

## РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.272

**Новак А. И., академик МАНЭБ, к.т.н., доцент, Семенюк В. В., горный инженер, ассистент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ**

**В работе представлен краткий анализ вредного экологического воздействия дымящих терриконов угольных шахт Украины на состояние атмосферы шахтерских городов и потери большого количества плодородной почвы земель, находящихся под горными отводами действующих и закрытых угольных шахт. В статье обоснована целесообразность проведения микробиологической рекультивации нарушенных земель, комплексного освоения и извлечения полезных компонентов из отвалов угольных шахт (терриконов) с последующей полной их (терриконов) ликвидацией путем засыпки этой породой существующих яров и оврагов.**

**Ключевые слова:** шахта, земельный горный отвод, отвалы пустых пород – терриконы, штаммы микроорганизмов, микробиологическая рекультивация, планировка отвалов, мелиоративные работы, эрозия почвы, создание плодородного слоя.

#### **Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями**

В Украине, особенно в последнее время, происходит массовое закрытие многих нерентабельных горных предприятий по добыче полезных ископаемых, работающих как подземным, так и открытым способами. На местах прошлой деятельности этих, уже закрытых предприятий (угольных шахт, карьеров по добыче полезных ископаемых, металлургических заводов, тепловых электростанций, обогатительных фабрик и так далее), остаются очень большие площади нарушенных земель. А на этой земле размещены: терриконы, отвалы карьеров и обогатительных фабрик, различные шламоотстойники, золоотвалы тепловых электростанций, которые продолжают гореть, коптить и загрязнять атмосферу и почву нашей страны. Ранее терриконы закрытых шахт пытались засаживать различными деревьями,

делать планировку этих терриконов, но земли, находящиеся под этими отвалами так и оставались изъятыми из сельскохозяйственных угодий. Предлагается комплексная экологическая программа по извлечению ценных компонентов из оставшихся терриконов шахт, отвалов карьеров, золоотвалов тепловых электростанций, шлаковых отвалов металлургических заводов и отвалов обогатительных фабрик, а сами отвалы потом ликвидировать, используя уже пустую породу как строительный материал или как засыпку для ям, оврагов и других полостей, которые помогут избежать дальнейшей эрозии почв в Украине.

### **Анализ исследований и публикаций**

В результате анализа экологической ситуации промышленных регионов Украины (Донецкий и Львовско-Волынский угольные бассейны) установлено, что около 500 тысяч гектаров земли в настоящее время находятся под отвалами пустых пород угольных шахт, карьеров, обогатительных фабрик и тепловых электростанций. А приблизительно около 300 терриконов Донбасса продолжают гореть и в настоящее время, тем самым загрязняя атмосферу и нарушая экологическую ситуацию. Назрела ситуация, когда необходимо прекратить создавать новые отвалы и терриконы, и приступить к комплексной переработке пород существующих отвалов с последующей их полной ликвидацией. Просто засаживать терриконы деревьями нецелесообразно, так как земля, находящаяся под отвалами и терриконами, остается изъятой из обращения сельскохозяйственных угодий страны. Поэтому для создания процесса почвообразования и предлагается микробиологическая рекультивация.

### **Постановка задания**

Целью работы является решение экологических проблем промышленных регионов Украины за счет комплексного подхода к переработке существующих пород отвалов и терриконов, извлечения из них ценных компонентов, засыпки и планировки имеющихся оврагов и ям и создания механизма почвообразования нарушенных земель с последующим их возвращением на нужды сельского хозяйства Украины.

### **Изложение материала и результатов**

Из недр Украины ежегодно извлекается свыше 1,5 миллиарда тонн горной массы, из которой, после извлечения полезных компонентов, 60-70% переводится в породные отвалы. Для размещения отвалов отводится ежегодно до 1,5-2,0 тысяч гектаров сельскохозяйственных земель. В Украине в отвалах находится более 20

миллиардов тонн горнопромышленных отходов, занимающих более 500 тысяч гектаров земли. Особенно остро стоит проблема утилизации техногенного сырья в индустриально развитом Донбассе, в структуре хозяйственного комплекса которого угольная промышленность является одной из ведущих отраслей. Специфика подземной добычи угля в Донбассе состоит в том, что на каждые 1000 т добытого угля приходится до 800 т пустой породы. На территории Донбасса расположено свыше 1200 отвалов шахт (терриконов), площадь которых составляет 5 тысяч гектаров, а с учетом санитарно-защитной зоны около 30 тысяч гектаров. При этом ежегодный объем горной массы, выдаваемой в отвалы, составляет около 30 млн м<sup>3</sup>, а их общий объем в регионе превышает 2 млрд м<sup>3</sup>, что, безусловно, создает существенную экологическую напряженность [1].

