

УДК 622.2(477)

В. Н. Потураев

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ УКРАИНЫ

В результате анализа и оценки горно-геологических и горно-технических условий, специфических для каждого полезного ископаемого, предложены конкретные направления преодоления отрицательного влияния этих условий на уровень и безопасность добычи. Для решения стоящих перед горно-добывающей отраслью проблем показана необходимость объединения усилий научно-исследовательских, проектно-конструкторских институтов и других организаций, при четкой координации фундаментальных и прикладных исследований.

Недра Украины очень богаты полезными ископаемыми. На Украину приходится 81,7 % разведанных запасов марганца Содружества Независимых Государств (СНГ), 33,4 % железных руд, 28,6 % каменного и около 50 % коксующегося угля. Значительную долю от общих составляют запасы титана, серы, графита, ртути, поваренной и калийной солей.

Большие запасы минерального сырья служат базой развития экономики Украины. В настоящее время здесь разрабатывают более 2000 месторождений, из которых важнейшее место принадлежит месторождениям угля, железных и марганцевых руд.

Природные факторы — глубина, условия залегания, форма и распространение залежей — являются определяющими в выборе систем, технологий и техники разработки месторождений.

Дальнейшее повышение, а в ряде случаев даже поддержание достигнутой эффективности разработки полезных ископаемых, требует решения ряда сложных проблем, связанных прежде всего с резко ухудшающимися с каждым годом горно-технологическими, горно-техническими и социальными аспектами горного производства.

Донецкий угольный бассейн (Донбасс) — один из старейших угольных бассейнов страны. Он является основным поставщиком коксующихся углей для металлургической промышленности Юга и Европейской части СНГ, а также практически единственным (в промышленных масштабах) поставщиком такого ценного вида топлива, как антрациты.

В пределах Украины балансовые запасы углей Донбасса, подсчитанные до глубины 1500 м, составляют около 47 млрд т, на долю коксующихся марок углей приходится 16 млрд т.

Эти запасы углей обеспечивают стабильную работу отрасли на уровне добычи 150—160 млн т в год на 60—70 лет, а с учетом разведанных запасов — на многие столетия при рациональном их извлечении.

Угольные пласты Донбасса относятся к весьма тонким и тонким. Так, по состоянию на 1991 г. в пластах мощностью до 0,7 м заключено 24 % запасов углей действующих шахт. В пластах мощностью 0,71—1,0 м — около 44 % и в пластах мощностью 1,0—1,2 м — 26 %. При средней мощности 1,12 м добыча из пластов 0,7—1,0 м составляет 25,8 %, от 1,0 до 1,2 м — 23,3 % и от 1,2 до 1,8 м — 34,1 %. При существующих темпах добычи пласты мощностью 1,2—1,8 м будут отработаны в течение ближайших 15—20 лет и добыча будет осуществляться только из тонких пластов.

Переход к разработке тонких пластов будет сопряжен с принципиально новыми, отличными от существующих технологиями и техническими средствами. Несмотря на то что тонкие пласты уже разрабатываются на протя-

жении 10—15 лет, до настоящего времени для их разработки не созданы эффективные технологии и средства механизации.

Учитывая, что с каждым годом доля добычи из тонких пластов будет возрастать, а также то, что сроки создания новой техники весьма продолжительны, необходимо незамедлительно и существенно увеличить и интенсифицировать соответствующие научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы, создание опытных образцов новой техники, ее испытание и отработку с учетом промышленной эксплуатации. Только в этом случае можно сохранить или увеличить уровень добычи угля в Донецком бассейне.

Необходимо обратить внимание на то, что уже в настоящее время при добыче каждой 1000 т угля на поверхность в Донбассе выдается более 500 т породы (в 1989 г. — 489 т). Для сравнения: в Кузбассе — 138 т и в Карагандинском бассейне — 195 т породы.

