

використанням інших технологічних схем розташування автосамоскиду під завантаження. Можливе подальше розв'язання рівняння похідної, та отримання формули для розрахунку оптимальної ширини заходки.

#### Список літератури

1. Новожилов М. Г., Эскин В. С., Корсунский Г. Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений. – М.: Недра, 1978. – 328 с.
2. Эскин В. С., Середа Г. Л., Корсунский Г. Я. Методика определения оптимальной ширины заходки при усложнённой бестранспортной системе разработки (Украинская схема). Сборник статей «Совершенствование техники и технологии открытой разработки месторождений». Вып. 2. – М.: Недра, 1969. – с. 140-147.
3. Маєвський А.М., Дробаха А.В. Оптимізація параметрів забою екскаваторів-драглайнів, що працюють у комплексі з автосамоскидами. Збірнику статей «110-річчя Кременчуцького державного політехнічного університету». Кременчук: КДПУ, 2010 - Вип. 2/2010. - с.72-81.
4. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 509 с.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТОЙ И ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ РУД В КРИВБАССЕ И ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

*М.С. Четверик, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина*

Изложено состояние горных работ по карьерам, подземным рудникам Кривбасса и некоторые технические решения для повышения эффективности их работы. Рассмотрено использование земельных ресурсов, их экономическая оценка, пути восстановления земель. Приведена проблема отведения карьерных и шахтных вод в р. Ингулец. Показано, что повысить экономическую эффективность горнорудных предприятий и улучшить состояние окружающей среды можно путем расширения их деятельности в направлениях, которые являются проблемными для мира и Украины.

#### **Введение**

Главным богатством Украины является земля, которая нам досталась в наследство от предыдущих поколений. Под ее плодородными черноземами залегают большие запасы различных полезных ископаемых, в том числе и железные руды Кривбасса. Их добыча на протяжении 130 лет открытым и подземным способами привела к изъятию только под горные объекты около 26 тыс. гектаров черноземов, плодородной земли. Истощились запасы богатых руд, усложнилась добыча бедных руд на глубоких горизонтах карьеров из-за больших объемов вскрышных работ, возросших расстояний перевозок. Нет мест для складирования отходов обогащения, вскрышных пород; хвостохранилища и отвалы переполнены и занимают огромные площади. Реки Ингулец, Саксагань и др. превратились в сточные воды промышленных предприятий. Существенный рост цен на электроэнергию, энергоносители, отсутствие устойчивого внутреннего рынка, уменьшение спроса на железорудную продукцию приводят к снижению производительности предприятий, к повышению себестоимости концентрата и снижению его конкурентоспособности. К тому же предприятия не производят капитальных вложений на совершенствование технологии добычи и переработки руд.

Развитие горнорудной отрасли Украины с 1960 годов происходило совместно с металлургической. Металлургическая отрасль осуществляла дотацию горных разработок по добыче руд. Железорудная продукция Кривбасса (в год около 150 млн. т. руды, 50 млн. т. стали по Украине) пользовалась спросом на широчайшем пространстве СССР, в Европе,

Японии и других странах. Существующая структура экономики Украины складывалась в соответствии с природными условиями, и плановым хозяйством СССР и Украины. В современных условиях хозяйственному комплексу Украины железорудная продукция и сталь в таких больших объемах не нужны.

Интенсивное развитие технического прогресса и возрастающие в мире глобальные проблемы: продовольствия, пресной воды, электроэнергии, экологии свидетельствуют о возможном совершенствовании структуры экономики мира, а, следовательно, Украины и Кривбасса. В этой связи возникает необходимо рассмотреть: перспективы открытой и подземной добычи руд в Кривбассе и пути рационального использования земельных ресурсов, что и является предметом исследования в данной статье. Ранее в такой взаимосвязи проблема не рассматривалась. Последовательность исследований такова. Рассмотрим состояние горных работ по карьерам и подземным рудникам Кривбасса и некоторые нами рекомендуемые технические решения для повышения эффективности их работы. Затем - использование земельных ресурсов, их экономическую оценку, пути восстановления земель. Кратко изложим состояние подземных и поверхностных вод. Пути изменения структуры экономики Кривбасса и технические решения по ее осуществлению. *Технические решения, принятые на перспективу, заложенные в проектах, являются основой нашего благополучия в будущем.*

