

СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ И ПЕРСПЕКТИВА ПОДДЕРЖАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПОДЗЕМНОГО КРИВБАССА

В.В. Перегудов, А.В. Романенко, В.П. Протасов, Государственное предприятие «Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности «КРИВБАССПРОЕКТ», Украина

Проведен анализ состояния сырьевых баз горнодобывающих предприятий и обеспеченности производственных единиц запасами природно-богатых железных руд до глубины 1500 м, целесообразности вовлечения в отработку запасов магнетитовых кварцитов. Определены основные реальные направления поддержания производственного потенциала подземного Кривбасса на длительную перспективу.

Проблема и ее связь с научной и практической задачей. Анализ работы предприятий, отрабатывающих запасы богатых железных руд подземным способом, свидетельствует о негативной тенденции снижения производственного потенциала подземного Кривбасса. Глубина отработки запасов железорудного сырья ограничена технической возможностью подъемных установок, которая составляет 1500 м, при фактически достигнутой по отдельным шахтам 1200 - 1400 м.

В то же время, на балансах предприятий числятся огромные запасы магнетитовых кварцитов (МК), залегающих на глубинах от 30 до 1500 м и богатых руд ниже 1500 м. Вовлечение в отработку МК и богатых железных руд на сверхглубоких горизонтах позволит не только сохранить производственные мощности по действующим шахтам, но и ввести в эксплуатацию временно законсервированные шахты, создать дополнительные рабочие места в одном из крупнейших промышленных регионов Украины. Поэтому, поиск эффективных технических решений по технологиям и своевременному вовлечению всех видов железорудного сырья в отработку взамен выбывающих мощностей, является важнейшей научно-практической задачей, реализация которой позволит поддерживать оптимальный уровень производственной мощности подземного Кривбасса на длительную перспективу.

Анализ исследований и публикаций. На разных этапах развития подземного Кривбасса анализу состояния горных работ и перспективе его развития посвящено множество предпроектных и проектных проработок, научных работ ведущих профильных специалистов горнорудной отрасли. Однако, отсутствие системного подхода по своевременному решению вопросов, связанных с расширением сырьевой базы, не позволяет создать благоприятные условия стабильного развития предприятий на длительную перспективу, избежать постепенного затухания производственного потенциала и колоссальных затрат на ликвидацию шахт после отработки запасов богатых железных руд, реабилитацию нарушенных горными работами земель и прилегающих территорий.

Постановка задачи. Оценка состояния горных работ и сырьевой базы подземного Кривбасса. Поиск возможных вариантов поддержания и увеличения производственного потенциала подземного Кривбасса за счет вовлечения в отработку всех видов железорудного сырья. Определение основных направлений текущего и перспективного развития. Недопущение развития негативных процессов, в том числе и экологических, в результате длительной и интенсивной эксплуатации месторождений железорудного сырья подземным способом.

Изложение материала и полученных результатов. В отличие от других отраслей промышленности предприятия горнодобывающего комплекса, в том числе с подземным способом разработки полезных ископаемых, в силу своих специфических особенностей вынуждены постоянно концентрировать свою инвестиционную деятельность на восполнение выбывающих производственных мощностей за счет строительства и оснащения новых нижележащих горизонтов.

Максимальный объем производства богатых железных руд в Кривбассе был достигнут в

1965 году и составлял 46,9 млн т. По мере отработки балансовых запасов и проведенной в 90-х годах реструктуризации предприятий отдельные шахты полностью выведены из эксплуатации и ликвидированы, две шахты законсервированы и выполняют функции гидрозащиты действующих шахт и прилегающих территорий (шахты «Гигант-Глубокая» и «Первомайская»).

На сегодняшний день добыча природно-богатых железных руд подземным способом в Криворожском железорудном бассейне осуществляется на 7 шахтах трех горнодобывающих предприятий (ПАО «Кривбассжелезрудком» - 4 шахты, ПАО «Суша Балка» - 2 шахты, ШУ ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» - 1 шахта).

