

УДК 581.524(477.60)

С.П. Жуков

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

техногенные биогеоценозы, дифференцированная рекультивация, перестроение, сукцессия

Введение

Важнейшим звеном в ряду мероприятий, обеспечивающих выживание и возможность стабильного развития человечества, является восстановление биогеоценологического покрова техногенно нарушенных территорий. В условиях Донбасса, региона с высокой плотностью населения и развитой горнодобывающей промышленностью, эти вопросы относятся к категории задач, которые обеспечивают существование и стабильность развития всех социальных систем. Первые работы по рекультивации отвалов угольных шахт Донбасса начаты уже в первые послевоенные годы [1]. С 1965 г. начал исследования Донецкий ботанический сад АН УССР (ДБС) [2, 3], на основе разработок и рекомендаций которого в дальнейшем принят госстандарт «Правила проведения биологической рекультивации породных отвалов угольных шахт Украины» [4]. 80-е годы XX ст. – период массовых рекультивационных работ в угольной промышленности, в Донбассе каждый год выполнялось 3–5 проектов биологической рекультивации. В это же время подобные работы велись и в других странах [5 – 7]. Застой промышленности в 90-х годах XX ст. прервал рекультивационные работы, но также уменьшил темпы техногенного преобразования региона, часть объектов была выведена из эксплуатации и заброшена. На фоне длительного самозарастания проходило нарушение уже рекультивированных отвалов, а также шли процессы несанкционированной добычи с хаотичным отсыпанием породы [8]. Всё это привело к фрагментации поверхности отвалов по степени развития фитоценозов. Изучение породных отвалов центрального Донбасса с позиций биогеоценологии и применение сукцессионного подхода в анализе их растительного покрова привело к разработке метода дифференцированной рекультивации, позволяющего повысить эффективность использования средств, выделяющихся на их озеленение [9, 10].

Цель и задачи исследований

Цель нашей работы – продемонстрировать возможность оптимизации объема рекультивационных работ на основе использования метода дифференцированной рекультивации за счет сохранения существующего растительного покрова отвалов на примере отвалов шахты им. Д.Ф. Мельникова.

Объекты и методики исследований

Рассматривается использование метода дифференцированной рекультивации [10] в применении к отвалу №3 шахты им. Д. Ф. Мельникова г. Лисичанска. Этот объект относится к действующим отвалам, представлен двумя коническими отвалами с общим местом начала отсыпки. На одном из них продолжается отсыпка породы, его высота, по имеющимся данным, 93,4 м (относительно изогипсы 170,0), наибольшая высота в зоне понижения рельефа местности – 102 м (относительно изогипсы 161,4), углы откосов в основном соответствует естественным углам отсыпки. На отвале наблюдаются проявления процессов горения породы. Другой террикон уже не действующий, его высота 94,5 м (относительно изогипсы 182,2), наибольшая высота в зоне понижения рельефа местности 101,5 м

(относительно изогипсы 175,2), углы откосов всё ещё близки к естественным углам отсыпки. Исследуемый объект, отвал №3 в системе ботанико-географического районирования, находится на границе Донецкого лесостепного округа и долины Северского Донца. Рельеф местности в месте расположения отвалов в основном равнинный, с эрозионными процессами, заметно нарушен техногенными формами рельефа. Со стороны старого конуса примыкает участок, где складываются различные отходы. Со стороны действующего конуса отвал граничит с лесопосадками и заброшенным участком, частично заросшим древесными растениями. Климат района, относящегося к степной зоне, континентальный и с недостаточным увлажнением. Гидротермический коэффициент составляет 0,7–0,8, годовая сумма активных температур (более 10° С) превышает 3000°. Среднегодовое количество осадков до 500 мм. Режим почв обычно непромывной, что усиливается на наклонных поверхностях. Возможные минимумы температуры до -39°С, что при преобладающих в зимнее время северо-восточных ветрах и непостоянном снежном покрове в зимнее время выдвигает соответствующие требования не только к засухоустойчивости, но и к морозостойкости растений-фиторекультивантов.

На отвалах была заложена сеть пробных площадок в экотопах разной экспозиции, различного расположения по высоте склона и расстояния от шахтного ствола (места начала отсыпки отвалов). Проведена инвентаризация имеющихся техногенных биогеоценозов, древесно-кустарниковых растений, составлен общий флористический список, проведена оценка степени сукцессионного развития фитоценозов по видовому составу и сформированности сообществ.