### **1. Особенности развития горных работ по карьерам Кривбасса**

**1.1.** Карьер Ингулецкого ГОКа. Это единственный карьер в Кривом Роге, который обрабатывает крутопадающее месторождение по углубочной поперечной односторонней системе разработки при перемещении фронта горных работ с юга на север. Применяют циклично-поточную технологию для добычи руды и автомобильно-железнодорожный транспорт при выемке вскрышных пород. При таком развитии горных работ неизбежно увеличиваются расстояния транспортирования руды конвейерным транспортом до дробильной фабрики, вскрышных пород автомобильным транспортом до внутрикарьерных перегрузочных пунктов, которые сдерживают развитие горных работ. Повышения эффективности добычи руды можно достичь путем снижения затрат на выемку вскрышных пород. Этого можно осуществить при следующем развитии горных работ и технологии: 1. Произвести понижение горных работ в юго-восточной части карьера до конечной глубины. 2. Установить крутонаклонный конвейер по восточному борту карьера с переходом через железнодорожные пути. 3. Перегрузочный пункт с конусной дробилкой расположить в середине вскрышной рабочей зоны на восточном борту карьера ниже зоны работы железнодорожного транспорта. 4. По восточному борту карьера расположить горизонтальный конвейер. 5. Производить внутреннее отвалообразование в карьере с использованием опорно-звеньевого отвалообразователя на глубину 100 – 200 и более метров. 6. По мере перемещения внутрикарьерного отвального фронта работ ликвидировать перегрузочные пункты ЦПТ (циклично-поточная технология), извлекая при этом запасы руды, сосредоточенные под целиками.

**1.2.** Карьер Южного ГОКа имеет наиболее благоприятные горногеологические условия для добычи руды: низкий коэффициент вскрыши ( $0,2 - 0,5 \text{ м}^3/\text{т}$ ); при определенных условиях развития горных работ руда может извлекаться без вскрышных пород; площадное залегание залежи и большие ее параметры. Развитие горных работ сдерживает карьер № 3 ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог», который отделен от карьера ЮГОКа железнодорожной веткой. Производительность карьера с 25 – 30 млн. т руды в год снизилась до 15, что привело к снижению экономических показателей. Целесообразно повысить производственную мощность карьера с применением комплекса ЦПТ с крутонаклонным конвейером до 30 млн.т.

**1.3.** Карьеры № 3 и № 2 ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог» добывают руду в пределах потребности металлургического завода. Производительность их низкая, около 15 млн. т руды в год. При этой низкой производительности, больших объемах вскрышных работ, большой глубине карьеров существенно повышается себестоимость добычи руды. Поэтому повышается и себестоимость металлургической продукции.

Целесообразным было бы такое решение. Горный отвод по карьере № 3 передать ЮГОКу. Карьер № 2 ликвидировать и использовать для размещения вскрышных пород, а возможно и сгущенных отходов обогащения. Руду для завода получать из карьера ЮГОКа по более низкой цене, чем себестоимость руды карьеров № 3 и № 2. Такое решение позволит улучшить экономические показатели ЮГОКа и ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог».

**1.4.** Карьеры Глееватский, Петровский и Артемовский являются сырьевой базой ПАО ЦГОК с производительностью 6,5; 6,0 и 1,5 млн. т в год соответственно. Петровский и Артемовский карьеры расположены на существенном расстоянии от обогатительной фабрики. Карьеры имеют большой коэффициент вскрыши и тяжелые горнотехнические условия разработки. Особенно это касается Глееватского карьера (карьер № 1), земельный отвод которого, перекрывается земельными отводами шахт «Октябрьска» и «Фрунзе». Они производят добычу руды на глубоких горизонтах. Кроме того, подземную добычу руды производили на небольшой глубине другими рудниками. Поэтому восточный борт Глееватского карьера подработан подземными горными работами. Вследствие этого на восточном борту карьера происходит сдвиг горных пород и их внезапное обрушение. Это усложняет работы, а на отдельных участках они невозможны. Сырьевая база ПАО ЦГОК характерна следующим. 1. Небольшая производительность карьеров и существенная величина основных фондов обуславливают большую постоянную часть затрат в себестоимости руды. 2. Большой коэффициент вскрыши по всем трем карьерам также приводит к увеличению себестоимости руды. 3. Добычу руды производят на глубоких горизонтах, что приводит к большим затратам на транспорт. 4. Петровский и Артемовский карьеры расположены за несколько десятков километров от обогатительной фабрики, что приводит к большим затратам на транспортирование к ней необогащенной руды. 5. При разработке крутопадающих месторождений схемы вскрытия горизонтов, транспортные коммуникации располагают на борту карьера со стороны лежачего бока пласта. Здесь наименьший объем вскрыши, что позволяет формировать стационарный нерабочий борт. В условиях Глееватского карьера это его восточный борт. Сдвиг и внезапные обрушения горных пород не позволяют расположить на нем транспортные коммуникации, применить эффективное развитие горных работ, безопасно проводить горные работы по добыче руды и требуют дополнительных затрат.

