

## Схемы вскрытия глубоких горизонтов шахт Кривбасса

Харин С. А.<sup>1</sup>, Борщевский С. В.<sup>2\*</sup>, Формос В. Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Криворожский технический университет, Кривой Рог, Украина

<sup>2</sup> ДонНТУ, Донецк, Украина

Поступила в редакцию 24.09.10, принята к печати 29.10.10.

### Аннотация

Рассмотрены запасы природно богатых железных руд на больших глубинах в Криворожском бассейне. Выполнен анализ способов вскрытия месторождения вертикальными скипо-клетевыми и наклонными конвейерными стволами. Для различных условий исследованы схемы строительства горизонтов второй ступени вскрытия, с учетом возможной интенсивности ведения работ.

Ключевые слова: месторождение, железная руда, глубина, вскрытие, схема, способ, выработка, ствол, квершлаг, штрек, точка встречи, направление работ.

В настоящее время разработка многих месторождений руд железа, никеля, меди, серебра, золота, других цветных металлов уходит на глубину. На золотых и медно-никелевых рудниках Канады в провинциях Онтарио и Квебек она колеблется в пределах 1500-3000 м, на золотых рудниках ЮАР и Индии горные работы ведутся на глубине свыше 3,5 км от поверхности. Очень глубоким является золотой рудник «Вестерн Дип Левелз» в ЮАР, где очистные работы превысили отметку 3,8 км.

В 80-е годы группой исследователей, которую, в частности, составляли академики Н.П. Семенов и Я.Н. Белевцев, проф. Г.В. Тохтуев и др. было проведено изучение структуры рудных полей и залежей богатых железных руд Кривого Рога на глубоких горизонтах разработки. Сопоставим полученные, по данным [1], размеры прогнозных запасов природно-богатой железной руды и содержания в ней железа по различным рудникам (рис.1).

Можно предполагать наличие в Криворожском бассейне в диапазоне глубин 1500-2500 м суммарных прогнозных запасов богатой руды порядка 730 млн. т. Указанная цифра может быть сопоставлена с величиной товарной руды, добытой подземным способом в бассейне за период, охватывающий практически всю историю его существования (1880-2006 гг.), которая оценивается в 2100 млн.т [2].

В этой связи важной и сложной проблемой является вскрытие и разработка месторождений на весьма больших глубинах с помощью использования нескольких ступеней вскрытия. Месторождения богатых железных руд в Криворожском бассейне в различное время вскрывались вертикальными и конвейерными стволами; в той или иной мере использовалась их комбинация.

Анализ применения способов вскрытия мощных наклонных рудных месторождений вертикальными скипоклетевыми и наклонными конвейерными стволами, выполненный, в частности, с учетом работ [2-4], позволил установить следующее.

Вертикальные стволы могут быть пройдены высокими темпами, использованы одновременно для подъема руды, породы, для проветривания, доставки материалов и оборудования, спуска-подъема людей, прокладки трубопроводов и кабельных линий, что невозможно или неэкономично при наклонных конвейерных стволах. В связи с этим на глубокой

---

\* Для переписки: borshevskiy@gmail.com

шахте высокой производительности при вертикальном подъеме число стволов (главных и вспомогательных) на 30-50% меньше, чем при конвейерном подъеме в аналогичных условиях.

Проходка вертикальных стволов более безопасна даже в условиях высокого горного давления и горных ударов: число рудоподъемных стволов на крупных шахтах можно увеличивать по мере возрастания глубины разработки и уменьшать при доработке месторождения, используя освободившиеся стволы для вентиляции.