Результаты исследований и их обсуждение

Разработка метода дифференцированной, частичной рекультивации отвалов обусловлена тем, что, несмотря на разработанные технологии рекультивации различных форм отвалов, в том числе терриконов, озеленению своевременно подверглись далеко не все из них. Многие отвалы к моменту закрытия шахт и рекультивации обзаводятся на части поверхности сформированным естественным растительным покровом из развитых древесно-кустарниковых группировок и сомкнутых травянистых сообществ на субфинальных стадиях сукцессии данных техногенных биогеоценозов, с преобладанием дерновинных и корневищных растений, которые уже обеспечивают высокую защиту от эрозии и загрязнения прилегающих территорий [9].

Для реализации метода дифференцированной рекультивации предлагается поэтапное выполнение ряда работ, включающих профессиональное обследование формирующихся техногенных биогеоценозов на отвале [10]. Вначале проводится обследование поверхности отвала с выделением различных экотопов, их дифференциацией по степени развития биогеоценозов на различные стадии сукцессии, оценка сомкнутости и структуры древостоев и травянистого яруса, в частности, состава доминантов и сорно-рудеральной фракции, а также оценивается состояние эдафотопов, наличие очагов горения, засоленных и каменистых участков, крутизна и эродированность склонов. На втором этапе объединяются сходные по сукцессионному развитию и структуре сообщества, требующие одинаковых рекультивационных мероприятий и проводится их картирование. При этом минимальная лестница градаций таких объединенных участков должна включать: а) территории, не нуждающиеся в рекультивации, б) территории, требующие локальных воздействий (тут возможно подразделение на несколько участков с различной спецификой), например, подсев и посадка определенных видов растений, подсыпка почвогрунтов, противоэрозионные мероприятия на промоинах склонов и т.п., в) территории, требующие кардинального улучшения, в том числе подлежащие полному переформированию и те, где необходимы отдельные меры технического плана, в частности, нарезка микротеррас, нанесение почвенных субстратов, подсыпка склонов и засыпка промоин. На основании полученной карты на последнем этапе разрабатывается объединенная схема рекультивации всего отвала с целью оптимизации объемов работ за счет сохранения на техническом этапе рекультивации территорий первых двух типов.

На исследуемом отвале №3 наблюдаются отдельные проявления процессов горения породы и поверхностные следы ранее проходившего горения. В хвостовых, наиболее старых частях отвалов, особенно в нижних частях склонов, имеется растительный покров, возникший естественным путем. Нижняя часть склонов в старой части террикоников местами подвержена водной эрозии, которая в местах сплошного развития древесно-кустарниковых растений частично приостановлена. Более молодые склоны, для которых обычно характерна и большая высота, имеют проявления эрозионных процессов на большей части поверхности с увеличением промоин в нижней части склонов. Эрозионные проявления пока отсутствуют только в месте отсыпки породы. Последние годы характеризуются довольно часто повторяющимися затяжными засухами. Расположение фитоценозов различной сформированности на отвалах указывает на положительное влияние реки Северский Донец, находящейся к югу от шахты, которое в значительной степени уравнивает гидротермические условия на склонах отвалов различной экспозиции и смягчает воздействие засухи в летнее время.

В ходе обследования отвала выявлено 72 вида высших растений из 24 семейств. 63 вида отмечено на действующем отвале, 51 вид – на недействующем. Наиболее представлено видами семейство Asteraceae (21 вид – 29,2 % от общего числа отмеченных видов), что характерно для нарушенных территорий и отвалов шахт в частности. В составе древесно-кустарниковых растений отмечено 22 вида, в том числе виды естественных сообществ в данной местности, например, *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Ulmus glabra* Huds.

Сообщества травянистых растений находятся на различных стадиях сукцессионного развития. Территориально преобладают разреженные сообщества с пионерными растениями или фитоценозы начальных стадий сукцессии. Наиболее сформированные фитоценозы конца второй стадии и третьей стадии сукцессии приурочены к хвостовым частям отвалов, нижним частям склонов и выположенным участкам в промежутке между конусами (рис. 1). Обычно в них проективное покрытие составляет 80–95 %, в том числе многолетников не менее 70 %. Такие фитоценозы, а также участки отвала с доминированием древесно-кустарниковых растений и преобладанием многолетников в травянистом ярусе (1 и 2 на рис. 1) обладают достаточными протекторными свойствами и не нуждаются в проведении технической и биологической рекультивации, которая фактически отбросит их в развитии назад. Им незачем проходить часть этапов своего развития заново, в соответствии с природными закономерностями развития фитоценозов на отвалах шахт, с возобновлением негативного влияния на окружающие территории.

