

И.С. Семина, В.А. Андроханов

О РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

В процессе разработки месторождений необходимо учитывать качество и количество литогенных ресурсов (суглинки, плодородный слой почвы и т.п.) для последующей рекультивации. Часто в результате смешивания литогенных ресурсов с горными породами на поверхности отвалов оказывается смесь пород, малопригодная для восстановления процессов почвообразования, что является свидетельством нерационального природо- и ресурсопользования. Насколько в процессе отработки месторождения будут сохранены основные литогенные ресурсы, отвечающие за восстановление почвы, созданы благоприятные условия восстановления нарушенных земель, настолько во многом будет зависеть эффективность рекультивационных мероприятий и перспективы повторного использования территорий после окончания добычи полезных ископаемых.

Ключевые слова: георесурсы, техногенные ландшафты, рекультивация, угольный разрез, карьер, отвал, совмещенная схема рекультивации.

Кемеровская область является наиболее промышленно развитым регионом в Сибири. В настоящее время в регионе добывается 56% российского угля.

В стратегии социально-экономического развития Кемеровской области на основании данных Федеральной службы государственной статистики в 2006 г. в Кузнецком угольном бассейне добыто угля 174,0 млн т, в сравнении с 2005 г. прирост составляет 105,2%. Особо высокий темп роста наблюдается на угольных предприятиях, ведущих добычу открытым способом. Прогноз экспертов позволяет отметить, что в перспективе добыча угля существенно увеличится и к 2030 г. будет составлять 275–330 млн т. [9]. Следовательно, и техногенная нагрузка на окружающую среду существенно возрастет.

Развитие горнодобывающей отрасли в настоящее время связано с нарушением геологической среды, и в значительной мере обусловлено увеличением доли открытого способа добычи полезных ископаемых с формировани-

ем новых, техногенных ландшафтов. Современная концепция горных работ предполагает создание крупных карьеров, на которых возможно наиболее рациональное использование современной высокопроизводительной техники. При этом необходимо учитывать, что эксплуатация крупных разрезов сопровождается изъятием большой земельной площади под горные работы для складирования вскрышных пород и строительства объектов инфраструктуры, загрязнением водных объектов, атмосферного воздуха и трансформацией биогеоценозов в районах ведения горных работ. В последние годы за счет технического перевооружения производства и использования более производительного оборудования, с одной стороны, происходит укрупнение карьеров и отвалов и сокращение себестоимости продукции, а с другой усиление преобразования природной среды и возникновение различных негативных последствий в районах разработки месторождений.

В общем понимании техногенный ландшафт представляет собой разно-

видность антропогенного ландшафта, особенности образования которого, обусловлены производственной деятельностью человека. Если обычные антропогенные ландшафты оказываются чаще всего лишь в той или иной степени преобразованными естественными ландшафтами, то техногенные – практически полностью сформированы техническими средствами. Наиболее характерными представителями таких ландшафтов в Кузбассе можно считать отвально-карьерные ландшафты, образовавшиеся при разработке угольных месторождений открытым способом [5].

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 рационального 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 [4].

При этом установлено, что 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 [1, 2].

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» сле-

дует 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.

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

К основным литогенным ресурсам рекультивации относятся породы, содержащие физическую глину необходимого качества, называются потенциально плодородными поро-

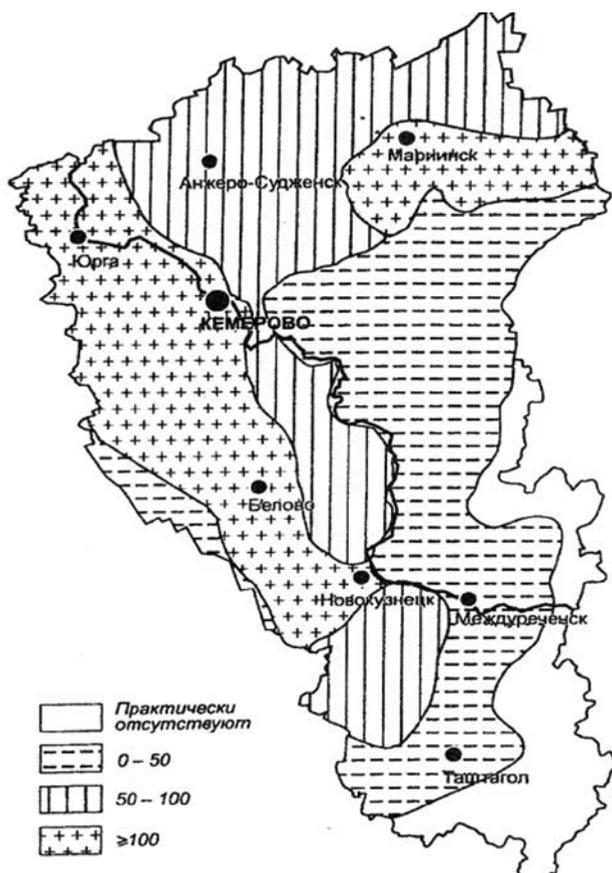


Рис. 1. Распределение местных природных ресурсов рекультивации в Кемеровской области, % от необходимого количества

