

Вариант IV- вскрытие месторождения вертикальными стволами и двумя наклонными съездами для выдачи магнетитовых кварцитов и пустых пород с применением троллейзов Kiruna Elektrik.

На основании выполненных укрупненных расчетов затрат по четырем вариантам вскрытия месторождения установлено, что наиболее технологически и экономически выгодным является вариант I.

Для комплексной механизации технологических процессов при проходке горных выработок, разбурировании рудного массива, выпуске и доставке рудной массы из камер рекомендуется применение высокопроизводительного самоходного оборудования на пневматическом ходу с дизельным приводом.

Со стороны рудного поля строится дробильно-бункерный комплекс с питателем конвейерного тракта.

Выдачу руды и пустых пород из шахты предполагается производить рудоподъемным стволом, оснащенный четырьмя облегченными скипами грузоподъемностью по 50 т каждый.

Выводы. Высокие технологические свойства магнетитовых кварцитов позволяют получать из них качественный концентрат, отвечающий требованиям технологии прямого восстановления железа.

Подземная разработка магнетитовых кварцитов системами с закладкой выработанного пространства позволяет сохранять от подработки дневную поверхность с одновременной утилизацией хвостов обогащения.

Разработка месторождения снизу вверх позволяет на нижних горизонтах горных работ вести разработку месторождения в относительно простых гидрогеологических условиях.

Проектирование новых горнорудных предприятий по подземной добыче руды позволило применить в проектах новые для Украины основные технологические процессы и оборудование:

- рудоподъемный ствол, оснащенный четырьмя скипами нового типа;
- высокопроизводительную очистную выемку с торцевым выпуском и применением самоходной техники;
- конвейерную доставку горной массы к стволу.

Возврат инвестиций в капитальное строительство Васиновского ГОКа возможен через 8-9 лет после начала эксплуатации месторождения.

#### *Список литературы*

1. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с подземным способом разработки. ВНТП-13-2-85, Гипроруда, 1986 год.
2. Черных А.Д., Глушко П.И. Комплексная открыто-подземная разработка железорудных месторождений. Киев. «Техника». 1991 год.
3. Комплексная разработка рудных месторождений / Под редакцией А.Д. Черных. Киев. «Техника», 2005 год.

Рукопись поступила в редакцию 28.02.12

УДК 622.271.46

В.Г. ПШЕНИЧНЫЙ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА ГОРНЫХ РАБОТ И ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КАРЬЕРОВ, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ КРУТОПАДАЮЩИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Рассмотрено влияние направления вскрытия крутопадающего месторождения на режим горных работ с внутренним отвалообразованием. На основе данного исследования даны рекомендации по выбору рационального режима горных работ и внутреннего отвалообразования.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Практикой открытых горных работ, а также научными разработками исследователей установлено, что режим горных работ влияет на значения эксплуатационных коэффициентов вскрыши, и как следствие от него зависят экономические показатели работы карьера.

В последнее время на карьерах, разрабатывающих крутопадающие месторождения полезных ископаемых, получили широкое применение технологии внутреннего отвалообразования,

которые позволяют за счет сокращения дальности транспортирования вскрышных пород уменьшить затраты на разработку месторождения, сократить отчуждение земельных площадей под внешние отвалы, а также улучшить экологическую ситуацию в целом.

В связи с этим определение рационального режима горных работ при внутреннем отвалообразовании является важной научной и практической задачей.

**Анализ исследований и публикаций.** Можно выделить три группы технологических схем внутреннего отвалообразования в увязке с режимом горных работ:

1. Технологические схемы с формированием постоянного внутреннего отвала, не требующие жесткой привязки к режиму горных работ.

Формирование постоянного внутреннего отвала осуществляется на участках выхода карьера на конечный контур или при достижении конечной глубины разработки.

2. Технологические схемы при разработке месторождения пионер-карьером с формированием постоянного внутреннего отвала, оказывающие влияние на режим горных работ.

Технология разработки включает вскрытие месторождения на одном из его флангов карьером первой очереди, интенсивную углубку до конечной глубины, последующее движение горных работ в горизонтальном направлении к противоположному флангу месторождения с ведением внутреннего отвалообразования и формированием постоянного внутреннего отвала.

Данные технологические схемы, а также рациональный режим горных работ при их применении достаточно полно изучены П.И. Томаковым, В.А. Щелкановым, В.Е. Богданюком и другими учеными.

