

11. Природа Томской области и ее охрана. – Томск: изд. Томского гос. ун-та, 1960. Вып. 1. – 50 с.
12. Р о г о в Г.М., П л е в а к о Г.А., С о л о - д о в н и к о в а Р.С., Ш а м о л и н В.А. Качество воды р. Томи в связи с использованием ее для целей водоснабжения. – В кн.: Охраняй природу. Материалы научно-технической конференции по охране природы Томской области. – Томск: Западно-Сибирское книжное изд-во, Томское отделение, 1967. С. 101 – 107.
13. Развитие санитарно-эпидемиологической службы г. Новокузнецка Кемеровской области. Историческая справка. Подготовлено Ермолаевой А.Д., Самуйло О.И. и др. // Текущий архив СЭС г. Новокузнецка.
14. Закон Об охране природы в РСФСР // Ведомости ВС РСФСР. 1960. № 40. Ст. 586.
15. Государственный архив Новосибирской области. Ф. Р. 2083. Оп. 1. Д. 24.
16. М а р т ы н о в Ф.А. Экономический механизм рационального природопользования. – Томск: изд. Томского гос. ун-та, 1990. – 178 с.
17. Н о т к и н а Л. Решать проблему сообща // Кузнецкий рабочий. 1972. 2 дек. С. 2.
18. Государственный архив Кемеровской области. Ф. Р. 790. Оп. 2. Д. 184.

© 2015 г. А.В. Шмыглева
Поступила 4 марта 2015 г.

УДК 622.271(075.8)

И.С. Семина

Сибирский государственный индустриальный университет

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИТОГЕННЫХ РЕСУРСОВ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ С ЦЕЛЮ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КУЗБАССА

Кузнецкий бассейн является наиболее промышленно развитым регионом Сибири как по количеству запасов угля, так и по его добыче. В настоящее время в регионе добывается 56 % угля в России. В стратегии социально-экономического развития Кемеровской области на основании данных Федеральной службы государственной статистики в 2006 г. в Кузнецком угольном бассейне добыто 174,0 млн. т угля, в сравнении с 2005 г. прирост составил 105,2 %. Особо высокий темп роста наблюдается на угольных предприятиях, ведущих добычу открытым способом. По оценкам специалистов можно отметить, что в перспективе добыча угля существенно увеличится и к 2030 г. будет составлять 275 – 330 млн. т [1]. Следовательно, и техногенная нагрузка на окружающую среду существенно возрастет.

Если говорить о масштабах пагубного воздействия угледобывающих предприятий на окружающую среду, то можно отметить следующее: каждая тысяча тонн угля при подземной добыче полезных ископаемых сопровождается размещением на земной поверхности 50 –

60 м³ вмещающих пород; каждая тысяча тонн обогащения сопровождается размещением 40 – 50 м³ пустых пород. Нарушение геологической среды в значительной мере обусловлено увеличением доли открытого способа добычи полезных ископаемых с формированием новых, техногенных ландшафтов. Ежегодно извлекается более 400 млн. т вскрышных и вмещающих пород [2]. В настоящее время по оценкам специалистов в Кемеровской области имеется более 100 тыс. га нарушенных земель, и в связи с тем, что добыча угля в регионе будет увеличиваться, соответственно площадь техногенно нарушенных территорий возрастет [2]. Следует отметить, что в Кузбассе рекультивация проведена на 20 % нарушенных земель: меньше, чем в любом другом угольном регионе страны, и качество рекультивированных территорий оставляет желать лучшего.

В ходе разработки месторождений открытым способом одной из основных технологических задач является создание устойчивого рельефа как в карьере, так и на отвалах для безопасного ведения горных работ и рацио-

нального размещения техногенных объектов. Для этого необходимо учитывать физико-механические свойства пород и формировать определенные элементы рельефа, которые в последующем составят основу будущих ландшафтов, подлежащих рекультивации [3].

На основании проведенных многолетних исследований установлено, что от того, насколько в процессе отработки месторождения будут сохранены основные литогенные ресурсы, отвечающие за восстановление почвы и биогеоценозов в целом, и учтены специфика рельефа и перспективы восстановления нарушенных земель после окончания эксплуатации разреза, во многом будет зависеть и эффективность рекультивационных мероприятий [4 – 6].

