

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ*



Г. М. БАБАЯНЦ,
канд. техн. наук

В статье констатируется существенное исчерпание запасов в проектных границах многих крупных карьеров, отрабатывающих мощные глубокозалегающие рудные месторождения, и представлены защищенные авторскими свидетельствами два варианта комбинированного открыто-подземного способа разработки придонных и подкарьерных запасов. Приведены схемы вскрытия и подготовки шахтных горизонтов, параметры и конструкции систем подземной разработки, технологии формирования очистных камер, буровзрывной отбойки и выпуска руды, а также закладки выработанных пространств.

Ключевые слова: мощные рудные месторождения, глубокие карьеры, предельные контуры, комбинированный способ, вскрытие и подготовка, очистные камеры, буровзрывная отбойка, выпуск руды, выработанное пространство, закладка отходами производства.

Середина прошлого века в СССР ознаменовалась интенсивным становлением и развитием открытого способа разработки рудных месторождений на основе сформированных к этому времени гигантской минерально-сырьевой базы, технического оснащения горными и транспортными машинами большой единичной мощности. В настоящее время проектная и фактическая производительность крупных карьеров составляет 20–40 млн т руды в год, глубина ряда карьеров достигла 400–500 м и более, открытым способом добывают 70–80 % рудного минерального сырья. Научно обосновано и проектируется развитие отдельных карьеров до глубины 800–1000 м (например, карьер Ковдорского ГОКа — до глубины 850 м, карьер «Мурунтау» в Узбекистане — до 1000 м).

С учетом предстоящего освоения крупных разведанных месторождений и возможного открытия в Сибири и на Дальнем Востоке новых открытые горные работы, по крайней мере до конца XXI в., будут существенно превалировать по объемам добычи рудных полезных ископаемых [1]. Следует отметить также, что технико-экономические преимущества и конкурентоспособность предприятий с открытым способом добычи руд подтверждаются проявляющейся в последние годы тенденцией сознательного сни-

жения кондиций (бортового содержания) извлекаемых из недр запасов с целью более полного использования минерального сырья. Это, например, апатит-нефелиновые руды Хибин, месторождения коренного золота на Дальнем Востоке, многокомпонентные руды Ковдора.

Вместе с тем добыча руды открытым способом на больших глубинах сопровождается существенным усложнением гидрогеологических, экологических, геомеханических и горнотехнических условий. С приближением карьера к конечной глубине сокращаются размеры добычного пространства, усложняется работа автотранспорта и горных машин, возникает необходимость создания временных перегрузочных складов — иначе говоря, наступает так называемый «период затухания горных работ» с выбытием мощностей по добыче руды. В таком состоянии или в приближении к нему находятся, например, карьеры региона КМА (Михайловский, Лебединский, Стойленский), Кольского полуострова (ОАО «Олкон», ОАО «Апатит», комбинат «Печенганикель»), АК «АЛРОСА», Коршуновского ГОКа, АО «ССГПО» в Казахстане, Кривого Рога на Украине и другие, «рожденные» в основном в 1950–1970-х годах.

При этом во многих случаях рудная залежь распространяется по падению значительно ниже проектного дна карьера, а подкарьерные разведанные или прогнозные запасы соизмеримы или превышают извлеченные открытым способом. Например, крутопадающая залежь Ковдорского месторождения многокомпонентных руд прослежена одиночными разведочными скважинами до глубины порядка 2 км от поверхности без признаков существенного изменения мощности и качества.

Следует отметить, что практически до конца прошлого века предельную глубину рудных карьеров в СССР обосновывали и проектировали до 300–400 м от поверхности, а в зарубежной практике — до 700 м и более (так, конечная глубина карьера Palaboga в ЮАР составила 700 м). В настоящее время в России и других странах СНГ некоторые крупные рудные карьеры достигли глубины 500–600 м (АК «АЛРОСА»), есть проекты карьеров глубиной до 800–900 м. Можно полагать, что современный уровень горной науки, техники и практики в России позволяет увеличить глубины открытых горных работ в среднем до 600–700 м.

