

3. Надаи, А. Пластичность и разрушение твердых тел. – М.: Мир, 1969. – Т. 1. – 648 с.
4. Круковский, А.П. Обзор существующих методов расчета напряженно-деформированного состояния и устойчивости массива горных пород. / А.П. Круковский, В.В. Круковская // Геотехническая механика: Сб. научн. тр. / НАН Украины ИГТМ. – Днепропетровск, 2002. – № 36. – С. 178-186.
5. Амусин Б.З. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. / Б.З. Амусин, А.Б. Фадеев. – М. Недра, 1975. – 144 с.
6. Фадеев, А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 224 с.
7. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с
8. Овчинников, В.В. Химия в строительстве // Соросовский образовательный журнал. – Казань: Казанская государственная архитектурно-строительная академия, 2000. – №5. – С. 52-56.
9. Невилль, А.М. Свойства бетона/Пер. с англ. В.Д. Парфенова и Т.Ю. Якуб. – М.: Стройиздат, 1972. – 344 с.
10. Балсон, Ф.С. Заглубленные сооружения: статическая и динамическая прочность. – М.: Стройиздат, 1991. – 240 с.
11. ДБН В2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / Державні будівельні норми України. – К.: МІНРЕГІОНБУД УКРАЇНИ, 2006. – 90 с.
12. Whitman, R.V. The Response of Soils to Dynamic Loading. – US Army Waterways Experiment Station, 1970. – P. 3-26.
13. Мироненко, В.А. К вопросу об изменении механических свойств песчано-глинистых пород в бортах карьеров под влиянием подземных и поверхностных вод. / В.А. Мироненко, И.Г. Котов // Формирование и изменение физ.-мех. свойств горных пород под влиянием естественных и искусственных факторов (геологических процессов, инженерных сооружений и горных работ) / Тезисы докладов. – Ленинград, 1966. – С. 243-250.
14. Виноградов, В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.
15. Галат В.В. Оценка остаточного ресурса противокоррозионных свойств бетона гидротехнических объектов / В.В. Галат, А.Г. Синякин, Ю.А. Спирин, В.Л. Чернявский // Гідроенергетика України, 2006. – № 4. – С. 49-52.
16. Круковская, В.В. Диффузионный влагоперенос в пористой структуре заглубленных бетонных конструкций. / В.В. Круковская, А.П. Круковский, С.Д. Гребенюк, Ю.А. Виноградов // Геотехническая механика: Сб. научн. тр. / НАН Украины ИГТМ. – Днепропетровск, 2010. – № 90. – С. 86-95.
17. Гребенюк, С.Д. Изменение влажности бетона во времени при различных уровнях воды в заглубленных трубах шахтного водосброса. / С.Д. Гребенюк, В.В. Круковская // Проблеми гірського тиску: Сб. научн. тр. / ДонНТУ – Донецьк, 2010. – № 18. – С. 167-179.
18. Выполнить геофизическое обследование технического состояния шахтного водосброса верхнего и нижнего прудов шахтоуправления «Покровское» / Отчет о научно-исследовательской работе. – Днепропетровск, 2008. – 57 с.

**УДК 622.271.3.013**

Е.В. Бабий, к.т.н.  
(ИГТМ НАН Украины)

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ КАРЬЕРА И ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЯХ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ РУД**

Розглянуто взаємозв'язок виробничих потужностей кар'єру по руді, розкривним роботам і збагачувальній фабриці при поточній експлуатації і технології передзбагачення руди в кар'єрі. Досліджено варіанти спільного їхнього функціонування в залежності від продуктивності збагачувальної фабрики. Обґрунтовано вплив різних типів мінеральної сировини (балансові або забалансові запаси) на виробничі потужності ГЗКу

## **THEORETICAL SUBSTANTIATION of INTERRELATION of QUARRY CAPACITIES AND CONCENTRATING MILL AT TECHNOLOGIES of OPEN PIT MINING**

The interrelation of manufacturing capacity of ore quarries, capping to jobs and concentrating of factory is considered at the current operation and technology preliminary concentration of ore in quarries. The variants of their joint functioning are investigated depending on productivity concentrating mill. The influence of various types of mineral raw material (balance or off-balance stocks) on capacities MCC is proved