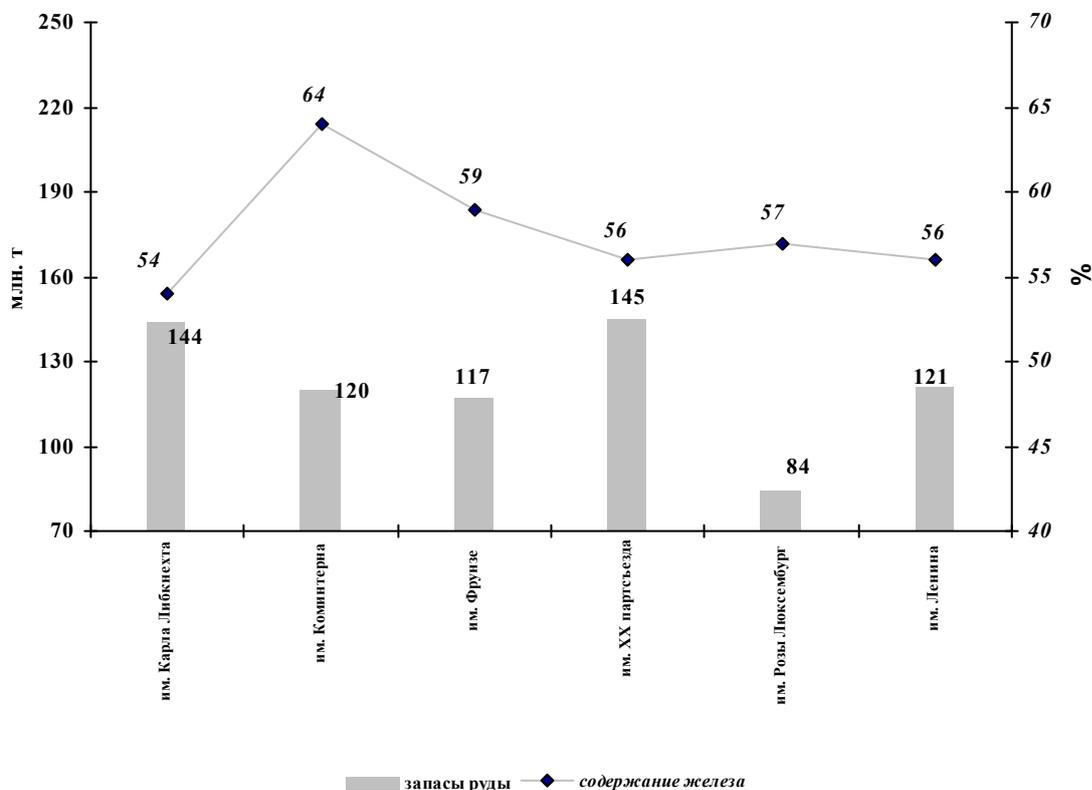


Рис. 1. Прогнозные запасы богатой руды в этаже 1500-2500 м

Конвейерные стволы требуется проходить сразу в запроектированном комплексе на глубину очереди, а затем нести по ним эксплуатационные расходы в полном объеме независимо от колебаний в добыче руды.

При конвейерном подъеме большую долю в затратах составляют амортизация капитальных вложений, стоимость конвейерных лент, поддерживающих роликов, расходы на электроэнергию и обслуживание стволов. Необходимы также дополнительные стволы для подачи воздуха в шахту и выполнения вспомогательных операций; для перегрузочных узлов необходимы большие камеры (до 6-10 тыс.м<sup>3</sup> каждая), что допустимо в особо прочных породах и на ограниченных глубинах.

К существенным недостаткам конвейерных стволов следует также отнести [4]: жесткость шахтного подъема (энергетическая мощность подъемных установок остается прежней даже при значительном снижении производительности шахты); жесткость способа вскрытия (мощность конвейерной линии остается прежней и в период затухания шахты); низкую надежность конвейерной системы, особенно при наличии нескольких погрузочных и перегрузочных точек, необходимость постоянного наблюдения и ухода, так как перекося, неосевая нагрузка, заклинивание кусков руды в выпускной точке, удары кусков по ленте и срезающее их действие при скольжении и переходе ленты через ролики, прилипание абразивной мелочи и т. п. вызывают повышенный износ ленты и аварии; высокую стоимость проходки, особенно углубки, из-за необходимости многократной перетранспортировки горной массы для выдачи ее из забоя на поверхность. Так, в самый благоприятный период проходки наклонных стволов стоимость выемки

1 м<sup>3</sup> породы была в 1,5-2 раза выше, чем у глубоких вертикальных диаметром в проходке соответственно 8 и 7 м [4].