Поэтому в соответствии с методом дифференцированной рекультивации, мы предлагаем сконцентрировать воздействие на наименее развитых ценозах отвала. Рассмотрим, как это можно реализовать на отвале №3 шахты им. Д.Ф. Мельникова г. Лисичанска. На рис. 1 показаны участки отвала, требующие различных подходов при рекультивации. Так, на участках отвала с доминированием древесных растений полномасштабное проведение биологической рекультивации излишне, и следует ограничиться только посадкой отдельных экземпляров или групп деревьев и кустарников, в основном на слабозаросших или эродированных экотопах склонов. Образовавшийся здесь почвенный горизонт местами достигает 15–20 см, а развитая корневая система древесно-кустарниковых растений обеспечивает устойчивость поверхности отвала. Для улучшения структуры фитоценозов можно применять практически весь рекомендованный для рекультивации ассортимент растений [4]. Фитоценозы на участках с сомкнутым растительным покровом, в составе которых преобладают многолетники, имеют высокий защитный эффект против эрозии [10]. На этих участках проводится посадка древесных растений для повышения стабильности склонов, предотвращения оползней и ускорения процессов зарастания. Участки с разреженными фитоценозами при преобладании однолетников и малолетников характеризуются сравнительно медленными процессами образования почвы и развития биоценозов. При выполаживании и террасировании в ходе рекультивации процессы

развития защитно-мелиоративного растительного покрова тут только ускорятся. На остальной части отвала условия экотопов требуют предварительного коренного улучшения на горнотехническом этапе рекультивации [4].

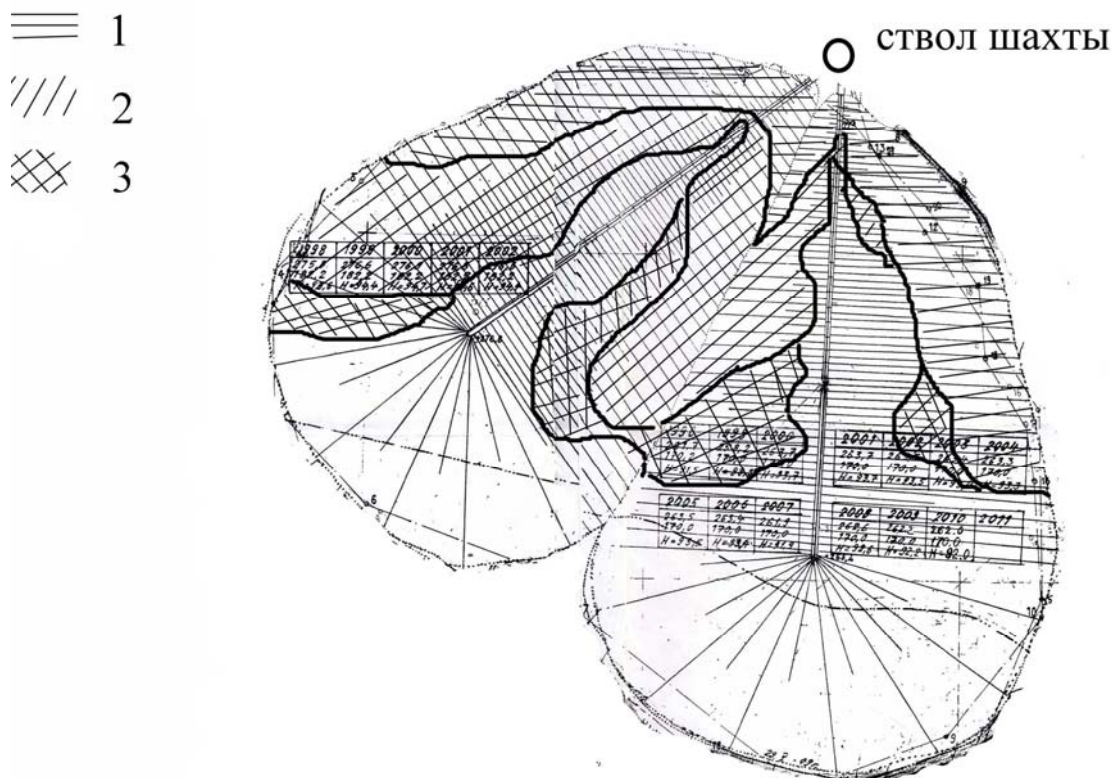


Рис. 1. Экотопы отвала №3 шахты им. Д.Ф. Мельникова с различной степенью сформированности ценозов:

Разной штриховкой показаны: 1 – фитоценозы с доминированием древесных растений, 2 – фитоценозы травянистых многолетников с участием древесных растений, 3 – разреженные сообщества с преобладанием малолетников. На остальной части растительность отсутствует или представлена пионерными группировками

Fig. 1. Ecotopes of N 3 D.F.Melnikov mine with different development of cenoses: Various types of hatching show: 1 – trees dominated phytocenoses, 2 – phytocenoses of grass perennials with trees, 3 – thinned communities with few-year-growing plants. There is no vegetation or pioneer groupings in other parts

На рис. 2 представлена итоговая схема переформирования отвала, разработанная с учетом состояния породы в разных частях отвала и структуры существующего растительного покрова. Пунктиром показаны контуры срезаемой верхушки отвалов, позволяющие минимизировать нарушение имеющихся ценозов при создании плоского верха, а стрелками – соответствующее перемещение породы. Соответственно состоянию экотопов подбирается и состав фиторекультивантов с учетом перспектив развития фитоценозов отвала в целом. За счет уменьшения объема работ (экономии средств) при дифференцированном подходе к рекультивации отвалов можно выполнять поэтапное регулирование развития структуры этих биогеоценозов в последующее время.

Это позволит сохранить наиболее сформированные фитоценозы отвала, которые уже прошли длительный период сукцессионного развития, уже выполняют защитную функцию и станут, в свою очередь, источником поздне-сукцессионных видов для развития участков отвала, подвергшихся работам при проведении рекультивации остальной части отвала.

Соотношение поверхностей участков отвала различной функциональности позволяет оценить долю территории фитоценозов, сохраняемых при использовании дифференцированной рекультивации в 20–25% от общей поверхности отвала, с соответствующей экономией средств на этапе его биорекультивации. Некоторое увеличение расходов будет на техническом этапе рекультивации, в связи с увеличением длины перемещения породы срезанной верхушки отвала со стороны, обращенной к шахте, в промежутки между фронтальными частями конусов. В качестве положительного экологического эффекта следует расценивать сохраняющийся растительный покров как уже готовое озеленение склонов отвала со стороны прилегающих поселков города Лисичанска.

