

УДК 504.06:622.3(477)

© О.Е. Хоменко, М.Н. Кононенко, И.Г. Миронова, К.О. Юрченко

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИЕ РЕГИОНЫ УКРАИНЫ

© O. Khomenko, M. Kononenko, I. Myronova, K. Yurchenko

WAYS OF TECHNOGENIC LOADING DECREASING ON MINING REGIONS OF UKRAINE

Выполнен анализ деятельности горнодобывающих предприятий и установлены экологические риски для техногенно-нагруженных регионов Украины. Предложены пути снижения негативного влияния горных производств на окружающую среду, что позволят уменьшить техногенную нагрузку и предотвратить возможные экологические катастрофы.

Виконано аналіз діяльності гірничодобувних підприємств і встановлені екологічні ризики для техногенно-навантажених регіонів України. Запропоновано шляхи зниження негативного впливу гірничих виробництв на навколишнє середовище, що дозволять зменшити техногенне навантаження і запобігти можливі екологічні катастрофи.

Введение. В мире стремительными темпами возрастают материальные потребности общества и в частности энергетические. Современный политико-экономический кризис – это очередное перераспределение энергоресурсов, в том числе и минеральных, с последующим внедрением инновационных технологий новыми владельцами запасов. Для Украины по-прежнему главный аспект будет возлагаться на добычу, полноту извлечения и качество переработки минеральных ресурсов. В сложившихся условиях чрезвычайно важным фактором является сохранение окружающей природной среды в условиях постоянно возрастающей техногенной нагрузки на горнодобывающие регионы страны. Начиная уже с 2004 г. лидеры стран G8 выступали с инициативой усиления экологической безопасности, которая в Украине за последние десятилетия значительно ухудшилась и в большинстве горнодобывающих регионах приобрела критические масштабы. Большая часть территории страны оказалась в зоне экологической катастрофы – вокруг Чернобыльской атомной электростанции, других закрытых и действующих горнодобывающих, перерабатывающих и использующих сырье предприятий по добыче урана, угля, железа, марганца, солей и др. Учитывая нестабильные природные и техногенные условия эксплуатации складов отработанного ядерного топлива, отвалов активных горных пород, выработанных пространств шахт и карьеров, отстойников и шламохранилищ, должны иметь более мощные системы контроля, охраны и защиты. Одна только динамика изменчивости подземных вод усложняет эксплуатацию действующих наземных и подземных стратегических промышленных сооружений Украины и способна выводить из строя промышленные сооружения и социальную инфраструктуру в горнодобывающих регионах [1]. В этой связи **целью работы** явля-

ється аналіз екологічних ризиків в техногенно-нагружених регіонах України і розробка можливих шляхів їх рішення.

Аналіз виявленої проблеми. Из наиболее распространенных в мире энергоносителей (нефть, газ, уголь, уран) в достаточной степени Украина обеспечена только углем и ураном. При существующем балансе использования энергии угля и урана 40:60% запасами угля страна обеспечена на 300 лет, а ураном – на 150. Также значительные мировые запасы железа (20%) марганца (42%) и урана (4%) выводят нашу страну на соответствующие ведущие места в международном рейтинге обладателей стратегических полезных ископаемых. Однако, доли мирового объема добычи занимают не превышают 6% и определяют более низкие места, которые непосредственно связаны с уровнем используемых технологий разработки месторождений полезных ископаемых в Украины [2]. Также наша страна располагает запасами полезных ископаемых с уникальными художественно-декоративными и строительно-отделочными свойствами. Только в одном Криворожском железорудном бассейне сконцентрированы минеральные ресурсы, содержащие элементы всей таблицы Д.И. Менделеева. Сопутствующие полезные ископаемые бассейна состоят из золота, германия, скандия, ванадия, циркония и т.д. Строительные и декоративные материалы Криворожья – это мраморы, граниты, лабрадориты, роговики, кварциты, джеспилиты и многое другое [2, 3].