Глееватский карьер предусматривают отрабатывать до глубины 600 – 700 метров с применением для добычи руды и выемки вскрышных пород автомобильного и автомобильно-железнодорожного транспорта. При этом будут создавать в карьере перегрузочные площадки для перегрузки руды с автомобильного в автомобильный транспорт. Это обусловлено тем, что необходимо преодолевать расстояния свыше 10 км. А по техническим условиям эксплуатации шин автомобилей допустимо только 5 км. Предусматривают более глубокий ввод железнодорожного транспорта - до минус 20 и минус 5 горизонтов; на 90 метров ниже существующих перегрузочных пунктов с автомобильного в ж/д транспорт. Переход к отработке горизонтов карьера с повышением углов откоса бортов карьера до 45-50 градусов.

Эффективность добычи руды на Глееватском карьере можно повысить путем создания перегрузочных пунктов с автомобильного в ж/д транспорт на минус 20 и на минус 5 горизонтах. Это позволит сократить расстояния перевозок автомобильным транспортом до 1,5 км. Перегрузочные площадки расположить на северном и южном участках карьера, частично разрабатывать восточный борт. Повышение углов откоса нерабочего борта карьера, частично позволит переместить горные работы из зоны сдвига в безопасные участки. Целесообразно применить ЦПТ с крутонаклонным конвейером и извлечь около 16 млн. т руды, законсервированной под транспортными коммуникациями. Это даст возможность достичь производительности карьера 10 – 11 млн. т руды и повысить экономическую эффективность.

На Артемовском и Петровском карьерах целесообразно применить технологию с предобогащением руды в карьерах.

Низкая производительность Артемовского карьера и сложности ее увеличения при большом коэффициенте вскрыши, свидетельствуют о целесообразности отработки этого

месторождения подземным способом. Вскрытие горизонтов можно осуществить автомобильными съездами непосредственно со дна карьера.

**1.5.** Карьеры Первомайский и Анновский являются сырьевой базой ПАО СевГОК. На Первомайском карьере, производительность которого составляет около 20 млн. т руды в год применяют для добычи руды ЦПТ горных работ. Осуществляют строительство комплекса ЦПТ для выемки и транспортирования вскрышных пород. При вводе его в эксплуатацию производительность карьера может быть существенно повышена. Рекомендуется существующий дробильный перегрузочный пункт, расположенный на горизонте минус 115 м, комплекса ЦПТ перенести по квершлагу на 100 метров. Это позволит извлечь 151,1 млн. т железной руды.

Анновский карьер комплексом ЦПТ разделен на два: северный и южный участки. На южном участке ввиду наличия руды более высокого качества понижение горных работ происходит более интенсивно. Возможно, горные работы на северном участке карьера прекратить и использовать это пространство для складирования сгущенных отходов обогащения и вскрышных пород. Необходимая производительность могла бы быть компенсирована путем добычи руды на Первомайском подземном руднике.

## ***2. Некоторые проблемы подземной добычи руд в Кривбассе***

Подземным способом в Кривбассе добывают богатые руды и бедные – магнетитовые кварциты. Богатые руды необходимо добывать на глубинах 1200 - 1500 метров, а бедные - на глубинах 200 – 700 метров. Важными проблемами при добыче природно-богатой руды подземным способом является переход на новую ступень вскрытия горизонтов с глубиной 1500 – 2000 метров. При добыче подземным способом магнетитовых кварцитов на небольших глубинах процессы сдвижения земной поверхности будут весьма существенны и могут принести большой вред. В каждом конкретном случае необходимы отдельные технические решения. Проблемы, которые возникают при этом, рассмотрим на примере развития горных работ на шахте Гвардейская и Первомайская.

