

## IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ

## IV. PROBLEMS AND OPINIONS



**А.А. Харьоновский //**  
**A.A. Khariovskiy**  
**mniiiekotek2009@yandex.ru**

д-р техн. наук, заместитель генерального директора ООО "МНИИЭКО ТЭК", Россия, 614007, г. Пермь, ул. Николая Островского, 60  
dr. techn. sciences, deputy director general of "MNIIEKO TEK", 60, Nikolai Ostrovsky street, Perm, 614007, Russia



**М.Ю. Данилова //**  
**K.S. Kolkov**  
**kolikovks@mail.ru**

бакалавр ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (государственный университет)», Россия, 141701, г. Долгопрудный Московской области, Институтский пер., 9  
bachelor of FGAOU VO "Moscow Institute of Physics and Technology (State University)", 9, Institutsky Lane, Dolgoprudny, the Moscow Region, 141701, Russia

УДК 622.504.622.882

### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### RECLAMATION OF DISTURBED LANDS IN THE COAL INDUSTRY

*Актуальность вопроса рекультивации нарушенных земель обусловлена тем, что добыча угля как открытым, так и подземным способом неизбежно сопровождается выведением из хозяйственного оборота и нарушением земель различного назначения, изменением рельефа местности и формированием техногенного ландшафта. В статье приведены сведения об объемах нарушения и рекультивации земель в угольной промышленности*

*В статье рассмотрены направления рекультивации и применяемых технологиях, отечественных разработках и зарубежном опыте. Отмечено, что приоритетными направлениями рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности являются: сельскохозяйственное, лесохозяйственное и санитарно-гигиеническое. Отмечено, что качество рекультивированных территорий не всегда находится на должном уровне, что создает трудности при последующем их использовании. Основными причинами низкого качества рекультивации являются отсутствие на стадии разработки проектов рекультивации необходимого объема исходных данных о составе и свойствах почвогрунтов и породной массы отвалов, недостаток специальных технических средств для выполнения рекультивационных работ на высоком уровне, отсутствие ландшафтного подхода к восстановлению нарушенных территорий. Мероприятия по предупреждению самовозгорания породных отвалов закладываются в проекты и осуществляются на практике не в полном объеме, что приводит к возникновению пожаров.*

*Приведены две новые разработки в области рекультивации: микробиологический способ, разработанный АО "МНИИЭКО ТЭК", и способ восстановления биологической продуктивности нарушенных земель, предложенный Научно-исследовательским институтом аграрных проблем Хакасии СО РАНХ.*

*Определены проблемные вопросы в сфере рекультивации и перечень мероприятий по улучшению состояния охраны земельных ресурсов. В статье показано, что для улучшения состояния в сфере охраны земельных ресурсов в угольной промышленности необходимо совершенствование применяемых технологий горных работ в целях снижения их землеемкости, соединение в единый комплекс вскрышных работ на разрезах с техническим этапом рекультивации, применение пожаробезопасных технологий формирования породных отвалов, повышение качества проектов рекультивации и выполнения рекультивационных работ.*

*The urgency of the issue of reclamation of disturbed lands is due to the fact that coal mining by both open and underground methods is inevitably accompanied by exclusion from economic circulation and violation of lands for various purposes, by changing the terrain and forming an industrial landscape. The article contains information on the volumes of disturbance and reclamation of lands in the coal industry*

*In the article the directions of reclamation and applied technologies, domestic developments and foreign experience are considered. It was noted that the priority areas for reclamation of disturbed lands in the coal industry are: agricultural, forestry and sanitary-hygienic. It is noted that the quality of the recultivated areas is not always at the proper level, which creates difficulties in their subsequent use. The main reasons for the low quality of reclamation are the lack of the necessary amount of initial data on the composition and properties of soil and rock mass of the dumps at the development stage of the reclamation projects, the lack of special technical means for performing remediation works at a high level, the lack of a landscape approach*

to the restoration of disturbed areas. Measures to prevent spontaneous combustion of rock dumps are laid in projects and are not implemented in practice in full, which leads to the occurrence of fires.

Two new developments in the field of reclamation are presented: the microbiological method developed by MNIIECO TEK JSC, and the method for restoring the biological productivity of disturbed lands, proposed by the Scientific Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia SB RAAS.