Если в 2013 г., по отношению к 1995 году, производство железорудных концентратов по предприятиям Кривбасса увеличилось на 26,9 млн т (+86%), то производство богатых руд уменьшилось на 27,6 тыс. т (- 0,3%).

За последние годы наблюдается тенденция уменьшения доли богатых руд в общем объеме производства железорудного сырья (ЖРС) по Кривбассу.

Изменение удельного веса богатых железных руд за период 1995-2013 гг. приведено на рис 1.

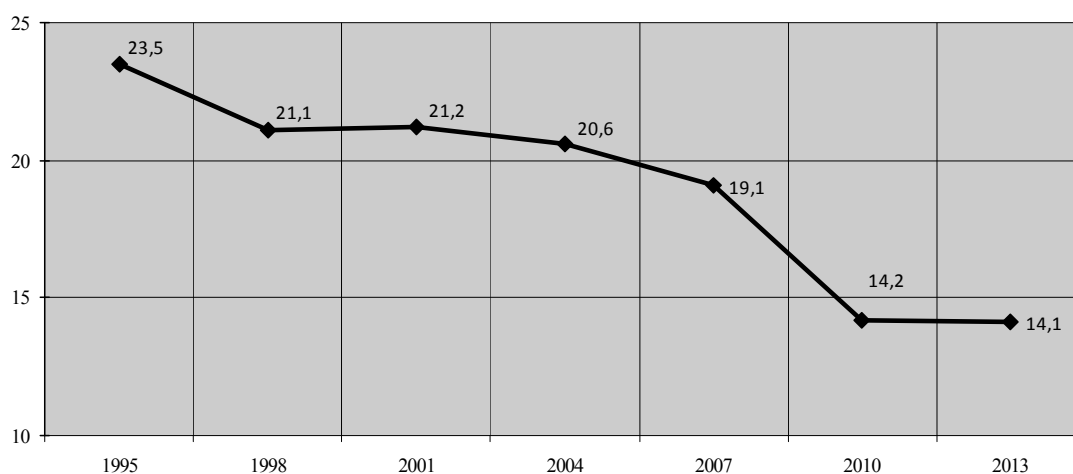


Рис. 1. Динамика удельного веса богатых железных руд в общем объеме производства железорудного сырья в Кривбассе.

Если в 1990 году удельный вес богатых железных руд в общем объеме производства ЖРС по Кривбассу составлял 26,3%, то в 1995 году снижен до 23,5%, а в 2013 году - до 14,1%.

Основные причины снижения объемов производства и удельного веса богатых железных руд в общем объеме производства ЖРС по Кривбассу:

- вывод из эксплуатации отдельных нерентабельных шахт и тех, которые отработали свои балансовые запасы (полная ликвидация или консервация);
- низкое природное качество железных руд в горном массиве (55-57%) и отсутствие эффективных технологий их дообогащения, высокие потери (до 12-15%) и засорение руды (до 10 %) при отработке запасов;
- высокие темпы понижения глубины отработки запасов богатых руд, которые составляют от 13 до 16 м в год и необходимость постоянного возобновления производственных мощностей;
- выклинивание отдельных залежей, что приводит к снижению балансовых запасов на новых строящихся горизонтах;
- ухудшение горно-геологических условий на глубоких горизонтах, негативное влияние горного давления на устойчивость горных выработок и камер различного назначения;
- низкая конкурентоспособность товарной продукции на внутреннем и внешнем рынках;
- снижение производственных мощностей шахт, вследствие интенсивного понижения горных работ (ограниченные технические возможности подъемных установок по подъему руды на поверхность с глубоких горизонтов);

- постоянный рост себестоимости добычи руды, связанный с увеличением удельного расхода горно-капитальных, горно-подготовительных и нарезных работ, затрат на поддержание горных выработок, вентиляцию, водоотлив;
- отставание горно-капитальных работ по строительству и вводу в эксплуатацию новых нижележащих горизонтов взамен выбывающих;
- отсутствие стратегии перспективного развития подземного Кривбасса на длительную перспективу;
- значительное отвлечение средств на минимизацию негативного влияния производственной деятельности предприятий на окружающую среду и прилегающие к ним территории, обеспечение безопасности производства работ на глубоких горизонтах.