Наибольшая добыча угля производится из пологих пластов — 61 %, из наклонных — 16 %, из крутонаклонных и крутых — 23 %. Более 65 шахт относятся к высокогазообильным. Удельный вес добычи из пластов, опасных по внезапным выбросам, составляет 40,8 % и сверхкатегорийных — 27,7 %.

Уже в настоящее время половина шахт работает на глубине 600 м, более 80 шахт — на глубине 800—1000 м, а 38 — на глубине более 1000 м. В связи с этим в 300 очистных (20,0 % общего количества) и 670 подготовительных (28,0 %) забоях температурный режим не соответствует требуемому.

Очень сложные горно-геологические условия и неудовлетворительное состояние шахтного фонда Донбасса отрицательно повлияли на уровень добычи угля. В 1976 г. было добыто максимальное количество угля (218,2 млн т.), объем же добычи к 1990 г. снизился на 53 млн т. Шахтный фонд Украины является очень старым: 98 шахт (33 %) работают более 50 лет, в том числе 50 шахт (17 %) введены в эксплуатацию еще в дореволюционные годы. К 1990 г. более 220 шахт (72,0 %) работают без реконструкции свыше 20 лет.

В связи с тем, что на шахтах возросла протяженность поддерживаемых горных выработок (60 % всех очистных забоев находится на расстоянии до 7—10 км от места выдачи угля на поверхность), все более существенное значение приобретают вопросы крепления и охраны горных выработок, несмотря на то, что около 70 % поддерживаемых выработок закреплено арочной податливой крепью.

В настоящее время для обеспечения устойчивости горных выработок в больших объемах применяются разгрузка вмещающего выработку массива, охрана выработок двойными бутовыми полосами переменной плотности и полосами из быстротвердеющих материалов. Целесообразно дальнейшее расширение применения названных выше способов, а также создание новых, основанных, в частности, на использовании остаточной несущей способности горных пород.

В последние годы подготовку пологих и наклонных пластов стремятся осуществлять панельным и погоризонтным способами. Модернизация комплексов оборудования для использования их при выемке угля лавами по восстановлению (падению) на пластах с углом падения 12—15° позволит значительно расширить применение погоризонтного способа подготовки.

На долю столбовой системы разработки приходится более 70 % общей добычи угля. С переходом на глубокие горизонты пространственно-планировочные решения с охраной выработок целиками угля становятся все более нерациональными, поскольку увеличиваются потери угля в недрах и объем проводимых выработок. Возможный объем распространения схем бесцеликовой технологии составляет около 20 % всех лав на пластах с углами падения до 35°.

В Западном Донбассе дальнейшее развитие добычи угля требует решения проблем предотвращения водоприток в горные выработки, управления горным давлением, разработки схем подготовки и отработки угольных пластов с геологическими нарушениями и тяжелыми кровлями.

В исключительно сложных горно-технических условиях ведется разработка крутых пластов Центрального района Донбасса. Здесь 85 % геоло-

гических запасов угля сосредоточено в тонких крутых пластах мощностью до 1,2 м, причем 62 % запасов составляют пласты со сложными горно-геологическими условиями. Эксплуатационные работы ведут на глубине 1000 м, а капитальные — на глубине 1100—1200 м. Ежегодное понижение работ составляет 15—17 м. При этом резко увеличиваются горное давление и подвижность горных слоев в плоскости пластов, что приводит к их разрушению впереди очистного забоя, возрастает динамичность вторичных осадок основной кровли, наблюдается значительное влияние стационарных зон опорного давления и т. п.

Уровень комплексно-механизированной добычи угля из крутых пластов достигает 25 %. Отсутствует комплексная механизация при разработке весьма тонких крутых пластов мощностью менее 0,7 м. Механизированную выемку этих пластов осуществляют по двум технологическим схемам: по падению пластов широкими полосами с использованием щитовых агрегатов, по простиранию лавами с углевыемочными комбайнами и индивидуальной крепью или механизированными комплексами. Однако область эффективности применения средств механизации ограничена пластами с боковыми породами не ниже средней устойчивости. Исчерпана область применения комбайнов с индивидуальной крепью. Узким диапазоном использования серийной техники по устойчивости боковых пород объясняется и высокий уровень (более 65 %) добычи угля отбойными молотками.