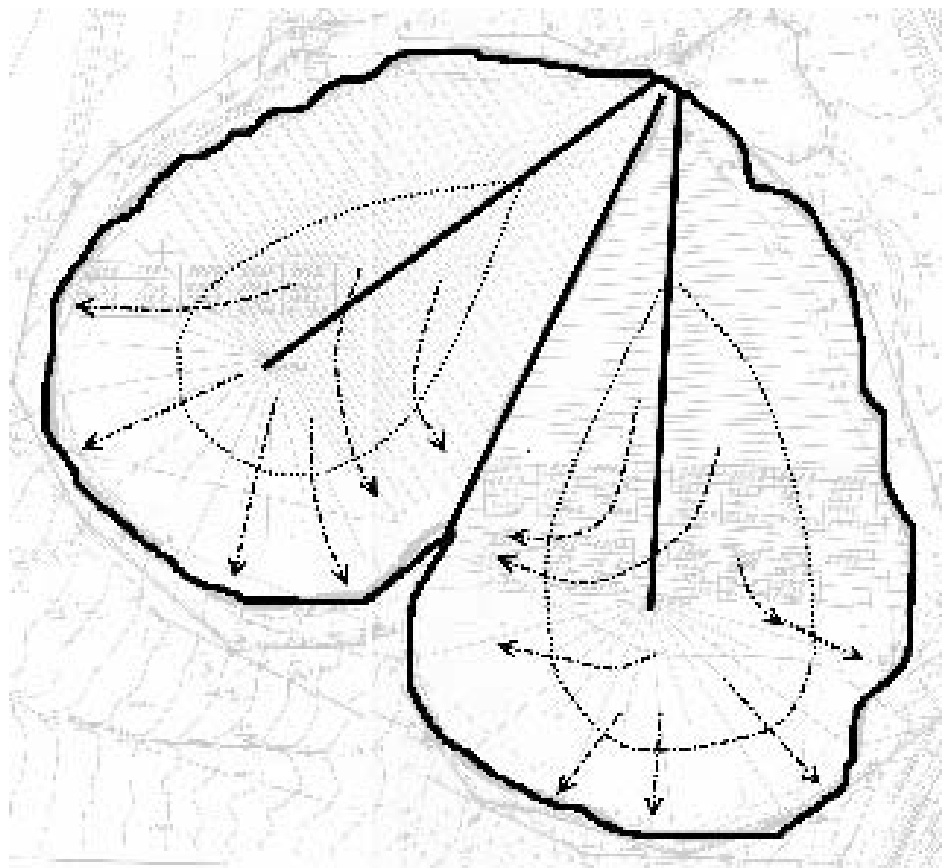


Рис. 2. Рекомендуемая схема перемещения породы при тушении и переформировании отвала №3 шахты им. Д.Ф. Мельникова с учетом состояния почвенных субстратов и растительных группировок

Fig. 2. A recommended scheme of rock shift for fire extinction and reshaping of N 3 D.F. Melnikov mine (with account of soil and vegetation condition)

Выводы

Рассмотрено применение метода дифференцированной рекультивации на примере отвала №3 ш. им. Д.Ф. Мельникова. На двух конусах этого отвала дифференцированная рекультивация позволяет уменьшить объемы работ по биологической рекультивации на 20–25 % площади за счет сохранения существующих биогеоценозов с высоким проективным покрытием и доминированием многолетников и древесно-кустарниковых растений, что и является конечной целью проведения биологической рекультивации. Экологический эффект, который достигается при этом, состоит в сохранении уже развитого защитного озеленения на части отвала, что при обычном проведении рекультивационных работ для достижения аналогичного состояния посевов и посадок потребовало бы длительного времени. Сохранение позднесукцессионных техногенных биогеоценозов предотвратит негативное

воздействие от их отката на ранние стадии развития при засыпании породой, а также обеспечит приток соответствующих видов растений и более быстрое развитие рекультивируемых участков отвала №3 шахты им. Д. Ф. Мельникова.

1. **Растения и промышленная среда** // Сб. науч. работ. Вып. 1. Свердловск, 1964. 206 с.
Rasteniya i promyshlennaya sreda // Sb. nauch. rabot. N 1. Sverdlovsk, 1964. 206 p.
2. **Промышленная ботаника** / [Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Бакланов, Р. И. Бурда, А. И. Хархота]; под ред. Е. Н. Кондратюка. К.: Наук. думка, 1980. 257 с.
Promyshlennaya botanika [Industrial botany] / Ye. N. Kondratyuk, V. P. Tarabrin, V.I. Baklanov, R.I. Burda, A.I. Kharkhota; pod red. Ye. N. Kondratyuka. K.: Nauk. dumka, 1980. 257 p.
3. **Жуков С.П.** Состояние и перспективы лесной рекультивации породных отвалов центральной части Донбасса // Проблемы лісової рекультивациі порушених земель України: матер. міжнар. наук. конф., м. Дніпропетровськ, 19–22 верес. 2006 р. Дніпропетровськ: Вид-во Дніпроп. нац. ун-ту, 2006. С. 20–21.
Zhukov S.P. Sostoyanie i perspektivy lesnoy rekultivatsii porodnykh otvalov tsentralnoy chasti Donbassa [The condition and perspectives of forest recultivation in waste dumps of Donbass] // Problemi lisovoi rekultivatsii porushenykh zemel Ukrainy: mater. mizhnar. nauk. konf., m. Dnipropetrovsk, 19–22 veres. 2006 r. Dnipropetrovsk: Vid-vo Dniprop. nats. un-tu, 2006. P. 20–21.
4. **Правила проведения біологічної рекультивациі породних відвалів вугільних шахт України.** Видання офіційне. К.: Мінвуглепром України. 2007. 30 с.
Pravila provedennya biologichnoi rekultivatsii porodnykh vidvaliv vugilnykh shakht Ukrainy [The regulations of biological recultivation of coal mine waste dumps in Ukraine]: vydannya ofitsiyne. Kyiv: Minvugleprom Ukrainy. 2007. 30 p.
5. **Каар Э.В.** Лесная рекультивация отвалов, образующихся при открытой разработке горючего сланца в Эстонской ССР // Рекультивация земель. Тарту, 1975. С. 15 – 24.
Kaar E.V. Lesnaya rekultivatsiya otvalov, obrazuyushchikhsya pri otkrytoy razrabotke goryuchego slantsa v Estonskoy SSR [Forest recultivation of open mining oil shale dumps in Estonian SSR] // Rekul'tivatsiya zemel'. Tartu, 1975. P. 15–24.
6. **Hendrychova M.** Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies // Journal of Landscape Studies. 2008. Vol. 1. P. 63–78.
7. **Шленстедт Й.** Опыт и примеры реконструкции и использования терриконов в бурогольной промышленности Лаузитцкой и среднегерманской горной управляющей компанией // Использование терриконов. круглый стол. Макеевка, 13 декабря 2011г. Донецк: Б.и. С. 6.
Shlenstedt Y. Opyt i primery rekonstruksii i ispolzovaniya terrikonov v burougolnoy promyshlennosti Lauzittskoy i srednegermanskoy gornoy upravlyayushchey kompaniey [Experience and cases of reconstruction and usage of dumps in brown coal industry by Lausitz and Middle Germany Management Company] // Ispolzovanie terrikonov. kruglyy stol. Makeevka, 13 dekabrya 2011g. Donetsk: B.i. P. 6.
8. **Вигонний В.І.** Екологічні проблеми несанкціонованого видобутку вугілля на Донеччині // Екологічний вісник. 2013. N 1. С. 28–29.
Vygonnii V.I. Yekologichni problemy nesanktsionovanogo vydobutku vugillya na Donechchini [Ecological problems of unsanctioned coal mining in Donetsk oblast'] // Ekologichnyi visnik. 2013. N 1. P. 28–29.
9. **Жуков С.П.** Регулирующая рекультивация в условиях промышленно нарушенных территорий // Промышленная ботаника. Вып. 10. С. 11–15.

