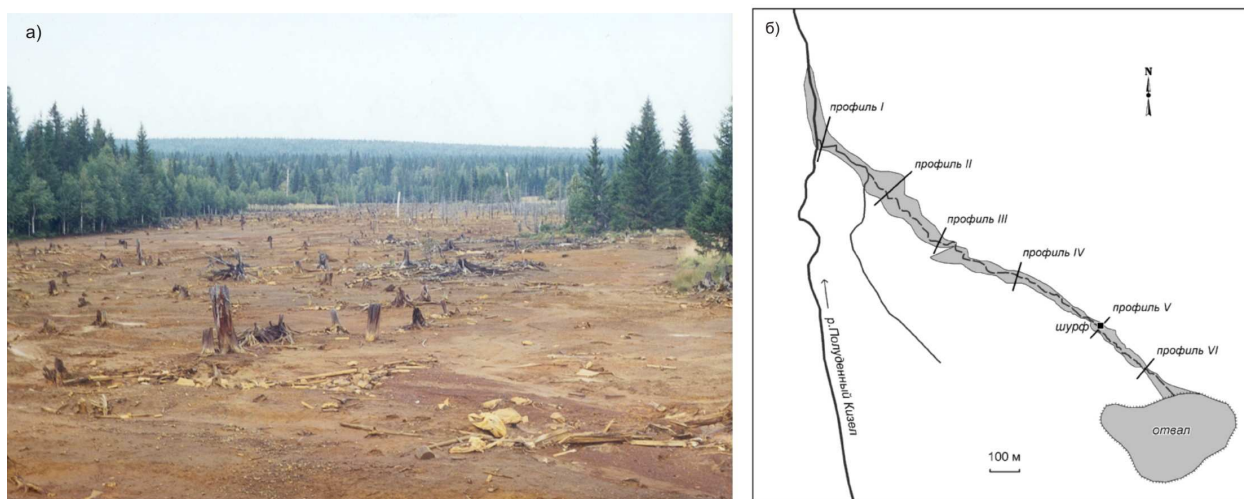


Рисунок 1. а) Участок прежнего водосброса шахты «Широковская»; б) Схема участка исследования

Отходы БСЗ относятся к 5 классу опасности. Они более чем на 90 % состоят из тонкодисперсного карбоната кальция. Водородный показатель вытяжки рН составляет 9–12. Содержание водорастворимых хлоридов, сульфатов, натрия в отходе этого слоя имеют низкие значения. Содержание 38 определенных спектральным анализом микроэлементов не превышает ПДК для валового содержания в почвах. Вредных органических примесей в шламе не обнаружено. Объем шлама готового к использованию в качестве реагента для рекультивации нарушенных земель без какой-либо подготовки превышает 1 млн м³.

Исследования активного ила показали высокие качества при его использовании для целей рекультивации. Он представляет собой гигроскопичную (влажность 49–54 %) смесь минерального (53–78 %) и органического (22–47 %) вещества с достаточно высоким содержанием общего азота – до 3,6 % и фосфора – до 4,8 %. Водородный показатель вытяжки составляет 4,5–6,0. Концентрация тяжелых металлов не превышает предельных концентраций для почв в жилых районах и экосистем неаграрного назначения (СП 11-102-97). Содержание радионуклидов в норме. Его один раз в полгода выгребают и складывают на специальных площадках в количестве около 600 т в год. Была достигнута договоренность с предприятиями о бесплатной отгрузке отходов для проведения природоохранных мероприятий на территории Кизеловского угольного бассейна.

Лабораторные исследования проводились с целью определения оптимального количества реагента и условий проведения натуральных экспериментов. В июне 2004 г. на участке водоотлива шахты «Широковская» на площади 150 м² были заложены опытные площадки с тремя вариантами количества вносимого реагента. Для создания устойчивого задернения поверхности техногенных грунтов был выполнен подбор травосмеси с учетом эдафических условий и биофизиологических особенностей растений. В состав травосмеси включены дерновинообразующие виды (злаки) в сочетании с почвоулучшающими сидерофильными (бобовыми) видами [3].