С экологической точки зрения любое преобразование недр земли сопровождается формированием новых, техногенных местообитаний, экологическое состояние которых в решающей мере определяется качеством слагающих их пород. По этой причине в понятие «георесурсы» следует включать не только полезное ископаемое, но и вмещающие и вскрышные породы, складываемые в отвалах. Любая порода, складываемая в отвалах, характеризуется своими физико-механическими свойствами, которые определяют условия перемещения и складирования, и обладает тем или иным потенциалом, способствующим или препятствующим восстановлению в техногенном ландшафте нового почвенного покрова и экосистемы в целом. В этом смысле эффективное использование и сохранение георесурсов должно предполагать такую технологию отвалообразования, при которой создаются наилучшие условия реализации потенциала самовосстановления почвы и, соответственно, экосистемы [7].

Поскольку почва является базисом любой наземной экосистемы, определяющим направлением развития и особенности функционирования экосистем, то скорость ее формирования определяет скорость восстановления всех других компонентов экосистемы и качество их функционирования (фитоценозов, микробоценозов, зооценозов и т.д.). Однако темп почвообразования, в первую очередь, зависит от качества литологических условий, создаваемых на стадии формирования техногенного ландшафта, и определяется свойствами георесурсов и технологией отвалообразования. Поэтому скорость самовосстановления почвенного покрова в техногенном ландшафте и сингенетичных почвах экосистем необходимо считать мерилем экологической эффективности использования георесурсов в процессе отработки

месторождений и эффективности последующей рекультивации.

К основным литогенным ресурсам рекультивации относят породы, содержащие физическую глину необходимого качества: потенциально плодородные породы (ППП) и плодородный слой почвы (ПСП). В Кузбассе PPP в основном представлены четвертичными породами, к которым относятся лессовидные покровные суглинки и глины. Именно на этих породах сформировались зональные типы почв Сибири. Материал, содержащий гумус, формируется в поверхностных слоях почвы и представляет собой ее плодородный слой. Эти основные субстраты составляют основу литогенных ресурсов рекультивации в Кузбассе. Это обусловлено тем, что именно эти субстраты обеспечивают восстановление основных почвенно-экологических функций и создают условия для быстрого восстановления нарушенных экосистем. Следует обратить особое внимание на то, что стратегически наиболее важными местными ресурсами рекультивации являются субаэральные лессовидные суглинки (ППП). Однако практика показывает, что при существующих схемах открытой разработки месторождений эти ресурсы практически полностью уничтожаются. Лессовидные суглинки при отвалообразовании смешиваются с вмещающими породами, в той или иной степени метаморфизированными древними осадочными отложениями (песчаниками, алевролитами и аргиллитами), что приводит к формированию малоплодородной смеси, препятствующей развитию растительности и почвообразовательных процессов.

В общем виде все ресурсы рекультивации можно разделить на две большие группы: литогенные и биогенные. Полнота и эффективность использования в проектах рекультивации литогенных ресурсов зависит от качества проекта, а биогенных – от скорости формирования внутрипочвенных биоценозов в условиях, созданных в техноземах с помощью литогенных ресурсов. Если бы местные литогенные природные ресурсы рекультивации не уничтожались при существующей неселективной системе отвалообразования, то перспективы рекультивации нарушенных земель в Кузбассе выглядели бы следующим образом: на двух третях площади Кузбасса, где в основном сосредоточены угледобывающие предприятия, запасы местных литогенных природных ресурсов рекультивации достаточны для реализации проектов рекультивации с высокими параметрами почвенно-экологической и даже хозяйственной эффективности. На всей территории

Кузбасса можно реализовать проекты с высокой почвенно-экологической и хозяйственной эффективностью с учетом индивидуальных горно-геологических условий и природно-климатических особенностей. Так, например, на старом разрезе (Калтанский угольный разрез, возраст более 30 лет) в 2011 г. был введен в эксплуатацию участок «Алардинский-Восточный», где мощность четвертичных отложений составляла 20 – 50 м (см. рисунок) [8].

Четвертичные отложения в этом районе развиты повсеместно и представлены бурыми некарбонатными глинами и лессовидными иловато-пылеватými тяжелыми суглинками. Агрохимические свойства суглинков показывают наличие элементов биогенов (азот, фосфор и калий). Содержание этих элементов в суглинках следующее: 0,11 – 0,12 % валового азота, 0,1 – 0,3 % фосфора, 1,3 – 1,7 % калия, 6 – 12 мг/100 г подвижного фосфора, 6 – 12 мг/100 г калия обменного. Минералогический состав суглинистого материала определяется как гидрослюдисто-монтмориллонитовый [9]. Известно, что минералы монтмориллонитовой группы обладают высокой дисперсностью и гидрофильностью, что благоприятно влияет на влажность субстрата.