Углубление ранее запроектированных и действующих карьеров требует осуществления сложных и высокочрезвычайно затратных работ, прежде всего по реконструкции (перепостановке) конечных бор-

* Публикуется в порядке обсуждения.

тов. В целом же основными ограничивающими глубину открытых работ условиями являются экология (увеличение горного отвода и площади нарушенных земель, изменение гидрологического режима природных вод, поддержание нормативного уровня карьерной атмосферы) и геомеханика (устойчивость уступов и бортов глубокого карьера).

Что касается технико-экономической эффективности ведения открытых горных работ на больших глубинах, то вряд ли альтернативный или подземный способ разработки в современных реалиях может быть конкурентоспособным, во всяком случае по производительности и полноте выемки запасов. Так, создание подземного рудника мощностью 20–25 млн т руды в год потребует строительства 4–6 вертикальных грузоподъемных (скиповых) стволов и проведения десятков километров капитальных, подготовительных и нарезных выработок или коренного изменения схемы вскрытия и системы транспортирования (например, по типу железорудных шахт в Швеции).

В последние 10–15 лет в связи с существенным исчерпанием запасов в проектных контурах многих крупных карьеров научно-исследовательские и проектные организации, специалисты горнодобывающих предприятий и компаний активизировали поиски и разработки технико-технологических решений по восполнению выбывающих мощностей. Одним из направлений является локальная реконструкция придонной зоны карьера и его транспортной системы с целью вовлечения в открытую разработку дополнительных запасов, оставшихся за бортами, и частично — ниже дна карьера.

Однако эти «прирезки» позволяют лишь ненадолго (порядка 5 лет) продлить срок работы карьера. Другое, наиболее распространенное направление — переход на комбинированный открыто-подземный способ разработки залежей, предшествующий последующему переходу на чисто подземный [2–5]. По данным ИГД УрО РАН, порядка 122 горнорудных предприятий в России применяют комбинированный способ разработки [4], и в ближайшей перспективе объемы добычи руд этим способом будут нарастать [3].

В связи с разнообразием параметров, горно-геологических, гидрогеологических, геомеханических и горнотехнических условий залегания рудных тел существует множество вариантов схем вскрытия, систем и технологий выемки подкарьерных запасов в переходной зоне от открытых работ к подземным. Общим признаком комбинированного способа разработки является одновременное ведение горных работ в придонной зоне карьера и в переходной с использованием как пространства карьера, так и подземных выработок. Ниже показаны разработанные и предлагаемые к использованию два варианта комбинированной открыто-подземной разработки крутопадающей рудной залежи, новизна которых защищена авторскими свидетельствами № 607018 и № 690181.

Первый вариант (рис. 1) заключается в формировании со дна карьера 1 сближенных очистных камер цилиндрической формы 4. Сначала по центру будущей камеры методом секционного взрывания пробуренных со дна карьера глубоких скважин формируют «врубовой» восстающий 2, а затем концентрическими ряда-

