

УДК 622. 235

В.И. МУЛЯВКО, д-р техн наук, проф.,  
А.М. КИРИЧЕНКО, С.Н. ПАНОВА, кандидаты техн. наук, доц.  
Криворожский национальный университет

## **ПУТЬ РЕШЕНИЯ ГОРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРИВБАССА В БЕЗОПАСНОМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОМ НЕДРОИСПОЛЬЗОВАНИИ**

Рассматривается экологическое состояние горно-металлургического Кривбасса и намечаются пути возможного решения этой проблемы. Интенсификация научно-технического прогресса неизбежно приводит к усилению воздействия человека на окружающую среду, что порождает противоречия во взаимодействии общества и природы и возникают экологические проблемы.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** На современном этапе влияние хозяйственной деятельности человека на природную среду настолько многогранно, что в ряде случаев подошло к критическому порогу, когда негативное воздействие горного производства на окружающую среду протекает быстрее и интенсивнее природных процессов рельефообразования. Поэтому при разработке технологических процессов горного производства приоритет должен быть отдан безотходной или малоотходной технологии производства, как основе экологически безопасного недропользования.

Серьезной экологической проблемой стали отходы производства. Промышленный Кривбасс ежегодно создает сотни миллионов тонн отходов. Доминирующими среди них являются породы вскрышных работ горно-обогатительных комбинатов и шламы черной металлургии. Экономическая незаинтересованность предприятий, низкий технологический уровень, отсутствие современного оборудования по переработке привели к тому, что утилизацию проходит лишь незначительная часть отходов, а темпы их образования и накопления на территории Кривбасса остаются прежними.

**Анализ исследований и публикаций.** В этой связи тяжелая промышленность Украины занимает лидирующее место в плане негативного воздействия на природную среду.

Известно, что в среднем в Украине скопление горнопромышленных отходов составляет  $3 \cdot 10^6$  кг/км<sup>2</sup>, а в промышленном Приднепровье и Донбасе этот показатель достигает  $8-18 \cdot 10^6$  кг/км<sup>2</sup>. В значительной степени заваленными отходами являются Луганская, Запорожская, Полтавская области и Крым [8-11].

Складирование промышленных отходов ведет к постоянному отчуждению сельскохозяйственных угодий. На территории Донецкого региона имеются в наличии более 1000 породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик, где собрано порядка 2 млрд т отходов. Кроме того, продолжают увеличиваться отходы черной металлургии (0,6 млрд т), цветной металлургии (68 млн т) и предприятий химической промышленности (21,5 млн т). Под ними занято более 20 тыс. га земли.

Еще более ощутимы техногенные нагрузки на природную среду в Криворожском регионе. Особенно негативное влияние оказывают открытые горные работы.

В Криворожском бассейне ежегодно добывается и складировается в отвалы около 70 млн м<sup>3</sup> пород и направляется в хвостохранилище более 60 млн м<sup>3</sup> отходов обогащения. Возрастают соответственно затраты на их складирование и вынужденное отчуждение сельскохозяйственных угодий. До настоящего времени в лучшем случае используется только одна треть наиболее ценных отходов. Нагромождение отходов горного производства продолжает прогрессировать.

Добыча железной руды на семи карьерах Кривбасса привела к отчуждению более 30 тыс. га сельскохозяйственных угодий, а площадь земли занятой внешними отвалами горно-обогатительных комбинатов составляет более 7,0 тыс. га. Ежегодное отчуждение земель для указанных потребностей составляет порядка 400-500 га. В результате этого интенсивному преобразованию подвергается природный ландшафт за счет создания значительных по объему карьерных выемок и отвальных массивов. В настоящее время глубина карьеров достигла отметки 350 м, а высота внешних отвалов составляет 100-120 м. Всего же общий объем отвалов в горно-

обогащительных комбинатах Кривбасса составляет более 2,1 млрд м<sup>3</sup>, а накопленные объемы хвостохранилищ около 1,6 млрд м<sup>3</sup>.