Открытый способ разработки железорудных и марганцевых месторождений на Украине наибольшее развитие получил с 60-х годов прошлого столетия. Вызвано это было тем, что подземный способ разработки не обеспечивал необходимых производственных мощностей. Кроме того, снизились запасы богатых руд, потребляемых без обогащения. Открытая разработка бедных руд с последующим их обогащением позволила увеличить производственные мощности, но в тоже время ухудшила экологическую обстановку в регионах. Возникла необходимость изъятия земельных площадей под карьеры, отвалы, шламохранилища.

Наиболее характерным в этом отношении является Криворожский железорудный бассейн. До 1955г. добыча руды производилась в основном подземным способом только богатой руды, содержащей 53-56 % железа, используемой в металлургическом производстве без обогащения. В 50-е годы, чтобы увеличить производство стали и выйти на мировой уровень, возникла необходимость в резком увеличении объемов производства железорудного сырья. Горнорудные предприятия с подземной добычей требовали реконструкции, так как производительность их была недостаточной. Тогда было принято решение увеличить производство железорудного сырья за счет вовлечения в переработку больших запасов бедных руд: неокисленных магнетитовых кварцитов (Fe 32-38 %) и окисленных кварцитов (Fe 34-40 %). Добыча их могла осуществляться открытым способом. В 1955г. вступил в строй ЮГОК с обогащением магнетитовых железистых кварцитов и получением концентрата в первый период с содержанием железа 62 %. Для разработки приняты неокисленные магнетитовые кварциты, технология и оборудование для обогащения которых были отработаны. Что же касается окисленных кварцитов, то первые опыты дали более низкое качество концентрата и высокую стоимость. Поэтому стали разрабатывать только неокисленные кварциты. При открытой разработке в этой связи возникла необходимость отдельного складирования попутно добываемых окисленных кварцитов, которые залегают над неокисленными, с целью их дальнейшего использования.

Потребление металлургической промышленностью железорудного концентрата показало высокую экономичность его металлургического передела, особенно по сравнению с богатыми рудами подземной добычи. Поэтому в течение 1958-1964 гг. были построены еще пять горно-обогатительных комбинатов. Общая их производственная мощность составила около 200 млн. т. сырой руды

в год. За 50 лет их эксплуатации, технология добычи и обогащения неокисленных кварцитов достигла высокого совершенства.

Повышение производства концентрата осуществлялось не только за счет строительства новых предприятий, но и за счет увеличения производственных мощностей действующих. Оно достигалось путем интенсификации горных работ и, как следствие, увеличения глубины карьеров. Увеличились объемы вскрышных работ, в том числе объемы складированных окисленных кварцитов. Снижилось качество и без того бедной руды. Повысилась загазованность и запыленность карьеров. Себестоимость конечной продукции горно-обогатительных предприятий увеличилась. В таком же состоянии находились и подземные горные работы. Когда металлурги получили концентрат, очередной передел из которого дешевле, чем из первородной кусковой руды с более низким содержанием железа, то добыча богатой руды снизилась. Производство ее упало с 49 до 37 млн.т. (1969-1985 гг.). Интенсивное движение за богатой рудой в глубину недр привело к увеличению затрат. В то же время добыча бедных руд совместно с богатыми недостаточно освоена.

После распада СССР металлургическая и горнорудная промышленность претерпевала кризис, поскольку бюджетное финансирование и дотации на производство практически исчезли. На территории Украины между потребителями внутреннего рынка была полная бартеризация взаимных расчетов, поэтому единственным источником финансирования производства, платежей в бюджет и других производственных затрат был расчет за экспорт железорудной продукции. Внешний рынок завоевывался постепенно. В этот период в очень стесненном финансовом положении и ограниченном рынке сбыта многие ГОКи уменьшили производственные мощности карьера по руде и экономили на вскрышных работах. Несвоевременная выемка вскрышных пород, предусмотренных проектами, привела к увеличению углов откосов рабочих бортов до 27-30 градусов, полному отсутствию рабочих площадок. Вскрытые запасы для обеспечения производственных мощностей практически на всех карьерах отсутствовали.