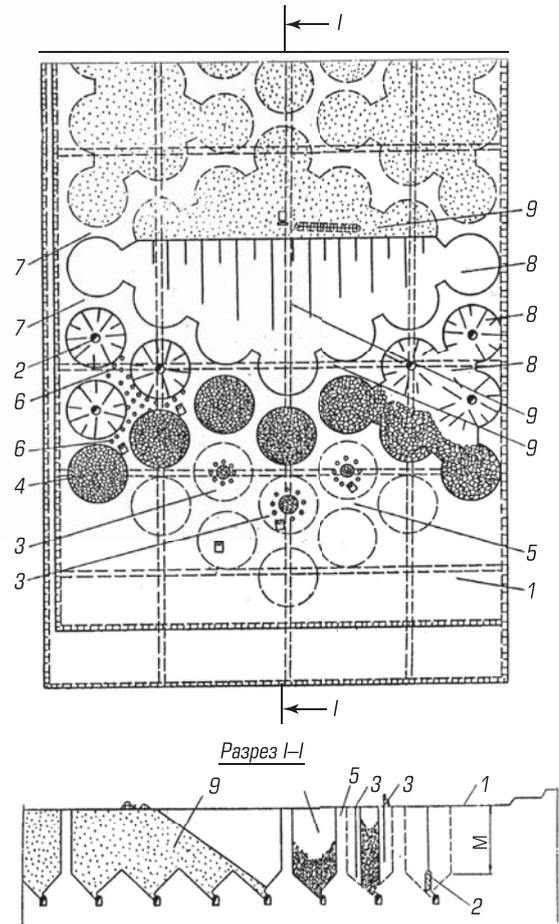


Рис. 1. Комбинированный открыто-подземный способ разработки рудной залежи с формированием цилиндрических очистных камер и секций в этаже, с заполнением (закладкой) выработанного пространства вскрышными породами карьера и/или отходами обогатительного производства

ми скваженных зарядов 3 отбивают камерные запасы руды 4. На глубине, соответствующей принятой высоте этажа, проходят комплекс горно-подготовительных и нарезных выработок, в том числе выпускные дучки, оснащаемые вибропитателями тяжелого типа. Оставленные между камерами целики 5 рассчитывают по условиям их устойчивости и после выпуска руды из камер обуривают и отбеливают 6, формируя в очистном пространстве секции 8, разделенные между собой временными целиками-перемычками 7 для последующего заполнения выработанного пространства секций (после выпуска из них руды) вскрышными породами из карьера и/или отходами обогащения руд 9.

Достоинствами предложенных конструкций и технологии комбинированной выемки подкарьерных запасов являются: использование карьерного пространства для обустройства и взрывной отбойки подкарьерного рудного массива; очистные камеры цилиндрической формы и кольцевые ряды взрывных скважин, что обеспечивает интенсивное соударение и дополнительное разрушение кусков отбитой взрывом руды; формирование секций из нескольких смежных отработанных камер для складирования в них вскрышных пород карьера и/или отходов обогатительного

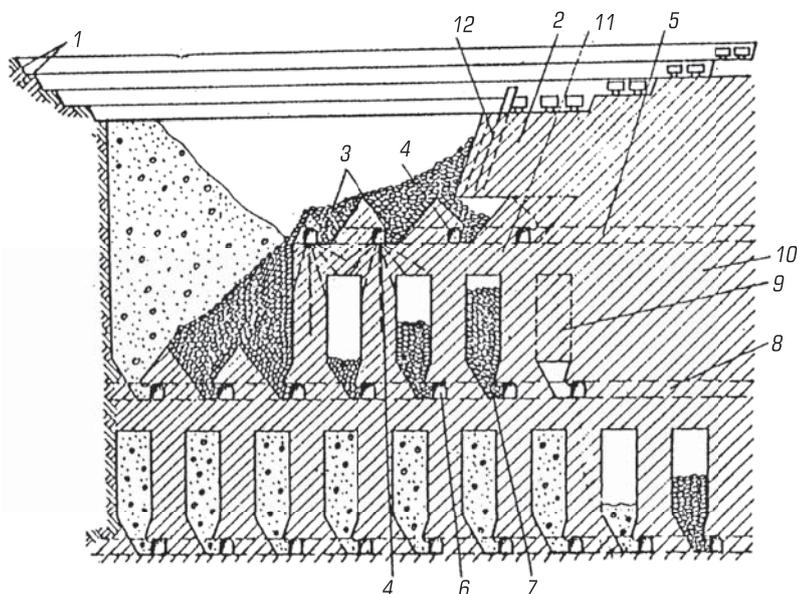


Рис. 2. Комбинированный открыто-подземный способ разработки с опережающим вскрытием нескольких этажей и подготовкой подкарьерных запасов к выемке высокими камерами с закладкой выработанного пространства (многоярусная разработка)

производства; возможность доработки придонной части карьера высокими уступами, а также перепуска (при необходимости) части руды из карьера через очистные камеры (секции).