Исследования рентгеноспектрального анализа выполнены в ЦКП «Материаловедение» СибГИУ. В суглинистом материале горнопромышленного отвала содержится 60,73 % SiO_2 ; 12,46 % Fe_2O_3 ; 1,32 % CaO ; 16,79 % Al_2O_3 ; 1,58 % MgO ; 0,74 % Na_2O ; 2,73 % K_2O .

Для пород суглинистого состава в Кузбассе характерны микроагрегированность, пористость, близкая к нейтральной реакция среды. Такие благоприятные физические и физико-химические свойства этих пород, а также

наличие элементов биогенов обуславливают их значительную ценность в качестве почвообразующих пород при формировании молодых почв на отвалах угледобывающих предприятий [9]. Следует отметить, что именно рыхлые вскрышные породы составляют основу литогенных ресурсов рекультивации, так как их физико-химические свойства благоприятны для создания корнеобитаемого слоя. При их рациональном использовании в процессе рекультивации можно значительно улучшить почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов.

Несмотря на сложность сохранения литогенных ресурсов в процессе отработки месторождения на Калтанском угольном разрезе ценные литогенные ресурсы рекультивации были сохранены и транспортированы на внешние отвалы для проведения технологического этапа рекультивации. При этом на выровненной поверхности отвалов был сформирован слой из суглинистого материала. Мощность слоя из благоприятной породы для биологического освоения составила более 1 м, что достаточно для восстановления естественного растительного покрова [8].

Ранее проведенные исследования техногенных ландшафтов в этом районе позволили установить, что основными лимитирующими факторами для развития растительности и почвенного покрова являются неблагоприятные физические и водно-физические свойства субстрата отвалов, которые не способствуют эффективному использованию атмосферных осадков, что приводит к формированию жесткого гидротермического режима на отвалах, сложенных в основном каменистыми породами. Поэтому почвенно-экологическая эффек-



Участок «Алардинский-Восточный»

тивность рекультивации без использования ППП остается очень низкой. Формирование корнеобитаемого слоя из ППП позволяет создать благоприятные условия для развития первичных почвенных и растительных сукцессий. При этом необходимо учитывать, что мощность отсыпаемого горизонта из ППП во многом определяет эффективность рекультивации. Для горно-таежной зоны отсыпанная мощность суглинка должна удерживать среднегодовое количество осадков [6].

В естественных ландшафтах на дерново-глубокоподзолистых почвах атмосферные осадки (около 650 мм) удерживаются толщей 1 м. Поэтому метровый слой ППП на спланированной поверхности способен усваивать все атмосферные осадки, что будет способствовать восстановлению зонального типа растительности и достижению высокой (более 90 %) почвенно-экологической эффективности рекультивации. При отсыпке ППП мощностью 50 см почвенно-экологическая эффективность составит 50 %. Однако даже и при таком слое ППП почвенно-экологическая эффективность будет достаточно высокой [6]. Наблюдения за процессом естественного самозарастания растительностью этих отвалов, где вновь образованный субстрат представляет собой почти стерильные неозокотопы, которые осваиваются организмами «с нуля», показали, что скорость формирования первичной растительности значительна. Уже через три года на отвалах, где верхний слой сформирован из благоприятной породы для биологического освоения, проективное покрытие растительностью составляет около 80 %.

Таким образом, для решения проблемы рационального использования экологически ценных георесурсов ППП и ПСП и снижения негативных экологических последствий нарушения земель необходимо рекомендовать уже на стадии разработки технико-экономического обоснования (освоения месторождения) оценивать перспективы применения технологий рекультивации с высоким экологическим эффектом [7]. Это достигается посредством оценки запасов георесурсов во вскрышной толще и их качества. Также необходимо на стадии разработки рабочих проектов рекультивации закладывать параметры, характеризующие экологическую эффективность предлагаемой технологии рекультивации и позволяющие достичь поставленных перед проектом целей и задач экологического и хозяйственного плана. Практика показывает, что в настоящее время существующие административные и исполнительные структуры не способны

сформулировать проектные задания с количественно заданными параметрами экологической и хозяйственной эффективности рекультивационных мероприятий. По этой причине предлагается использовать принятую во всем мире систему дифференцированной ответственности за принятие решений, имеющих экологические последствия в области рекультивации нарушенных земель, и более широко привлекать к практической разработке рекультивации нарушенных земель научных сотрудников [10].

