

В.В. Сенкус, Н.И. Абрамкин, Вал.В. Сенкус

ОСОБЕННОСТИ ВСКРЫТИЯ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВ

Аннотация. Особенность схемы заключается в многофункциональности выработок, обеспечивающих отработку запасов угольных месторождений открытыми и подземными горными технологиями. В соответствии с принятыми положениями, наилучшей является схема вскрытия месторождения, которая обеспечивает наиболее полное продуктивное взаимодействие технологических систем разреза и шахты на протяжении всего (или максимально возможного) срока существования предприятия. При выборе места заложения вскрывающих подземных выработок в разрезе следует исходить из требований безопасности и удобства работ, минимальной запыленности, возможностей снабжения энергией, водой, наличия площадок для организации пунктов перегрузки. При определении положения подземных вскрывающих выработок необходимо учитывать наряду с традиционными факторами перспективы развития горных работ в карьере и параметры сдвижения массивов пород под влиянием подземных и открытых горных работ, физико-химических геотехнологий и гидродобычи. Выбор варианта вскрытия осуществляется на основе совместного учета технических (схема вскрытия, системы открытых и подземных работ, места заложения вскрывающих выработок, вида транспорта, способа подъема и т.д.), организационных (сроки строительства, календарная увязка планов горных работ и экономических факторов, предусматривающих оптимизацию затрат и доходов (по изменяющимся статьям в сравниваемых вариантах) с учетом времени их осуществления).

Ключевые слова: особенность, вскрытие, угольное месторождение, комбинированный способ.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-47-53

Анализ способов комбинированной разработки угольных месторождений показал, что технологические решения, технические средства и материалы: вскрытия и подготовки месторождения; водоотлива горных выработок и их проветривания, добычи угля работ при комбинированной разработке месторождений, используемые при выполнении производственных процессов и операций остаются аналогичными, как в обычных условиях открытой, подземной разработки и рекультивации земель. Однако при комбинированной разработке в результате взаимодействия открытых и подземных работ формируются и проявляются

их особенности, сопровождаемые позитивными и негативными факторами.

При комбинированной разработке возникают технологические решения, которые были бы невозможны при открытой или подземной разработке [1–12].

Технологические решения и способы их реализации в условиях открытых или подземных освящены в технической литературе и в работе рассматриваются в необходимых минимальных объемах.

Следует подчеркнуть, что комбинированные технологии в практике разработки угольных месторождений носят единичный характер, а методическая база проектирования отсутствует.

Одним из признаков комбинированной разработки месторождения является единая схема вскрытия и подготовки, который считается условием наиболее полного проявления позитивных особенностей комбинированной технологии [1].

Под термином «Схема вскрытия и подготовки месторождения» предполагается комплекс горно-капитальных и подготовительных выработок в разрезе или шахте, обеспечивающих доступ к полезному ископаемому [1].

Вскрытие и подготовка месторождения для его комбинированной разработки являются системообразующими операциями высокого порядка и формируют технический и экономический уровни освоения полезного ископаемого на стадии горного производства.

Термином «единая схема вскрытия и подготовки месторождения при комбинированной разработке» обозначается проведение комплекса горных выработок для вскрытия и подготовки запасов угля и комбинированной разработки их различными технологиями на основе единого проекта.

Особенность схемы заключается в многофункциональности выработок, обеспечивающих отработку запасов угольных месторождений открытыми и подземными горными технологиями.

В соответствии с принятыми положениями, наилучшей является схема вскрытия месторождения, которая обеспечивает наиболее полное продуктивное взаимодействие технологических систем разреза и шахты на протяжении всего (или максимально возможного) срока существования предприятия.

Для определения коэффициента эффективности технологического взаимодействия открытой и подземной технологий при их комбинировании K_k , предлагается использовать формулу, выведенную на основе зависимостей чистых

дисконтированных доходов вариантов схем вскрытия, и имеет вид [1]

$$K_k = \frac{(C_o + \Delta K_o) + (C_n + \Delta K_n)}{(C_o^1 + \Delta K_n^1)} \quad (1)$$

где C_o , C_n — себестоимость добычи угля открытым и подземным способом при раздельном варианте вскрытия; ΔK_o , ΔK_n — удельные капитальные затраты за определенный период на разрезе и шахте при раздельном варианте отработки месторождения открытым и подземным способом; C_o^1 , C_n^1 — себестоимость добычи угля открытым и подземным способом при совместной отработке месторождения комбинированным способом; ΔK_o^1 , ΔK_n^1 — удельные капитальные затраты за определенный период на разрезе и шахте при совместной отработке месторождения комбинированным способом.

