

*Кожоголов К. Ч., Усенов К. Ж., Алибаев А. П., Такеева А. Р.*

## МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ

Анализ опыта освоения месторождений комбинированным способом показывает, что освоение месторождений осуществляется на основе отдельных и не взаимосвязанных между собой проектов на открытую и подземную выемку запасов. При этом открытые и подземные горные работы рассматриваются как альтернативные и конкурирующие, и в результате не полностью реализуются преимущества комплексной комбинированной разработки месторождений.

При проектировании отдельных этапов комбинированной разработки главной целью должна быть не эффективное использование запасов открытым и подземным способами, а создание благоприятных условий перехода другие способы разработки с тем, чтобы совокупный доход от освоения месторождения комбинированным способом был максимальным.

При проектировании комбинированной технологии в рамках комплексного освоения месторождения имеется реальная возможность использования технологического оборудования и специфических процессов альтернативных способов для качественного улучшения показателей применения базовых (открытых или подземных) технологий.

Использование технологических преимуществ каждого способа: открытого - высокая производительность бурового и погрузочно-доставочного оборудования и подземного - малогабаритность и высокая маневренность самоходной техники, отсутствие вскрышных работ с обеспечением устойчивости массива путем применения различных способов управления горным давлением, позволяет достичь более высоких показателей освоения запасов.

Создание и выбор оптимальной технологии комбинированной разработки включает не только выбор систем разработки и их модификаций из числа известных, но и разработка новых их вариантов, так как при всем множестве известных решений они не могут полностью удовлетворить огромное многообразие сочетаний условий, встречающихся на практике.

В то же время вопросы методики по созданию новой технологии комбинированной разработки не рассматривались.

Известно, что основу технического прогресса составляют, в конечном счете, более эффективные

новые технологические методы, построенные на высокопроизводительной горной технике.

Разработка новой и усовершенствование существующей технологии на практике состоит из двух основных этапов. Первый этап, как правило, включает анализ недостатков существующей технологии, изучение горно-геологических условий обрабатываемого участка, обобщение практики эксплуатации аналогичных месторождений, патентно-информационный поиск. В результате всего этого формируется основная идея новой и более совершенной технологии. Второй этап заключается в дальнейшем исследовании процессов новой технологии, прорабатывается ее конструктивные узлы и рекомендуется окончательный вариант для промышленных испытаний и внедрения. При этом не исключены ошибки интуиции, могут быть упущены существенные факторы. Обычно на практике главной целью разработчика является улучшение в той или иной степени существующую технологию, устранение замеченных в ней определенных недостатков. Работа не направляется на поиск наилучшего из всех эффективных в существующих условиях решения. Создание нового варианта направлено на преодоление отдельных недостатков применяемой технологии.

В работе [1] предлагается метод целенаправленной оптимизации, включающий этапы разработки новых наиболее эффективных в конкретных условиях вариантов технологии и их освоения. В качестве идейной основы использован общий матричный метод поиска решений, широко применяемый в конструкторско-изобретательской работе [2].

Эти методы [1,2] в дальнейшем нами были использованы в качестве идейной основы для разработки новой методики - методики разработки новых технологических решений при комбинированной разработке рудных месторождений сложного строения. Суть этой методики, как и рассмотренных выше методов, заключается в расчленении искомого решения на конструктивные узлы и технологические элементы и систематическом исследовании всех возможных процессов. Цель методики состоит в максимальном сокращении количества неучитываемых данных, и придать процедуре поиска целенаправленность и упорядоченность. При этом поиск общего сложного решения заменяется разработкой наиболее

эффективных решений в элементах и последующим их синтезом по определенным параметрам.

Предлагаемый метод, как и метод, описанный в работе [1] предусматривает шесть основных последовательно осуществляемых этапов.

1. Поэлементный анализ применяемой технологии на основе обобщающего критерия эффективности и формулировка главного требования к ее совершенствованию в условиях конкретного участка месторождения. Направление поиска технологии по пути наиболее высокого ожидаемого эффекта сужает диапазон изысканий и ориентирует их на главное направление.

2. Выделение основных конструктивных узлов и технологических процессов, ответственных за реализацию главного требования, и формулировка для них отдельных требований.

3. Набор для каждого элемента всех возможных вариантов реализации требований и составление сводной матрицы индивидуальных решений.

4. Отбор предпочтительных решений в элементах и комплектование их в потенциально оптимальные варианты технологии.

5. Конструктивная и технологическая проработка потенциально оптимальных вариантов технологии.