Identified problem issues in the field of reclamation and a list of measures to improve the state of protection of land resources. In the article it is shown that in order to improve the state in the sphere of land resources protection in the coal industry, it is necessary to improve the applied mining technologies in order to reduce their land-carrying capacity, to unite overburden operations on the sections with the technical stage of reclamation, to use fireproof technologies for formation of waste dumps, to improve quality projects of reclamation and implementation of remediation works.

**Ключевые слова:** УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ, МЕРОПРИЯТИЯ

**Key words:** COAL MINING, DISTURBED LANDS, RECLAMATION, METHODS AND TECHNIQUES, ISSUES, EVENTS

Добыча угля как открытым, так и подземным способом неизбежно сопровождается выведением из хозяйственного оборота и нарушением земель различного назначения, изменением рельефа местности и формированием техногенного ландшафта. В 2016 г. предприятиями отрасли нарушено 5161,4 га, рекультивировано 964,2 га (табл. 1).

Удельная землеёмкость горных работ составила 13,4 габ/тонн. т добычи угля. Доля рекультивированных земель в объеме нарушенных колеблется по годам в значительных пределах и в 2016 г. составила 18,7 %. В связи с увеличением объемов добычи угля и опережающим ростом открытого способа добычи в угольной отрасли сложилась устойчивая тенденция роста площади ежегодно нарушаемых земель. За последние 5 лет (2012-2016 годы) она увеличилась на 23,4 %. Площадь ежегодно рекультивированных земель за этот же период уменьшилась на 5,6 %. Ежегодные объёмы рекультивации существенно

отстают от объёмов нарушения, разрыв между ними увеличивается, общая площадь нарушенных земель в отрасли растёт с каждым годом. На конец 2016 г. она достигла 111,5 тыс.га. В то же время на большинстве предприятий, за исключением вновь вводимых и с небольшим сроком службы, имеются значительные площади отработанных земель, которые не задействованы в производственном процессе, не будут пользоваться в дальнейшем и подлежат рекультивации. Площадь отработанных земель в отрасли на конец 2016 г. составила 17,0 тыс.га. Наибольшие площади нарушенных и отработанных земель имеются на предприятиях Кузбасса, Восточной Сибири и Дальнего Востока, то есть в регионах с высоким уровнем добычи угля открытым способом.

К нарушенным землям относятся породные отвалы, промплощадки, провалы и прогибы земной поверхности, карьерные выемки, выведенные из эксплуатации золо- и шламонакопители, отстойники и пруды-отстойники, загрязнённые

Таблица 1. Площади нарушенных и рекультивированных земель в 2016 году

Угольная промышленность, бассейны и регионы	Площадь нарушенных земель за год, га	Площадь рекультивированных земель за год, га	Общая площадь нарушенных земель на конец 2016 г., тыс. га
Угольная промышленность	5161,4	964,2	111,5
Донецкий бассейн	7,1	0	0,2
Кузнецкий бассейн	3171,5	152,7	68,5
Канско-Ачинский бассейн	158,4	50,2	5,8
Печорский бассейн	28,1	0	1,0
Якутский бассейн	790,2	237,7	6,6
Подмосковный бассейн	0	19,0	0,2
Урал	0	0	2,4
Восточная Сибирь	517,9	319,6	16,5
Дальний Восток	488,2	185,0	10,3

ные, деградированные и подвергшиеся ветровой и водной эрозии земли. В соответствии с требованиями природоохранного законодательства рекультивация нарушенных земель осуществляется по утверждённым проектам. Необходимым условием высокого качества разрабатываемых проектов рекультивации является наличие у разработчиков полного объёма исходных данных, получаемых на подготовительном этапе, предшествующем или выполняемому в процессе разработки проекта.

Подготовительный этап предусматривает выполнение следующих работ:

- обследование нарушенных территорий, выявление особенностей рельефа местности, характера и степени нарушений;
- оценка природно-климатических условий района;
- изучение геологического строения месторождения, подлежащей рекультивации территории, технологии горных работ;
- проведение исследований минералогического и гранулометрического состава горных пород и почвогрунтов, их водно-физических, химических и агрохимических свойств;
- изучение гидрологических условий;
- оценка пригодности горных пород и почвогрунтов к биологической рекультивации;
- проведение вегетационных опытов (при необходимости);
- определение рационального направления рекультивации и целевого использования рекультивируемых земель;
- установление требований к техническому и биологическому этапам рекультивации.