На территории Донецкой и Луганской областях сосредоточено около 40% нарушенных земель Украины. Это отвалы угольных шахт, обогатительных фабрик, металлургических заводов, тепловых электростанций, карьеров по добыче строительного камня, огнеупорных глин, песка, флюсов и так далее. Негативное влияние отвалов проявляется не только на занятых площадях, но и в загрязнении воздуха газом и пылью. Только, как сказано выше, на Донбассе находится примерно 1200 терриконов от угольных шахт, из которых почти 300 терриконов продолжают постоянно гореть. Техногенная нагрузка в Донбассе в 5-10 раз выше средней нагрузки по Украине [2]. Физико-химические свойства, минералогический состав, минералопетрографическая характеристика отвальных пород довольно хорошо изучены и описаны в работах [3]. Изучение состава породных антрацитовых отвалов и терриконов показало, что их зольная часть представлена в основном SiO<sub>2</sub> (до 70%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 30%) и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 25%). Содержание основных оксидов, щелочей и прочих элементов не превышает 5%. Эти оксиды не находятся в свободном или чистом виде, в золе они, как правило, представлены комплексными минералами: аргиллит, углистый аргиллит, алевролит, песчаник, карбонаты и так далее.

Площади отвалов золы, оставшейся от сжигания углей на тепловых электростанциях сложены из бесструктурных специфических субстратов, не имеющих аналогичных образований в природе. Как и терриконы, они вначале полностью биологически стерильны и даже фитотоксичны. Только через 50-80 лет после отсыпки, выщелачивания вредных включений атмосферными водами и частичного выветривания в них начинают поселяться отдельные пионерные растения. Растут они в большинстве случаев в первой половине вегетационного периода, а затем усыхают из-за недостатка влаги.

Шлаковые отвалы приурочены к промышленным площадкам металлургических заводов. Они имеют высокую РН, крайне бедны азотом и фосфором. Флора и растительность шлаковых отвалов не стабилизирована, наблюдаются преимущественно инициальные фазы развития ценозов. В настоящее время, как и на «угольных копанках», так и на шлаковых отвалах населением страны продолжается их массовая незаконная разработка и добыча: угля, ферромагния, ферросилиция и других ценных металлов.

Шламонакопители и шламоотстойники шахт, металлургических заводов, обогатительных фабрик редкоземельных металлов, химических заводов и предприятий по добыче ртути вследствие их высокой токсичности представляют собой большие территории как биологические пустыни [4].

Результатом деятельности угольных шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов на земной поверхности Луганской, Донецкой, Волынской и Днепропетровской областях, являются оставшиеся дымящиеся и потухшие отвалы горных пород, так называемые терриконы. Ранее плодородные земли утрачены, изъяты из сельскохозяйственных угодий, изрезаны оврагами и ярами. Ежегодно за счет эрозии почвы все больше и больше земель становятся непригодными для их дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

Порода терриконов каменноугольных шахт Донбасса и обогатительных фабрик отличается высокой фитотоксичностью и напряженностью экологических факторов. Заращение происходит весьма медленно и начинается через 30-40 лет после окончания эксплуатации отвала (террикона). Процесс образования растительного покрова на терриконах можно разделить на четыре стадии: пионерную группировку, образование простых группировок, образование сложных группировок и образование зарослей. На терриконах Донбасса зарегистрировано шесть видов мхов, три вида грибов, 92 вида цветковых растений [5]. Все, нарушенные деятельностью человека, техногенные земли можно разделить на три категории.