Одной из серьезных проблем во Львовско-Волынском бассейне является низкая обеспеченность действующих шахт запасами угольного пласта. Из 21 действующей в бассейне четыре шахты уже отработали свои запасы, а к 2000 г. выбывают еще 13 шахт общей мощностью 8,5 млн т. Срок службы отдельных шахт можно продлить за счет запасов угольного пласта, залегающего на 220—300 м ниже разрабатываемых. Помимо этого добыча угля в бассейне не может быть поддержана за счет освоения юго-западного района.

Основными направлениями совершенствования технологии разработки угольных месторождений Украины следует считать:

- проведение фундаментальных исследований в области механики горных пород по изучению особенностей поведения нарушенных горных пород в предельном состоянии; разработку способов активного влияния на процесс развития зон разрушения; изыскание и определение характеристик мероприятий, направленных на создание оптимальных условий формирования вокруг выработки грузонесущей оболочки, что явится базой для разработки рекомендаций по выбору рациональных мест заложения, прогрессивных технологий и способов охраны капитальных и подготовительных выработок при проведении их комбайновым и буровзрывным способами; управление состоянием горного массива путем управляемого освобождения накопленной им потенциальной энергии и использования ее при разрушении пород и выемки угольного пласта;

- создание и внедрение рациональных схем подготовки выемочных участков, обеспечивающих применение наиболее прогрессивных систем разработки для соответствующих горно-геологических условий; совершенствование технологических параметров разработки, внедрение средств комплексной механизации очистных работ для всего диапазона мощностей пластов и устойчивости боковых пород;

- создание высокоэффективных методов прогноза, способов и средств борьбы с внезапными выбросами угля, породы и газа, основанных на нетрадиционных способах воздействия на горный массив и органично вписывающихся в общую технологическую схему добычи угля;

- разработку и широкое промышленное внедрение эффективных методов прогнозирования метанообильности пластов и методов борьбы с газовыделением, схем проветривания газообильных добычных участков и автоматизацию систем проветривания, создание оптимальных систем кондиционирования шахтной атмосферы;

- создание нетрадиционных способов добычи угля.

Основным фактором, определяющим главные трудности железорудной промышленности на современном этапе, является достигнутая и продолжа-

ющая возрастать глубина разработки месторождений, которая при подземном способе добычи составляет 700—1200 м, при открытой разработке — 250—300 м.

Особенно наглядно это видно на примере Криворожского железорудного бассейна, являющегося уникальным районом сосредоточения запасов железных руд. Его разведанные запасы составляют 11 % мировых. Из 80 млн т товарной железной руды, добываемой в стране подземным способом, более 48 % приходится на шахты Кривбасса. За послевоенные годы в Кривбассе построено пять крупнейших горно-обогатительных комбинатов, которые сейчас добывают и перерабатывают за год 162 млн т бедных руд с содержанием железа 32—35 % при получении концентрата с содержанием железа 63—68 %. Построены также крупнейшие в стране железорудные шахты производительностью до 10 млн т в год.

Однако в последние годы в бассейне значительно снижены темпы роста объемов производства, возросли и продолжают увеличиваться капиталовложения на единицу вводимой мощности, медленно растет производительность труда, увеличивается себестоимость продукции, усложняется проветривание шахт. На подземных рудниках в связи со значительным понижением глубины горных работ, уменьшением запасов и сокращением рудных площадей производство товарной руды снизилось и наблюдается тенденция к дальнейшему снижению.

Если в мировой практике понижение горных работ на 10—15 м в год считается достаточно интенсивным, то шахты Кривбасса работают с годовым понижением 18—22 м. В глубинах 1000—1300 м обрабатывается более 185 рудных тел мощностью от 2 до 180 м. Запасы природно богатой руды значительно сократились. В то же время в бассейне залегают огромные запасы магнетитовых кварцитов. В полях действующих шахт уже вовлекаются в обработку магнетитовые кварциты. Годовой объем их добычи составляет свыше 4 млн т с последующим наращиванием до 15 млн т и более, что позволяет стабилизировать объем добычи.

