

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 плотной, 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.*