К первой категории техногенных земель относятся территории, на которых нарушен только почвенный слой и частично почво-образующие породы или иллювиальный горизонт; то есть измененные земли образовались вследствие перемещения грунтов, представляя собой смесь гумусированных горизонтов с верхними слоями материнских пород и иллювиального горизонта, их называют перемещенными грунтами. Перемещенные грунты на красно-бурых или палеогеновых глинах отличаются сцементированностью, высокой плотностью, глыбисты или глыбистопризмовидны, пестро или зеленовато-пестро окрашены в зависимости от характера

коренной породы и ее содержания в грунте. Перемещенные почвогрунты на песчаниковых породах имеют темносерую окраску с красноватым или зеленоватым оттенком, комковаты, плотноваты, с присыпкой кремнезема. Глыбы материнской породы сложены разнообразными глауконитовыми третичными супесями и песчаниковыми суглинками, длительное время не выветриваются и не метаморфизируются. Перемещенные почвы на малокарбонатных плотных породах имеют темно-серую окраску, хрящеватые, крупнозернистые, с обильной кремнеземистой присыпкой и включениями гравия различных фракций оливково-зеленоватых оттенков.

Ко второй категории техногенных земель в Донбассе относятся образования, возникшие вследствие открытых разработок различных ископаемых: руды, доломитов, песка, глин, строительного камня, известняков и т. д. В первую очередь, это карьеры и отвалы вскрышных пород. В Донбассе довольно обычны карьеры шириной несколько десятков-сотен метров, а длиной более километра. Отвалы формируются высотой несколько десятков метров и занимают большие площади.

В третью категорию техногенных земель относятся различные обнажения горных пород вследствие эрозии почв, обусловленной антропогенными факторами. Значительное распространение такие земли приобрели вследствие бессистемной распашки, неправильного нерегулируемого выпаса скота, рекреационной дигрессии и вырубки лесов. Растительность обнажений меняется в зависимости от характера и сложения обнаженной горной породы. Чаще всего встречаются обнажения мела, мергеля, песчаников и глинистых сланцев, глин и песков. Сходные условия местообитания формируются и на обнажениях горных пород, в выемках при прокладке дорожных магистралей, при нивелировке рельефа во время строительства [4].

Рекультивация горных разработок, таких как породные отвалы угольных шахт – это задача, которую ставит практика хозяйственной деятельности обществу в связи с необходимостью искусственного восстановления почвенного и растительного покрова после техногенного нарушения природной среды. Биологический этап рекультивации состоит из комплекса агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление среды обитания живых организмов и восстановление хозяйственной продуктивности. Теоретической предпосылкой фиторекультивации является биогеоценотический принцип, который заключается в том, что горнотехнический и биологический этапы рекультивации должны составлять диалектическое единство как предпосылку создания оптимальных условий для жизнедеятельности и средообразующей фун-

кции «живого вещества», в первую очередь его фитокомпоненты, при формировании биогеоценоза [3].

Метод дифференцированной рекультивации позволяет оптимизировать затраты на рекультивацию старых отвалов, подходить индивидуально к биогеоценозам различной степени развития. От трактовки рекультивации, как ограниченной во времени операции, мы приходим к пониманию рекультивации как непрерывного процесса, регулируемого развития биогеоценотического покрова, нарушенного человеком, возрождения полностью пригодного для использования и проживания ландшафта, что является единственно возможной стратегией устойчивого существования человечества.

Поэтому мною предлагается долгосрочная комплексная экологическая программа возвращения нарушенных земель для использования их в народном хозяйстве. Комплексная программа состоит из двух частей. Во-первых, для всех ныне действующих угольных и других предприятий необходимо установить места складирования пород, но не в виде обычных терриконов, а в их перевернутом положении, то есть производить засыпку оврагов, ям, природных котлованов и прочих полостей. После засыпки оврагов (предварительно создав дренажную систему) необходимо произвести планировку этих площадей, а затем осуществить микробиологическую рекультивацию, в результате которой, в ближайшие 2-3 года будет происходить процесс почвообразования из шахтных пород: алевролитов, аргиллитов, углистых сланцев, песчаников, известняков и так далее.