Достоинства конвейерных стволов – непрерывность подъема и сохранение производительности с глубиной разработки – проявляют себя лишь при небольшом числе ставов и наличии резервных емкостей.

В свое время [3, 4]. при сравнении подъема руды конвейерными стволами с подъемом вертикальными скипоклетевыми стволами типа шахты «Гигант-Глубокая», оснащенные скипами грузоподъемностью 50 т, установлено, что вариант с вертикальными стволами по эксплуатационным расходам в 2,6 раза экономичнее конвейерного.

Основные причины высокой стоимости конвейерного подъема заключаются в значительной цене сооружений и оборудования, низкой надежности многоставной системы большой длины, неравномерном поступлении руды на конвейер из-за отсутствия резервных емкостей на линии и продолжительном включении системы при остановках, в результате чего увеличиваются износ оборудования, расход электроэнергии, простои, уменьшается коэффициент полезного использования конвейерной линии.

Как представляется в этой связи, для условий глубоких шахт Кривбасса можно рекомендовать вскрытие горизонтов с применением слепых вертикальных стволов. Для различных условий развитие работ может осуществляться по следующим схемам (рис. 2).

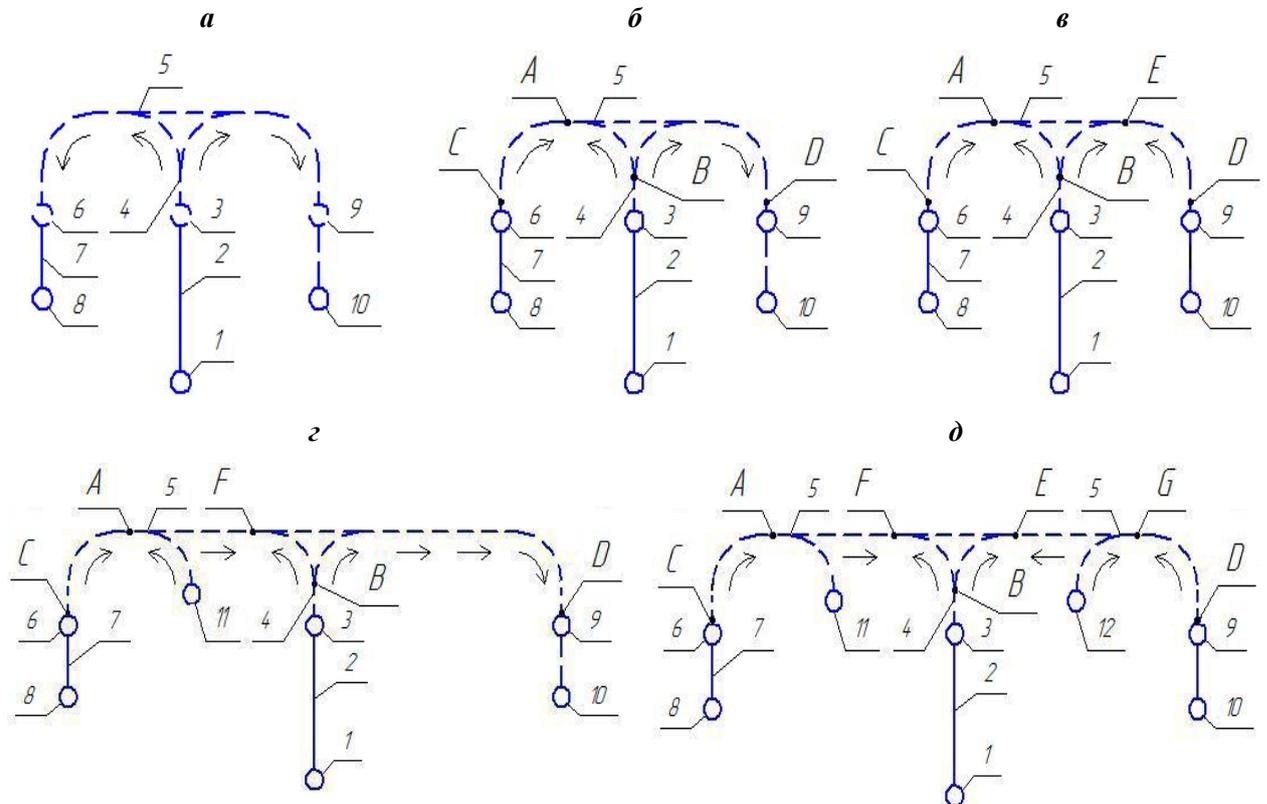


Рис. 2. Строительство горизонта второй ступени с использованием: а - одной точки приложения работ (от главного ствола); б - двух точек приложения работ (от главного ствола и одного из фланговых); в - трех точек приложения работ (от главного ствола и обоих фланговых); г - трех точек приложения работ (от главного ствола, флангового и временного околотрекового); д - пяти точек приложения работ (от главного ствола, двух фланговых и двух временных околотрековых); 1- главный ствол горизонта первой ступени вскрытия; 2- главный квершлаг горизонта первой ступени вскрытия; 3- главный слепой вертикальный ствол, вскрывающий горизонт второй ступени; 4- главный квершлаг горизонта второй ступени вскрытия; 5- штрек горизонта второй ступени вскрытия; 6, 9 - фланговые слепые вертикальные стволы, вскрывающие горизонт второй ступени; 7- вентиляционный квершлаг горизонта первой ступени вскрытия; 8, 10- фланговые стволы горизонта первой ступени вскрытия; 11, 12 - временные околотрековые слепые стволы; А, Е, F, G – точки встречи; ← - направления развития проходческих работ.