Несмотря на наличие целого ряда нерешенных проблем, подземный Кривбасс был и остается основной сырьевой базой по богатым железным рудам всего горнодобывающего комплекса Украины. В 2013 году объем производства товарной железной руды составил 68,1% к общему по Украине.

Несмотря на это, за последние годы наблюдается тенденция снижения роли и позиции Кривбасса в целом по Украине. Обостряются вопросы по поддержанию сырьевой базы и производственных мощностей по добыче и производству товарной продукции (ТП).

Динамика производства ТП подземными предприятиями Украины и Кривбасса, экспорта и импорта богатой железной руды приведена на рис. 2.

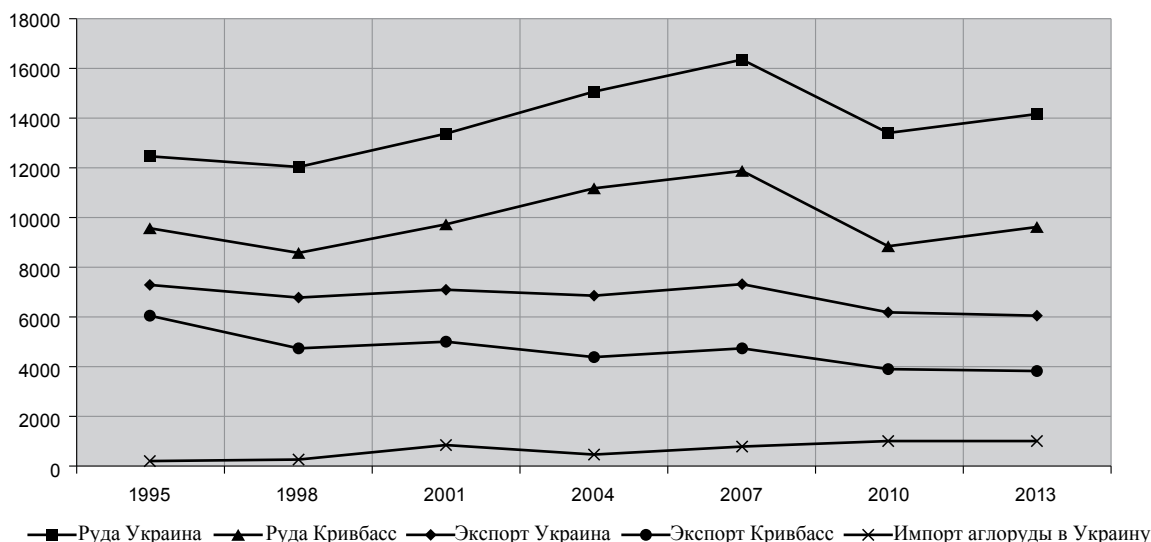


Рис. 2. Динамика производства ТП подземными предприятиями Украины и Кривбасса, экспорта и импорта железной руды.

Только по отношению к 2007 году (наиболее благополучному за период 1995-2013 гг.) объем производства ТП по подземным предприятиям Кривбасса снизился с 11,9 млн т до 9,6 млн т в 2013 году (-19,5%). В условиях ограниченного внутреннего рынка, поставки на экспорт снизились с 4,72 млн т до 3,81 млн т (-19,4%). При этом, импорт богатых руд в Украину увеличился с 0,79 млн т до 1,07 млн т (+35,8%). К 1990 году объем производства товарной руды снизился на 13,8 млн т.

В связи с длительной и интенсивной эксплуатацией подземного Кривбасса запасы богатых железных руд по шахтам горнодобывающих предприятий существенно снизились, снизилось содержание железа в сырой руде.