Если эффективность технологического взаимодействия открытой и подземной технологий значима, коэффициент $K_k > 1$, если $K_k < 1$, то эффективность принятой схемы взаимодействия открытой и подземной технологий неоправданно низка, то от варианта вскрытия необходимо отказаться.

Следует отметить, что коэффициент эффективности взаимодействия технологий для достижения позитивных результатов совместного вскрытия месторождения должен находиться в пределах $1 < K_n < 2$.

Для проведения подземной добычи угля должны быть пройдены вскрывающие выработки и сооружены объекты, необходимые для эффективного ведения подземных горных работ с учетом удаления открытых.

При большом разрыве во времени не может сохраняться большая часть коммуникаций разреза или шахты для последующего использования. Однако совмещение открытых и подземных горных работ в пространстве может оставаться

значительным и быть любимым в интервале $K_n = 1-2$ и более, поэтому отработка месторождения, отвечает критериям комбинированной, но требует преимущественно раздельной схемы вскрытия. Такой подход необходим с точки зрения соблюдения условий, отражающих различные стороны воздействия временно-го фактора.

Вариант раздельной схемой вскрытия разреза и шахтных полей рекомендуется для месторождений, где работы должны выполняться в рамках единого проекта освоения его комбинированным способом.

При этом в проекте и во входящих в его состав схемах вскрытия необходимо предусматривать сохранение возможно большего количества совместных открыто-подземных коммуникаций и капитальных сооружений. В каждом конкретном случае в проекте расчетами определяются техническая возможность и экономическая целесообразность сохранения и наращивания по мере необходимости основных коммуникаций разреза и шахты.

Если разрыв во времени достаточно велик (годы и десятки лет), то по техническим и экономическим причинам нельзя рассчитывать на использование системных коммуникаций и сооружений, оставшихся от предыдущего способа освоения месторождения.

В этом случае, предыдущая и последующая технологии должны осуществляться по раздельным схемам вскрытия.

Следует отметить, что любой из рассмотренных вариантов может быть использован и для повторной разработки.

Особенностью последовательной комбинированной разработки месторождения является возможность использования пространства разреза для опережающего и с наименьшими затратами вскрытия приконтурных запасов для отработки подземным способом.

Опыт разработки угольных месторождений комбинированным способом показал, что в большинстве случаев для вскрытия запасов, подлежащих выемке подземными технологиями, применяются традиционные варианты вскрытия выработками, располагаемыми за пределами зон сдвижения от открытых и подземных горных работ.

Использование открытых выработок в качестве вскрывающих на отечественных шахтах имеет единичный характер, чаще в виде вспомогательной вскрывающей выработки на стадии строительства и эксплуатации разреза для доставки материалов, оборудования в шахту, подготовки подземных блоков к очистной выемке, подачи свежего и выброса загрязненного воздуха, размещения породы от проходки подземных выработок, формирования единой системы водоотливных и дренажных выработок, при этом схемы вскрытия характеризуются повышенными объемами капитальных работ и увеличенными сроками строительства шахты.

Использование разреза в качестве вскрывающей выработки при создании единой транспортной схемы для вывоза горной массы из разреза и шахты позволяет добиться существенного снижения затрат и сроков строительства шахты.

Вскрытие угольного месторождения при применении комбинированных технологий характеризуется рядом особенностей: наличие пространства разреза, которое представляет собой самостоятельную вскрывающую выработку; увеличенные размеры зон, вовлекаемых в процесс деформирования массива под влиянием горных работ; зависимость распределения запасов по способам разработки от принятого порядка освоения месторождения.

Для использования разреза в качестве транспортной выработки с горизонтальных берм бортов или со дна карьера

проходят штольни, вертикальные или наклонные стволы, наклонные подземные съезды для самоходного оборудования. Часто пространство разреза используют для размещения вспомогательных подземных выработок: для доставки материалов, закладочной смеси и оборудования в шахту, подготовки подземных блоков к очистной выемке, подачи свежего и выброса загрязненного воздуха. Положительно сказывается на работе шахты возможность размещения в разрезе от проходки подземных выработок. Существенно снижаются затраты комбинированной технологии при формировании единой для разреза и шахты системы водоотливных и дренажных выработок.