Во-вторых, необходимо ликвидировать оставшиеся отвалы и терриконы, используя этот объем породы, после предварительной его переработки и извлечения из него ценных компонентов: угля, и других полезных ископаемых, находящихся в них. А пустую породу размещать в оврагах, бывших карьерах или «копанках» для устранения возможности образования эрозии почвы. После планировки поверхности производить **микробиологическую рекультивацию, суть которой состоит в том, что поверхность вначале обрабатывается промышленными отходами, содержащими органические вещества, а потом обрабатывается штаммами микроорганизмов. После этого площади засеивают семенами многолетних бобовых растений. И уже через 2-3 года на этих площадях из горных пород угольных шахт, начинает происходить процесс почвообразования.** Необходимые штаммы микроорганизмов разработали и рекомендуют к практическому применению сотрудники Государственного научно-исследовательского института организации и механизации шахтного строительства (НИИОМШС), расположенного в городе Харькове. Таким образом, реализуя на практике предложенную комплексную экологическую программу, можно будет в ближайшие

пять-десять лет возвратить для нужд народного хозяйства, большие площади ранее утраченных плодородных земель нашей страны и тем самым значительно улучшить экологическую обстановку.

Предлагаю для реализации этой программы наряду с государственным финансированием, частично использовать средства экологических фондов, городов, сел и поселков, на территории которых будут проводиться работы по восстановлению плодородия нарушенных земель.

### **Выводы**

Предлагаемая комплексная экологическая программа позволит извлечь для нужд промышленности большое количество полезных ископаемых и ценных компонентов без дополнительного строительства новых горных предприятий, а только за счет переработки имеющихся отвалов, шламоотстойников и терриконов, которые сейчас загрязняют атмосферу и земли страны. После переработки отвалов шахт, металлургических заводов, обогатительных фабрик и тепловых электростанций полученную пустую породу необходимо использовать или как строительный материал, или для ликвидации естественных полостей и оврагов с последующим образованием плодородного слоя почвы и передачей восстановленных земель на нужды сельского хозяйства Украины.

1. Коваленко Л. И. Перспективы использования горелых пород шахтных отвалов. / Л. И. Коваленко// Проблемы экологии. – 2009. – 1-2. – С. 16–19.
2. Рева М. Л., Хархота А. М., Дмитриенко П. П. Растительность техногенных земель в Донбассе. «Укр. Бот. Журн.», 1978, № 9.
3. Исследование состава и способов промышленного применения отходов углеобогащения шахтных пород [отчет]. – Луганск : УкрНИИУглеобогащение. – 1970.
4. Глухов А. З., Приходько С. А., Жуков С. П. Возрождение экосистем Донбасса, нарушенных горными работами. «Екологія і природокористування», 2013, вип. 16, С. 113–120.
5. Рева М. Л., Бакланов В. І., Утворення рослинного покриву на терриконах Донбасу. «Укр.бот.журн.», 1972, 29, № 6.

Рецензент: д.т.н., професор Маланчук З. Р. (НУВГП)

---

**Novak A. I., Academician of the International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Semeniuk V. V., Mining Engineer, Assistant**  
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

**MICROBIOLOGICAL RECOLTIVATION OF THE DISTURBED LANDS AT UNDERGROUND DEVELOPMENT OF COAL DEPOSITS OF UKRAINE**

The paper presents a brief analysis of the harmful effects of smoking fossils of Ukraine's coal mines on the state of the atmosphere of miner's cities and the loss of a large number of fertile lands under the mining taps of existing or closed coal mines. The article substantiates the expediency of microbiological recultivation of disturbed lands, the complex development and extraction of useful components from the dumps of coal mines (trenches) with their subsequent (trenches) complete elimination by filling this breed of existing ravines and void. *Keywords:* mine, land mines, dumps of empty breeds – waste piles, strains of microorganisms, microbiological recultivation, dump planning, reclamation works, soil erosion, and the creation of a fertile layer.

---

Новак А. І., академік МАНЕБ, к.т.н., доцент, Семенюк В. В., гірничий інженер, асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

#### **МІКРОБІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ**

У роботі представлено короткий аналіз шкідливого впливу димлячих териконів вугільних шахт України на стан атмосфери шахтарських міст та втрати великої кількості родючих земель, які знаходяться під гірничими відводами діючих або закритих вугільних шахт. У статті обґрунтована доцільність проведення мікробіологічної рекультивації порушених земель, комплексного освоєння та витягання корисних компонентів з відвалів вугільних шахт (териконів) з наступним їх (териконів) повним ліквідуванням шляхом засипки цією породою існуючих ярів та пустот.

*Ключові слова:* шахта, земельний гірничий відвід, відвали пустих порід – терикони, штами мікроорганізмів, мікробіологічна рекультивація, планування відвалів, меліоративні роботи, ерозія поверхні ґрунту, створення родючого шару.

---