Геохимические аномалии промышленных территорий Кузбасса формируют техногенное загрязнение. Такие аномалии вызваны процессами, которые нарушают первичное сингенетическое распределение химических элементов в почвах и горных породах. Следует отметить, что с техногенных образований сдувается значительное количество пыли, которая может содержать вредные вещества. Уменьшить негативное влияние техногенных ландшафтов возможно путем ускорения процессов рекультивации за счет выполнения горнотехнического этапа рекультивации в период разработки месторождения, а также за счет внедрения высокоэффективных технологий восстановления земель с наибольшей полнотой использования местных природных ресурсов рекультивации.

Выводы. Можно отметить, что темпы роста добычи угля открытым способом способствуют развитию напряженной экологической ситуации в регионе. Для решения проблем рекультивации нарушенных территорий необходим комплексный подход, который должен включать в себя следующие мероприятия:

- применение систем разработки с внутренним отвалообразованием не только при разработке горизонтальных и пологих залежей, но и при разработке наклонных и крутых залежей в соответствующих условиях, без занимания естественных ландшафтов;
- проектирование технологии отработки таким образом, чтобы отработанные карьерные выемки заполнялись вскрышными породами с соседних участков или действующих разрезов (независимо от расстояния) с целью уменьшения объемов выработанного пространства после отработки месторождения;
- создание условий для экологического и безопасного функционирования техногенных ландшафтов, а именно, применение селективной технологии выемки плодородных и потенциально плодородных пород и их складирование в верхней части отвала вскрышных пород;
- учет природно-климатических условий района отработки месторождений полезных

ископаемых для формирования оптимальной мощности верхнего слоя из пород, благоприятных для биологического освоения;

– формирование благоприятного неуплотненного холмистого рельефа отвалов с разнообразными насаждениями, что является фундаментальной основой для дальнейшей конструкции ландшафта и формирования почвенного и растительного покровов;

– создание таких систем разработки месторождений полезных ископаемых, которые после завершения горных работ обеспечат эстетическое восприятие техногенных ландшафтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ako.ru/> (Дата обращения: 05.05.2015).
2. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса / В.П. Потапов, В.П. Мазикин, Е.Л. Счастливцев, Н.Ю. Васьлаева. – Новосибирск: Наука, 2005. – 661 с.
3. О в ч и н н и к о в В.А. Комплексность исследований по рекультивации земель, нарушаемых карьерами // Растительность и промышленные загрязнения. 1970. Вып. 7. С. 90 – 96.
4. А н д р о х а н о в В.А., К у р а ч е в В.М. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2009. № 2. С. 165 – 169.
5. А н д р о х а н о в В.А., К у р а ч е в В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 221 с.
6. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования / И.С. Семина, И.П. Беланов, А.М. Шипилова, В.А. Андроханов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 394 с.
7. С е м и н а И.С. О рекультивации нарушенных земель на разрезах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 12. С. 307 – 315.
8. С е м и н а И.С. Рациональное использование литогенных ресурсов рекультивации как основа для экологически безопасного развития техногенных ландшафтов // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 11. С. 36 – 38.
9. Т р о ф и м о в С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 300 с.
10. Г а д ж и е в И.М., К у р а ч е в В.М., А н д р о х а н о в В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. – 36 с.

© 2015 г. И.С. Семина
Поступила 5 мая 2015 г.

УДК 666.9:620.22

К.А. Черепанов¹, С.Г. Коротков²

¹Новокузнецкий филиал – институт Кемеровского государственного университета

²Сибирский государственный индустриальный университет

ТЕРМОЗАЩИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Проблема энергосбережения является одной из главных для стран северного полушария и особенно для России с ее суровым климатом. Одной из основных задач является повышение энергоэффективности и предотвращение потерь тепла при работе теплогенери-

рующих установок во время отопительного сезона.

Важным фактором является применение современных материалов, обеспечивающих длительную (и безаварийную) работу используемых тепловых агрегатов, например, котельных установок. Надежность и эффективность