

# ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ГОКОВ НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**В. К. Тохтарь,**

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
tokhtar@bsu.edu.ru,

**Н. А. Мартынова,**

**А. Г. Корнилов,**

зав. кафедрой национального исследовательского университета «БелГУ»,  
kornilov@bsu.edu.ru,

**А. Н. Петин,**

декан национального исследовательского университета «БелГУ»,  
petin@bsu.edu.ru

В статье анализируется опыт проведения биологической рекультивации отвалов ГОКов на юге Среднерусской возвышенности. Изложены некоторые подходы к восстановлению антропогенно трансформированных экотопов. Эффективными подходами необходимо считать подбор видов по их эколого-биологическим особенностям, использование методов многомерной статистики и ГИС-технологий.

*Experience of biological recultivation modes in the South of Central Russian upland is analyzed. Some approaches to restoration of anthropogenously transformed ecotopes are discussed. It is necessary to consider as effective approaches to the goals methods of multidimensional statistics and GIS-technologies.*

**Ключевые слова:** биологическая рекультивация, фиторекультивация, фитобиота, антропогенный ландшафт, вскрышные породы

**Keywords:** biological recultivation, phytobiota, anthropogenous landscape

**Введение.** Биологическую рекультивацию участков после добычи полезных ископаемых подразделяют на 3 основных вида: создание пахотных угодий, залужение и облесение. Ей должен предшествовать горнотехнический этап рекультивации, который включает создание рациональных форм рельефа с благоприятной структурой отвалов, планировку поверхности, выполаживание и террасирование откосов, ликвидацию последствий усадки, регулирование гидрологического режима, а в необходимых случаях и нанесение плодородного слоя почвы на спланированную поверхность отвалов.

Способы биологической рекультивации определяют в зависимости от вида добываемых полезных ископаемых, почвенно-климатической зоны, литологической основы разрабатываемых карьеров, способов добычи, формы рельефа, сформировавшегося после разработки, физических и химических свойств вод и грунтов в карьерах и, прежде всего, содержания легкорастворимых солей [1].

В естественных условиях наиболее простым способом определения пригодности горных пород для биологической рекультивации является их способность к естественному зарастанию травянистой растительностью.

После добычи полезных ископаемых и другой промышленной деятельности подлежащие рекультивации земли должны быть приведены разработчиком в состояние, пригодное для лесокультурных работ.

**Материалы и методы.** Объектом нашего исследования были растительные группировки и флористические комплексы своеобразных антропогенных ландшафтов, сформированных в процессе проведения горно-рудных разработок на нерекультивированных отвалах вскрышных пород, различного механического состава, состоящие из дисперсных (песчаных, глинистых, меловых и глыбовых) отложений.

При полевых исследованиях применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой

документацией, сбором гербария и последующей критико-систематической камеральной обработкой собранного материала.

На основных типах участков отвала, находящихся в различных горно-природных условиях, с различной степенью развития на них растительного покрова применялся геофизический метод исследований. Геофизические работы выполнены с современной цифровой компьютеризированной электроразведочной аппаратурой марки ЭРП-1.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенных исследований были выделены различные участки изученных отвалов:

1) участки с недавно сформированным поверхностным слоем грунта, характеризующиеся начальным этапом образования растительного (травяного) покрова;

2) участки с давно сформировавшимся поверхностным слоем грунта, наличием на них многолетнего травяного покрова и отсутствием древесной растительности;

3) участки с давно сформировавшимся поверхностным слоем грунта, наличием на них многолетнего травяного покрова и древесной растительности.

Биологическому этапу рекультивации должен предшествовать технический этап, который включает в себя планирование (выравнивание) поверхности и покрытие ее грунтом (сплошным слоем или полосами). Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что полосное нанесение плодородного или потенциально плодородного материала необходимо осуществлять полосами шириной не более 10 м, расположенными перпендикулярно направлению господствующих ветров, с оставлением между ними открытых полос такой же ширины; толщина материала — как при покрытии поверхности сплошным слоем.

Биологический этап рекультивации может включать в себя разные мероприятия:

— локальное закисление земель путем внесения удобрений (органических или минеральных) или внесения глинистых, песчаных почв пятнами в наименее пригодные для роста растений местообитания (меловые, мергелевые субстраты, скальные породы, эрозионно-опасные участки и др.);

— посев многолетних злаковых и бобовых либо местных неприхотливых наиболее устойчивых видов трав;

— посадка саженцев деревьев и кустарников.