При первичной оценке разведанных ресурсов Украина располагает бесконечными запасами стратегических полезных ископаемых. Запасы угля действительно значительны, но все пласты, из которых уже сегодня ведут добычу, имеют мощность 0,8 – 1,2 м или залегают на глубинах свыше 1000 м. Так, например, мировой лидер добычи угля – Польша не разрабатывает пласты мощностью менее 1,5 м и отнесла их к забалансовым запасам и не добывает. Промышленные запасы железа составляют 12 млрд т, однако на примере Криворожского бассейна за 135-летний период промышленной разработки добыто только 2 млрд т руд. При этом в бассейне действует 8 из 40 шахт с наличием 20% вскрытых запасов богатых руд. Остальные же запасы – это бедные и окисленные руды, а глубины ведения горных работ уже достигает 1300 – 1500 м. Суммарные запасы природного урана в Украине составляют более 235 тыс. т и сконцентрированы в 23 месторождениях. Сейчас разрабатывается 4 месторождения, а добыча ведется лишь тремя шахтами. Такая производительность добычи обеспечивает лишь 30% от потребностей страны в ядерном топливе, а 70% импортируем из Казахстана, России, США. Все отечественные марганцеворудные шахты находятся в стадии затухания горных работ. Ликвидация 6 действующих шахт ПАО «Марганецкий горно-обогатительный комбинат» реализуется в ближайшие 3 – 6 лет. Значительная часть промышленных регионов страны перешла в разряд депрессивных полигонов с соответствующими нерешенными техногенными и экологическими проблемами [4 – 6].

Говоря об утилизации так называемых хвостов и осознавая важность вопросов техногенной экологии, можно констатировать, что до 1991 года все отходы гидрометаллургических заводов (ГМЗ) откачивались в ближайшие балки

без заливки гидроизоляции. В результате чего в атмосферу и недра выделялось значительное количество природных радионуклидов, что пагубно влияло на экологическую обстановку Кировоградской области. Единственное требование, которое соблюдалось и соблюдается – это покрытие шламов слоем воды, которая защищает от образования сухих пляжей в прибрежных зонах. Так в желтоводском шламохранилище ГМЗ заскладировано более 11 млн т отходов, которые удерживаются насыпной плотиной, высотой более 120 м. Учитывая высочайшую стоимость черноземов Кировоградщины и распаеванность земель, отсутствует возможность выведения их из частной собственности. Эти факты являются приоритетными в вопросах экологической безопасности при отработке запасов нового и самого крупного в Европе – Новоконстантиновского месторождения с дальнейшим обогащением урановой руды до закиси-оксида [1].

Изложение основного материала. Долголетний опыт отечественной и зарубежной горнодобывающих отраслей показал, что проблемы рационального освоения природных ресурсов, управления состоянием массива горных пород, повышения полноты и качества извлечения полезных ископаемых, обеспечения безопасности горнодобывающих производств, снижения выделения метана и радона в горные выработки решаются путем применения систем разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства. Анализ применения камерных систем с твердеющей закладкой на примере ЧАО «Запорожский железорудный комбинат» (ЧАО «ЗЖРК») показал ее конкурентоспособность в части высокого качества извлечения георесурсов даже при добыче относительно дешевых железных руд.

Новый подход утилизации шламов в пастообразную закладку целесообразно реализовать и для радиоактивно-опасных терриконов, которых достаточно много на территории нашей страны. При этом способе складирование шламов на земной поверхности не превышает 20% от общего объема. Переход с самотечной твердеющей закладки на пастообразную на руднике «Garpenberg» с производственной мощностью 1,2 млн т в год позволяет ежегодно экономить за счет снижения потерь металла до 9 млн Евро. Кроме того, исчезла проблема откачки дренажных вод от самотечной гидрозакладки, снизились сроки простоя очистных камер, находящихся под дренажем, твердением и набором прочности закладочного массива, что дополнительно экономит до 2,3 млн Евро. В самотечной твердеющей закладке любой шлам в количестве более 40% резко снижает прочность искусственного массива из-за сегрегации грансостава в слое воды, покрывающем не потерявшую подвижность закладку. В пастообразную закладку можно ввести до 80% шламов от объема закладываемых пустот, получая при этом однородный равнопрочный по объему искусственный массив [7].