3. Технологические схемы с формированием временного внутреннего отвала и дальнейшим его перемещением в один или несколько этапов до конечного положения, оказывающие влияние на режим горных работ.

Общим признаком данных технологических схем (п. 3) является формирование временного внутреннего отвала на глубине, которая не является конечной. Данный временный внутренний отвал, в зависимости от применяемой технологической схемы, перемещается в один или несколько этапов до конечного положения.

При этом глубина, с которой начинается формирование временного внутреннего отвала первого этапа, а также количество этапов перемещения внутреннего отвала должны быть экономически обоснованы.

К данной группе можно отнести:

3.1. Технологическую схему внутреннего отвалообразования при разработке месторождения блоками.

Технология была предложена и разработана Б.Т. Рутковским, В.Ф. Бызовым. Суть ее состоит в размещении скальных пород внутреннего отвала на горизонтальной площадке, которую по длине разделяют на три равные зоны – подготовительных, отвальных и добычных работ. По мере углубки карьера происходит многоуровневая перевалка вскрышных пород, уложенных во внутренний отвал с поочередной сменой указанных зон.

3.2. Технологическую схему при разработке месторождения этапами с внутренним отвалообразованием.

Разработкой и изучением данной технологической схемы занимались А.Г. Шапарь, А.В. Романенко, В.Е. Киковка и др. ученые.

Суть данной технологии состоит во вскрытии вытянутого месторождения на одном из его флангов карьером первого этапа, движении горных работ к противоположному флангу месторождения с формированием временного внутреннего отвала. При достижении противоположного фланга месторождения производится углубка карьера, и горные работы ведутся в обратном направлении с переэкскавацией внутреннего отвала, сформированного на первом этапе и формированием внутреннего отвала второго этапа. Данная последовательность действий сохраняется до достижения карьером конечной глубины. Во время углубки карьера вскрышные породы вывозятся на внешние отвалы.

3.3. Другие технологические схемы внутреннего отвалообразования, для которых характерна многоуровневая переэкскавация вскрышных пород внутреннего отвала тем или иным способом.

**Постановка задачи.** Задачей данной статьи является исследование влияния направления вскрытия крутопадающего месторождения на режим горных работ при внутреннем отвалообразовании и на этой основе обоснование и выбор рационального варианта режима горных работ в карьере.

**Изложение материала и результатов.** В качестве объекта исследования взят условный, характерный для условий Кривбасса карьер (Глееватский, Петровский, Анновский, Ингулецкий), разрабатывающий вытянутую в плане залежь. Разработка ведется с продольным подвиганием фронта горных работ. Формирование внутреннего отвала осуществляется с глубины  $H_{вн.отв}$ .

Было рассмотрено три варианта вскрытия месторождения:

со стороны висячего бока залежи по простиранию А;

по центру залежи В;

со стороны лежачего бока залежи по простиранию С.

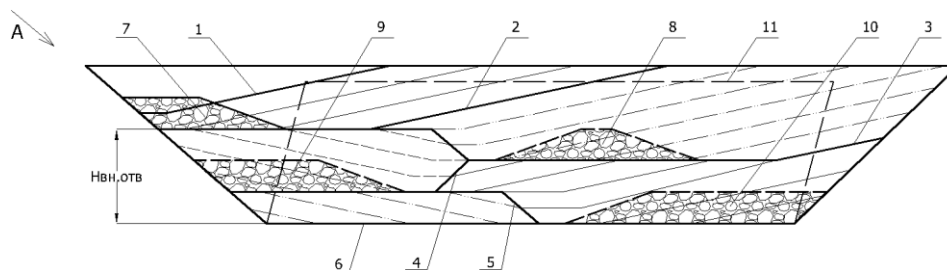
Согласно исследованиям [5] возможные варианты режима горных работ карьера лежат в области между двумя кривыми, построенными в плоскости V-P. Первая кривая  $\varphi \rightarrow 0$  строится из условия, что горные работы ведутся только на одном уступе до полной его отработки, при этом угол наклона рабочего борта карьера стремится к 0. Вторая кривая  $\varphi \rightarrow \varphi_{\max}$  строится из условия, что горные работы ведутся на максимальном количестве уступов с обеспечением максимальной скорости углубки горных работ, при этом угол наклона рабочего борта карьера равен максимальному значению  $\varphi_{\max}$ .

