ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА КЕРУВАННЯ

УДК:622.271:519.712

В.Е. Колесник, д-р техн. наук, проф.,
В.В. Федотов, Ю.В. Бучавый

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kolesnikve@yahoo.com

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАЩЕНИЯ С ПОРОДНЫМИ ОТВАЛАМИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

V.Ye. Kolesnik, Dr. Sci. (Tech.), Professor,
V.V. Fedotov, Yu.V. Buchavy

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: kolesnikve@yahoo.com

GENERALIZED ALGORITHM OF DIVERSIFICATION OF WASTE ROCK DUMP HANDLING TECHNOLOGIES IN COAL MINES

Цель. Разработать алгоритм выбора направлений использования породных отвалов по завершению их эксплуатации.

Методика. Проводилась поисково-аналитическая работа. Использовалась стандартная методика составления алгоритмов принятия решений.

Результаты. В статье представлен краткий анализ породных отвалов угольных шахт как источников антропогенного воздействия и техногенных месторождений. После завершения срока эксплуатации породных отвалов актуален вопрос о выборе направлений их дальнейшего использования. Отвал может быть разобран с засыпкой породы в зоны проседания земной поверхности или закладкой в выработанное пространство шахты, рекультивирован либо использован как источник ценных компонентов (угля, глинозема, редкоземельных металлов и т.п.). В этой связи применим принцип диверсификации в отношении обращения с породными отвалами, предусматривающий вариативность способов их рационального использования. Для выбора направления и конкретной технологии обращения с отвальным массивом необходима система определяющих критериев – параметров отвала, обуславливающих целесообразность его разработки либо рекультивации с последующим включением в экологическую сеть природных территорий. Базовой информационной основой выбора направлений использования породного отвала должен служить его усовершенствованный технологический паспорт. В статье в виде блок-схемы представлен алгоритм выбора технологий обращения с породными отвалами. Рассмотрено информационное обеспечение предложенного алгоритма – стандартное, типовое и специализированное, которые отличаются поэтапным расширением базы данных об отвалах.

Научная новизна. Впервые разработан в виде блок-схемы алгоритм диверсификации технологий обращения с породными отвалами и предложены уровни его информационного обеспечения.

Практическая значимость. Предложенный подход по диверсификации технологий обращения с породными отвалами будет способствовать принятию эффективных управленческих решений на действующих и ликвидируемых угледобывающих предприятиях и в сфере Post Mining.

Ключевые слова: *породные отвалы, техногенные месторождения, рекультивация, диверсификация технологий, паспорт отвала, информационное обеспечение*

Введение. Ежегодно угледобывающие предприятия Украины поднимают на поверхность и складируют в отвалы более 30 млн м^3 „пустой“ породы, общее количество которой за двухсотлетний период эксплуатации угольных месторождений достигло почти 4 млрд т. [1]. Всего в стране насчитывается приблизительно полторы тысячи породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик, под которыми занято более 150 тыс. га. Высокие конусовидные отвалы (терриконы) стали своеобразной визит-

© Колесник В.Е., Федотов В.В., Бучавый Ю.В., 2012

ной карточкой горнопромышленных регионов, особенно Донбасса, визуальным маркером техногенной трансформации природного ландшафта.

Породные отвалы угольных шахт являются источником вредного влияния на все компоненты окружающей природной среды и здоровье населения. Отвальные массивы производят значительное пылегазовое загрязнение, приводят к химической и радиационной токсикации грунтов, поверхностных и подземных вод, изменению гидрогеологического режима территории и деградации биоценозов. Примерно треть всех породных отвалов горит, выделяя в атмосферу сероводород, углекислый и сернистый газы, а радиус зоны воздействия токсичных продуктов горения составляет более 3 км. С поверхности одного породного отвала ежегодно выдувается около 400 т пыли и смывается дождевыми водами приблизительно 8 т солей [1].

Таким образом, породные отвалы несут значительную угрозу для экологической безопасности, включая здоровье населения, в районах размещения угольных предприятий, что требует эффективных мер по прекращению их вредного воздействия и восстановлению природных ландшафтов.