Кроме того, формирование огромных поверхностных отвальных массивов создаст условия для проявления сильной ветровой эрозии, что приводит к значительному запылению прилегающих территорий. Общая площадь запыления от отвалов Кривбасса составляет порядка 400 тыс. га, при этом отвалы пылят на расстояние до 6 км, а шламохранилища до 9 км в зависимости от погодных условий. Этот фактор следует относить к постоянно действующим, так как пыль, оседая на окружающие территории, загрязняет земную поверхность, а при последующем растворении токсичные соединения мигрируют в почвы, подпочвы и, в конечном счете, в подземные воды.

Существенное влияние на окружающую среду оказывает подземная разработка железных руд Кривбасса, которая достигла глубины 1500 м. Ежегодная выемка из глубин земной коры до 5 млн м<sup>3</sup> руды и пустой породы неизбежно приведет к нарушению естественного равновесия геологической среды. Учитывая наличие на дневной поверхности миллиардных объемов внешних отвалов и хвостохранилищ, глубины карьеров 250-350 м и подземной разработки руд на глубине до 1500 м можно ожидать катастрофических последствий техногенных сдвижений [2].

В этих условиях крайне важно обоснованно прогнозировать последствия техногенного воздействия на природу. Необходимо предвидеть к чему может привести добыча открытым и подземным способами железной руды в Кривбассе и складирование в отвалы вскрышных пород и отходов обогащительных фабрик в хвостохранилища.

Известны случаи провалов и проседаний земной поверхности над современными и старыми горными работами [12,15]. Впервые на масштабное воздействие горных разработок, нарушающее изостазию на участке земной коры, обратил внимание А.Д. Сашурин [13,14], который отметил идентичность деформаций пород возникающих при природных землетрясениях и деформаций, вызванных горными разработками. Такие техногенные проявления неоднократно наблюдались, например, в Хибинах, где ежегодно извлекается около 100 млн т горной массы, в Карагандинском угольном бассейне (Казахстан), что приводило к микроземлетрясениям и сильным горным ударам. Последние происходили в непосредственной близости от разрывных тектонических нарушений. Изменение напряженного состояния в массиве в результате горных работ приводит к образованию крупных трещин и значительным подвижкам.

Земные пласты находятся в состоянии сжатия как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Воздействия на пласт (выемка пород, массовые взрывы, откачка подземных вод и пр.) всегда создают опасность возможного импульса способных вызвать вертикальные и горизонтальные перемещения блоков земли, что приводит к техногенным землетрясениям.

Укрупненные расчеты, проведенные А.Д. Сашуриным на основе известной задачи Буссенеска показали, что при техногенных нагрузках  $(0,5-2,0) \cdot 10^9$  т, соответствующих горнодобывающим предприятиям, вертикальные перемещения земной поверхности достигают, соответственно 0,3-1,1 м и сопоставимы с величинами смещений, выявленных в районах мощных землетрясений.

Следовательно, работы большинства средних и крупных горнодобывающих предприятий таят в себе опасность проявления техногенных землетрясений или подвижек по разломам, где главным фактором является неоднородность нагружения литосферной плиты. На участке разгрузки, соответствующем территории карьера происходит поднятие массива и земной поверхности. На участке нагрузки, где размещаются вскрышные породы, происходит проседание. Шламохранилище, как участок нагрузок, также вызывает проседание почвы. Величины поднятия и оседания примерно одинаковы и достигают 1 м.

Техногенное моментное нагружение литосферы создает аномально высокий градиент вертикальных смещений на границе раздела между участками разгрузки и нагрузки, представляющей наиболее вероятную область возникновения, развития и проявления очагов техногенных землетрясений и подвижек, в результате изменения в этих слоях энергетического состояния земли.

Учитывая, что отработка Криворожского месторождения подошла к той стадии, когда разрушение горного массива и природного ландшафта столь велики, что возникает возможность сейсмического проявления вследствие изменения напряженного состояния пород, что может спровоцировать такие техногенные явления, как горные удары, сползание уступов бортов карьеров и сдвигов отвалов горных пород и др. Дополнительным импульсом перенапряжения горных пород служат массовые взрывы на карьерах и в шахтах. Особую ценность сегодня представляет достоверная информация о состоянии горных работ (открытых и подземных) и тенде-

ниях их развития на перспективу.