В результате натурального эксперимента образовался устойчивый растительный покров с фитопродуктивностью 10 ц/га сухой массы, что соответствует фоновой продуктивности зональных суходольных пастбищ. Оценка состояния растительного покрова дана как наиболее благополучная, поскольку в составе растительности в оптимальной для формирования дернины пропорции представлены бобовые виды и злаки.

В период 2004–2005 гг. проводились наблюдения за изменением состава и свойств рекультивированных грунтов участка прежнего водоотлива шахты «Широковская» и развитием растений. Показатель фитопродуктивности в первый год исследований составил от 3,5 до 9,7 ц/га сухой массы в зависимости от опыта. Наблюдения за развитием

растительности на опытных площадках в 2005 г. показали увеличение показателя фитопродуктивности от 4,2 до 14 ц/га сухой массы. Таким образом, зафиксирован положительный результат от использования отходов БСЗ и активного ила в рассмотренных вариантах опыта, однако прямой зависимости продуктивности фитомассы от рассмотренных компонентов опыта (количества отхода БСЗ) не было установлено.

Наблюдалось улучшение агрохимических свойств почвогрунтов. Удалось создать стабильный почвенно-растительный покров, отвечающий требованиям биологической рекультивации, что подтверждено данными общего химического и микроэлементного анализа водной вытяжки, валового атомно-адсорбционного, рентгеноструктурного анализа грунтов. Содержания загрязнителей соответствуют критериям для почв в жилых районах.

В 2004-2005 гг. была проведена оценка условий по уровню загрязняющей нагрузки. Для этого выполнен спектральный микроэлементный анализ фитомассы фоновых и опытных участков (таблица 1). Для оценки уровня нагрузки использован рекомендуемый «Критериями оценки экологической обстановки территорий...» (1992) показатель максимально допустимого уровня (МДУ) насыщенности.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в сухой массе растительности на участке прежнего водоотлива шахты Широковская

Вид растительности (год)	Содержание микроэлементов, мг/кг сухой массы														
	Ni	Co	Cr	Mn	V	Ti	Cu	Zn	Pb	Mo	Ba	Sr	Zr	Nb	Li
Участок относительного фона															
Злаковая (2004)	2,9	0,3	0,0	286,2	1,0	9,5	8,6	28,6	1,4	0,9	47,7	28,6	4,8	0,9	1,0
Бобовая (2004)	2,4	0,0	0,0	308,0	0,8	8,0	5,6	8,0	0,8	0,2	47,8	15,9	3,2	0,7	0,0
Участок с внесением недостаточного количества реагента															
Злаковая (2004/2005)	2,1	0,3	1,2	104,4	1,2	17,4	8,1	23,2	1,2	0,3	17,4	46,4	4,6	1,0	0,0
	0,6	0,6	0	156	1,9	16	7,3	7,3	1,0	0,7	52	21	3,1	0,9	0
Бобовая (2004/2005)	2,0	0,7	1,0	99,9	1,0	10,0	9,0	30,0	0,7	0,4	20,0	50,0	3,0	0,7	1,5
	0,8	0,7	0	209	2,1	21	8,3	9,7	2,1	0,8	70	28	4,2	1,0	0
Участок с внесением оптимального количества реагента															
Злаковая (2004/2005)	3,3	0,3	1,1	110,0	1,7	16,5	11,0	22,0	2,2	0,6	16,5	44,0	5,5	1,0	0,0
	1,4	0,5	0,7	270	1,0	14	6,1	4,7	0,7	0,1	34	20	1,4	0,6	0,7
Бобовая (2004/2005)	7,4	0,6	1,8	122,6	1,2	18,4	11,0	49,0	2,5	0,9	18,4	61,3	4,9	0,9	0,0
	4,3	0,8	1,1	217	1,1	16	9,8	9,8	0,5	0,5	43	33	2,2	0,0	2,2
Участок с внесением избыточного количества реагента															
Злаковая (2004/2005)	1,1	0,0	0,0	82,6	1,2	11,8	7,1	10,6	1,1	0,4	17,7	47,2	5,9	1,1	0,0
	2,1	0,6	0,7	206	1,0	12	4,1	6,2	0,4	0,3	28	14	1,4	0,5	0,0
Бобовая (2004/2005)	1,9	0,3	1,1	106,2	1,1	10,6	10,6	21,2	1,1	1,1	19,1	74,3	2,1	0,7	0,0
	5,0	0,5	1,0	149	2,0	15	7,0	10,0	0,6	0,6	50	40	2,0	0,0	0,0
Максимально допустимый уровень (МДУ)*	5.0	1.0	1.0	300.0	1.5	10.0	30.0	60.0	10.0	1.0	190.0	37.0	10.0	1.0	0.5