дами (ППП) и плодородный слой почвы (ПСП). ППП в основном представлены четвертичными породами, к которым относятся лессовидные покровные суглинки и глины. Именно на этих породах сформировались зональные типы почв в Сибири. Материал, содержащий гумус, формируется в поверхностных слоях почвы и представляет собой плодородный слой почвы. 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 субазральные лессовидные суглинки (ППП). Однако практика показывает, что эти ресурсы практически полностью уничтожаются при существующих схемах открытой разработки месторождений. 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 (рис. 1).

На двух третях площади Кузбасса, где в основном сосредоточены угле-

добывающие предприятия, запасы местных литогенных природных ресурсов рекультивации достаточны для реализации проектов рекультивации с высокими параметрами почвенно-экологической и даже хозяйственной эффективностью. На всей этой территории можно реализовать проекты с высокой почвенно-экологической и хозяйственной эффективностью. Эти перспективы могут быть достигнуты в условиях, перехода от существующей схемы неселективного внешнего отвалообразования на селективную внутрикарьерную. Однако, в настоящее время, в связи со сложностью изменения технологии отработки на старых разрезах, практически невозможно в процессе отработки месторождения селективно формировать отвалы. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо учитывать геологическую специфику строения месторождений полезных ископаемых, и рассчиты-

вать на перспективу логистику движения пород и литогенных ресурсов, так, чтобы они могли размещаться в поверхностных слоях отвалов.

Для создания благоприятных условий развития биогеоценоза на техногенно нарушенных территориях можно использовать разные технологические схемы ведения горных работ и отвалообразования. Исходя из системы разработки месторождений полезных ископаемых, схемы горнотехнической рекультивации нарушенных земель можно подразделить на совмещенные, отдельные и комбинированные.

Суть совмещенной схемы заключается в совмещении технологии разработки месторождения и выполнения горнотехнического этапа рекультивации. При этом происходит включение работ горнотехнического этапа рекультивации нарушенных земель в технологическую цепочку отработки



Рис. 2. Калтанский угольный разрез

месторождения и выполнение всех работ основным горно-транспортным оборудованием. На старых разрезах (более 25 лет) совмещенная схема рекультивации нарушенных земель является экологически и экономически эффективной.

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 от 20 до 50 м (рис. 2) [7].

Четвертичные отложения в данном районе развиты повсеместно и представлены бурыми некарбонатными глинами и лессовидными иловато-пылеватými тяжелыми суглинками [8]. Агрохимические свойства суглинков показывают наличие элементов биогенов, таких азот, фосфор и калий. Содержание этих элементов в суглинках составляет: валового азота 0,11–0,12%, фосфора – 0,1–0,3%, калия – 1,3–1,7%, подвижного фосфора 6–12 мг/100 г, калия обменного – 6–12 мг/100 г. Таким образом, хотя основные биогенные элементы присутствуют, содержание их на начальных этапах освоения отвалов, в большинстве случаев, очень незначительно.

Для пород суглинистого состава в Кузбассе характерны микроагрегированность, пористость, реакция среды близка к нейтральной. Такие благоприятные физические и физико-химические свойства этих пород, а также наличие элементов биогенов обуславливают их большую ценность в качестве почвообразующих пород при формировании молодых почв на отвалах угледобывающих предприятий. 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 ра-

циональном использовании в процессе рекультивации, возможно, значительно улучшить почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов.

Несмотря на сложность сохранения литогенных ресурсов в процессе обработки участка, руководство угольного разреза Калтанский приняло грамотное технологическое решение и ценные литогенные ресурсы рекультивации были сохранены и транспортированы на старые внешние отвалы, на которых не проводился биологический этап рекультивации. При этом на выровненной поверхности отвалов был сформирован корнеобитаемый слой из суглинков. Мощность слоя из благоприятной породы для биологического освоения составила более 1 метра, что достаточно для восстановления естественного растительного покрова.

Ранее проведенные исследования техногенных ландшафтов в данном 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 эффективность 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 горнотаежной зоны, отсыпанная мощность суглинка должна удерживать среднегодовое количество осадков [1].



Рис. 3. Техногенные ландшафты Калтанского угольного разреза

В естественных ландшафтах на дерново-глубокоподзолистых почвах атмосферные осадки (около 650 мм) удерживаются метровой толщей. 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% что в дальнейшем может сказаться и на биологическом разнообразии, и на развитии почвенного покрова. Однако и при таком слое ППП почвенно-экологическая эффективность будет достаточно высокой [6]. Наблюдения за процессом естественного самозарастания растительностью данных отвалов, где вновь

образованный субстрат представляет собой почти стерильные неозкотопы, 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% (рис. 3).