При ведении горных работ, особенно на разрезах, происходит разрушение вскрышных и вмещающих горных пород различного состава, их перемешивание в процессе транспортировки и размещения в отвалах. На поверхности отвала могут оказаться породы, содержащие в своём составе токсичные вещества, непригодные для биологической рекультивации по минералогическому составу и агрохимическим свойствам. Технология формирования породного отвала должна предусматривать размещение таких пород по возможности внутри отвала и перекрытие породами, максимально пригодными для биологической рекультивации. Климатические условия, рельеф местности, гидрологические условия оказывают существенное влияние на выбор видового состава трав, кустарников и деревьев, наиболее устойчивых в данных условиях.

Почвогрунты, вмещающие и вскрышные породы по степени пригодности для биологиче-

ской рекультивации делятся на 3 категории [1]:

- а) пригодные (плодородные, потенциально плодородные);
- б) малопригодные (по физическим или химическим свойствам);
- в) непригодные (по физическим или химическим свойствам).

Критериями пригодности почвогрунтов для биологической рекультивации являются величина  $pH$ , сухой остаток, подвижный алюминий, ёмкость поглощения натрия, гумус, содержание мелкой фракции.

Каждая из категорий почвогрунтов, вскрышных и вмещающих пород, подлежащих рекультивации, требует индивидуального подхода. Особый подход необходим к рекультивации фитотоксичных горных пород.

К фитотоксичным породам относятся пиритсодержащие (сульфидсодержащие) и сильносолённые породы. При окислении пирита образуется свободная серная кислота, сернокислородное железо и сернокислый алюминий, величина  $pH$  водной вытяжки понижается до 3,5 и менее. В результате этого возникает весьма неблагоприятная среда для роста и развития растений. Процесс окисления пирита зависит от состава пород, содержания в них пирита, активизируется под влиянием тионовых бактерий и носит длительный характер, что необходимо учитывать при расчёте доз нейтрализующих материалов.

Приоритетными направлениями рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности являются:

- сельскохозяйственное (сельскохозяйственные угодья на площадях, пригодных по рельефу, качеству почвогрунтов, слагающих верхние горизонты, с учётом нанесения рекультивационного слоя);
- лесохозяйственное (лесопосадки на землях, передаваемых в лесной фонд, на которых может быть обеспечено возобновление леса ценными породами);
- санитарно-гигиеническое (посев трав, посадка кустарников и деревьев).

Однако в практической деятельности предприятий отрасли рекультивация нарушенных земель проводится преимущественно в санитарно-гигиеническом направлении, которое предъявляет наименьшие требования к качеству рекультивированных земель и выполняется с минимальными затратами. По данным за 2016 г. в сельскохозяйственном направлении рекультивировано 25 % общей площади рекультивированных земель, в лесохозяйственном направлении – 27 %, в санитарно-гигиеническом и других

направлениях – 48 %.

Рекультивационные работы проводятся, как правило, в 2 этапа: технический и биологический. Перечень работ технического этапа рекультивации определяется на стадии разработки проекта индивидуально для каждого конкретного объекта с учётом характера и степени нарушения, состава и свойств почвогрунтов и требований последующего этапа рекультивации.

На угольных разрезах с целью сокращения сроков и затрат на рекультивацию внутренних отвалов технический этап рекультивации совмещается с производством вскрышных работ и формированием отвалов, а также используется веерная отсыпка породы на верхнем ярусе отвала. Рекультивационные работы обычно ведутся с применением имеющейся горной техники: экскаваторов, отвалообразователей, бульдозеров, скреперов, автосамосвалов.

Перечень работ, выполняемых на последующем этапе после проведения технического этапа рекультивации, определяется принятым направлением рекультивации в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями.

Биологический этап рекультивации проводится при сельскохозяйственном, лесохозяйственном и санитарно-гигиеническом направлениях рекультивации и включает общепринятые в сельском и лесном хозяйствах процессы: известкование кислых пород и почвогрунтов, гипсование засоленных почвогрунтов, нанесении плодородного слоя почвы (ПСП) или слоя потенциально плодородных пород (ППП), внесение удобрений, вспашку (рыхление), посев районированных сортов трав, посадку кустарников и деревьев, полив при недостатке влаги и другие агрохимические мероприятия.

Традиционная технология рекультивации, широко применяемая на предприятиях угольной промышленности, заключается в технической подготовке рекультивируемой территории, проведении агрохимических мероприятий, посеве районированных сортов трав или посадке кустарников и деревьев.