Внесение органических и минеральных удобрений производится одновременно с посевом семян трав с заделкой их легкой бороной или граблями с последующим прикатыванием. Нормы внесения удобрений зависят от плодородности покрывающего слоя и вида высеваемых трав. При покрытии отвала сплошным слоем плодородного грунта залужение луговых участков обязательно, поскольку в плодородном грунте всегда находится некоторое количество семян растений, что в дальнейшем приведет к самозарастанию отвала. Одним из наилучших способов улучшения растительных свойств почв перед облесением является заделка в грунт сидератов (донник, эспарцет, астрагал, люцерна, люпин). Эффективность использования для этих целей злаковых трав достигается только после внесения минеральных удобрений.

В слой потенциально плодородного грунта следует высевать растения, способные быстро создавать сомкнутый травостой и прочную дернину, устойчивую к смыву: овсяница красная, кострец безостый, пырей безкорневищный и т. д. Из бобовых целесообразно вводить в посевные травосмеси двулетние растения, обладающие хорошим семенным возобновлением. Нормы посева устанавливаются с учетом хозяйственной годности семян и увеличиваются в 2—4 раза по сравнению с обычной полевой в связи с неблагоприятными водно-физическими и агрохимическими свойствами субстратов отвалов. Глубина заделки семян зависит от механического состава почвы и размеров семян.

На отвалах с недостаточным увлажнением плодородная почва наносится пятнами ( $3 \times 3 \text{ м}^2$ ) сплошным слоем от 1 до 20 см. Такие пятна можно размещать на расстоянии от 20 до 50 м, что будет обеспечивать благоприятные условия для постепенного самозарастания этих участков. В качестве плодородного слоя могут быть использованы суглинистые и супесчаные почвы, которые необходимо вносить на слабозарастающие меловые, мергелевые, скальные субстраты для создания смешанных почвогрунтов, способных к более интенсивному самозарастанию. Для этих же целей пригодны обезвреженные бытовые осадки с иловых площадок городских очистных сооружений. На склонах от 20 до 40°, сложенных песчаными и супесчаными грунтами с рассеянной растительностью посев многолетних трав производится на первом этапе рекультивации, с пос-

ледующей посадкой древесно-кустарниковых видов.

Одним из видов санитарно-гигиенической рекультивации является посадка деревьев. Посадка деревьев и кустарников производится на следующий год после посева, или одновременно с посевом многолетних трав в ямки или траншеи с внесением плодородного слоя почвы. Наиболее благоприятным периодом времени для посадки в Белгородской области является ранняя весна.

Видовой состав растений подбирается исходя из степени эрозионной опасности отвалов и в зависимости от состава почвенного грунта техногенных ландшафтов. Важным критерием для подбора видов служит отношение растений к основным лимитирующим их рост факторам влажности и кислотности почвы, освещенности-затенения, к богатству почвы элементами минерального питания, к содержанию гумуса и различному механическому составу почвы, учитывается их зимостойкость. Откосы отвалов из неустойчивых грунтов (песков) обсаживают корнеотпрысковыми кустарниками, предотвращающими сползание грунтов: ива каспийская, облепиха обыкновенная, айлант высочайший, бузина черная и красная, барбарис обыкновенный, карагана древовидная и др.

На меловых и мергелевых склонах целесообразно на первом этапе произвести закисление путем внесения гипса. На втором этапе внесение органических и минеральных удобрений для обеспечения условий посева семян или постепенного самозарастания этих участков. Для экономии средств можно обойтись реализацией мероприятий по подготовке меловых и мергелевых субстратов под посев и самозарастание путем создания на этих участках смешанных почвогрунтов. Для ускорения формирования растительного покрова в этих условиях создаются смешанные суглинисто- и супесчано-меловые субстраты путем отсыпки 5–10 сантиметрового слоя суглинистых и супесчаных грунтов на меловые и/или мергелевые территории. На супесчано-меловых и суглинистых с меловыми включениями склонах посадка деревьев и кустарников осуществляется без посева многолетних трав.

Площадки отвалов, отсыпанные потенциально плодородными породами, обсаживаются плодовыми и ягодными культурами: сливой растопыренной, вишней кустарниковой, сливой колючей, розой майской и собачьей, смородиной золотистой, которые способны к са-

мостоятельному расселению по территории отвалов.

Вокруг отвала необходимо создавать лесопарковые насаждения или защитные полосы, чтобы предотвратить смыл пород со сточными водами. Для посадки можно использовать технологию создания лесных культур, или по садовому типу с локальным внесением песка, суглинка или гумусовой почвы непосредственно в посадочное место 0,5×0,5×0,5 м или в траншею. Смешение деревьев и кустарников в парковых насаждениях производится по принципам, принятым в зеленом строительстве. Посадку защитной полосы проводят по агротехнике для городских насаждений.