Таким образом, для решения проблемы рационального использования экологически ценного георесурсов ППП и ПСП и снижения негативных экологических последствий нарушения земель необходимо рекомендовать уже на стадии разработки ТЭО – освоения месторождения оценивать перспективы применения технологий рекультивации с высоким экологическим эффектом. Это достигается посредством оценки запасов георе-

сурсов 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 поставленные перед проектом цели и задачи 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 научных работников к разработке практических работ по рекультивации нарушенных земель [3].

На основании вышеизложенного можно отметить, что для решения проблем рекультивации нарушенных территорий в регионах необходим комплексный подход. Он должен включать в себя мероприятия по модернизации технологий разработки месторождений полезных ископаемых, направленных на сохранение местных природных ресурсов рекультивации. Также необходимо внедрение в практику проектирования рекультивационных работ разработку проектов с высокой почвенно-экологической эффективностью. При этом необходимо учитывать, что получить высокую эффективность рекультивации возможно только при рациональном использовании местных природных ресурсов рекультивации, в любом ином случае мы получаем территории, резко отличающиеся от естественных ландшафтов и несоответствующих данной природной обстановке. В большинстве случаев такие нарушенные территории длительное время продолжают негативно влиять на прилегающие ландшафты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 165–169.
2. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010.
3. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2001.
4. Овчинников В.А. Комплексность исследований по рекультивации земель, нарушаемых карьерами // Растительность и промышленные загрязнения. – Свердловск, 1970. – Вып. 7. – С. 90–96.
5. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливец Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005.
6. Семина И.С., Беланов И.П., Шипилова А.М., Андроханов В.А. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013.
7. Семина И.С. Рациональное использование литогенных ресурсов рекультивации как основа для экологически безопасного развития техногенных ландшафтов // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 11. – С. 36–38.
8. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 300 с.
9. <http://www.ako.ru/> Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 г. **ГИАБ**

Семина Ирина Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент,
Сибирский государственный индустриальный университет,
e-mail: semina.i@mail.ru,
Андроханов Владимир Алексеевич – доктор биологических наук,
заместитель директора по науке,
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН.

UDC 622.271 (075.8)

MINED-LAND RECLAMATION IN KUZBASS

Semina I.S., Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor,
Siberian State Industrial University, e-mail: semina.i@mail.ru,
Androkhonov V.A., Doctor of Biological Sciences,
Deputy Director on Science,
Institute of Soil Science and Agrochemistry of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences.

Mining flow chart should include accounting for quality and amount of lithogenous reserves (loam, fertile soil layer, etc.) for further land restoration. Interfusion of lithogenous reserves with rocks often covers the surface of dumps with mix of little use for restoration of soil, which is the evidence of environmental abuse and resource gluttony. Preservation of basic lithogenous reserves essential to resoiling and creation of favorable conditions for land reclamation in many ways governs efficiency of remediation and prospects for reuse of disturbed lands after mine closure.

Key words: georesources, mining-generated landscape, reclamation, open-pit coal mine, quarry, dump, combined reclamation scheme.

REFERENCES

1. Androkhonov V.A., Kurachev V.M. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 2009, no 2, pp. 165–169.
2. Androkhonov V.A., Kurachev V.M. *Pochvenno-ekologicheskoe sostoyanie tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka* (Soil constitution and ecological situation on mined lands: Dynamics and assessment), Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2010.
3. Gadzhiev I.M., Kurachev V.M., Androkhonov V.A. *Strategiya i perspektivy resheniya problem rekul'tivatsii narushennykh zemel'* (Strategy and potential of handling disturbed land reclamation problems), Novosibirsk, Tseris, 2001.
4. Ovchinnikov V.A. *Rastitel'nost' i promyshlennyye zagryazneniya* (Vegetation and industrial pollution), issue 7, Sverdlovsk, 1970, pp. 90–96.
5. Potapov V.P., Mazikin V.P., Schastlivtsev E.L., Vashlaeva N.Yu. *Geoekologiya ugledobyvayushchikh raionov Kuzbassa* (Geoecology in coal-mining areas in Kuzbass), Novosibirsk, Nauka, 2005.
6. Semina I.S., Belanov I.P., Shipilova A.M., Androkhonov V.A. *Prirodno-tekhnogennyye komplekсы Kuzbassa: svoystva i rezhimy funktsionirovaniya* (Nature-and-industrial complexes in Kuzbass: Properties and methods of operation), Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2013.
7. Semina I.S. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2013, no 11, pp. 36–38.
8. Trofimov S.S. *Ekologiya pochv i pochvennyye resursy Kemerovskoi oblasti* (Ecology of soil and soil resources in Kemerovo Region), Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie, 1975, 300 p.
9. URL: <http://www.ako.ru/> *Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Kemerovskoi oblasti do 2025 g.* (Economic and social growth strategy for Kemerovo Region through 2025).