В 2000-е года в связи с повышением спроса на железорудное сырье в странах Восточной и Центральной Европы увеличился экспорт железорудной продукции, который с 1999 года составлял 29,5-35,5 % от общей добычи по Украине [1]. С 2003 года повышенный интерес китайской металлургии (на 20%) в импортном сырье отразился на состоянии мирового рынка в резком повышении спроса на руду, что привело к дефициту железорудной продукции. Поэтому цены на руду существенно поднялись: в 2003 году по отношению к 2002 году на 44,5 % и в 2004 еще на 18,6 %. В сложившихся благоприятных условиях для развития горно-металлургических комбинатов: высокие цены на металл на внешнем рынке, дефицит железорудного сырья и улучшение финансового состояния металлургов привело к интенсивному наращиванию объемов горно-металлургического производства. Практически все ГОКи отреагировали на сложившуюся ситуацию на рынке и увеличили добычу. Только в 2003 году по сравнению с 2002 годом возрос объем продукции на следующих ГОКах:

- Сухая Балка производство аглоруды увеличилось на 7,3 %;
- Запорожский ГОК производство возросло на 2,7 %;
- Рудоуправление им. Кирова выпуск аглоруды на 8,3 %;
- СевГОК выпуск железорудного сырья на 5,6 %;
- ИнГОК производство концентрата возросло на 10 %;
- Полтавский ГОК производство окатышей на 16 %;
- ЮГОК производство концентрата увеличилось на 11 %.

Зависимость сбыта конечной продукции от внешнего рынка привела в 2008 году к очередному резкому спаду производства, так как нагрянувший мировой кризис уменьшил спрос на железорудное сырье. После чего сейчас идет очередная реабилитация горнорудной и металлургической промышленности. Таким образом, с момента функционирования железорудного производства наблюдается периодическая тенденция увеличения и снижения производственных мощностей ГОКов, которая зависит, главным образом, от внешне экономической ситуации в мире.

При проектировании и планировании горных работ производственные мощности карьера по руде, вскрышным работам и обогатительной фабрики находятся во взаимосвязи. Изменение одной производственной мощности повлечет за собой изменение остальных. Так если уменьшить объем вскрышных работ, то уменьшатся вскрытые запасы, и за отсутствием необходимого объема добычных работ будет простаивать обогатительная фабрика. Или повышение добычи руд соответственно вызывает необходимость увеличения вскрышных работ и изыскание резервов на обогатительной фабрике для переработки горной массы. Поэтому при различных экономических политиках развития горнорудных предприятий взаимосвязь производственных мощностей на горно-обогатительном комбинате можно отобразить следующими направлениями:

1. Увеличение производительности ГОКа (рис. 1), т.е. для увеличения выхода готовой продукции увеличивается производственная мощность карьера по руде, что влечет за собой дополнительные объемы вскрышных работ и строительство цехов на обогатительной фабрике.

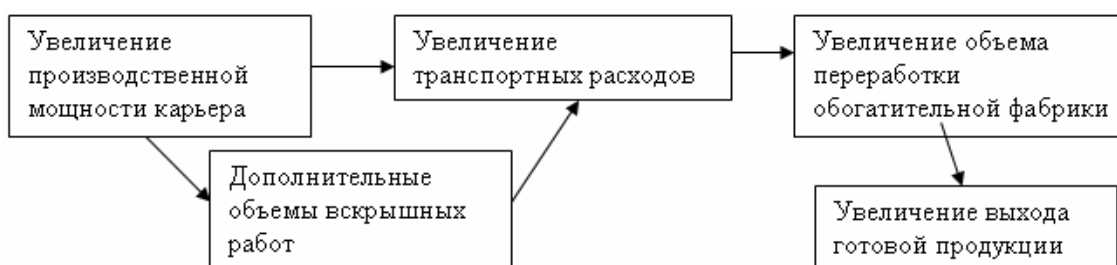


Рис. 1 – Схема развития предприятия при увеличении производительности

2. При текущей эксплуатации горнорудного предприятия производственные мощности находятся в тесной взаимосвязи между собой (рис. 2). Однако размерная эксплуатация технического обеспечения при постоянной величине производственной мощности карьера не дает возможности перейти на новые тех-

нологические комплексы и переоборудовать обогатительные цеха, так как приведет к уменьшению производительности обогатительной фабрики.