*Шахта «Гвардейская»* производит добычу природно-богатой железной руды. Основная часть запасов отработана до глубины около 1000 метров, подготовительные и очистные работы ведутся на глубинах около 1200 метров. В связи с тем, что добыча руды производилась вначале на небольших глубинах без закладки выработанного пространства, то процессы сдвижения массива горных пород выходили на поверхность в виде воронок и существенно деформировали земную поверхность, которая не восстановлена. Поскольку залежи богатых руд имеют небольшие мощности, а иногда и небольшую длину по простиранию, то для обеспечения необходимой производительности шахты происходит интенсивное понижение горных работ. Оно приводит к увеличению протяженности выработок, увеличению расстояний транспортирования, высоты подъема и в, конечном итоге, к увеличению себестоимости руды, снижению ее конкурентной способности. Кроме того, при подземной добыче руды происходит ее разубоживание до 10-15 %, т.е. засорение пустыми породами, что снижает ее качество. Запасы природно богатых руд составляют около 50 млн. т, прогнозные разведаны до глубины 2060 м. Запасы магнетитовых кварцитов составляют 260,2 млн. т. С целью поддержания мощности шахты «Гвардейская» предусматривают вскрытие и разработку богатых железных руд горизонтов 1430 - 1510 м. Из этого следует, что месторождение является перспективным, и его можно разрабатывать продолжительный период. Возможно, было бы эффективным вести добычу магнетитовых кварцитов одновременно с добычей богатых руд. Поскольку руды залегают на относительно небольшой глубине, то если для их разработки применить эффективную технологию, современное оборудование, произвести обогащение, то можно получить концентрат с содержанием железа до 65 %. Это направление для шахты «Гвардейская» может быть эффективным на длительный период.

Для разработки богатых руд на глубоких горизонтах предусматривают провести подготовительные выработки от стволов «Гвардейский № 1» и «Новый». Рассмотрены в проекте Кривбасспроект два варианта выдачи пустых пород от проходки горных выработок. Первый. Порода выдается на поверхность скиповым подъемом ствола «Новый». При этом необходима реконструкция ствола путем приобретения многоканатной подъемной машины,

строительства нового машинного здания и усиление копра. Второй. Порода выдается на поверхность скиповым подъемом ствола «Новый». При этом проходят два слепых углубочных ствола у стволов шахт «Гвардейская» и «Новая». По этим слепым углубочным стволам предусматривается выдавать породу бадьевым подъемом, а затем с перегрузками скиповым подъемом ствола «Новый». При таком техническом решении реконструкция скипового подъема ствола «Новый» не требуется. Технические особенности вариантов: в первом варианте осуществляется модернизация скипового ствола «Новый» и возможности его использования в перспективе. При этом пустые породы выдаются на поверхность по более производительной схеме за счет модернизации ствола. Во втором варианте капитал вкладывается в проходку слепых углубочных стволов, которые после отработки горизонтов не будут нужны. Кроме того, породы выдаются непроизводительным и небезопасным бадьевым подъемом с целым рядом перегрузок. Поэтому более эффективным является первый вариант. Очень большой объем капитальных и подготовительных выработок на тонну вскрытых и подготовленных запасов. Отсюда и большая себестоимость.

Из изложенного, следует (это является важным и для других шахт):

1. Необходима разработка схем вскрытия горизонтов на большую перспективу, то есть до глубины более 2000 метров. Затем ее уточнять и совершенствовать.

2. Целесообразно производить добычу наряду с богатыми рудами и неокисленных кварцитов с производством концентрата. Это позволит повысить экономическую эффективность предприятия и расширить круг потребителей.

*Шахта «Первомайская»* предусматривалась как сырьевая база создаваемого Первомайского железорудного комбината по подземной добыче магнетитовых кварцитов. Реконструкция рудника производилась с 1972 по 1991 г. При этой реконструкции были заложены технические решения и оборудование прошлого столетия, т.е. около 30 лет назад. Полученный железорудный концентрат при подземной добыче магнетитовых кварцитов имел более высокую себестоимость, чем при открытой разработке. В связи с осложнившейся экономической ситуацией рудник был законсервирован, а затем передан в состав СевГОКа. При увеличении глубины карьеров СевГОКа, росте коэффициента вскрыши, несмотря на наличие рудного и строительство вскрышного комплекса циклично-поточной технологии, себестоимость концентрата будет увеличиваться. Ситуация постепенно изменяется в пользу подземной добычи магнетитовых кварцитов, себестоимость концентрата из которых может сравниться с произведенным из руды, добытой открытым способом. Поэтому эксплуатация шахты «Первомайская» позволит увеличить производственную мощность СевГОКа по концентрату и повысить его экономическую эффективность. Однако некоторые технические решения требуют совершенства.