Качество земель рекультивированных по традиционной технологии, не всегда соответствует предъявленным требованиям. Показатель биологической продуктивности рекультивированных земель, как показывают исследования, составляет в среднем 30 % от зональных почв.

Рекультивация породных отвалов имеет свои особенности в связи с различием состояния отвала, состава и свойств отвальных пород, формы и параметров отвала. В общем случае технология рекультивации должна предусма-

тривать понижение конических и хребтовых отвалов, выполаживание откосов, нарезку террас, создание экраняющего слоя, нанесение ПСП или ППП, внесение мелиорантов и минеральных удобрений, посев трав или посадку древесно-кустарниковых культур. В зависимости от природно-климатических условий района могут создаваться оросительные или дренажные системы.

При рекультивации породных отвалов для строительных целей важное значение придаётся увеличению несущей способности их поверхности путём уплотнения с использованием специальной техники. В Японии для упрочнения грунта используют высокопрочные и долговечные гели и различные строительные растворы.

Отдельную проблему представляет собой рекультивация кислых породных отвалов. Опыты, проведённые в США, показали, что применение только одной извести является недостаточно эффективным. Наилучшие результаты получены при предварительном известковании, внесении осадка хозяйственных сточных вод и фосфорных удобрений перед посевом многолетних трав.

Для закрепления и озеленения откосов отвалов и карьерных выемок используются смеси различных материалов, включая вяжущие и плёнкообразующие вещества, измельчённый торф, солому, органические отходы, удобрения, мульчирующие материалы, различные препараты, способствующие разрыхлению и аэрации почвы, которые наносятся на откосы методом гидропосева. Ассортимент применяемых плёнкообразователей довольно широк: полимеры, латексы, синтетические смолы, битумные эмульсии, отходы нефтепереработки и целлюлозно-бумажной промышленности.

Особые подходы необходимы также при рекультивации отвалов, сложенных горными породами, склонными к самовозгоранию. Для снижения риска самовозгорания таких отвалов разрыв между отсыпкой породы, формированием ярусов отвала и рекультивацией должен быть минимальным. Способы и технологические схемы формирования отвалов, основанные на этом принципе, разработаны и успешно применяются на ряде угольных разрезов России и зарубежных стран [2].

К проблемным вопросам рекультивации в угольной промышленности относятся:

- не востребуемость в ряде регионов рекультивированных земель и их последующего целенаправленного использования со стороны региональных и местных органов исполнительной власти;
- отсутствие, как правило, на стадии про-

ектирования результатов исследований минералогического и дисперсного состава, физико-механических, агрофизических и агрохимических свойств почвогрунтов, позволяющих обоснованно выбирать направление и технологию рекультивационных работ;

- недостаток специальных технических средств для выполнения рекультивационных работ на высоком уровне и ограниченные масштабы их применения;

- отсутствие ландшафтного подхода к восстановлению нарушенных территорий;

- отсутствие действенных экономических стимулов и механизмов скорейшего восстановления нарушенных земель, выведенных из эксплуатации.

К новым отечественным разработкам в области рекультивации относятся микробиологический способ, разработанный АО "МНИИЭКО ТЭК", и способ восстановления биологической продуктивности нарушенных земель, предложенный Научно-исследовательским институтом аграрных проблем Хакасии СО РАНХ.

Микробиологический способ рекультивации (патенты РФ 2072756, 2181933) основан на использовании активных штаммов микроорганизмов, способствующих повышению биологической активности почвогрунтов, накоплению в них органического вещества и элементов питания в доступной для растений форме, позволяет в короткие сроки создать плодородный слой почвы и устойчивый травостой. Способ успешно прошёл испытания в угольных бассейнах, находящихся в различных природно-климатических зонах. С его применением восстановлено более 1,5 тыс. га нарушенных земель. Однако широкого практического применения в угольной отрасли до настоящего времени этот способ не получил.

Способ биологической рекультивации, разработанный НИИ аграрных проблем Хакасии (патент РФ 2498069), заключается в посеве трав и древесно-кустарниковых пород во впадинах невыровненной поверхности породных отвалов с одновременным высевом в бороздах на вершинах технологических гребней селитрянки сибирской. В течение двух вегетационных сезонов растения покрывают вершину гребня, затягивают верхние части его склонов укореняющимися побегами. В результате этого сокращается время получения полного проективного покрытия поверхности породных отвалов. Способ успешно прошёл промышленные испытания на разрезе "Черногорский" ООО "СУЭК-Хакасия" и рекомендован к применению в условиях засушливых степных зон Средней Сибири.