Общие балансовые запасы богатых железных руд в полях действующих шахт (до глубины 1500 м) составляют 309,2 млн т, в том числе промышленные и эксплуатационные соответственно 296,4 млн т и 277,1 млн т. Глубина отработки запасов по отдельным шахтам достигла 1200-1400 метров и приближается к критической, которая ограничена техническими возможностями подъемных установок.

Остатки и обеспеченность запасами богатых руд по шахтам и в целом по Кривбассу приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Запасы природно-богатых железных руд в полях действующих шахт.

Шахты	Балансовые запасы, тыс.т	Промышленные запасы, тыс.т	Эксплуатационные запасы, тыс. т	Производительность, тис.т/год	Обеспеченность запасами, лет
им. Ленина	36950,1	31764	29858,0	1585	18,8
Гвардейская	36603,5	36603,5	31353,3	1475	21,3
Октябрьская	58260,4	55072,4	53365,0	1800	29,6
Родина	43230,3	41914,3	40406,0	2360	17,1
Юбилейная	56295,9	53233,0	50305,2	2500	20,1
им. Фрунзе	19769,4	19769,0	18780,9	1170	16,1
ШУ АМКР	58041,6	58041,6	52991,0	1500	35,3
Всего	309151,2	296397,8	277059,4	12390	22,4

Без учета специфических особенностей горнорудного производства, при которых поддержание производственных мощностей осуществляется за счет строительства и ввода в эксплуатацию нижележащих горизонтов, средняя обеспеченность запасами достаточно велика и составляет 22,4 года.

Вместе с тем, если учитывать продолжительность выполнения всего комплекса необходимых работ по вводу в эксплуатацию новых нижележащих горизонтов, тем более освоению новых видов железорудного сырья или переходу на комбинированную 2-х ступенчатую схему вскрытия и подъема, иллюзия благополучия исчезает, которая, как правило, включает:

- обоснование возможного и наиболее экономичного варианта поддержания производственной мощности действующей или расконсервированной шахты на длительную перспективу (ТЭО) - до 1,5 года;
- разработка новых, более эффективных систем вскрытия и разработки богатых железных руд на сверхглубоких горизонтах в сложных горно-геологических условиях и магнетитовых кварцитов на вышележащих горизонтах - от 1 года до 2 лет;
- разработка проектной документации на строительство (проект, экспертиза, рабочая документация) – от 1,5 года до 2 лет;
- непосредственное строительство одного нового горизонта – от 5 до 7 лет;
- освоение введенной производственной мощности – до 2 лет.

Суммарная продолжительность выполнения работ по каждой шахте составит от 11 до 13,5 лет. Если к работам приступить даже сегодня, то при обеспеченности запасами по отдельным шахтам от 16,1 до 35,3 года (табл. 1) и сложности выполнения работ, можно и не избежать потерь производства, связанных с доработкой запасов богатых железных руд до глубины 1500 м, переходом на сверхглубокие горизонты (ниже 1500 м) или вовлечением в отработку магнетитовых кварцитов на вышележащих горизонтах.

Ситуация усугубляется тем, что из-за отсутствия эффективных технологий обогащения железорудного сырья поддержание необходимого качества в ТП осуществляется за счет сброса бедной части кусковых руд из общего потока добытой сырой руды, что приводит к более интенсивной отработке запасов, росту себестоимости, снижению конкурентоспособности ТП даже на внутреннем рынке.

Динамика сброса некондиционных руд и выхода товарной продукции по горнодобывающим предприятиям ПАО «Кривбассжелезрудком» и ПАО «Суха Балка» за период 2010-2014 гг. приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика добычи сырой руды и выхода товарной продукции.