Предусматривается горизонт 220-360 м обрабатывать с использованием шахтных автосамосвалов с проведением наклонных съездов ортов-заездов с заходками. Руда доставляется к перегрузочным узлам, оборудованными щековыми дробилками. На поверхности руду перегружают со скипов на конвейеры и транспортируют на ДОФ. Пустые породы также выдают на поверхность теми же видами транспорта. Только на поверхности пустые породы перегружают из конвейера в автосамосвалы КраЗ и направляют в отвал. Принятая схема транспортирования пустых пород весьма дорогостоящая. Во-первых, из-за дробления пустых пород в дробилках, так как их необходимо дробить только для того, чтобы транспортировать конвейерным транспортом на поверхности. Во-вторых, из-за больших затрат на автомобильный транспорт при транспортировании их в отвалы автосамосвалами малой грузоподъемности. Для сокращения затрат можно применить следующую схему вскрытия и транспортирования пустых пород.

По горизонту 255 м выйти выработкой на борт Первомайского карьера. В случае необходимости, с нее пройти съезды для шахтных автосамосвалов на борт карьера. На борту карьера создать перегрузочный узел для перегрузки пустых пород из шахтных автосамосвалов в думпкары. Тогда пустые породы можно выдавать на поверхность без дробления и транспортировать железнодорожным транспортом в существующие отвалы. Это позволит также повысить производительность дробилки, стволов и конвейеров по руде, поскольку оборудование не будет использоваться для дробления и транспортирования пустых пород.

Добычу кварцитов будут производить на небольшой глубине без закладки выработанного пространства. В этой связи будет происходить обрушение земной поверхности. Над кварцитами четвертичные отложения представлены глинами. Они будут проникать в очистные камеры, и засорять руду. Поэтому предусматривают создать на поверхности карьер, глубиной 50 метров (это достаточно глубокий карьер) на площади 26,8 га, и убрать глину (чтобы не мешала). Возможно, выемка руды с закладкой выработанного пространства будет дешевле, чем создание карьера и после него на поверхности возникнет «мертвая зона».

Таким образом, развитие горных работ при открытой и подземной разработке свидетельствует об усложнении горнотехнических условий, которые будут приводить к увеличению себестоимости добычи руды. Отсутствуют технические решения, определяющие общие направления повышения эффективности добычи руд в отрасли.

### 3. Земельные ресурсы

Открытая и подземная добыча руд в Кривбассе приводит к разрушению богатства Украины: плодородных черноземов. Под горные объекты изъято и разрушено около 26 тыс. гектаров черноземов (рис.1).

Украина входит в тройку лидеров по производству зерна, в решении важнейшей проблемы мира: продовольственной. В 2013 г. Украиной было экспортировано около 25 млн. т зерна на сумму 10 млрд. долларов. Железорудного концентрата экспортировано 35,1 млн. т на сумму 3,1 млрд. долларов. Поставлено на экспорт 10 млрд. кВт час электроэнергии на сумму 0,6 млрд. долларов. Однако, экспорт зерна и электроэнергии не приводят к таким глобальным нарушениям земли, как добыча руд.