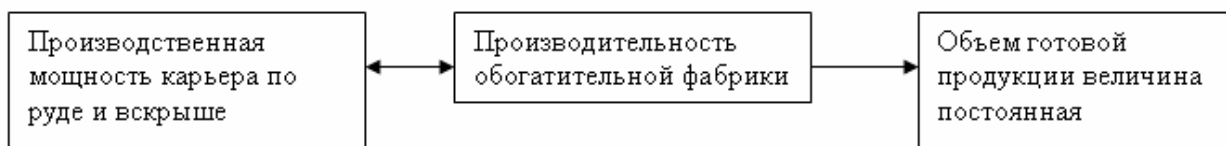


Рис. 2 – Схема развития предприятия при постоянном объеме производства без дополнительных модернизаций

3. Уменьшение производственной мощности возникает при снижении спроса на железорудную продукцию или переоснащении производства (рис. 3).

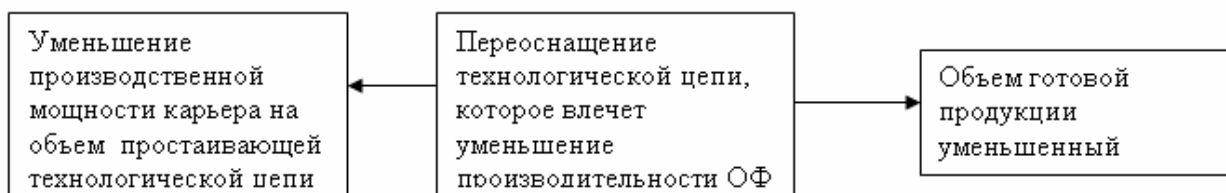


Рис. 3 – Схема развития предприятия при снижении производительности

Для ликвидности продукции на рынке необходимо, чтобы затраты на производство были минимальными, а это возможно при использовании современного энергетически экономного оборудования. Рационально осуществлять модернизацию технологического обеспечения обогатительной фабрики по отдельным цехам, чтобы не останавливать работу всего комплекса. На период переоборудования обогатительной фабрики производственная мощность карьера автоматически будет снижена или добытая руда заскладирована на резерв.

Но независимо от политики развития производства (увеличение производственной мощности или снижение) каждое предприятие стремится рационально вести хозяйство. Отношение объемов горной массы карьера, вскрыши, обогатительной фабрики и конечного продукта обосновывается экономически. Себестоимость окатышей и концентратов рудной промышленности зависит, главным образом, от энергопотребления используемого оборудования, энергосберегающих технологий, безотходности производства, рациональности технологических схем и многих других параметров. Одной из главных величин влияющих на высокую стоимость продукции является потребление электроэнергии устаревшим изношенным оборудованием, для замены которого необходимо остановить одну или несколько технологических цепочек обогатительной фабрики (что в свою очередь невозможно, так как необходимо уменьшить производственную мощность карьера и соответственно уменьшится выход готовой продукции). Кроме того при обосновании эффективности разработки неокисленных кварцитов открытым способом и производства концентрата не учитываются затраты, связанные с использованием огромных земельных площадей под карьеры, отвалы, шламохранилища. Не учитывается нарушение гидрогеологи-

ческого режима региона, увеличение запыленности воздушного бассейна. Таким образом, интенсивное увеличение производственных мощностей ГОКов привели к целому ряду экологических проблем, которые продолжают усугубляться. Поэтому главным направлением в рациональной добычи железных руд и охране окружающей среды следует считать разработку энергосберегающих технологий и техники, обеспечивающей безотходность производства. Такие технологии разрабатываются как при подземной, так и открытой разработке месторождений.