Использование разреза в качестве вскрывающей выработки для освоения подземных запасов предполагает сооружение на бермах или в основании карьера перегрузочных узлов, размещение вентиляционных установок, поддержание съездов и коммуникаций разреза на длительный период эксплуатации, требует оставления значительных по величине охранных целиков бортов.

Использование глубоких разрезов в качестве транспортной выработки не оправдано из-за высоких затрат и необходимости поддержания бортов в течение длительного периода эксплуатации запасов месторождения подземным способом.

В ряде случаев целесообразно использовать подземные вскрывающие выработки для освоения запасов глубоких горизонтов разреза, для чего в дне или в нижней части бортов сооружают капитальные выработки для транспортировки горной массы открытых горных работ на подземный транспортный горизонт, откуда выдают ее на поверхность.

Такой вариант вскрытия и подготовки запасов обеспечивает по сравнению с традиционной схемой «ствол — кверш-

лаг — штрек» сокращение сроков ввода в эксплуатацию на 3,5 года.

Использование пространства разреза дает возможность ускорить строительство шахты и организовать добычные работы в открыто-подземном ярусе до ввода основных вскрывающих выработок шахты в эксплуатацию. Добыча из разреза в переходных зонах позволяет смягчить экономические последствия перехода на другой способ разработки.

Совместное решение вопросов вскрытия и подготовки запасов полей разреза и шахты позволяет уменьшить объем вскрывающих выработок и сократить срок строительства, снизить размеры инвестиций, а также уменьшить затраты на транспортировку горной массы в процессе эксплуатации предприятия.

При комплексном проектировании и освоении запасов комбинированными технологиями проектные решения должны быть увязаны по способам разработки, в том числе: в части размещения вскрывающих выработок с учетом перспектив развития горных работ в разрезе и шахте и функционирования их на всех этапах разработки, что снижает затраты и сроки строительства.

Требования к схеме вскрытия месторождения при комбинированном способе разработки заключаются в следующем:

- использование пространства разреза в качестве основной или вспомогательной вскрывающей выработки на стадиях строительства и эксплуатации шахты;
- создание единой транспортной схемы для выдачи горной массы из шахты и разреза;
- резервирование на поверхности разреза мест для размещения поверхностных зданий и сооружений шахты;
- формирование при постановке разреза в предельное положение площадок, берм, съездов для заложения основных

и вспомогательных подземных выработок, размещения пунктов перегрузки, дренажных выработок и сооружений, вентиляционных и энергетических установок;

- учет при определении местоположения подземных вскрывающих выработок, наряду с традиционными факторами, перспектив развития горных работ в карьере и особенностей сдвижения массивов пород под влиянием подземных и открытых горных работ;

- разработка мероприятий по уменьшению размеров зон деформирования, подрабатываемых бортов карьера и мониторингу геомеханического состояния массива в районе размещения подземных капитальных вскрывающих выработок;

- размещение отвалов вскрышных пород и угольных складов с учетом требований проветривания шахт и обеспечения устойчивости подрабатываемых бортов разреза.

При выборе места заложения вскрывающих подземных выработок в разрезе следует исходить из требований

безопасности и удобства работ, минимальной запыленности, возможностей снабжения энергией, водой, наличия площадок для организации пунктов перегрузки.

При определении положения подземных вскрывающих выработок необходимо учитывать наряду с традиционными факторами перспективы развития горных работ в карьере и параметры сдвижения массивов пород под влиянием подземных и открытых горных работ, физико-химических геотехнологий и гидродобычи.