Снижение технико-экономических показателей добычи железной руды открытым способом в определенной степени обусловлено необходимостью поддержания в устойчивом состоянии пород, что достигается в основном разном бортов карьеров. На большинстве карьеров общая протяженность бортов составляет 6—8 км, а уменьшение углов откоса борта только на 3—5° приводит к увеличению объема вскрышных работ на 4—7 млн м³ на каждый километр длины борта, что составляет годовую производительность карьера средней мощности.

С увеличением глубины карьеров растут объемы вскрышных пород, повышается обводненность, изменяется трещиноватость, что влияет на качество дробления пород взрывом. К отрицательным факторам при отработке глубоких карьеров следует отнести характерное для Кривбасса уменьшение ширины рабочих площадок уступов, что ведет к снижению удельного веса высокоэффективных методов дробления пород взрывом, применение которых связано с большим числом рядов скважинных зарядов и необходимостью иметь значительные переходящие запасы взорванной горной массы.

При существующих глубинах карьеров объем выемки в земной коре составляет 220 млн м³, протяженность транспортных коммуникаций на одном карьере достигает 250 км. Для размещения одного карьера, его отвалов, хвостохранилищ и промплощадки комбината требуется 2000—3000 га земель. В настоящее время в отвалах заскладировано около 4 млрд м³ вскрышных пород. Если предположить, что в будущем карьеры будут засыпаться этими породами, то на это потребуются многие миллиарды рублей без получения какой-либо продукции.

С ростом глубины карьеров при существующей технологии постоянно ухудшаются показатели работы предприятий из-за резкого увеличения затрат на транспортирование руды и пустых пород на поверхность. Установлено, что при ежегодном углублении карьеров на 15 м эффективность открытой разработки снижается на 5—15 %.

Решение проблемы разработки глубоких горизонтов карьеров требует изыскания, обоснования и внедрения комплексных технологических решений, способных обеспечить не только компенсацию отрицательных последствий увеличения глубины работ, но и рост производительности труда, снижение себестоимости производства минерального сырья.

В настоящее время эту задачу решают путем применения комбинации конвейерного и колесных видов карьерного транспорта, что стало основой технической политики отрасли. Благодаря этому она внедрена или запроектирована на всех карьерах Кривбасса. Внедрение технологии с конвейерным звеном транспорта, а в дальнейшем применение технологий только с конвейерным транспортом предопределяет новые требования к этому виду транспорта, дробилкам, перегрузочным устройствам, требует создания новых машин и агрегатов. Освоение поточной технологии позволит повысить производительность труда в 2,8 раза и снизить затраты на разработку 1 м³ горной массы на 40 %.

С увеличением объемов применения конвейерного транспорта возрастает значение взрывной подготовки горной массы к выемке. Одним из методов повышения коэффициента полезного использования энергии взрыва является взрывание высоких уступов с целью обеспечения повышения качества дробления пород, управления развалом горной массы, качественной проработки подошвы уступа и возможности безопасной отработки взрывной горной массы на всю высоту уступа.

Дальнейшее промышленное внедрение должны получить специальные методы управления действием взрыва при дефференцированном размещении взрывных веществ (ВВ) с разными взрывными характеристиками, разнонаправленном расположении зарядов в наклонных и вертикальных скважинах и схемах соединения зарядов.

Несмотря на высокие технико-экономические показатели указанных выше технологий они не могут обеспечить полной компенсации отрицательного влияния увеличения глубины разработки. Поэтому заслуживает серьезного внимания технология разработки наклонных и крутых залежей с внутренним отвалообразованием. Эта технология по сравнению с традиционной позволит уменьшить расстояние автоперевозок в 3—5 раз, высвободить для других работ до 200 чел. на каждом карьере и сократить затраты на вскрышные работы в 2,5—3 раза.