Показатели/годы	ед. изм.	2010	2011	2012	2013	2014 (ожд.)
Сырая руда	тыс. т	8926,8	9190,6	9326,0	10014,5	10031,0
Товарная руда	тыс. т	7732,3	8023,2	8163,7	8691,2	8440,0
Сброс н/с.р.	тыс. т	1194,5	1167,4	1162,3	1323,3	1591,2
Выход ТП	%	86,6	87,3	87,5	86,8	84,1

В 2013 году объем сброса некондиционных руд с содержанием железа 42-45% составил 1,3 млн т, ожидаемый в 2014 году - 1,6 млн т. Выход товарной продукции соответственно составляет 86,8% и 84,1%. Даже при таких объемах сброса содержание железа в ТП повышается лишь до 57,5-59,0%, что явно не обеспечивает ее конкурентоспособности и формирует низкий рейтинг среди мировых производителей железорудного сырья.

Проведенный анализ разведанных запасов, стоящих на учете горнодобывающих предприятий, свидетельствует о снижении природного качества железорудного сырья в горном массиве, следовательно, о необходимости дальнейшего увеличения объемов сброса некондиционного сырья, что приведет к более интенсивной отработке запасов и, как следствие, к дальнейшему снижению эффективности недропользования.

Кроме этого, ранее допущенное отставание по горно-капитальным (ГКР) и горно-подготовительным (ГПР) работам существенно сдерживает строительство и ввод в эксплуатацию новых горизонтов, соответственно и развитие горных работ. Ликвидация отставаний ГКР и ГПР требует привлечения значительных дополнительных финансовых ресурсов. По этой причине на отдельных шахтах искусственно сдерживаются темпы отработки запасов, что позволяет выиграть время для подготовки и ввода в эксплуатацию новых горизонтов.

Уже сегодня отдельными ведущими профильными специалистами прогнозируется ситуация, при которой предприятия в ближайшие 5-10 лет могут столкнуться с рядом трудностей по поддержанию оптимальных производственных мощностей шахт, что приведет к дальнейшему снижению производственного потенциала подземного Кривбасса, вплоть до полной остановки отдельных шахт.

С дальнейшим снижением глубины разработки ситуация и влияние всего комплекса негативных факторов будет только усиливаться.

Если за последние годы по заявкам горно-обогажительных комбинатов институтом «Кривбас-спроект» выполнен целый ряд проектных проработок на длительную перспективу, в том числе до полной отработки всех запасов железорудного сырья с вовлечением в отработку внеконтурных и подработанных подземными горными работами, то по подземным предприятиям такие проработки практически не выполнялись. По отдельным шахтам имеется отставание по разработке проектной документации даже на очередной, нижележащий горизонт.

Вместе с тем, на балансах действующих и временно законсервированных шахт числится:

– 589,7 млн т богатых железных руд, залегающих в интервале глубин 1500-2500 м, 4,22 млрд т легкообогащаемых магнетитовых кварцитов на глубинах от 30 до 1500 метров, в том числе по действующим шахтам 2,16 млрд т и 2,06 млрд т по законсервированным шахтам (табл. 3). При этом, большая часть запасов МК залегают на глубинах до 700 м, что значительно сокращает затраты на подъем руды на поверхность и дает возможность увеличения производственных мощностей шахт в перспективе.

Таблица 3 - Запасы богатых руд и магнетитовых кварцитов в полях действующих и законсервированных шахт

Шахты	Глубина залегаания, м	Запасы категории А+В+С, тыс. т	Содержание железа, общ./магн.
Богатые железные руды			
ш. им. Ленина	1500-2500	154748	56,34
ш. Гвардейская	1510-1990	68753	60,51

ш. Родина	1500-1765	82150	57,52
ш. Октябрьская	1500-2015	177675	60,57
ш. Юбилейная	1580-2060	106359	60,04
Всего богатых руд		589685	58,93
Магнетитовые кварциты			
1. Действующие шахты			
ш. им. Ленина	527-1500	311957	34,6/26,3
ш. Гвардейская	30-1500	259628	37,16/27,11
ш. Юбилейная	630-1500	1021884	34,12/24,75
ш. им. Орджоникидзе	447-1050	568974	36,81/27,91
Всего по действующим шахтам		2162443	35,26/26,09
2. Законсервированные шахты			
ш. Гигант-Глубокая (ПАО «ЦГОК»)	300-1120	678070	32,46/23,93
ш. Первомайская 1,2 (ПАО «СевГОК»)	220-1480	1043088	39,5/31,0
ш. № 2 им. Артема (ПАО «ЦГОК»)	130-700	342350	32,8/24,8
Всего по законсервированным шахтам		2063508	36,08/27,65
Итого МК по подземному Кривбассу		4225951	35,66/26,85