Выбор варианта вскрытия осуществляется на основе совместного учета технических (схема вскрытия, системы открытых и подземных работ, места заложения вскрывающих выработок, вида транспорта, способа подъема и т.д.), организационных (сроки строительства, календарная увязка планов горных работ) и экономических факторов, предусматривающих оптимизацию затрат и доходов (по изменяющимся статьям в сравниваемых вариантах) с учетом времени их осуществления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Казикаев Д. М.* Комбинированная разработка рудных месторождений: Учебник для вузов. — М.: Изд-во «Горная книга», 2008. — 360 с.
2. *Арсентьев А. И.* Вскрытие и системы разработки карьерных полей. — М.: Недра, 1981. — 278 с.
3. *Бурчаков А. С., Харченко В. А., Кафорин Л. А.* Выбор технологических схем угольных шахт. — М.: Недра, 1975. — 274 с.
4. Имгрунд Т., Шалашинский А. Направленное бурение — новая технология для повышения эффективности предварительной дегазации в российских угольных шахтах // *Глюкауф майнинг репорт.* — 2015. — № 1. — С. 16–19.
5. *Пучков Л. А., Михеев О. В., Атрушкевич В. А., Атрушкевич О. А.* Интегрированные технологии добычи угля на основе гидромеханизации. — М.: Изд-во МГГУ, 2000. — 296 с.
6. *Казикаев Д. М.* Комбинированная разработка рудных месторождений: Учебник для вузов. — М.: Изд-во «Горная книга», 2008. — 360 с.
7. *Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В.* Комбинированная разработка рудных месторождений: Учебное пособие. — М.: Изд-во «Горная книга», 2012. — 344 с.
8. *Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В.* Развитие теории проектирования и реализация идей комплексного освоения недр // *Горный информационно-аналитический бюллетень.* — 2008. — № 4. — С. 20–41.
9. *Коденцев А. Я.* Гидротехнология на шахтах. — М.: Недра, 1994. — 243 с.
10. *Лось И. Н.* Научные основы комбинированной разработки угольных месторождений Севера. — Новосибирск: Наука, 1991. — 181 с.

11. Михеев О. В., Атрушкевич В. А., Саламатин А. Г. Разработка угольных месторождений с использованием открытых техногенных горных выработок: Учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1995. — 45 с.

12. Проект строительства открыто-подземного гидроучастка разреза «Кедровский»: Пояснительная записка. — Новокузнецк: ВНИИГидроуголь, 1997. — 100 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Сенкус Витаутас Валентинович — доктор технических наук, профессор, заместитель управляющего по науке,

филиал ООО «Сибниуглеобогашение», г. Прокопьевск,

Абрамкин Николай Иванович — доктор технических наук, доцент, МГИ НИТУ «МИСиС»,

Сенкус Валентин Витаутасович — кандидат технических наук, начальник горного отдела, ООО «Проектгидроуголь-Н», г. Новокузнецк.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 7, pp. 47–53.

Features of accessing coal beds in hybrid mining

Sencus V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Manager on Research, Branch of LLC «Sibniugleobogashenie», Prokopyevsk, Russia,

Abramkin N.I., Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,

Sencus Val.V., Candidate of Technical Sciences, Head of Mining Department, LLC «Proektgidrougol-N», Novokuznetsk, Russia.

Abstract. Hybrid mining involves process solutions which are impossible in open pit or underground mining though these are single instances at the modern stage as the methodological basis of hybrid mine planning and design is absent. One of the positive features of the hybrid mining method is the unified scheme of coal accessing and preparation. Accessing and preparation of a mineral deposit for mining by the hybrid method are the high-order backbone operations and constitute the technical and economic levels of mineral production. The signature of the accessing scheme consists in the multifunctionality of workings which ensure coal extraction using the open pit and underground methods. According to the effectual regulations, the best accessing scheme enables maximum production interaction between the open pit and underground mines within the whole life (or the longest possible period). When selecting sites for accesses to underground mine from open pit, it is required to judge from the safety and conformity of operations, minimization of dustiness, water and energy supply, and the availability of sites to arrange rehandling points. The layout of underground entries should take into account, alongside with the traditional factors, the future advance of the open pit mining front, movement induced in rock mass by open pit and underground mine operations, physicochemical geotechnologies and hydraulic mining. The choice of an accessing variant should be based on the joint analysis of technical (accessing scheme, open pit and underground mining systems, arrangement of accesses, mode of transport, method of hoist, etc.), organizational (construction terms, coordinated schedule charts of mining plans) and economic aspects of cost and income optimization (by changing items in the variants under comparison) with regard to the implementation time.

Key words: feature, accessing, coal deposit, hybrid mining.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-47-53

REFERENCES

1. Kazikaev D.M. *Kombinirovannaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy*: Uchebnik dlya vuzov [Combined mining of ore deposits: Textbook for high schools], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2008, 360 p.

2. Arsent'ev A. I. *Vskrytie i sistemy razrabotki kar'ernykh poley* [Opening and systems of development of career fields], Moscow, Nedra, 1981, 278 p.

3. Burchakov A. S., Kharchenko V. A., Kaforin L. A. *Vybor tekhnologicheskikh skhem ugol'nykh shakht* [Selection of technological schemes of coal mines], Moscow, Nedra, 1975, 274 p.