В Национальном горном университете проф. Кармазинным В.И. и Борисенко С.Г. совместно с государственным институтом по проектированию «Кривбасспроект» разрабатывалась технология горных работ с созданием подземного горно-обогажительного комбината [2]. Сущность этой технологии заключается в следующем. Шахтное поле увеличивается за счет понижения бортового содержания железа. Производится валовая добыча руд, увеличиваются параметры добычных блоков, что позволяет сократить количество подготовительных выработок, увеличить производительность рудника. Руду доставляют с использованием рудоспусков к подземным камерам, в которых расположено дробильное и обогажительное оборудование. Для обогащения используется шахтная вода. Отходы обогащения обезвоживаются и ими заполняются камеры после выпуска руды. Концентрат выдается на поверхность.

В Криворожском техническом университете идет поиск рациональной технологии горных работ предварительного обогащения руды в подземных выработках путем применения сухой магнитной сепарации. Авторами [3] выполнено экономико-математическое моделирование различных технологических схем дробильно-обогажительного комплекса (ДОК) в подземных условиях в зависимости от стадии дробления и внутришахтного размещения отходов сухих хвостов. Лучшие показатели качества горной массы и работы ДОК получены при предварительном обогащении магнетитов после среднего и мелкого дробления. Обогащение железных руд после крупного дробления куском -350 мм не рационально, поскольку очень большие габариты сепаратора, что отражается на капитальных затратах строительства. Проведены исследования применения сепараторов шкивного типа и барабанного, которые показали рациональность последних, ввиду меньших габаритов и относительной дешевизны закупки и обслуживания.

При открытой разработке получают развитие следующие основные направления по совершенствованию переработки сырья: разработка и создание передвижных мобильных обогажительных фабрик; построение обогажительных фабрик модульного типа с синхронизацией оборудования большой единичной мощности; обогащение окисленных кварцитов на постоянных высокоэнергетических магнитах Nd-Fe-B; применение предобогащения руды в карьере с использованием радиометрических методов или сухой магнитной сепарации и др.

С точки зрения экологической безопасности наиболее перспективным является создание мобильных обогажительных фабрик. Их обычно применяют при разработке месторождений в труднодоступных районах с суровыми климатиче-

скими условиями и при небольшой производительности карьеров. Разработаны комплексы перерабатывающие горную массу на отвалах. Так на отвале шахты «Октябрьская» работает дробильно-обогащительный комплекс по предобогащению окисленных кварцитов.

Перспективным является создание технологии горных работ с предварительным обогащением руды в карьерах, предназначенной для снижения затрат на производство концентрата и улучшения экологической обстановки на горнорудных предприятиях путем уменьшения объемов шламохранилищ [4]. Разработка такой технологии осуществляется в ИГТМ НАН Украины. Актуальностью выбранного направления при открытой разработке месторождений является постоянное снижение качества рудного сырья, потому что в добычу вовлекаются все более бедные руды, затраты на переработку которых увеличиваются. Происходит значительное разубоживание руд на отдельных участках месторождений путем включения в запасы нерудных пород. При производстве взрывных работ происходит смешивание рудных и породных прослоев. Увеличение емкости ковшей экскаваторов циклического действия не позволяет осуществлять селективную выемку руд. Вместе с тем существует необходимость снижения бортового содержания руд в связи с использованием запасов.

Кроме того следует отметить, что существенного снижения затрат при осуществлении предобогащения руды на фабриках не происходит. Это обусловлено слиянием на фабрике перед процессом предобогащения потоков рудной массы с разными физико-механическими свойствами и необходимостью их полной переработки, что приводит к увеличению затрат. Эффективность процесса предобогащения можно повысить, если процесс предобогащения осуществлять в карьере и целенаправленно формировать потоки горной массы. Предпосылками перехода к технологии предобогащения руды в карьерах являются: применение крупного дробления при циклично-поточной и поточной технологиях и освоение методов обогащения кусковых руд.