Следует отметить, что в мировой практике отсутствуют подобные варианты отработки одного и того же месторождения открытым и подземным способами, где нарушенные зоны могут оказаться под бортом карьера, а карьерные отвалы - в зоне обрушения подземных рудников и др. Все это свидетельствует о необходимости системного изучения современных ландшафтно-образующих процессов на Криворожье и разработки новых подходов к обеспечению безопасного и экологически сбалансированного природопользования. Одним из важнейших направлений в этой области, нам представляется, изучение геодинамических особенностей территории в плане развития и интенсификации горных работ. Ярким примером кризисной экологической обстановки в Кривбассе могут служить оползневые процессы на отвалах Ингулецкого горно-обогатительного комбината.

Не меньшую нагрузку на природную среду испытывает водный бассейн Кривбасса. Если предприятиями города в поверхностные водоемы ежемесячно сбрасываются более 120 млн м<sup>3</sup> сточных вод, то особенно острой становится проблема сброса высокоминерализованных шахтных вод, ежегодный объем которых составляет около 35 млн м<sup>3</sup>, и содержание солей в них достигает 32 г/л.

Непрерывный сброс пульпы в шламохранилища и отсутствие противифльтрационных экранов в ложе и ограждающих дамбах вызывают потери воды до 70 % от общего объема жидкой фазы. В результате этого окружающие территории подвергаются интенсивному подтоплению, а подземные воды - загрязнению до высоких концентраций солей тяжелых металлов.

Результатом действия водной нагрузки на природную среду является подтопление значительных площадей и гидрохимические процессы, которые обуславливают резкие изменения в гидрологической и гидрохимической обстановке региона [6].

При наличии такого объема техногенных образований горно-металлургический край погружается в бездну экологических проблем: разрушаются природные ландшафты, деградируют почвы, над шламохранилищами и отвалами интенсивное пылеобразование, высокоминерализованные шахтные воды сбрасываются в поверхностные водоемы - источники питьевого водоснабжения, что сказывается на здоровье местного населения. Для преодоления создавшейся ситуации необходимы разработка и проведение обоснованной в научном отношении государственной политики: экология Кривбасса должна отвечать уровню его экономического потенциала.

Для предотвращения отрицательных последствий антропогенной нагрузки на окружающую среду необходимо организовать горно-экологический мониторинг ситуации и контроля действий, обеспечивающих безопасное недропользование.

Вследствие отсутствия близ карьеров земель непригодных для использования, возник вопрос размещения вскрышных пород за счет увеличения высоты действующих отвалов. Поэтому разработка новых типов отвалов является одной из острейших проблем настоящего горнообогатительных комбинатов.

Анализ техногенных образований на горно-обогатительных комбинатах Кривбасса показал возможность и целесообразность использования отвалов и хвостохранилищ как техногенных месторождений для вторичной переработки отходов, к тому же это позволит существенно уменьшить отчуждение новых площадей сельскохозяйственных угодий под горные отвалы предприятий Кривбасса.

**Выводы и пути решения экологических проблем.** Для решения экологических проблем Кривбасса должны быть разработаны принципы экологической безопасности, когда предприятия будут заинтересованы инвестировать пусть более затратные, зато экологически чистые технологии. Поэтому, приоритетными для Криворожского бассейна, по нашему мнению, должны быть следующие направления:

создание единой системы экологического мониторинга [3];

разработка программ перспективных технологий переработки и утилизации отходов горно-производства, включающая:

технологии совместного складирования сухих и жидких отходов производства, что существенно уменьшит потребность в новых площадях под их складирование;

технологии сухой переработки „хвостов” обогащения, что значительно снизит водную нагрузку на технологический процесс и обеспечит дополнительные свободные объемы хвостохранилищ для складирования отходов производства;

усовершенствование технологии магнитной сепарации и совместного обогащения магнетитовых и окисленных руд [5].

розробку апаратів нового покоління для ефективного улавлювання пилу с одночасним розділенням її на корисні компоненти [1,7].

вовлечение „хвостов” горнообогатительных комбинатов в производственный цикл в виде вторичных ресурсов [4].

розробку нової технології всередині фабричного водооборота.

Реалізація перелічених програм дозволить, забезпечити екологічну безпеку Криворізького регіону шляхом суттєвого зменшення непомерно важкої навантаження на оточуюче середовище.

Для гармонізації екології з економікою необхідно українським підприємствам створити такі умови, щоб кожне виробництво не тільки відповідало за те відходи, які в ньому утворюються, але й були економічно зацікавлені в їх утилізації.