Поэтому для каждого направления вскрытия месторождения рассматривались два варианта ведения горных работ с внутренним отвалообразованием:

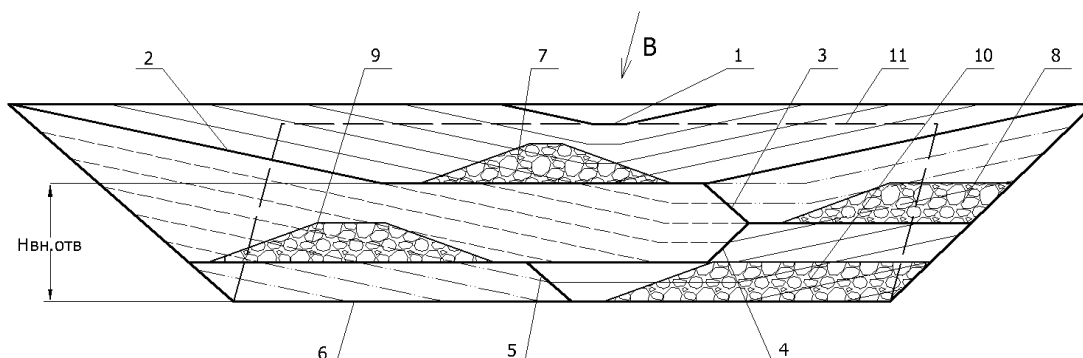
ведение горных работ послойно с формированием временного внутреннего отвала и его перемещением вниз при отработке последующего слоя;

ведение горных работ этапами с формированием временного внутреннего отвала и его перемещением вниз при подготовке емкости на следующем этапе.

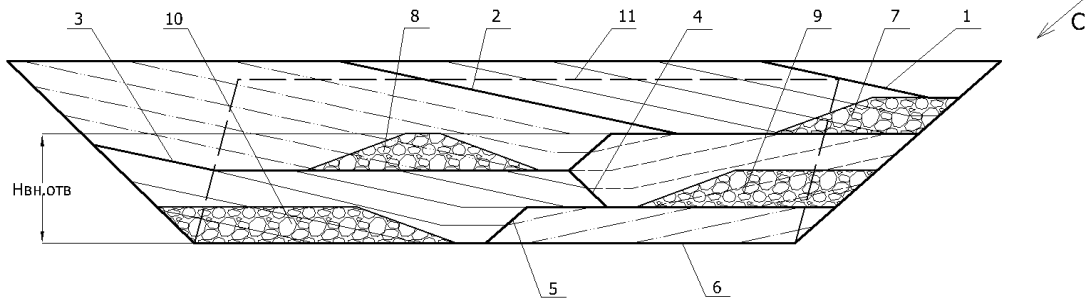
На рис. 1-3 приведены схемы ведения горных работ этапами с обеспечением максимальной скорости углубки карьера и ведением внутреннего отвалообразования при направлениях вскрытия месторождения соответственно А - С.



**Рис. 1.** Схема ведения горных работ в карьере этапами с внутренним отвалообразованием при варианте вскрытия месторождения (А) и условии  $\varphi \rightarrow \varphi_{\max}$  (показан продольный разрез карьера); 1 – контур ГКР; 2 – контур карьера I этапа; 3 – контур карьера II этапа; 4 – контур карьера III этапа; 5 – контур карьера IV этапа; 6 – контур карьера V этапа; 7 – временный внутренний отвал (I этап); 8 – временный внутренний отвал (II этап); 9 – временный внутренний отвал (III этап); 10 – постоянный внутренний отвал (IV и V этапы); 11 – контур залежи по простиранию



**Рис. 2.** Схема ведения горных работ в карьере этапами с внутренним отвалообразованием при варианте вскрытия месторождения (В) и условии  $\varphi \rightarrow \varphi_{\max}$  (показан продольный разрез карьера); 1 – контур ГКР; 2 – контур карьера I этапа; 3 – контур карьера II этапа; 4 – контур карьера III этапа; 5 – контур карьера IV этапа; 6 – контур карьера V этапа; 7 – временный внутренний отвал (I этап); 8 – временный внутренний отвал (II этап); 9 – временный внутренний отвал (III этап); 10 – постоянный внутренний отвал (IV и V этапы); 11 – контур залежи по простиранию



**Рис. 3.** Схема ведения горных работ в карьере этапами с внутренним отвалообразованием при варианте вскрытия месторождения (С) и условия  $\varphi \rightarrow \varphi_{\max}$  (показан продольный разрез карьера); 1 – контур ГКР; 2 – контур карьера I этапа; 3 – контур карьера II этапа; 4 – контур карьера III этапа; 5 – контур карьера IV этапа; 6 – контур карьера V этапа; 7 – временный внутренний отвал (I этап); 8 – временный внутренний отвал (II этап); 9 – временный внутренний отвал (III этап); 10 – постоянный внутренний отвал (IV и V этапы); 11 – контур залежи по простиранию.