Применение технологии предобогащения руды в карьерах на действующих предприятиях приведет к изменению производственных мощностей. Применение комплекса сухой магнитной сепарации на борту карьера или непосредственной близости от него позволит изначально отобрать от 5,0 до 13,8 % пустых пород из кондиционной горной массы, 8,2 - 14,5 % из некондиционной руды, 7,5 - 15,7 % из разубоженных руд, 45,0 - 67,0 % из вскрышных пород [5]. Взаимосвязь производительности обогащительной фабрики и производственной мощности карьера при ТПРК рассматриваются для следующих случаев:

1. Применение технологии предобогащения руды в карьере при текущей эксплуатации приведет к уменьшению объема горной массы, поступающей на обогащительную фабрику, в объеме выделяемых хвостов (рис. 4). Следовательно, на обогащительной фабрике будут дни простоя.
2. При постоянной производительности обогащительной фабрики и применении технологии предобогащения руды в карьере (рис. 5) необходимо либо увеличить производственную мощность карьера по руде, либо выполнять предобо-

гашение вскрышных пород, чтобы компенсировать выделенный объем хвостов и добавить объем рудной массы до требуемого на обогатительной фабрике.

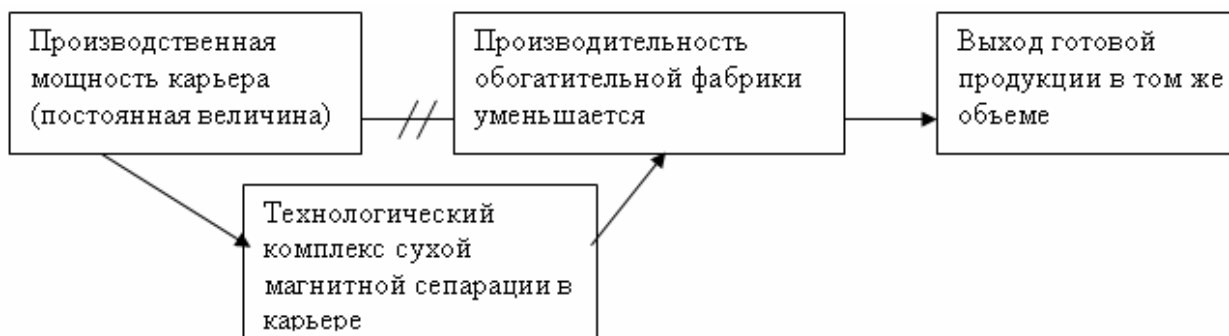


Рис. 4 – Взаимосвязь производственных мощностей при ТПРК и постоянной производственной мощности карьера по руде



Рис. 5 – Схема развития предприятия при постоянной производительности обогатительной фабрики

3. При увеличении производительности обогатительной фабрики возможны два направления (рис. 6): а) изыскивать резервы обогатительной фабрики или строить дополнительные цеха; б) перерабатывать предобогащенные железные руды (в т.ч. вскрышные породы), которые прошли концентрацию полезного компонента. В результате ТПРК улучшается качество минерального сырья и снижается расход руды на 1 т концентрата.

Концентрация полезного компонента в железных рудах осуществляется с помощью технологического процесса - сухой магнитной сепарации. Его применение возможно только при наличии у предобогащаемой горной массы физико-механического свойства - магнетизма. Анализ свойств пород карьеров свидетельствует, что магнитными свойствами обладают руда и часть скальной вскрыши. Относительно учета запасов эти горные породы относятся к балансовым запасам (кондиционные и разубоженные руды) и забалансовым запасам



(некондиционные руды, тонкие магнитные прослои, не подсчитанные в запасы, выклинивающиеся участки полезного ископаемого и т.д.).