Второй вариант (рис. 2) предусматривает разработку верхней части месторождения традиционным открытым способом 1 и одновременное вскрытие и подготовку к выемке запасов ниже проектного дна карьера несколькими высокими этажами, в зависимости от горно-геологических условий и заданной производительности подземного рудника. Рудный массив первого (верхнего) этажа 2 обруивают и отбивают на всю высоту со дна карьера 12 и перепускают на транспортный горизонт 4, 5 через дучки 3, оборудованные вибропитателями тяжелого типа.

Рудный массив нижележащего (второго) этажа 10, а также подготовленного третьего этажа разрабатывают высокими камерами 9 с оставлением между ними, а также между этажами временных предохранительных целиков 11. После выемки камерных запасов второго этажа предохранительные целики обруивают ве-

ерами скважин и отбивают из выработок первого этажа. Выпуск и транспортирование отбитой руды второго этажа осуществляют через систему подготовительных выработок 6-8.

По мере последовательной выемки запасов руды выработанное пространство первого и второго этажей заполняют (закладывают) отходами производства — вскрышными породами и/или хвостами обогащения руд, а выработанные камеры нижележащих этажей (в частности, третьего) закладывают твердеющей смесью с последующим обрушением предохранительных целиков и выпуском руды на соответствующий подготовленный горизонт.

Второй вариант комбинированного способа разработки рудных месторождений, наряду с показанными выше достоинствами первого варианта, позволяет одновременно добывать руду открытым и подземным способами за счет опережающего вскрытия и подготовки к выемке подкарьерных запасов и таким образом поддерживать или увеличивать мощность предприятия.

Библиографический список

1. Открытые горные работы в XXI веке // Горный журнал. 2009. № 11.
2. Каплунов Д. Р., Шубодеров В. Н. Применение комбинированного способа за рубежом // Горный журнал. 1997. № 8. С. 16-18.
3. Каплунов Д. Р., Лейзерович С. Г., Томаев В. К., Сидорчук В. В. О дальнейшем развитии горных работ в бассейне КМА // Горный журнал. 2011. № 10. С. 44-49.
4. Волков Ю. В., Соколов И. В. Оптимизация подземной технологии в стратегии освоения рудных месторождений комбинированным способом // Горный журнал. 2011. № 11. С. 41-44.
5. Соколов И. В., Антипин Ю. Г. Систематизация и экономико-математическое моделирование вариантов вскрытия подземных запасов при комбинированной разработке месторождений // Горный журнал. 2012. № 1. С. 67-71. 

*Бабаянц Григорий Макарович,
тел.: +7 (495) 421-91-14*

IMPROVEMENT OF COMBINED OPEN-CAST AND UNDERGROUND METHOD OF MINING OF LARGE STEEP-GRADE ORE DEPOSITS

Babayants G. M.¹, Candidate of Engineering Sciences, phone: +7 (495) 421-91-14

Searching of technical and technological solutions on replenishment of leaving capacities were activated in connection with significant exhaustion of reserves in project contours of many large open pits. One of methods is local reconstruction of near-bottom open pit zone and its transport system for the purpose of involving of additional outboard (rarely – lower-bottom) open pit reserves into open-cast-mining. This article shows two methods of combined open-cast and underground mining of steep-grade ore deposit, which were developed and offered for use. Newness of these methods is protected by authorship certificates No. 607018 and No. 690181. Schemes of opening and preparation of shaft horizons are shown together with parameters and designs of underground mining systems. According to this, stope formation is shown together with drilling and blasting breaking, ore drawing and goaf stowing.

Offered designs and technologies of combined excavation of pit reserves have the following advantages:

- use of open-pit area for hole-drilling and blasting of pit ore massif;
- cylindric access chambers and circle ranges of blasting holes, providing the intensive concussion and additional destruction of blasted rock lumps;
- formation of sections from several joint worked-out chambers for storage of open pit overburden and (or) concentration wastes;

- possibility of reworking of near-bottom open-pit zone by high benches, and, if necessary, pass-by of part of open pit ore through cleaning chambers (sections).