Эффективный подбор адаптированных к различным мозаичным микроклиматическим условиям видов растений может быть осуществлен с помощью предварительной экологической оценки рекультивируемых экотопов и эколого-биологических свойств растений [2]. За основу оценки экологических свойств видов нами принимаются индикационные экологические шкалы Г. Элленберга [3] и Э. Ландольта [4]. Наиболее важными параметрами для оценки растений являются: отношение растений к влажности и кислотности почвы, освещенности-затенения, к богатству почвы элементами минерального питания, к содержанию гумуса и различному механическому составу почвы. Не менее перспективными подходами к восстановлению растительного покрова в антропогенно трансформированной среде является использование методов многомерной статистики [5] и ГИС-технологий [6].

**Заключение.** Исходя из полученных результатов исследования для фиторекультивации отвалов ГОКа, в зависимости от конкретных условий среды могут быть предложены различные способы рекультивации и видовой состав растений. Наиболее эффективным и наименее затратным вариантом восстановления растительного покрова на отвалах является комбинированный, избирательный подход по отношению к конкретным условиям локальных экотопов.

На начальном этапе фиторекультивации целесообразно произвести дифференцированный посев семян дву- и многолетних трав, соответственно различным типам отвалов. Посев многолетних трав необходим в первую очередь на пылящих, склоновых поверхностях. Его формирование предотвратит ветровую и водную эрозию и будет способствовать закреплению подвижных слоев субстрата пионерными

группировками растений. Для этих целей желательно вносить удобрения локально на территории отдельных участков. Для экономии средств на семена трав посев может быть осуществлен избирательно, в местах, наиболее подверженных ветровой и водной эрозии. Растительный покров из трав или деревьев можно также размещать по кромкам склонов или прямо под их склоновой поверхностью, что также позволяет существенно уменьшить воздействие на рельеф отвалов потоков дождевой воды.

Лесная рекультивация — наиболее распространенный, дешевый, надежный и целесообразный способ освоения нарушенных земель, так как лесонасаждения меняют и оздоравливают нарушенные промышленной деятельностью ландшафты. Выбор способов облесения определяется рельефом, крутизной откоса, свойствами грунтов, кислотностью, экспозицией. В процессе лесной рекультивации формируются рельеф и толща пород, составляющих подпочву будущего леса, восстанавливается режим грунтовых вод, создается структура почвенного и растительного горизонта. Искусственно воссозданная среда формирует животный мир восстанавливаемых территорий. Таким образом, лесная рекультивация предполагает создание и выращивание лесных культур мелиоративного, противоэрозионного, ландшафтно-озеленительного, санитарно-гигиенического, рекреационного и других назначений.

Проведенные нами исследования позволили предложить 155 видов древесных растений различного географического происхождения, которые могут быть использованы для создания устойчивых культурфитоценозов на отвалах и карьерах ГОКов Белгородской области.

Предварительная биоэкологическая оценка древесных и кустарниковых видов растений, проведенная на основе данных фитоиндикационных шкал Г. Элленберга [3] и Э. Ландольта [4] позволяет проводить эффективный направленный подбор видов, способных формировать устойчивый культурфитоценоз. Расширение ассортимента пород, используемых при восстановлении территорий, применение различных составляющих и схем смешения откроют новые перспективы для защитного и рекреационного озеленения техногенных территорий. К перспективным способам предварительной оценки состояния антропогенно трансформированных экотопов для разработки проектов по их экологической реставрации необходимо отнести комплекс методов, использующих ГИС-технологии и методы многомерной статистики [5—7].

*Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 г. (№ приказа 5.1739.2011, № 53407.2011).*

### Библиографический список

1. Тохтарь В. К. Флоры техногенных экотопов и их развитие (на примере юго-востока Украины). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. — Киев, 2005. — 36 с.
2. Мартынова Н. А., Тохтарь В. К. Некоторые подходы к направленному подбору видов при создании устойчивых культурфитоценозов в антропогенно нарушенных экотопах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия. Естественные науки. — 2011. — № 9 (104). — 2011. — Т. 15/1. — С. 308—312.
3. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen: Goltze. 1974. — 97 s.
4. Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. N. 64. — S. 1—208.
5. Тохтарь В. К. Прогнозирование формирования флор техногенных экотопов в степной зоне // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. — 15 (86). — 2010. — Вып. 12. — С. 13—19.
6. Голеусов П. В., Тохтарь В. К., Афанасьев Е. Г. Анализ структуры почвенного покрова антропогенно нарушенных территорий в разработке проектов по их экологической реставрации (на примере ботанического сада БелГУ) // Проблемы региональной экологии. — 2011. — № 2. — С. 67—71.
7. Тохтарь В. К., Третьяков М. И., Чернявских В. И., Фомина О. В., Мазур Н. В., Грошенко С. А., Волобуева Ю. Е., Петина В. И. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту // Проблемы региональной экологии. — 2011. — № 2. — С. 92—95.