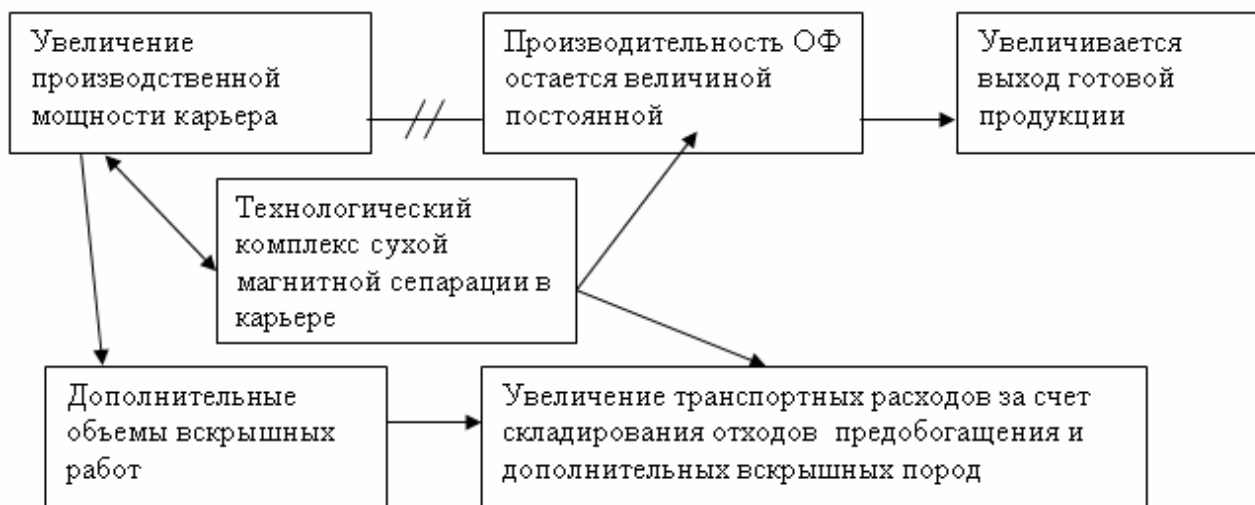


Рис. 6 – Схема развития предприятия при внедрении технологического комплекса сухой магнитной сепарации в карьере

В зависимости от типа минерального сырья (кондиционные, некондиционные и разубоженные руды, магнитная часть вскрыши), который подвергается предобогащению изменяются объемы добычи руды, вскрыши и горной массы поступающей на обогатительную фабрику. Кроме того, технология предобогащения руды в карьере влияет на производительность обогатительной фабрики, у которой выход готовой продукции зависит от качества минерального сырья поступающего из карьера.

Варианты движения объемов горной массы по предприятию при постоянной производительности обогатительной фабрики  $Q_{\phi}$  и применении технологии предобогащения руды в карьере отображены в таблице 1.

Для обеспечения производительности обогатительной фабрики при ТПРК необходимо либо увеличить производственную мощность карьера по руде  $Q_r$  (вариант «а» или «б» колонки 3 табл. 1), либо выполнять предобогащение вскрышных пород (колонки 4, 5, 6 табл. 1), чтобы компенсировать выделенный объем хвостов  $Q_{\text{ПР}}^{XB}$  и добавить объем рудной массы на  $\Delta Q_{\text{ПР}}$  до требуемого на обогатительной фабрике.

При применении дробильно-обогатительного комплекса в карьере для кондиционных руд (см. колонка 3 табл. 1) необходимо увеличить производительность карьера по вскрышным работам, кроме того объем вскрышных пород увеличивается на объем сухих хвостов предварительного обогащения. Производительность обогатительной фабрики увеличивается в зависимости от объема предобогащаемых руд.

Таблица 1 – Объемы горной массы при условии постоянной производительности обогатительной фабрики