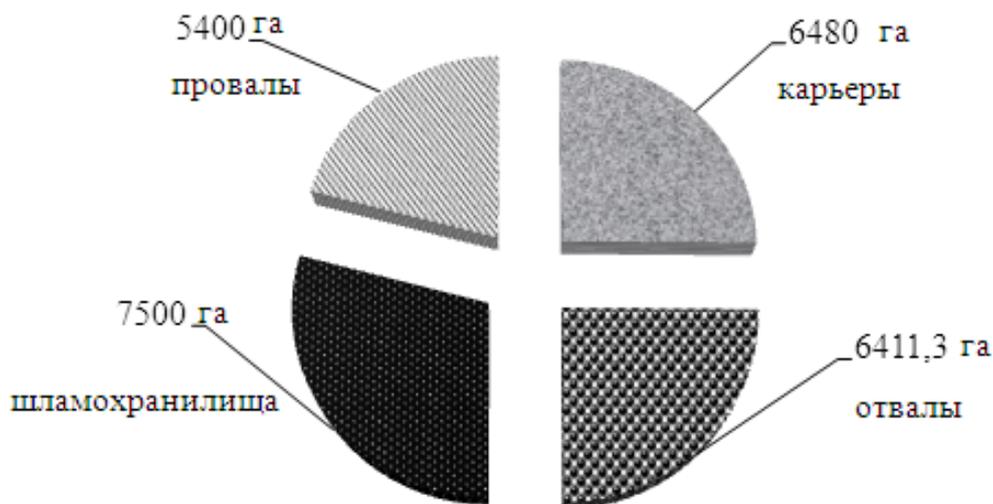


Рис. 1. Земли, используемые под горные объекты

Следует обратить внимание на следующее. Ни одна методика экономической оценки плодородной земли, не учитывает, что земля дает доход на протяжении столетий. А полезное ископаемое извлекаем в течение 30 - 50 лет, нарушив землю таким образом, что она не будет плодородной. На многих предприятиях Кривбасса находятся отвалы, отсыпанные до проектных отметок. Хранится в отдельных складах чернозем. Но отвалы не рекультивированы. Горные предприятия не применяют разработанные технологии рекультивации для восстановления земель.

Рассмотрим проблему использования земельных ресурсов на примере Петровского карьера. Возле бортов карьера расположены отвалы «Восточный» и «Северный». Они находятся на расстоянии 1200 метров от ближайших жилых домов п.г.т. Петрово. На расстоянии 500 – 1500 метров от карьера и отвалов находится Искровское водохранилище, созданное в русле реки Ингулец. Отвалы размещаются в балках и оврагах, которые являются приемниками осадков с водосборной площади и питают реку Ингулец. При углубке карьера до 500 метров необходимо

во внешних отвалах разместить около 2,3 млн. м<sup>3</sup> вскрышных пород. Для размещения отвалов предприятием взяты в аренду на 20 лет, расположенные возле карьера, земельные участки общей площадью около 140 га. Из них около 20 га для хранения растительного слоя. После аренды земли на протяжении 20 лет она не будет восстановлена в том виде, в каком она получена горным предприятием. В то же время, в течение 20 лет эта земля могла бы дать большую прибыль, чем производство концентрата из руды Петровского карьера.

Из изложенного следует, что при закрытии горных предприятий земли не будут восстановлены. Поэтому одним из путей улучшения ситуации может быть создание многопрофильных предприятий: чтобы они одновременно с добычей полезного ископаемого использовали нарушенные земли для производства продукции, разведения скотоводства и др.

#### **4. Водная среда**

Нарушения водной среды при горных разработках весьма обширны. Остановимся на двух главных проблемах Кривбасса. 1. Загрязнение реки Ингулец высокоминерализованными карьерными и шахтными водами. 2. Как изменится водная среда при прекращении деятельности горных предприятий.

Увеличение населения Земли, интенсивное развитие промышленного производства, орошаемое земледелие привели к большому количеству потребления пресной воды. Кроме того, часть населения проживает на территориях с ее минимальным количеством. По данным ЮНЕСКО к 2050 году около 50 стран с населением в среднем около 4 миллиардов человек будут вынуждены решать проблему недостатка пресной воды.

Территория Украины богата ресурсами природных пресных вод. На ее территории протекает большое количество рек. Однако в результате хозяйственной деятельности их ранее пресные воды стали непригодными для питьевого снабжения. Одной из главных проблем в горнодобывающих регионах Украины является поступление в гидрографическую сеть высокоминерализованных промышленных вод. Это затрудняет их использование для питьевого водоснабжения, орошения полей в сельском хозяйстве. Таких рек в Украине много: Ингулец, Самара, Днепр и др. Особенно засолены реки Ингулец, Саксагань минерализованными водами горных предприятий по следующим причинам.

##### *Загрязнение реки Ингулец*

*Первая и главная причина.* При подземной и открытой добыче руд и их обогащении производят водоотлив карьерных и рудничных вод. Ежегодно в Кривбассе откачивается 20—22 млн. м<sup>3</sup> высокоминерализованных шахтных вод (с минерализацией от 5 до 96 г/л при средней минерализации 30 г/л). В основном это хлоридные воды с высоким содержанием хлорид-, сульфат-, натрий-, калий-, магний- и кальций- ионов, превышающим предельно допустимые концентрации для поверхностных водных объектов, и почти 18—20 млн. м<sup>3</sup> карьерных вод. Вначале их непрерывно сбрасывали в р. Ингулец. Учитывая, что воды р. Ингулец используют для водоснабжения в г. Херсон, а также для орошения полей, то была принята следующая схема (в какой-то степени экологически «щадящая») сброса минерализованных вод. Минерализованные воды северной группы подземных рудников и карьеров откачивают до хвостохранилища ПАО «Северный ГОК».