С другой стороны, породные отвалы представляют собой ценные техногенные месторождения, перспективные для дальнейшей разработки. Отметим, что в Российской Федерации отходы угледобычи приравнены к полезным ископаемым, что следовало бы сделать и в Украине. Породная масса угольных шахтных отвалов может содержать до 30% горючих материалов, до 15% глинозема (сырья для получения алюминия), до 20% оксидов кремния и железа. В тонне породы содержание редких элементов достигает: галлий – 100 г, германий – 55 г, скандий – 20 г [2]. Породную массу угольных отвалов используют также в качестве заменителя природного щебня и сырья для производства различных строительных материалов, а также для получения углеудобрений [3]. Разработаны различные схемы комплексной безотходной утилизации отвальной породы [4].

Постановка задачи. К выбору направлений обращения с породными отвалами, как и к деятельности горного предприятия в целом, можно применить принцип диверсификации, предполагающий рассмотрение всех возможных вариантов дальнейшего их использования. Примечательно, что в экономике и менеджменте термин „диверсификация“ означает распространение хозяйственной деятельности на новые сферы и рынки, расширение ассортимента продукции. Использование этого принципа при выборе альтернативных вариантов и технологий обращения с отвалами должно осуществляться на основе критериев их экологической опасности, рентабельности и социального значения, что особенно актуально после завершения эксплуатации отвала или при разработке проектов закрытия шахт, т.е. в процессе *Post Mining*. Поэтому авторы поставили задачу разработки обобщенного алгоритма диверсификации обращения с породными отвалами угольных шахт, с использованием пополняемой информационной базы данных об отвалах, который должен обеспечить принятие соответствующих управленческих решений.

Основные результаты. Существуют различные пути функционального перепрофилирования (диверсификации) породных отвалов, т.е. изменения практического использования отвальных массивов с учетом специфики их вещественного состава и свойств. Можно выделить четыре главных направления диверсификации породного отвала после завершения его эксплуатации и тушения очагов возгорания:

1. Полная ликвидация отвала (либо перепрофилирование конического отвала в плоский) путем засыпки отвальной породы в техногенные провалы, овраги, мульды проседания либо закладки ее в выработанное пространство шахты.

2. Биологическая рекультивация отвалов, их землевание и озеленение с восстановлением биогеоценотического покрова, что открывает перспективы создания на отвалах сельскохозяйственных угодий для выращивания, например, технических культур, создания рекреационных зон, а также включения самозаростающих или рекультивированных отвалов в экологическую сеть природных территорий.

3. Разработка отвалов в качестве техногенных месторождений полезных ископаемых.

4. Консервация отвала в его современном состоянии (в случае естественного самозарастания растительностью) до появления технических и финансовых возможностей его дальнейшей разработки, либо консервация породного массива путем укрытия эродирующей поверхности отвала защитным геосинтетическим материалом.

Перечисленные и другие альтернативные пути использования отвалов можно алгоритмизировать на основе системного подхода и информационных технологий.

Предложенный нами обобщенный алгоритм диверсификации технологий обращения с породными отвалами, представленный на рис. 1 в виде блок-схемы, позволяет выбрать приемлемые варианты рационального использования отвала после окончания его эксплуатации с учетом баланса экологического, экономического и социального приоритетов. Фактическое и прогнозное состояние конкретного породного отвала можно проанализировать на основе алгоритма диверсификации и получить формализованный ответ на вопрос о его дальнейшем использовании.

В разработанном нами алгоритме предусматривается использование трех последовательных видов информационного обеспечения: стандартного, типового и специализированного, которые отличаются поэтапным расширением данных об отвалах, необходимых для принятия решений.

Стандартное информационное обеспечение – базируется на использовании данных паспортов породных отвалов, заполнение которых регламентируется „Инструкцией по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов“ [5].