Внедрение новых технологических систем закладочных работ с утилизацией отходов переработки горнодобывающих производств позволит существенно улучшить экологическую обстановку и в угледобывающих регионах. В Украине значительно развита угольная отрасль. Пятая часть украинских запасов каменных углей сконцентрирована в Донецкой области, которая занимает 4,4% территории страны. На территории Донбасса сосредоточено 90% дей-

ствующих шахт Украины, которые на протяжении 100 лет ведут интенсивную разработку запасов угля. Техногенные проблемы угледобычи проявляются на всей территории Донбасса и в местах сжигания угля. Угольная отрасль Украины насчитывает свыше 4 тыс. источников выбросов газообразных и аэрозольных веществ, загрязняющих атмосферу. Проблема с локализацией загрязнения территориями проявляется в выпадении токсичных осадков, загрязнении подземных и поверхностных источников. Не менее важна проблема утилизации шахтного метана. Даже после закрытия и ликвидации отработанных запасов шахт в опасную зону распространения метана попадают земельные угодья, лесные массивы и жилые дома. Утилизация шахтного метана на сегодняшний день широкого применения не нашла. Помимо этого, подработка гидрогеологических горизонтов привела к снижению питьевых запасов в результате смешивания с высоко минерализованными водами, которые прокачивают через системы шахтного водоотлива [5].

По уровню образования вредных веществ их и объемам выбросов в атмосферу горнодобывающая промышленность является одной из отраслей, наиболее загрязняющих воздушный бассейн. В результате деятельности горнорудных предприятий техногенное влияние на воздушный бассейн оказывают организованные и неорганизованные выбросы экологически опасных веществ, что приводит к запылению и загрязнению атмосферы в рабочих зонах и прилегающих территориях, росту заболеваемости и негативному влиянию на растительность и живые организмы. При этом характер и масштабы этого влияния в каждом конкретном случае различны и определяются производственно-техническими и зонально-климатическими особенностями разрабатываемых месторождений. В настоящее время для снижения негативного влияния на окружающую среду, а в частности атмосферный воздух, во время проведения взрывных работ все карьеры страны переведены на эмульсионные взрывчатые вещества (ВВ), при взрывании которых в атмосферу выбрасывается в 14 раз меньше экологически опасных веществ, чем при использовании тротилосодержащих ВВ. На сегодняшний день на железорудных шахтах Украины до сих пор в качестве основных ВВ используются тротилосодержащие аналоги. После проведения взрывных работ, связанных с подземными горными работами, отработанный воздух из шахт выбрасывается в без очистки атмосферу, так как на сегодняшний день не существует эффективного оборудования и очистительных сооружений для улавливания, и очистки газов, которые выбрасываются на поверхность в значительных объемах. В зависимости от расположения шахт и их вентиляционных стволов, исходящая струя воздуха, насыщенная экологически опасными веществами, негативно воздействует на объекты окружающей среды, здоровье населения и растительность, произрастающую на прилегающей к предприятию территории [9].

Выполнив анализ технологии ведения очистных работ в добычных блоках шахт ЧАО «ЗЖРК» можно сделать вывод, что технология отбойки руды при камерной системе разработки предусматривает использование значительных объемов тротилосодержащих ВВ. Поэтому с 2013 года для снижения уровня

экологической опасности начала внедряется технология ведения очистных работ, предусматривающая использование эмульсионных ВВ [10]. В результате использования на подземных горных работах эмульсионных ВВ позволило снизить загрязнения атмосферы продуктами взрыва до 50% и уменьшить ингибирующее воздействие на состояние биоиндикаторов до 15% по сравнению с применением тротилосодержащих ВВ [11].