Методические подходы к рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в зарубежных странах в целом аналогичны применяемым в России. Главное их отличие заключается в более тщательном изучении на предпроектной стадии вопросов последующего целенаправленного использования рекультивированных территорий. С учётом окружающего ландшафта, природно-климатических условий и потребностей населения близлежащих населённых пунктов на месте нарушенных земель создаются сады и виноградники, парки, зоны отдыха с водоёмами для купания, автостромы, спортивно-оздоровительные центры и другие объекты социально-культурного и производственного назначения. В первую очередь это характерно для стран Европы с ограниченными территориями и высокой плотностью населения (Германия, Венгрия, Чехия и др.).

Для улучшения ситуации в сфере охраны земельных ресурсов в угольной промышленности необходимо:

- постоянное совершенствование технологий горных работ в направлении снижения их землеёмкости, максимально возможного размещения вскрышных пород разрезов во внутренних отвалах;

- соединение в единый комплекс вскрышных работ и отвалообразования на разрезах с техническим этапом рекультивации;

- совершенствование применяемых и разработка новых более эффективных способов технической и биологической рекультивации с учетом природно-климатических условий;

- выполнение проектов рекультивации нарушенных земель на основе полного объёма исходных данных, в том числе данных о составе и свойствах горных пород и почвогрунтов;

- применение в проектах рекультивации породных отвалов, сложенных склонными к самовозгоранию горными породами, технологий формирования, обеспечивающих одновременно с отсыпкой горной массы осуществление мероприятий по профилактике самовозгорания и проведение рекультивационных работ;

- расширение исследований по изучению экологического состояния нарушенных и рекультивированных земель, динамики изменения свойств и режимов формирующихся экосистем, созданию искусственных ландшафтов различного назначения.

### Выводы

1. С ростом объемов добычи угля и опережающим развитием открытого способа площадь ежегодно нарушаемых земель предприятиями

отрасли непрерывно увеличивается, при этом уровень рекультивации земель не превышает 50 %, что приводит к накоплению в отрасли общей площади нарушенных земель. В то же время на большинстве предприятий имеются значительные площади отработанных земель, которые в настоящее время не используются и не будут использоваться в будущем и подлежат рекультивации.

2. Рекультивация земель в отрасли осуществляется преимущественно в санитарно-гигиеническом, лесохозяйственном и сельскохозяйственном направлениях. Качество рекультивированных территорий не всегда находится на должном уровне, что создает трудности при последующем их использовании. Основными причинами низкого качества рекультивации являются отсутствие на стадии разработки проектов рекультивации необходимого объема исходных данных о составе и свойствах

почвогрунтов и породной массы отвалов, недостаток специальных технических средств для выполнения рекультивационных работ на высоком уровне, отсутствие ландшафтного подхода к восстановлению нарушенных территорий. Мероприятия по предупреждению самовозгорания породных отвалов закладываются в проекты и осуществляются на практике не в полном объеме, что приводит к возникновению пожаров.

3. Для улучшения состояния в сфере охраны земельных ресурсов в угольной промышленности необходимо совершенствование применяемых технологий горных работ в целях снижения их землеемкости, соединение в единый комплекс вскрышных работ на разрезах с техническим этапом рекультивации, применение пожаробезопасных технологий формирования породных отвалов, повышение качества проектов рекультивации и выполнения рекультивационных работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чибрик, Т. С. Основы биологической рекультивации / Т. С. Чибрик. – Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2002. – 172 с.
2. Литвинов, А. Р. Технологии формирования пожаробезопасных породных отвалов / А. Р. Литвинов, и др. // Уголь. – 2013. – 7. – С. 78-83..

#### REFERENCES

1. Chibrik, T. S. (2002). *Osnovy biologicheskoy rekultivatsii [Basics of biological reclamation]*. Yekaterinburg: publishing house of Ural University. [In Russian]
2. Litvinov A. R., Kharionovsky A. A., Novikova E. V., & Igoshin V. M. (2013). *Tekhnologii formirovaniya pozharobezopasnykh porodnykh otvalov [Technology of forming fireproof spoil dumps]*. *Ugol - Coal*, (7), 78-83. [In Russian]