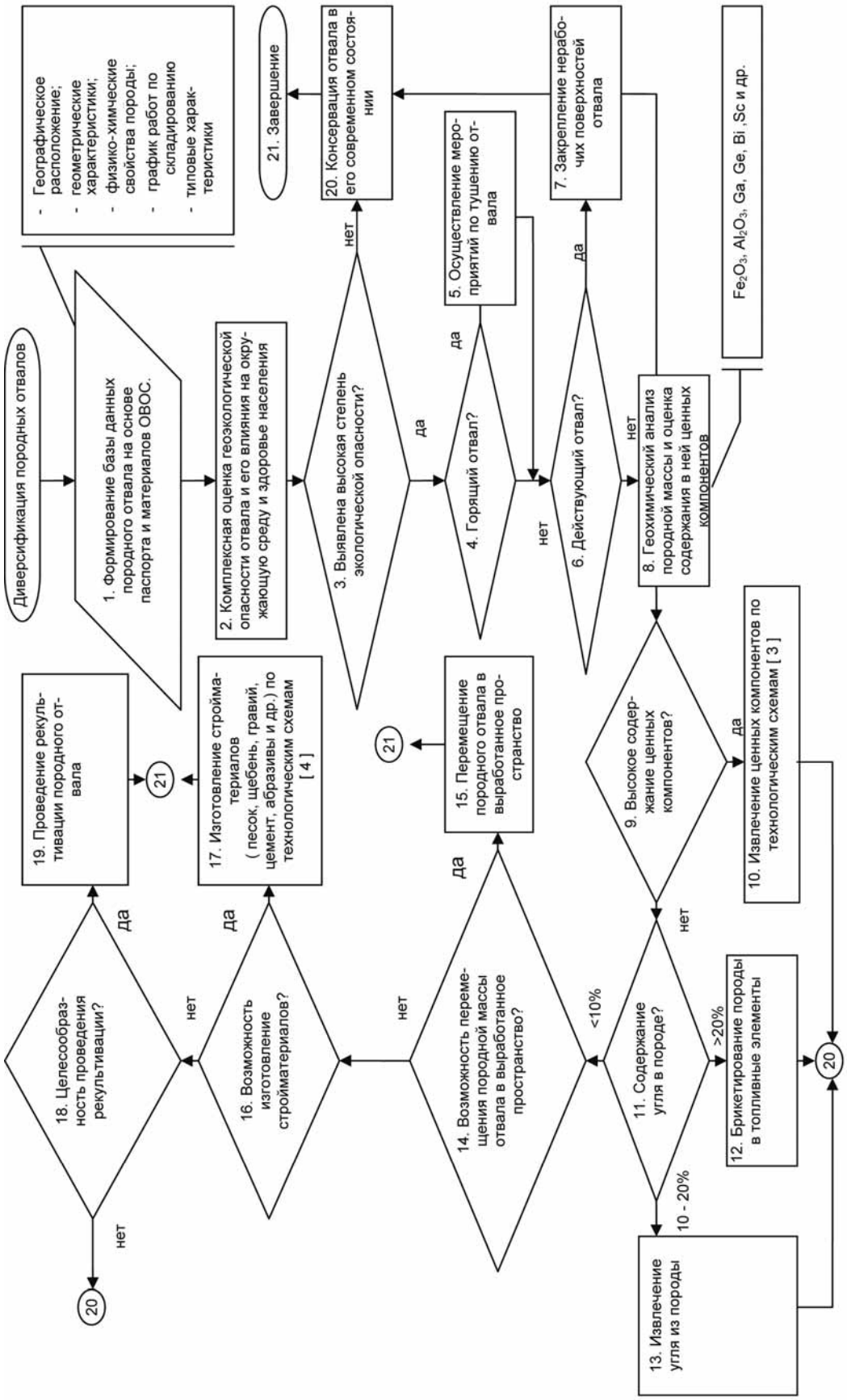

Рис. 1. Алгоритм диверсификации технологий обращения с породными отвалами

Паспорт породного отвала является обязательной формой отчетности угледобывающего предприятия и обеспечивает выполнение требований Закона Украины „Об отходах“ в части осуществления паспортизации и экологического мониторинга территорий складирования отходов. На уровне стандартного информационного обеспечения принимаются решения о потенциальной возможности рекультивации либо использования отвала на основе его базовых паспортных параметров.

Типовое информационное обеспечение потребует дополнительных данных об определенных типах отвалов с учетом специфики условий отвалообразования, свойств и состава породы. Так, наиболее распространенная группа высоких терриконовых отвалов угольных шахт будет иметь один типовой алгоритм использования, а невысокие плоские породные отвалы – другой типовой алгоритм. В этой связи следует разработать классификацию типов отвалов применительно к их функциональному перепрофилированию. Для решения задач типового информационного обеспечения данных паспорта породного отвала недостаточно. На этом этапе требуется расширить базу данных параметров отвала. Необходимо получить сведения о минеральном составе породного отвала, содержании в нем угля, глинозема, гумуса, железа и микроэлементов. Расширения требуют и некоторые геометрические характеристики отвального массива. Так, для оценки интенсивности водной и ветровой эрозии, нужно рассчитать площадь поверхности отвала, хотя этот важный показатель отсутствует в паспорте отвала [1]. Некоторые из параметров отвала, добавленные к паспортным характеристикам, могут служить определяющими критериями выбора того или иного направления использования отвала.