С целью создания условий дальнейшего перспективного развития подземного Кривбасса горнодобывающим предприятиям с подземным способом разработки железных руд, с привлечением проектных и научно-исследовательских институтов, необходимо ускорить работы по поиску эффективных вариантов поддержания производственных мощностей за счет вовлечения в отработку всех видов железорудного сырья, совершенствования систем разработки.

Выводы и рекомендации. Результаты проведенного анализа позволили объективно оценить состояние сырьевых баз и горных работ по шахтам горнодобывающих предприятий Кривбасса.

Установлено, что в результате длительной и интенсивной эксплуатации железорудных месторождений запасы богатых железных руд по действующим шахтам существенно уменьшились.

С учетом достаточно длительного инвестиционного цикла строительства горнодобывающих объектов, даже при средней обеспеченности запасами в целом по подземному Кривбассу 22,4 года, нельзя однозначно утверждать о благополучной ситуации, при которой может быть обеспечена устойчивая работа и развитие предприятий на длительную перспективу.

Исходя из результатов проведенного анализа, можно спрогнозировать 4 возможных варианта развития предприятий подземного Кривбасса на длительную перспективу, а именно:

1. Доработка богатых железных руд до глубины технических возможностей действующих подъемных установок (1500 м) с последующей ликвидацией (подвариант 1) или консервацией шахт (подвариант 2).

2. Вовлечение в отработку богатых железных руд ниже 1500 м с использованием комбинированных 2-х ступенчатых схем вскрытия месторождений или за счет коренной реконструкции подъемных комплексов, позволяющих осуществлять подъем сырой руды на поверхность с глубоких горизонтов.

3. Доработка балансовых запасов богатых железных руд до глубины 1500 м с постепенным вовлечением в отработку магнетитовых кварцитов в полях действующих и временно законсервированных шахт и дальнейшим наращиванием производственных мощностей шахт.

4. Совместная отработка богатых руд и магнетитовых кварцитов.

Развитие горнодобывающих предприятий Кривбасса по первому варианту не обеспечивает его развитие на длительную перспективу, так как средняя обеспеченность по богатым рудам составляет лишь 22,4 года, а по таким шахтам, как ш. им. Ленина (18,8 года), Родина (17,1 года) - близка к критической.

Кроме этого, по первому подварианту Криворожский промышленный регион столкнется с не менее сложной ситуацией. Полная ликвидация шахт приведет к увеличению социальной напряженности в крупнейшем промышленном регионе (общая численность трудящихся на действующих шахтах около 14 тыс. чел.), возможному подтоплению прилегающих территорий, а по отдельным карьерам к увеличению водопритоков.

Негативные последствия от мокрой или сухой консервации шахт аналогичные подварианту 1 (при полной ликвидации). При этом возникают и дополнительные негативные последствия, связанные с увеличением текущих затрат на их содержание.

Как подтверждение этому - ш. «Гигант-Глубокая» и Первомайская, которые находятся в стадии сухой консервации и обеспечивают гидрозащиту действующих шахт, карьеров и прилегающих территорий от подтоплений. Источник финансирования затрат на их содержание (до их присоединения соответственно к ПАО «Центральный ГОК» и ПАО «Северный ГОК») – государственный бюджет. При мокрой консервации возможна безвозвратная потеря части балансовых запасов, заиливание пройденных выработок. Расконсервация горных объектов (при необходимости) потребует значительных затрат и, особенно, при мокрой консервации.