4. Imgrund T., Shalashinskiy A. Napravlennoe burenie novaya tekhnologiya dlya povysheniya effektivnosti predvaritel'noy degazatsii v rossiyskikh ugol'nykh shakhtakh [Directional drilling is a new technology to improve the efficiency of pre-degassing in Russian coal mines]. *Glyukauf mayning report*. 2015, no 1, pp. 16–19. [In Russ].

5. Puchkov L. A., Mikheev O. V., Atrushkevich V. A., Atrushkevich O. A. *Integrirovannye tekhnologii dobychi uglya na osnove gidromekhanizatsii* [Integrated technology of coal mining on the basis of the jetting], Moscow, Izd-vo MGGU, 2000, 296 p.

6. Kazikaev D. M. *Kombinirovannaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy*: Uchebnik dlya vuzov [Combined development of ore deposits: Textbook for high schools], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2008, 360 p.

7. Kaplunov D. R., Ryl'nikova M. V. *Kombinirovannaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy: Uchebnoe posobie* [Combined mining of ore deposits: Educational aid], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2012, 344 p.

8. Kaplunov D. R., Ryl'nikova M. V. Razvitie teorii proektirovaniya i realizatsiya idey kompleksnogo osvoeniya nedr [Development of the theory of design and implementation of the concepts of integrated development of mineral resources]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2008, no 4, pp. 20–41. [In Russ].

9. Kodentsev A. Ya. *Gidrotekhnologiya na shakhtakh* [Hidrotekhnologie in the mines], Moscow, Nedra, 1994, 243 p.

10. Los' I. N. *Nauchnye osnovy kombinirovannoy razrabotki ugol'nykh mestorozhdeniy Severa* [Scientific basis for combined development of coal-based fields in the North], Novosibirsk, Nauka, 1991, 181 p.

11. Mikheev O. V., Atrushkevich V. A., Salamatin A. G. *Razrabotka ugol'nykh mestorozhdeniy s ispol'zovaniem otkrytykh tekhnogennykh gornyykh vyrabotok*: Uchebnoe posobie [Development of coal deposits with the use of open man-made mining: Ucheb: Educational aid], Moscow, Izd-vo MGGU, 1995, 45 p.

12. *Proekt stroitel'stva otkryto-podzemnogo gidrouchastka razreza «Kedrovskiy»: Poyasnitel'naya zapiska* [The project of open-underground hydroelectric section «Kedrovsky»: explanatory note], Novokuznetsk, VNI-Gidrougol', 1997, 100 p.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ТРУДОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

(2018, № 4, СВ 13, 16 с., DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-13-3-14)

Артеменко Сергей Иванович — начальник отдела организации труда, зарплаты и планирования, ООО «УГМК — ХОЛДИНГ ПАО «Гайский ГОК» Подземный рудник, e-mail: ser.artemenko2013@yandex.ru.

Человек — это сложная система, обладающая определенными способностями, возможностями, навыками и опытом работы. Это предопределяет его степень вовлеченности в трудовой процесс. Грамотное управление системой трудовых ресурсов определяет уровень производительности труда. Повышение производительности труда определяется уровнем технологичности деятельности по изучению и коррекции трудового потенциала. Это делает актуальным планирование основных показателей по всем кадровым технологиям. Приведен обзор аналитической литературы по выбранной тематике, а также представлен мониторинг системы управления трудовым потенциалом предприятия.

Ключевые слова: персонал, трудовой потенциал, производительность труда, количественная и качественная характеристика персонала, ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат».

LABOR POTENTIAL AS A FACTOR OF INCREASING LABOR PRODUCTIVITY

Artemenko S.I., Head of the Department of wage organization and planning, «UGMK-Holding», PAO «Gaiskiy GOK» Underground mine, e-mail: ser.artemenko2013@yandex.ru, Russia.

Man is a complex system with certain abilities, capabilities, skills and experience. This determines his degree of involvement in the labor process. Competent management of the labor force system determines the level of labor productivity. The increase in labor productivity is determined by the level of technological activity for the study and correction of labor potential. This makes it important to plan the main indicators for all personnel technologies. The article provides an overview of the analytical literature on the selected subject, as well as monitoring of the system of management of labor potential of the enterprise.

Key word: the personnel, labor potential, productivity, quantitative and qualitative characteristics of the personnel of JSC «Gaiskiy mining and processing plant».