### Список литературы

1. Деклараційний патент України № 48631 «Відцентровий магнітний сепаратор». **Бизов В.Ф., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Думанська Л.П.** Бюл.№8,2002.
2. **Вілкул Ю.Г., Корж В.А., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Кудрявцев М.І.** Про тектонічні прояви в надрах Криворізького басейну. / Зб. наукових праць. Вісник КТУ – Кривий Ріг - 2006 С. 33-37.
3. **Кіріченко А.М., Мулявко В.І., Кудрявцев М.С., Ковалевський В.А., Панова С.Н.** К вопросу горно-экологического мониторинга Криворожского месторождения железных руд: 1-я Всеукраинская научная конференция «Мониторинг природных и техногенных сред» Симферополь, 2008.
4. **Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Олейник Т.А., Мулявко В.І., Кушнирук Н.В., Ковалевський В.А.** Лабораторная переработка отходов горнорудного производства, как источник минимизации техногенных нагрузок на природную среду. Вестник КТУ. Вып.19, 2007.
5. Патент України на корисну модель «Барботажний магнітний сепаратор» **Губін Г.В., Олейник Т.А., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Ткач В.В.** №35749.10.10.08. Бюл.№19, 2008.
6. **Пінська Л.І.** Фактори забруднення довкілля, пов'язані з діяльністю залізодобувних підприємств Кривбаса. Відомості Академії гірничих наук України, №4,1997.
7. Патент України на корисну модель А68638 «Багатопродуктивний магнітний сепаратор» від 10.04.20122. **Мулявко В.І., Олейник Т.А., Кіріченко А.М.**
8. **Люкшин В.С., Камзист Ж.С., Коваленко А.В.** «Рациональное природопользование» К.1997, 488 с.
9. **Бент О.И.** Комплексность использования минерально-сырьевых ресурсов / Информационный бюллетень о состоянии геологической среды Украины за 1991г. вып.12.К.ГГП «Геопрогноз» 1992. С.97-102.
10. **Горкина И.Д., Григорьева С.В.** Оценка влияния горнодобывающих предприятий на изменение геологической среды / Охрана и рациональное использование геологической среды в районах интенсивного хозяйственного освоения УССР и юга РСФСР.К.,УкрНИИТИ, 1989. - С. 106-107.
11. **Плотников Н.И., Карцев А.А., Ломтадзе В.Л., Росинец И.И.** «Итоги и задачи изучения измерений геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых». /Проблемы рационального использования геологической среды. Сб. научных трудов. М.Наука,1988.
12. **Хайдаров М.С., Ильина В.В.** Проблемы техногенной сейсмичности. Журнал «Промышленность Казахстана»№ 3».2001.
13. **Сашурин А.Д.** Явление изостазии при разработке месторождений полезных ископаемых./Приложение результатов исследований полей напряжений к решению задач горного дела и инженерной геологии/ Апатиты: Колесный филиал АН СССР, 1985. - С.27-31.
14. **Сашурин А.Д.** Напряженно-деформированное состояние массива горных пород в районах добычи полезных ископаемых / Проблемы горного дела ИГД НрОРАН/Сб. научных трудов. Екатеринбург.1997.С.115-122.
15. **Сашурин А.Д.** Сдвигение горных пород на рудниках черной металлургии / Проблемы горного дела ИГД НрОРАН / Сб. научн. трудов. - Екатеринбург, 1999. - 268 с.

Рукопись постуила в редакцию 17.02.14

УДК 69.002.5

С.І. САХНО, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

## ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІНІ НАВАНТАЖУВАЧІВ З БОРТОВИМ ПОВОРОТОМ НА РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР МІЖ КОЛІСНИМ І ГУСЕНИЧНИМ РУШІЄМ

Розглянуто основні питання, що стосуються раціонального вибору між колісним і гусеничним рушієм міні навантажувачів з бортовим поворотом. Розглянуто переваги міні навантажувачів з різною ходовою частиною, наведені основні виробники даного виду машин. Виділено основні фактори впливають на вибір типу ходової частини.

**Ключові слова:** дорожні машини, будівельні машини, міні навантажувачі, ефективність, експлуатація.