Примечание: * МДУ по Кабата-Пендиас и др. (1989).

Концентрации химических элементов в фитомассе, выращенной в опытах не представляют экологической опасности, поскольку их содержания в большинстве случаев не выходят за рамки природно-фоновых и не превышают МДУ. Незначительное превышение над МДУ содержания Cr, V, Ti и Sr имеет тенденцию к снижению на 2 год наблюдений.

Эффективность и экономичность предлагаемого метода подтверждена независимой экспертизой с участием представителей ГУРШа, Управления по охране окружающей среды Пермского края и Межотраслевого НИИ экологии топливно-энергетического комплекса. За счет того, что в качестве реагентов применяются только производственные отходы [1] стоимость проведения природоохранных мероприятий снижается в 4 раза. Ориентировочная удельная стоимость рекультивации составляет 150–200 тыс. руб за 1 га в зависимости от характера участка.

В 2007 г. в рамках выполнения работ по гранту РФФИ проведены масштабные опытно-промышленные испытания метода. В 2008 г. авторами получен патент на изобретение «Способ рекультивации нарушенных земель». Дальнейшее внедрение метода обеспечит эффективное восстановление биологической продуктивности нарушенных земель и устранил негативные последствия производственной деятельности ликвидированных шахт на земельные ресурсы.

При определенной адаптации метод может быть применен для рекультивации нарушенных земель, шахтных отвалов и шламохранилищ на предприятиях, добывающих и перерабатывающих полезные ископаемые, содержащие сульфидную серу, а также промплощадок предприятий по производству серной кислоты.

Новизна и актуальность разработки не вызывают сомнения, т.к. отходы производства соды и производства метанола для целей рекультивации используются впервые. Они внесут определенный вклад в методологию их использования для охраны окружающей среды, а с точки зрения удешевления природоохранных проектов и возможности вторичного использования отходов будут интересны и на мировом уровне.

Список литературы

1. Блинов С.М., Ворончихина Е.А., Доможирова С.А., Батурич Е.Н. Теоретические основы метода улучшения экологической ситуации на участках воздействия сернокислых растворов // Региональный конкурс РФФИ-Урал: Научно-практические итоги региональных конкурсов РФФИ-Урал в Пермском крае 2004-2006 годов: Сб. статей. – Пермь: ПНЦ УрО РАН, 2007. – С. 235-237.

2. Блинов С.М., Потапов С.С., Доможирова С.А., Батурич Е.Н. Эколого-геологическое состояние участков сброса шахтных вод Кизеловского бассейна и результаты натурных экспериментов по их рекультивации// Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы региональной научно-практической конференции. – Пермь, 2005. – С. 324-326.

3. Ворончихина Е.А. Рекультивация нарушенных ландшафтов: теория, технологии, региональные аспекты. – Пермь, 2010.

4. Красавин А.П. Экологическая реабилитация углепромышленных территорий Кизеловского бассейна в связи с закрытием шахт. – Пермь: ИПК «Звезда», 2005. – 287 с.

Рецензенты:

Наумова О.Б., д.г.-м.н., главный научный сотрудник отдела геологии ЕНИ ПГУ. 614000, г. Пермь.

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, ген. директор ООО НИПППД «Недра», г. Пермь.