При строительстве горизонта 2-й ступени вскрытия с использованием одной точки приложения работ (рис. 2, а) проходка выработок осуществляется следующим образом. Горизонт 2-й ступени вскрывается с помощью слепого ствола (3), находящегося вблизи главного квершлага (2) вышележащего горизонта, работы включают в себя также проходку околоствольного двора, камер подъемной машины и других выработок, необходимых для обеспечения строительства. Далее производится сооружение околоствольного двора на горизонте 2-й ступени вскрытия, проходка главного квершлага на этом горизонте (4), в дальнейшем осуществляется строительство штрека (5).

Схема характеризуется простотой, невысокими темами строительства и, следовательно, сравнительно большой продолжительностью сооружения объекта. Вместе с тем при такой схеме не возникает необходимости в проведении значительного объема вспомогательных выработок, связанных с обеспечением строительства. Она может быть рекомендована в большинстве случаев, в особенности при сравнительно невысокой интенсивности отработки вышележащих этажей.

При строительстве горизонта 2-й ступени вскрытия с использованием двух точек приложения работ (рис. 2, б) проходка выработок осуществляется от слепого ствола, находящегося вблизи главного квершлага и одного из фланговых слепых стволов. В данном случае точка встречи *A* будет находиться на штреке. При этом продолжительность сооружения горизонта может быть определена из следующих соображений.

Если участки штрека *BC* и *BD* сопоставимы по протяженности, то возможны такие варианты:

- на участке *BC* используется менее производительное проходческое оборудование и продолжительность работ примерно соответствует участку *BD*, где используется более производительное оборудование;
- если оборудование сопоставимо по производительности, то продолжительность строительства горизонта будет определяться окончанием работ по сооружению участка *BD*;
- если участок штрека *BC* значительно превышает участок *BD*, то продолжительность строительства горизонта будет определяться временем достижения точки встречи *A*. Данная схема позволяет применять множество вариантов сочетаний различного проходческого оборудования для достижения определенных сроков окончания работ.

Строительство горизонта второй ступени с помощью трех точек приложения работ (от главного ствола и обоих фланговых). В этом случае (рис. 2, в), в отличие от схем, рассмотренных ранее, необходимо наличие еще одного флангового слепого ствола.