Минерализованные воды южной группы подземных рудников и карьеров откачивают до балки Свистунова. В осенне-зимний период накопленные минерализованные воды сбрасывают в реку Ингулец за пределами г. Кривой Рог. Затем в предположительный период проводят промывание р. Ингулец пресной водой из Карачуновского водохранилища. Но, несмотря на это, а также на смешивание вод Ингульца с днепровской водой, качество воды, которая идет на орошение, очень низкое. Средняя минерализация ее за последние 20 лет составляет 0,6-3,6 г/л.

*Вторая причина* высокой минерализации вод р. Ингулец. Она заключается в том, что берега реки окружены отвалами скальных вскрышных пород, хвостохранилищами, карьерами. В результате атмосферные осадки, обогащенные растворенными в воде солями, поступают в реку. Из-за сброса высокоминерализованных вод в Николаевской области засолены и деградированы 58 тыс. га орошаемых земель, в Херсонской области — 1,5 тыс. га. Ежегодно на 1 га сбрасывается свыше четырех тонн разных солей, в том числе одна тонна

хлоридов. Очень низкое качество питьевой воды в г. Херсон и в г. Николаев. Вода в реках Днепр и Ингулец не соответствуют установленным нормативам. Минерализация откачиваемых вод изменяется от 5 до 96 г/л при средней минерализации 30 г/л. Соленость морской воды изменяется от 20 до 50 г/л. Следовательно, минерализованные шахтные и карьерные воды можно приравнять к морской воде.

#### *Прогноз состояния водной среды при прекращении деятельности горных предприятий*

Эту проблему рассмотрим на примере Петровского карьера. Отвалы вскрышных пород размещают в балках и оврагах, то есть в местах «неудобных» для сельского хозяйства. Однако эти балки и овраги были приемниками осадков с водосборной площади и питали р. Ингулец. По данным гидрогеологов за период эксплуатации карьера произошло изменение направления водного потока. Если в 1971 году (до интенсивной эксплуатации карьера) поток подземных вод был направлен в сторону реки Ингулец и Искровского водохранилища, то с 1987 года движение подземного потока направлено до карьера и со стороны реки и со стороны водораздела. Можно предположить, что когда добыча в карьере будет прекращена и он будет заполнен минерализованной водой, то направление водного потока восстановится. И он будет направлен в сторону реки Ингулец и водохранилища.

Это требует тщательного изучения и прогноза того, что произойдет с водной средой при прекращении деятельности горных предприятий с открытым способом разработки.

#### **5. Пути изменения структуры экономики Кривбасса и технические решения по ее осуществлению**

Ориентация экономики Кривбасса исключительно на добычу минерального сырья – добычу и обогащение железных руд, не соответствует потребностям Украины и не направлена на решение глобальных проблем мира: проблема продовольствия, пресной воды, энергетики. Наоборот, добыча руд приводит к ухудшению состояния водных и земельных ресурсов. Поэтому большой перспективы и экономического эффекта для Украины в добыче руд нет. Исходя из этого, необходима переориентация структуры экономики Кривбасса и горнорудных предприятий. Целесообразно, чтобы горнорудные предприятия были многопрофильными. Наряду с железорудной продукцией могли производить и сельскохозяйственную; не только потреблять электроэнергию, но и производить ее, опреснять карьерные и шахтные минерализованные воды и направлять их потребителям. Такая многопрофильность предприятий позволит повысить их экономическую эффективность на продолжительный период и улучшить экологическое состояние региона.

#### **Выводы**

1. Добыча руды в Кривом Роге открытым и подземным способами приводит к существенным нарушениям земельных и водных ресурсов не только в Кривбассе, но и за его пределами. Причем, получаемые экономические результаты от экспорта железорудной продукции не покрывают того ущерба, который наносится окружающей среде.

2. Горнорудные предприятия не вкладывают средства, а некоторые и не могут их вкладывать ввиду своей низкой эффективности, в совершенствование техники и технологии добычи руд, восстановление земель. На некоторых карьерах и рудниках принимают на перспективу такие технические решения, которые заведомо могут привести к убыточности предприятий. Горные работы по добыче руд рассредоточены по предприятиям с низкой их производительностью при высоком коэффициенте вскрыши, транспортных, энергетических расходах, что снижает их экономическую эффективность.