Специализированное информационное обеспечение предусматривает выбор конкретных технологических решений в рамках определенного направления разработки отвала. На этом этапе детально рассматриваются технологические, экономические и экологические преимущества отдельных технологий и принимаются наиболее рациональные управленческие решения. Так, если в отвальной породе обнаруживается глинозем Al_2O_3 в перспективных для обогащения концентрациях (более 25%), то рассматриваются альтернативные технологии получения аллюминия. При содержании угля в породной массе в количествах более 20% (определяющий критерий выбора топливного направления использования отвала) могут быть рассмотрены две специализированные технологии разработки отвала – сухое обогащение угля из породы и технология окускования отвальной массы в топливные стержни, например, с применением оборудования ХОТ-3 [6]. Таким же образом оцениваются альтернативные технологии обогащения таких ценных компонентов отвальной породы как галлий и германий [3]. Если порода в отвале перегорелая (определяющий критерий для выбора строительного направления использования отвала), рассматриваются отдельные технологии производства щебня и различных строительных материалов из отвальной массы.

Выводы. Предложенный алгоритм диверсификации использования породных отвалов угольных шахт на основе все более расширяемой, по мере необходимости, информационной базы данных об отвалах поможет обеспечить принятие эффективных управленческих решений относительно обращения с отвалами на действующих и закрывшихся горных предприятиях.

Список литературы / References

1. Кузык И.Н. Формирование критериев экологической опасности породных отвалов шахт / Кузык И.Н. // Екологія і природокористування. – 2009. – Випуск 12. – С. 156–160.

Kuzyk I.N. (2009), “Forming criteria of environmental hazard of mine waste dumps”, *Ekologiia i pryrodokorystuvannia*, Issue 12, pp. 156–160.

2. Фомина О. Разумный подход: возможности переработки горных отвалов [Электронный ресурс] / Фомина О. – Режим доступа: http://www.uaenergy.com.ua/c225758200614cc9.

Fomina, O. “A reasonable approach: the possibility of recycling dumps”, available at: http://www.uaenergy.com.ua/c225758200614cc9.

3. Зубова Л.Г. Терриконы, их утилизация и рекультивация: монография / Зубова Л.Г. – Луганск: ВНУ им.В. Даля, 2008. – 80 с.

Zubova, L.G. (2008), *Terrikony, ikh utilizatsya i rekultivatsyya* [Waste Banks, Recycling and Reclamation], monograph, ENU, Lugansk, Ukraine.

4. Смирний М.Ф. Екологічна безпека териконових ландшафтів Донбасу: монографія / М.Ф. Смирний, Л.Г. Зубова, О.Р. Зубов – Луганськ: СНУ ім. Даля, 2006. – 232 с.

Smyrnyi, M.F., Zubova, L.G. and Zubov, O.R. (2006), *Ekolohichna bezpeka terykonovykh landshaftiv Donbasu* [Environmental Safety of Waste Bank Landscapes of Donbas], monograph, ENU, Lugansk, Ukraine.

5. Інструкція із запобігання самозапалювання, гасіння та розбирання породних відвалів: НПАОП 10.0-5.21-04 [Електронний ресурс] – [Чинний від 2004-10-26] / Держнаглядохоронпраці України – Режим доступу: http://document.ua/instrukcija-iz-zapobigannja-samozapalyuvannyu-gasinnja-ta-ro-nor7449.html

NPAOP 10.0-5.21-04 “Instruction to prevent spontaneous combustion, fire and demolition dumps”, valid since October 26, 2010, Derzhnahliadokhoronpratsi Ukrainy, available at: http://document.ua/instrukcija-iz-zapobigannja-samozapa lyuvannyu-gasinnja-ta-ro-nor7449.html

6. Матвеева Н.Г. Возможность применения мирового опыта в переработке породних отвалов угледобывающей промышленности Донбасса: Збірник (частина 2) тез доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [„ТЕХНОЛОГІЇ – 2007“] / Н.Г. Матвеева, М.Д. Аптекарь – Северодонецк: СТІ СНУ ім. В. Даля, 2007. – С. 12.