Продолжительность работ по строительству горизонта определится достижением точек встречи направлений работ *A* или *E*. При проходческом оборудовании различной производительности возможен вариант, когда моменты достижения точек встречи будут близкими.

Схема позволяет осуществить строительство в сравнительно сжатые сроки и может быть рекомендована при высокой интенсивности отработки вышележащих этажей. К числу заметных недостатков схемы могут быть отнесены необходимость проходки значительных объемов вспомогательных выработок и более высокая стоимость работ.

Схемы (рис. 2, а-в) имеют место при сравнительно небольших размерах рудного тела по простиранию. Если же размеры рудного тела по простиранию весьма велики, то могут иметь место следующие схемы (рис. 2, г, д).

Строительство горизонта второй ступени с помощью трех точек приложения работ (от главного ствола, флангового и временного околострекового), рис. 2, г. Если использовать проходческое оборудование различной производительности, то участки штрека *AC*, *AF*, *BF*, *BD* могут быть пройдены за сопоставимые промежутки времени, при использовании же оборудования одинаковой производительности продолжительность строительства горизонта во многом будет зависеть от темпов сооружения участка штрека *BD*.

Строительство горизонта второй ступени с помощью пяти точек приложения работ (от главного ствола, двух фланговых и двух временных околострековых), рис. 2, д. Схема отличается наличием 5 точек приложения работ и может быть рекомендована в условиях очень высоких интенсивности добычи полезного ископаемого и, соответственно, понижения очистных работ. В других случаях такую схему

применять нецелесообразно ввиду наличия значительных объемов выработок, обеспечивающих строительство, и большой его стоимости.

Таким образом, анализ залежей богатых железных позволяет предполагать наличие в Криворожском бассейне в диапазоне глубин 1500-2500 м суммарных прогнозных запасов богатой руды порядка 730 млн. т.

Для условий глубоких шахт Кривбасса можно рекомендовать вскрытие горизонтов с применением слепых вертикальных стволов. Строительство горизонта второй ступени возможно с использованием одной точки приложения работ – от главного ствола; двух – от главного ствола и одного из фланговых; трех точек – от главного ствола и обоих фланговых или – от главного ствола, флангового и временного околоштрекового; пяти точек - от главного ствола, двух фланговых и двух временных околоштрековых.

### Библиографический список

1. Структура криворожских месторождений богатых руд и закономерности их развития на больших глубинах. / Н. П. Семенов, Г.В. Тохтуев, В.М. Кравченко, Э.А. Ярошук и др. – Киев, Наук. думка, 1981. – 188 с.
2. Криворізький залізорудний басейн. До 125-річчя з початку промислового видобутку залізних руд. / Ю.Г. Вілкул, Л.В. Дояр, М.І. Дядечкін, О.С. Колодезнев та ін. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2006. – 583 с.
3. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений. М., «Недра», 1966, 663 с.
4. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. М., «Недра», 1977, 229 с.

© Харин С. А., Борщевский С. В., Формос В. Ф., 2011.

#### Анотація

Розглянуті запаси природно багатих залізних руд на великих глибинах в Криворізькому басейні. Виконаний аналіз способів розкриття родовища вертикальними скипо-клітьговими і похилими конвеєрними стволами. Для різних умов досліджені схеми будівництва горизонтів другою ступеню розкриття, з врахуванням можливої інтенсивності ведення робіт.

Ключові слова: Родовище, залізна руда, глибина, розкриття, схема, спосіб, виробка, ствол, квершлаг, штрек, точка зустрічі, напрям робіт

#### Abstract

Supplies are considered naturally rich iron-stones on no-bottoms in the Krivoj Rog pool. The analysis of methods of dissection of deposit vertical and sloping conveyer barrels is executed. For different terms the charts of building of horizons of the second stage of dissection are investigational, taking into account possible intensity of conduct of works..

Keywords: Deposit, iron-stone, depth, dissection, chart, method, making, barrel, crossheading, drift, point of meeting, direction of works