3. Направление, которое позволит повысить экономическую эффективность горнорудных предприятий и улучшить состояние окружающей среды является расширение их деятельности в направлениях, которые проблемны для мира и Украины.

#### Список литературы

1. Булат, А.Ф. Проблемы горного дела, энергетики и экологии / А.Ф. Булат, М.С. Четверик // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. - Днепропетровск, 2013. - Вып.110. - С. 3 – 13.

2. Четверик, М.С. Развитие энергетических систем світу та їх вплив на стабільний стан економіки і суспільства / М.С. Четверик, О.В. Мішина // Розробка родовищ 2014: щорічний науково-технічний збірник / ред. кол.: В.І. Бондаренко та ін.-Д.: ТОВ «Лізунов Прес», 2014. – С. 519 - 526.
3. Булат, А.Ф. Перспективные направления добычи урановых руд / А.Ф. Булат, М.С. Четверик // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2015. - № 3. - С. 68 – 76.
4. Четверик, М.С. Перспективы использования земельных ресурсов горнорудных предприятий Кривбасса для производства биотоплива / М.С. Четверик, Е.А. Ворон // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2012. - 3. - С.71-75.
5. Бубнова, О.А. Відновлення властивостей порушених гірничими роботами земель // *Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- Днепропетровск:- 2011.- № 94 .- С. 17 – 23.*
6. Четверик, М.С. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития // В.В. Перегудов, А.В. Романенко [и др.] *Кривой Рог: Дионис*, 2012. - 356 с.
7. Разработка теоретических основ функционирования техно-экосистемы «карьер – отвал – шламохранилище» при применении технологий и комплекса машин нового технического уровня: отчет о НИР (заключ.) [Текст]. ИГТМ НАН Украины; рук. Четверик М.С.; исп. Семенов А.П. [и др.]. – Днепропетровск, 2001. – 121 с.
8. Бабий, Е.В. Технология предобогащения железных руд в глубоких карьерах / Е.В. Бабий. – К.: Наукова думка, 2011. – 184 с.
9. Ворон, Е.А. Совершенствование технологии рекультивации карьеров при их доработке / *Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов.- Днепропетровск:- 2009. - №81. - С. 45-51.*

## **РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ І ОРГАНІЗАЦІЇ СЕЛЕКТИВНОГО СКЛАДУВАННЯ НЕКОНДИЦІЙНИХ ЗАЛІЗНИХ РУД**

*В.В. Панченко, Є.О. Стражко, Державний вищий навчальний заклад “Національний гірничий університет”, Україна*

*Д.В. Вінівітін, ВАТ «Полтавський ГЗК», Україна*

В роботі запропоновані раціональні технологічні схеми створення техногенних складів некондиційних руд: прибортового, на дні кар'єру та в межах земельного відводу. Приведена методика розрахунку параметрів цих складів та рекомендації щодо організації процесу їхньої відсипки.

### **Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.**

Кондиції на більшості залізрудних підприємств України залишаються незмінними і встановлені ще на етапі проектування кар'єру, тому проблема перегляду кондицій та залучення в переробку некондиційних руд в залежності від економічних та технологічних умов розробки родовища є актуальною [1]. Авторами зроблені певні кроки в цьому напрямку, а саме: виконано аналіз методологій техніко-економічного обґрунтування кондицій на залізну руду [1]; визначено зміну кондицій на мінеральну сировину як методологічний підхід з реалізації раціональної стратегії освоєння родовища [2]; визначена взаємозалежність можливого прибутку від бортового вмісту заліза в руді [3]; досліджений вплив бортового вмісту заліза в руді на поточний коефіцієнт розкриття [4]; запропонований механізм управління кондиціями на руду на стадії експлуатації кар'єру [5]; встановлена залежність ширини робочої площадки від бортового вмісту заліза в руді [6]; виконано техніко-економічне обґрунтування бортового вмісту для перевантажувального складу некондиційної залізної руди [7].

В питанні застосування змінних кондицій невизначеними залишається багато питань. Одне з них пов'язане із складуванням руди, яка на поточний період відноситься до некондиційної, але в майбутньому може бути визнана придатною до збагачення. Крім того, уже зараз при певних умовах некондиційна руда може доставлятися на переробку разом із кондиційною [7].