Одной из важнейших проблем Кривбасса является определение предельной глубины действующих карьеров с учетом влияния на окружающую среду. Это важно не только при переходе на технологию с внутренним отвалообразованием, но и вообще для нормального функционирования отрасли. Отсутствие установленных предельных глубин карьеров приводит к огромным неоправданным затратам средств при каждой очередной реконструкции карьеров. Более того, это создает полную неопределенность в развитии открытоподземного и в последующем только подземного способа разработки. Отсутствие ясности в этом вопросе не позволяет вести планомерную подготовку отрасли к переходу на менее производительную подземную разработку, создание эффективных и высокопроизводительных техники и технологии подземной разработки и может привести к непоправимым последствиям в будущем. В том, что предельная глубина карьеров по экономическим, экологическим и социальным причинам не должна превышать 500—700 м, мнения многих специалистов сходны. Однако научное обоснование этой очень сложной, многоцелевой и трудоемкой проблемы отсутствует. В связи с совершенствованием способов обогащения при подземной разработке в Кривбассе необходимо добывать более бедные железные руды, находящиеся на небольших глубинах в висячем и лежащем боках залежи богатых руд. Глубину разработки на этом этапе следует ограничить величиной 1500 м. Некоторые шахты достигнут большей глубины и будут являться основой для технологий будущих работ. Основное внимание должно быть уделено созданию высокопроизводительных комплексов оборудования для проходки горных выработок, бурения скважин, закладки выработанного пространства и особенно производства добычных работ.

Совершенствование систем подземной разработки необходимо осуществлять за счет интенсификации на основе поточности производства совмещения буровых и доставочных горизонтов, равномерного и качественного дробления рудного массива, управляемого выпуска руды, закладки выработанного пространства отходами обогащения, конвейеризации основных технологических процессов.

Заслуживает серьезного внимания проблема создания подземного ГОКа. При этом все технологические процессы, начиная с добычи и кончая обогащением, будут осуществляться под землей. Отходы обогащения могут использоваться для закладки выработанного пространства.

Общая тенденция развития Никопольского марганцевого бассейна обусловлена постоянным сокращением добычи легкообогатимых окисных и наращиванием добычи карбонатных руд, залегающих на больших глубинах. Постепенно удельный вес открытого способа добычи марганцевых руд, преобладающего в настоящее время, будет уменьшаться.

Более 60 % разведанных промышленных запасов марганцевой руды для подземной добычи находится в маломощных пластах. Поэтому совершенствование технологии подземной добычи марганцевых руд необходимо осуществлять на основе широкого применения высокоэффективных механизированных комплексов, стругов, бурошнековых установок и пневмозакладочных комплексов. Внедрение пневмозакладочных комплексов на шахтах Марганецкого ГОКа позволит повысить качество марганцевой руды за счет уменьшения эксплуатационных потерь и оставлять пустую породу в выработанном пространстве, что уменьшит отрицательное влияние подземных работ на поверхности.

Совершенствование открытого способа добычи марганцевых руд должно идти за счет повышения эффективности управления состоянием массивов, применения новых способов повышения полноты извлечения руды из недр, селективной выемки попутных полезных ископаемых, перемещения вскрышных пород в выработанное пространство по кратчайшему расстоянию, а также рекультивации отработанных площадей. Важное значение приобретают разработка и освоение способов выемки богатых руд в оставленных ранее целиках под промышленными сооружениями и Каховским водохранилищем в прибрежных участках, а также за границами карьерных полей. Необходимо оценка запасов этих участков и целесообразности промышленного их освоения уже в ближайшее время. В связи с ростом глубины залегания месторождений самородной серы дальнейшее совершенствование технологии ее подземной выплавки в Прикарпатском бассейне целесообразно вести по пути более эффективной предварительной подготовки массива, повышения проницаемости теплоносителей, применения нагрева массива и других способов снижения потерь в недрах и вредного влияния на окружающую среду.