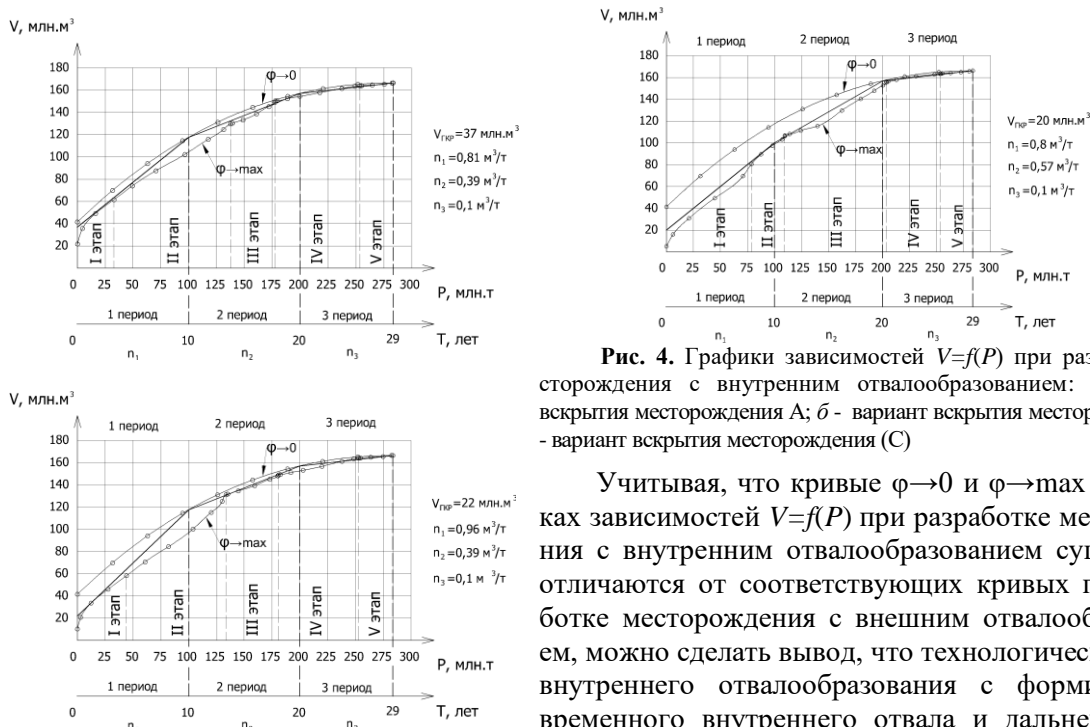
При каждом направлении вскрытия месторождения режим горных работ состоит из этапов. Первый этап включает подготовку площадки для начала формирования внутреннего отвала, ведение горных работ в направлении второго этапа и формирование внутреннего отвала.

Каждый последующий этап включает углубку горных работ, подготовку площадки для начала формирования внутреннего отвала на данном этапе, внутреннее отвалообразование и переэкскавацию внутреннего отвала предыдущего этапа.

Если после завершения очередного этапа возможны два направления ведения горных работ следующего этапа, то выбирается вариант с меньшим коэффициентом вскрыши.

При исследовании все подсчеты объемов для большей точности выполнялись в объемной модели с учетом объемов горной массы в торцах карьера.

После произведенных по принятому условному карьеру расчетов объемов выемки руды и вскрыши для вариантов вскрытия месторождения А-С с послойным и поэтапным ведением горных работ и ведением внутреннего отвалообразования, построены графики зависимости  $V=f(P)$ , которые приведены на рис. 4. На графиках проведено усреднение эксплуатационных коэффициентов вскрыши по периодам времени, которые приняты равными для рассматриваемых вариантов вскрытия месторождения А-С.