Matveeva, N.G. and Aptekar, M.D. (2007), "The possibility of global experience in the processing of waste dumps Donbass coal industry", *Issue (part 2) of thesis of the 10th All-Ukrainian Scientific Conference of Students and Young Scientists "TECHNOLOGY – 2007"*, ENU, Severodonetsk, pp. 12.

Мета. Розробити алгоритм вибору напрямів використання породних відвалів по завершенню їх експлуатації.

Методика. Проводилась пошуково-аналітична робота. Використовувалася стандартна методика складання алгоритмів прийняття рішень.

Результати. У статті представлено короткий аналіз породних відвалів вугільних шахт як джерел антропогенного впливу й техногенних родовищ. Після завершення терміну експлуатації породних відвалів актуальним є питання щодо вибору напрямів їх подальшого використання. Відвал може бути розібраний із засипанням породи в зони просідання земної поверхні або закладанням у вироблений простір шахти, рекультивований або використаний як джерело цінних компонентів (вугілля, глинозему, рідкоземельних металів тощо). У зв'язку з цим застосуємо принцип диверсифікації щодо поводження з породними відвалами, що передбачає варіативність способів їх раціонального використання. Для вибору напряму та конкретної технології поводження з відвальним масивом необхідна система визначальних критеріїв – параметрів відвалу, що обумовлюють доцільність його розробки або рекультивації з наступним включенням до екологічної мережі природних територій. Базовою інформаційною основою вибору напрямів використання породного відвалу повинен служити його вдосконалений технологічний паспорт. У статті у вигляді блок-схеми представлено алгоритм вибору технологій поводження з породними відвалами. Розглянуто інформаційне забезпечення запропонованого алгоритму – стандартне, типове та спеціалізоване, що відрізняються поетапним розширенням бази даних про відвали.

Наукова новизна. Уперше розроблено у вигляді блок-схеми алгоритм диверсифікації технологій поводження з породними відвалами та запропоновано рівні його інформаційного забезпечення.

Практична значимість. Запропонований підхід щодо диверсифікації технологій поводження з породними відвалами сприятиме прийняттю ефективних управлінських рішень на діючих і ліквідованих вугледобувних підприємствах та у сфері Post Mining.

Ключові слова: *породні відвали, техногенні родовища, рекультивація, диверсифікація технологій, паспорт відвалу, інформаційне забезпечення*

Purpose. To develop the algorithm for selecting ways of rehabilitation of waste dumps at the end of their operation.

Methodology. Search and analytical work was carried out. We used the standard method of preparation of the decision-making algorithms.

Findings. The article presents a brief analysis of waste dumps of coal mines as a source of human impact and anthropogenic mineral deposits. After expiration of waste dumps exploitation raises the question of choosing the directions of their further use. Mine dump can be disassembled by the backfilling rocks in the areas of surface subsidence or by filling the mined-out space, reclaimed or used as a source of valuable components (carbon, alumina, rare earth metals, etc.). Therefore, we apply the principle of diversification in the treatment of waste dumps, providing variation in ways of their rational use. Selection of the most effective way and technology of dump use requires a system of defining criteria, i.e. the parameters of the mine dump, causing the feasibility of its development, or rehabilitation, followed by the inclusion of it into the ecological system of natural areas. Basic information for the selection process should be provided by its technological certificate. The block diagram presented in the article shows the algorithm for selection of right waste dumps treatment technologies. We consider the required information sources for the proposed algorithm: standard, typical and specialized, with step by step expansion of the data in waste dump database.

Originality. For the first time the algorithm of diversification of waste dumps treatment technologies has been developed in the form of a flowchart and levels of its information management have been suggested.

Practical value. The proposed approach to diversification of the technology of waste dumps treatment will contribute to effective management decision making at acting and liquidated mining companies and in the field of Post Mining.

Keywords: *waste dumps, man-made deposits, reclamation, diversified technology, damp certificate, information provision*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Т.І. Долговою. Дата надходження рукопису 08.02.12.