Акцентируя внимание на экологических проблемах при условии достижения энергетической самодостаточности, можно отметить, что экологически безопасная угольная энергетика требует намного больших усилий и гораздо больших затрат, чем атомная энергетика. Радиационное загрязнение в районе угольных ТЭС в несколько раз выше радиационного фона вокруг любой АЭС. Радиационное загрязнение вокруг угольных ТЭС возникает в результате того, что в угле любой марки имеются природные радиоактивные изотопы. Кроме того, угольная электростанция мощностью 1 ГВт выбрасывает в год до 50 тыс. т окислов серы, 25 тыс. т окислов азота и 400 т токсичных металлов. ТЭС такой мощности потребляет в год 1500 эшелонов угля по 50 вагонов в каждом. Для сравнения, АЭС такой мощности потребляет только несколько специальных вагонов с ядерными топливными сборками. По химическому загрязнению окружающей среды угольные ТЭС намного токсичнее, чем АЭС. При сжигании угля образуются такие неразрушающиеся концентраты, как соединения бериллия, кадмия, никеля и хрома. Они могут вызвать в 1000 раз больше летальных исходов, нежели ядерные отходы. Оксиды серы и азота, образующиеся при сжигании угля, вызывают кислотные дожди с известными последствиями. ТЭС кроме токсических веществ выбрасывают в атмосферу и радионуклиды, причем в большем количестве, чем АЭС, работающие в нормальном режиме, если исходить из расчета на 1 кВт в ч выработанной энергии. Радиоактивные и жидкие отходы, выбросы АЭС и установок топливного цикла, представляющие риск для окружающей природной среды и здоровья населения, находятся под строгим контролем [8].

По данным Национального института стратегических исследований СНБО Украины, «нефтяной» киловатт-час причиняет на 20% меньше вреда окружающей среде, чем «угольный», «газовый» – на 40%, безаварийно работающая АЭС – в 14 раз менее вредна, чем угольная ТЭС. Сравнения, проведенные специалистами МАГАТЭ, показали большую безвредность ядерно-топливного цикла. Так в расчете на 1 ГВт мощности в год смертность, обусловленная производством электроэнергии на ТЭС, работающих на газе, до 30 раз, а на угле и нефти – до 300 раз выше, чем от ядерной энергетике. Сжигание органического топлива ведет к глобальному парниковому эффекту и уменьшению кислорода в атмосфере. Необходимо принять решение о целесообразности выделения средств на повышение безопасности работы АЭС или на нейтрализацию экологического ущерба, наносимого тепловыми станциями. Мы можем констатировать, что с 2007 года мировая генерация электроэнергии от разных энергетических ресурсов выглядела таким образом: уголь и другое твердое топливо – 40%, гидравлическая энергия – 19%, АЭС – 16%, газ – 15%, нефтепродукты – 10%. Оценка,

сделанная независимыми экспертами, показывает, что среди альтернативных углеводородному топливу источников энергии возможно следующее распределение: ядерное топливо – 73,6%, гидроэнергия – 22%, ветровая энергия – 2,9%, геотермальная энергия – 1,4%, солнечная энергия – 0,1%. Например, отработка Новоконстантиновского месторождения урановых руд производительностью 2,5 млн т год позволит получить с добытой урановой руды 46 ТВт электроэнергии каждый год. Для производства такого же количества электроэнергии на тепловых электростанциях необходимо ввести в действие 28 – 30 угольных шахт с объемом добычи приблизительно 1 млн. т угля в год каждая. Подытоживая можно отметить, что в современных условиях практически нет альтернативы ядерной энергетике. Таким образом, следует отметить, что атомная энергетика – одно из ключевых направлений обеспечения энергетической независимости Украины. Это необходимый и неизбежный выбор, и сегодня Украина имеет все предпосылки для создания собственного атомного цикла, а также обеспечения страны ядерным топливом на 100% [8].

Выводы.

1. Технологии добычи полезных ископаемых с применением пастообразной закладки выработанного пространства имеют высокую перспективность при эксплуатации отечественных месторождений стратегических полезных ископаемых.

2. Применение на подземных горных работах эмульсионных ВВ позволит снизить техногенную нагрузку на атмосферный воздух и уменьшить индекс экологической опасности до 40%.