Перспектива развития подземного Кривбасса по вариантам 2-4 более реалистична и имеет целый ряд преимуществ перед первым, реализация которых обеспечивает:

- сохранение производственного и экспортного потенциала подземного Кривбасса и его сырьевой базы;
- комплексное освоение железорудного сырья;
- увеличение объемов производства высококачественного железорудного сырья за счет вовлечения в отработку легкообогатимых магнетитовых кварцитов, залегающих в полях действующих шахт, обогащение которых с использованием обычной технологии мокрой магнитной сепарации, позволяет производить конкурентоспособные концентраты с содержанием железа 67-69%;
- снижение себестоимости добычи за счет увеличения производственных мощностей и уменьшения высоты подъема железорудного сырья, залегающего на значительно меньших глубинах, на поверхность;
- отработка эффективных способов вскрытия и систем разработки запасов подземным способом на более длительную перспективу (ниже 1800 – 2000 м).

Необходимо отметить, что перспектива развития горнодобывающих предприятий по всем возможным вариантам требует более тщательных проектных проработок и научных исследований, но любой из них технически осуществим.

Из-за высокой плотности промышленной застройки земельных отводов и нарушенных горными работами территорий, прилегающих к промплощадкам, переработку магнетитовых кварцитов предлагается осуществлять на перерабатывающих комплексах действующих горно-обогатительных комбинатов.

Горнодобывающим предприятиям необходимо в ближайшие годы активизировать работы по выполнению технико-экономических обоснований по поиску наиболее эффективных вариантов перспективного развития.

Основные направления перспективного развития подземного Кривбасса необходимо рассматривать в комплексе с развитием горно-обогатительных комбинатов.

Отработка балансовых запасов открытым способом достигла 350-400 м. С понижением уровня горных работ ухудшаются горно-геологические условия, увеличивается дальность транспортирования сырой руды к перерабатывающим комплексам, а пустых пород до мест их складирования, что приводит к постоянному росту доли транспортных затрат в общей себестоимости товарной продукции. Проектные проработки свидетельствуют, что на открытых горных работах требуется дальнейшее увеличение коэффициента вскрыши. Отчуждение земель на строительство новых отвалов весьма затруднительно.

Совокупность всего комплекса этих факторов в перспективе может привести к снижению производственных мощностей отдельных карьеров, которые можно будет компенсировать за счет своевременно введенных мощностей на подземных предприятиях.

Несомненно, в условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешних рынках, реализация технических решений, направленных на повышение качества продукции и ее конкурентоспособности по любому из возможных вариантов, остается одним из основных приоритетных направлений, обеспечивающих стабильность и перспективу развития горнодобывающих предприятий.

Имеющийся отечественный опыт разработки подземным способом магнетитовых кварцитов с использованием высокопроизводительной самоходной техники и мировой по богатым железным рудам на глубинах ниже 1500 м создают предпосылки для дальнейшего перспективного развития не только подземного, но и всего горнодобывающего комплекса Кривбасса.

Список литературы.

1. Етапи розвитку, сучасний стан і проблеми гірничодобувного комплексу Криворізького залізорудного басейну. / Перегудов В.В., Грицина О.Є., Протасов В.П., Драгун Б.Т., Гук А.Ю. / *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2013. - №7. – С. 97-100.

2. Современное состояние и перспективы развития железорудной промышленности Украины / Перегудов В.В., Грицина А.Е., Драгун Б.Т. / *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2010. - №2. – С. 148–153.

3. Совершенствование добычи магнетитовых кварцитов подземным способом с применением самоходного погрузочно-доставочного оборудования / Логачев Е.И., Ступник Н.И., Моргун А.В., Перетяцько Н.В. // *Разработка рудных месторождений*. – 2008. – Вып. 92. – С. 50–55.

4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с подземным способом разработки. – Ленинград – 1985 г.

5. Ближайшие перспективы подземной добычи магнетитовых кварцитов в Криворожском бассейне /Ступник Н.И., Капленко Ю.П., Логачов Е.И. //Сб. научных трудов Национального горного университета.–Днепропетровск. –2005. -№23. – С. 277-283.