	Без ТПРК	При технологии предобогащения руды в карьере			
		Руда	Вскрыша		
		Балансовые запасы		Забалансовые запасы	
	Кондиционные руды	Кондиционные руды	Разубоженные руды и потери	Некондиционные руды	Магнитные прослой в скальной вскрыше
1	2	3	4	5	6
Вскрыша	$Q_B$	$Q_B^1 = Q_B + \Delta Q_B^{ПП} + Q_{ПП}^{XB}$ $Q_B^2 = Q_B + \Delta Q_B^{ПП} + Q_{ПП}^{XB}$	$Q_B^2 = Q_B - Q_B^{PA3} + Q_{ПП}^{XB}$	$Q_B^2 = Q_B - Q_B^{НЕКОНД} + Q_{ПП}^{XB}$	$Q_B^2 = Q_B - Q_B^{МАГН} + Q_{ПП}^{XB}$
Руда	$Q_P$	$Q_P^1 = Q_P + \Delta Q_P - Q_{ПП}^{XB}$ $Q_P^2 = (Q_P - \Delta Q_{ПП}) + \Delta Q_{ПП}$ где $\Delta Q_{ПП} = Q_{ПП}^P - Q_{ПП}^{XB}$	$Q_P^2 \leq Q_P$ $Q_P^2 = (Q_P - \Delta Q_{ПП}) + \Delta Q_{ПП}$ где $\Delta Q_{ПП} = Q_B^{PA3} - Q_{ПП}^{XB}$	$Q_P^2 = (Q_P - \Delta Q_{ПП}) + \Delta Q_{ПП}$ где $\Delta Q_{ПП} = Q_B^{НЕКОНД} - Q_{ПП}^{XB}$	$Q_P^2 = (Q_P - \Delta Q_{ПП}) + \Delta Q_{ПП}$ где $\Delta Q_{ПП} = Q_B^{МАГН} - Q_{ПП}^{XB}$
Обогатительная фабрика	$Q_\Phi$	$Q_\Phi = const$ а) $Q_\Phi = Q_P^1$ б) $Q_\Phi = Q_P^2$	$Q_\Phi = const$ $Q_\Phi = Q_P^2$	$Q_\Phi = const$ $Q_\Phi = Q_P^2$	$Q_\Phi = const$ $Q_\Phi = Q_P^2$
Готовая продукция	$q_P$	$q = q_P + \Delta q_{ПП}$	$q = q_P$	$q = q_P$	$q = q_P$

При предобогащении вскрышных пород (разубоженные руд, потери из приконтактных зон, некондиционные руды) увеличивается производственная мощность карьера на объем выделенного промпродукта (см. колонки 4, 5, 6 табл. 1), в тоже время на этот объем уменьшается объем вскрышных пород. Таким образом, на обогатительную фабрику поступает большее количество горной массы со средним содержанием полезного компонента в руде, при этом не изменяется расход руды на 1 т концентрата.

При неизменном количестве перерабатываемой на обогатительной фабрике руды, и поступлении ее из карьера предварительно обогащенной, повышается производительность предприятия по производству концентрата. В этом случае необходимо повышение производственной мощности карьера по сырой руде, а, следовательно, и по выемке вскрышных пород.

При технологии предобогащения руды в карьере:

а) повышается производительность комбината по концентрату за счет переработки более качественного сырья;

б) снижаются затраты на концентрат в связи с вовлечением в переработку некондиционных и разубоженных руд и уменьшения при этом коэффициента вскрыши;

в) уменьшается вредное воздействие на окружающую среду, так как отбор крупнокусковых сухих хвостов в карьере оказывает меньшее влияние, чем мелкодробленые пылящие шламы в хвостохранилище;

г) снижается расход электроэнергии за счет исключения энергозатрат на мелкое дробление и измельчение пустых пород, содержащихся в не предобогащенной руде.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вілкул О.Ю. Огляд світового ринку залізорудної сировини // Вісник КТУ, 2004. - № 4. – С. 3 – 12.
2. Четверик М.С., Кармазин В.В. Разработка Удоканского месторождения при открыто-подземных горно-обогатительных работах // Цветная металлургия, 1988. - № 11. – С. 16-21.
3. Капленко Ю.П., Федько М.Б., Мельничук С.А., Безверхий С.В. Поиск рациональной технологии подземного предварительного сухого обогащения магнетитовых кварцитов шахтной добычи // Вісник КТУ.- Вип. 18.- 2007. – С. 184 -189.
4. Четверик М.С., Бабий Е.В. Технология предобогащения в карьерах как перспективное направление добычи бедных руд // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2007».- Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. - 2007. - С. 246-253.
5. Бабий Е.В. О выборе оборудования при технологии предобогащения руды в карьере // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. трудов.- Днепропетровск, 2010. – Вып. 90. – С. 3-9.