3. Захоронение до 80% объема активных шламов, которые образуются при обогащении природного урана, должны утилизироваться в пустотах выработанного пространства в составе пастообразной твердеющей закладки.

4. Сохранение земной поверхности и возможность утилизации части отходов горнорудных и других производств позволяют поддерживать природное равновесие в окружающих массивах горных пород, уменьшить расходы на содержание отвалов, шламохранилищ и снизить техногенную нагрузку на территории Украины и предотвратить возможные экологические катастрофы.

Перечень ссылок

1. Хоменко О.Е. Энергетическая независимость Украины и ее экологическая цена / О.Е. Хоменко, А.П. Дронов // *Вісник КТУ*. – 2009. – Вып. 23. – С. 34 – 38.
2. Горнорудное дело Украины в сети Интернет: Справочник / О.Е. Хоменко, М.Н. Кононенко, А.Б. Владико, Д.В. Мальцев – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 288 с.
3. Хоменко О.Є. Система ресурсозберігаючих технологій видобування, обробки та використання у будівництві нових декоративних матеріалів / *Школа підземної розробки: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* – Ялта: Арт-Пресс, 2007. – С. 263 – 268.
4. Хоменко О.Е. Пути повышения эффективности работы шахт Криворожского железорудного бассейна / О.Е. Хоменко, В.Н. Почепов, В.И. Сулаев и др. // *Науковий вісник НГУ*. – 2004. – № 6. – С. 3 – 5.
5. Хоменко О.Є. Повторная отработка запасов Южно-Белозерского месторождения в сложных гидрогеологических условиях / Д.В. Рудаков, О.Е. Хоменко, О.Б. Владыко // *Школа*

- підземної розробки*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Ялта: Арт-Пресс, 2008. – С. 193 – 198.
6. Хоменко О.Е. О целесообразности закрытия марганцеворудных шахт Украины / О.Е. Хоменко, А.Б. Владыко, Н.В. Хоменко // *Форум гірників*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Д.: РВК НГУ, 2008. – Т. 1 – С. 129 – 134.
 7. Хоменко О.Е. Прогнозирование устойчивости очистных камер в условиях фильтрации для ЗАО «Запорожский железорудный комбинат» / А.Б. Владыко, О.Е. Хоменко, С.А. Козлов // *Науковий вісник НГУ*. – 2007. – № 2. – С. 13 – 15.
 8. Хоменко О.Є. Ядерно-паливна енергетика України: учора, сьогодні, завтра / О.Є. Хоменко // *Школа підземної розробки*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Ялта: Арт-Пресс, 2009. – С. 321 – 328.
 9. Mironova, I., Borysovs'ka, O. Defining the parameters of the atmospheric air for iron ore mines. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, 2014. – 333-339.
 10. Khomenko, O., Kononenko, M., Myronova, I. Blasting works technology to decrease an emission of harmful matters into the mine atmosphere. *Mining of Mineral Deposits*, – 2013 – 231 – 235.
 11. Gorova, A., Kolesnyk, V., Myronova, I. Increasing of environmental safety level during underground mining of iron ores. *Mining of Mineral Deposits*, – 2014. – № 8 (4), – 473 – 479.

ABSTRACT

Purpose. The analysis of environmental risks in the technogenically-loaded regions of Ukraine and development of possible ways of their decision.

The methods. Complex method of a research including the analysis of indicators of the mining enterprises activity and their influence on the environment was used for purpose achievement.

Findings. As a result of the analysis of activity of mining enterprises, environmental risks for the technogenically-loaded regions of Ukraine are established and ways of their decreasing are proposed.

The originality Additional waste recycling, preservation of land surface, decreasing in pollution of the atmosphere are complex that allows to reduce environmental risks in the technogenically-loaded regions of Ukraine.

Practical implications. Ways of decreasing of technogenic loading in mining regions by means of usage during mining of mineral deposits and technologies that reducing technogenic loading on regions are offered.

Keywords: *mining enterprise, technogenic loading, ecological risk, waste recycling, surface preservation, atmosphere pollution.*