Together with foregoing advantages of the first method, the second way of combined mining of ore deposit allows to carry out the simultaneous extraction of ore by open-cast and underground methods due to superpass opening and preparation of pit reserves for extraction. According to this, there is possible to support or increase of enterprise capacity.

This article is published in a discussion order.

Key words: large ore deposits, deep open pits, limiting contours, combined method, opening and preparation, stopes, drilling and blasting breaking, ore drawing, open area, waste products backfilling.

REFERENCES

1. Otkrytye gornye raboty v XXI veke (Open-cast mining in the XXI century). *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2009, No. 11.
2. Kaplunov D. R., Shuboderov V. N. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 1997, No. 8, pp. 16-18.
3. Kaplunov D. R., Leyzerovich S. G., Tomaev V. K., Sidorchuk V. V. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2011, No. 10, pp. 44-49.
4. Volkov Yu. V., Sokolov I. V. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2011, No. 11, pp. 41-44.
5. Sokolov I. V., Antipin Yu. G. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2012, No. 1, pp. 67-71.

УДК 622:001.4

С. А. ИЛЬИН (ЗАО «Издательский дом «Руда и Металлы»)

ГОРНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ И РУССКИЙ ЯЗЫК



С. А. ИЛЬИН,
консультант по горному делу
редакции «Горного журнала»,
проф., д-р. техн. наук

Обращено внимание читателей «Горного журнала» на языковое несовершенство горных терминов, широко используемых в научно-технической литературе; предложены иные их версии с учетом смысловых рекомендаций русского языка и мировой терминологической практики.

Ключевые слова: русский язык, горная терминология, полезные ископаемые, месторождение, разработка месторождения, закладка.

В процессе редактирования статей по линии «Горного журнала» приходилось сталкиваться с разночтением некоторых терминов в области горного дела, а то и с прямым отходом их от смысловых установок русского языка. Встречаются стилистические огрехи и в использовании терминов.

Работа по редакционной правке горной терминологии связана с объективными трудностями. Такие базовые термины, как «полезные ископаемые», «месторождение», весьма уязвимые с позиции русского языка, настолько прочно вошли в научно-технический оборот, что попытки подвергнуть их сомнению или заменить более подходящими выглядят бесполезными и даже кощунственными. Тем не менее автор данной статьи посчитал необходимым обратить внимание специалистов-читателей «Горного журнала» на явные и скрытые несуразности в терминологии и стилистике имеющихся публикаций, надеясь, что общими усилиями нам

удастся найти приемлемое решение проблемы «языковой чистоты» горной терминологии.

Итак, примемся за дело. Ниже рассматривается ряд спорных терминов и выражений с использованием их толкования в двух фундаментальных трудах: Горной энциклопедии [1] и Словаре русского языка С. И. Ожегова [2]. Для сравнения прослежено смысловое содержание иностранных терминов, аналогичных русскоязычным (аналоги приведены в Горной энциклопедии); в этих целях привлечены соответствующие словари.

Официальные определения горных терминов, взятые из Горной энциклопедии, помещены в рамки. Некоторые слова составных терминов в заголовках отмечены авторскими кавычками, показывающими, что использование таких словесных конструкций чревато предъявлением к ним языковых претензий.

Полезные «ископаемые»

В термине грамматически проблемным является второе слово. Ясно, что оно производное от глагола «копать» (отглагольное существительное). Еще более зрима связь с этим глаголом в родственном украинском языке: там слово «ископаемые» произносится как «копáлыны».

Казалось, ну и что здесь проблемного? Ведь уголь, торф, разные руды, строительные породы мы действительно выкапываем — и так всегда делали с возникновения человечества, исторически. Да, но это *твердые* полезные ископаемые. А со временем к «ископаемым» стали относить не только твердые, но и жидкие, и газообразные. Выходит, нефть, подземные воды, тем более природный газ — мы тоже копаем? Налицо явная языковая нелепица.

Так видится сложившееся положение с позиции чистого русского языка. Но разве, употребляя термин «полезное ископае-