Совершенствовать технологию открытых горных работ на серных месторождениях целесообразно за счет управления состоянием массивов, широкого применения на нижних уступах перевалки вскрышных пород и увеличения единичной мощности драглайнов, создания эффективных способов осушения месторождений и повышения устойчивости уступов и отвалов, увеличения производительности роторных комплексов, применения эффективных способов рекультивации отработанных карьеров.

Для Криворожского железорудного, Никопольского марганцевого бассейнов и Прикарпатских месторождений серы должны быть разработаны генеральные схемы освоения на длительную перспективу, устанавливающие порядок и последовательность ввода мощности с учетом сортности ископаемых, соотношения объемов работ открытым и подземным способами. Только при таком подходе могут быть обеспечены более полное использование месторождений, своевременная постановка исследований по перспективным технологическим направлениям и подготовка горно-добывающих отраслей к их освоению, а также охрана окружающей среды. Ранее отработанные карьеры могут быть использованы для размещения в них вскрышных пород и шламохранилищ, что резко сократит безвозвратные потери земли. По этой же причине важное экологическое значение приобретает массовое применение

ние систем подземной разработки с закладкой выработанного пространства отходами обогащения.

Особенно важной задачей в перспективе будет обеспечение цементной промышленности и строительной индустрии минеральным сырьем. Всевозрастающая потребность в сырье для вяжущих материалов обуславливает необходимость совершенствования и разработки новых технологий добычи гипса, ангидрита, известняка. Относительно широкое распространение этих полезных ископаемых, залегающих на небольших глубинах, большая мощность и пологое залегание пластов, сравнительно высокая устойчивость в обнажениях при разработке обусловили выбор для их подземной добычи камерно-столбовых систем, характеризующихся рядом недостатков, большими потерями, достигающими 50—70 %. Некоторые недостатки применяемой технологии связаны с буровзрывной отбойкой.

Совершенствование технологии связано с применением механического разрушения гипсов и ангидритов. Внедрение машинной технологии позволит повысить устойчивость выработок и полноту извлечения запасов, исключить вторичное дробление, за счет концентрации очистных работ и организации поточного производства повысить производительность и улучшить условия труда. Необходимы поиск решений и разработка технологий, позволяющих весь технологический цикл передела природного гипса и ангидрита перенести в шахтные условия. Реализация этой идеи предполагает создание подземных заводов по производству сыромолотого и строительного гипса, возможно и других вяжущих материалов, что обеспечит существенный экономический эффект за счет снижения затрат на строительство и эксплуатацию наземного дробильно-строительного комплекса и охрану окружающей среды.

В области открытой разработки месторождений гипса необходимо сосредоточить внимание на создании машинных технологий с обеспечением селективной выемки полезного ископаемого.

Учитывая большие запасы в республике каменной соли и калийных руд, важным является совершенствование технологии разработки месторождений купольного типа, мощных пластов, продуктивных толщ и пластов сложного строения, наклонных и крутопадающих залежей. Предполагая преимущественное применение в перспективе комбайновых технологий применительно к конкретным горно-геологическим условиям, целесообразно рассмотреть схемы добычи полезных ископаемых с буровзрывной и комбинированной отбойкой. Для сокращения потерь калийных руд на глубоких горизонтах необходима проработка технологических схем с закладкой выработанных пространств отходами их переработки.

Важное место в Украине занимает производство гранитов, месторождения которых расположены практически по всей ее территории. При разработке гранитных карьеров целесообразно создание нетрадиционных способов и средств производства буровзрывных работ, высокопроизводительных дробильно-сортировочных комплексов, специальных видов колесного и непрерывного транспорта, решение проблемы отвалов вскрышных пород.

Многообразие и разноплановость задач, стоящих перед горно-добывающими отраслями промышленности Украины, предполагают необходимость подключения для их выполнения ряда научно-исследовательских, проектно-конструкторских институтов и других организаций и предприятий, при этом успешное решение проблем возможно лишь на основе выполнения четко скоординированных фундаментальных и прикладных исследований.