**Рис. 4.** Графики зависимостей  $V=f(P)$  при разработке месторождения с внутренним отвалообразованием: а - вариант вскрытия месторождения А; б - вариант вскрытия месторождения В; в - вариант вскрытия месторождения (С)

Учитывая, что кривые  $\varphi \rightarrow 0$  и  $\varphi \rightarrow \max$  на графиках зависимостей  $V=f(P)$  при разработке месторождения с внутренним отвалообразованием существенно отличаются от соответствующих кривых при разработке месторождения с внешним отвалообразованием, можно сделать вывод, что технологические схемы внутреннего отвалообразования с формированием временного внутреннего отвала и дальнейшим его перемещением этапами до конечного положения существенно влияют на режим горных работ, а вариант вскрытия месторождения определяет режим горных работ карьера при внутреннем отвалообразовании.

Сравнив, полученные значения усредненных эксплуатационных коэффициентов вскрыши, можно сделать вывод, что ведение горных работ по варианту вскрытия месторождения (В) характеризуется меньшим эксплуатационным коэффициентом вскрыши в первом периоде эксплуатации при меньшем объеме горно-капитальных работ. Это позволит перенести на более поздние периоды времени выемку вскрышных пород, часть из которых возможно уложить во внутренний отвал, что еще больше улучшит показатели работы карьера.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Таким образом, вариант вскрытия месторождения определяет режим горных работ карьера при внутреннем отвалообразовании. При этом наиболее рациональным режимом горных работ является режим, характеризующийся меньшими коэффициентами вскрыши в первые периоды эксплуатации карьера, что позволит перенести на более поздние периоды времени выемку части вскрышных пород, которые в будущем возможно уложить во внутренний отвал по одной из приведенных технологических схем.

Направлением дальнейших исследований является исследование влияния внутреннего отвалообразования при разработке крутопадающего месторождения на производительности карьера по полезному ископаемому.

#### *Список литературы*

1. Открытая разработка крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием / А. Г. Шапарь, В. Т. Лашко, А. В. Романенко, В. Е. Киковка; Отв. ред Э. И. Ефремова. – К: Наукова думка, 1992. – 115 с.
  2. Богданюк В. Е. Влияние схемы отработки карьерного поля на режим горных работ // Горный журнал. – 1966. – №7. – С. 29 - 32.
  3. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений при отработке глубоких горизонтов карьера: А. с. 968402 СССР, МКІ<sup>2</sup> Е 21 С 41 / 00 / В. Ф. Бызов, В. Н. Романенко. – Опубл. 23.10.82., Бюл. № 39.
  4. Шапарь А. Г., Лашко В. Т., Романенко А. В. и др. Основные положения новой технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием // Разраб. рудн. месторожд – 1988. – Вып. 45. – С. 3 - 6.
  5. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – М.: Госгортехиздат, 1961.
- Рукопись поступила в редакцию 28.02.12

УДК 622.271: 621.67

А.Г. ШАТАЛОВ, А.И. МИРОНЕНКО, З.Н. ВЕГЕРА, Г.М. ШАПОВАЛОВА  
ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

### **РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ И ОПТИМАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОТКАЧИВАНИЯ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРА ПАО «ИнГОК»**

На примере долгосрочного планирования работы карьера ПАО «ИнГОК» показаны схемы оптимального откачивания карьерных вод с применением центробежных насосов типа ЦНС

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** В настоящее время в Кривбассе значительно увеличиваются объемы добычи железной руды, большая часть добывается открытым способом. Происходит быстрое понижение добычных горизонтов и, соответственно, увеличивается себестоимость добычи тонны полезного ископаемого. Тем не менее, в практике мировой горной промышленности наблюдается стабильная ориентация на открытый способ разработки месторождений полезных ископаемых. Не исключением являются и горно-рудные предприятия Криворожского бассейна. При этом возникают определенные проблемы.

Понижение горизонтов отработки карьеров увеличивает глубину и площади карьеров. При ведении горных работ, во-первых, открываются все новые и новые источники подземных вод, во-вторых, в карьер попадает вода в виде снега и дождя. Непредвиденное количество периодически выпадающих ливневых осадков, в течение короткого промежутка времени, может привести к скоплению огромных объемов воды в карьере. В-третьих, в карьер попадает вода, которая используется для технологических нужд, например, для орошения автодорог, смыва просыпей конвейеров и так далее. Поэтому, на всех периодах эксплуатации карьера необходимо проводить мероприятия по откачке воды для обеспечения безопасной работы людей и безотказной работы техники. В противном случае, за счет увеличенных притоков, карьер заполнится водой, что приведет к сбою работ в карьере, экономическим потерям предприятия. Чтобы это не произошло, выполняются мероприятия по частичному отводу вод от борта карьера при помощи специальных водоотводящих сооружений.