Zhukov S.P. Reguliruyushchaya rekultivatsiya v usloviyakh promyshlenno narushennykh territoriy [Regulative recultivations in conditions of technogenous territories] // Promyshlennaya botanika. 2010. N 10. P. 11–15.

10. **Жуков С.П.** Метод частичной рекультивации породных отвалов шахт // Відновлення порушених природних екосистем: матер. IV міжнар. наук. конф. (Донецьк, 18 – 21 жовт. 2011 р.). Донецьк, 2011. С. 139 – 140.

Zhukov S. P. Metod chastichnoy rekultivatsii porodnykh otvalov shakht [The method of partial recultivation of coal mine waste dumps] // Vidnovlennya porushenikh prirodnykh ekosistem: mater. IV mizhnar. nauk. konf. (Donetsk, 18–21 zhovt. 2011 r.). Donetsk, 2011. P. 139–140.

ГУ "Донецкий ботанический сад"

Поступила 14.07.2016

УДК 581.524(477.60)

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

С.П. Жуков

ГУ «Донецкий ботанический сад»

Рассмотрены возможности применения метода дифференцированной рекультивации на примере отвалов шахты им. Д.Ф. Мельникова. При их современном состоянии это позволяет уменьшить объемы работ по биологической рекультивации и снизить экологический ущерб от переформирования отвала. Это достигается за счет сохранения части имеющегося растительного покрова с высокими фитомелиоративными свойствами, на 20–25 % площади отвала. Сохранение позднесукцессионных биогеоценозов на отвале предотвратит негативное воздействие от их разрушения при засыпании породой, а также обеспечит приток соответствующих видов растений и более быстрое развитие подлежащих рекультивации участков отвала в дальнейшем.

Ключевые слова: техногенные биогеоценозы, дифференцированная рекультивация, переформирование, сукцессия.

UDC 581.524(477.60)

DIFFERENTIATED RECULTIVATION OF THE COAL MINE DUMPS

S.P. Zhukov

Public Institution «Donetsk Botanical Garden»

This case study of D.F. Melnikov mine dumps focused on advantages of using the differentiated recultivation method. Basing on this mine dump's contemporary conditions, the method under consideration allows reducing work of biological recultivation and ecological damage of dump reshaping. The effect is achieved due to preservation of the existing vegetation part (20–25 %) which is characterized by efficient phytomeliorative properties. Conservation of the dump biogeocenoses of late succession stage is sure to prevent negative consequences of their destruction in the course of rock application. It also is likely to provide inflow of correspondent plant species and more rapid development of dump sites to be recultivated in the future.

Key words: technogenous biogeocenoses, differentiated recultivation, reshaping, succession