6. Сравнительная оценка конкурирующих вариантов по экономическому критерию и выбор лучших для освоения в производственных условиях.

Основой предлагаемой методики является матрица. Она представляет собой систематизацию в наглядной форме решений в элементах, сочетание которых составляет варианты технологии. Наличие достаточно полной матрицы обеспечивает системность поиска, создает базу для широкого и системного выбора конкурентноспособных вариантов. Создаются условия для анализа и проверки построения рекомендуемой технологии, что немаловажно с позиций экспертизы. При появлении новых идей или получении дополнительной информации любое решение может быть пересмотрено.

Нами предлагается матрица решений по совершенствованию технологии комбинированной разработки рудных месторождений сложного строения.

Главное требование матрицы – совершенствование технологии комбинированной разработки рудных месторождений сложного строения.

Матрица состоит из 6 элементов. Для каждого элемента указан набор всех возможных способов реализации требований к совершенствованию технологии в условиях месторождения. Например, в предлагаемой матрице в рассмотрении элемента 1 (изоляция вмещающих пород) наряду с другими процессами включен процесс оставления породного прослоя за пределами зоны выпуска (решение 1.9), учет которого в соответствующих условиях конкретного участка месторождения может способствовать

построению новой технологии. Элемент 2 (выпуск и доставка) включает процесс бурения со дна карьера скважинами уменьшенного диаметра (решение 2.2). При выпуске руды через подземную часть открыто-подземного яруса использование данного решения при соответствующих условиях позволяет исключить или свести к минимуму выход негабаритных кусков.

Главным требованием элемента 6 (охрана окружающей среды) является снижение вредного влияния комбинированной разработки на окружающую среду. В связи с этим решение 6.1 предусматривает рациональное использование выработанного пространства для технологических нужд открытого и подземного рудника и в интересах улучшения экологической обстановки, что является одним из условий эффективного освоения месторождений комбинированным способом.

Анализ практики совершенствования технологии показывает, что быстрее и в более широких масштабах находит применение такая технология, которая требует меньшей перестройки на руднике. Иногда более прогрессивная по замыслу технология, но содержащая несколько новых элементов, длительное время уступает по масштабности и эффективности менее прогрессивной, но построенной хорошо апробированных элементах технологии. Часто решающим оказалось непредвиденное проявление горнотехнических факторов при внесении новых технологических элементов. Недостаточная информация о месторождении не позволяет на стадии проектирования предусмотреть все возможные ситуации. Чем сложнее месторождение, тем выше риск не получить эффекта от замены существующей технологии. Степень риска тем выше, чем большие изменения внесены в систему, так как общая вероятность качественного осуществления технологии равна произведению вероятностей надежного выполнения всех последовательных работ.

Множество возможных вариантов проявления характеристик месторождения в работе [1] представлено формулой:

$$N_n = N_3 N_k = N_3 n m$$

где  $N_n$  - количество новых элементов технологии;

$N_k$  - количество характеристик сложности месторождения, определяемое числом осложняющих признаков  $n$  и вариантом их проявлений  $m$ .

Отсюда видно, что при большом значении  $N_k$  предвидеть поведение месторождения невозможно. Уменьшить  $N_n$  можно за счет или  $N_k$ . В первом случае сокращается количество изменений в технологии, во втором - выбирается менее сложное месторождение или участок месторождения.

Однако практика показывает, что при совершенствовании технологии разработки в сложных месторождениях нельзя ограничиваться количеством новых элементов. Необходимо учитывать и количество

новых решений в элементах. Дело в том, что при внесении в матрицу нового элемента появятся и новые решения. В то же время в соответствии с требованиями других, уже применяемых элементов на основе анализа горнотехнических и горно-геологических условий может быть рекомендованы качественно новые технологические решения.

Поэтому данная формула нами изменена и представлена в следующем виде:

$$N_n = N_p N_k = N_p N_r n m$$

где  $N_p$  - количество новых решений в элементах

Изложенное позволяет сформулировать следующие правила освоения новой технологии с наименьшим риском:

1. Если горнотехнические условия сложны и изменчивы технология

должна содержать минимальное количество новых элементов и новых решений;

2. При относительном постоянстве условий эксплуатации допустимо существенное изменение технологии за один этап.

На основе этих правил можно указать два пути перехода от существующей на новую технологию - шаговое совершенствование и коренная модернизация. Оба указанные пути проводят к одному результату - внедрению оптимальной технологии разработки, отличаются лишь исполнением. Первый путь предусматривает поэтапное введение новых элементов в применяемую или упрощенную новую технологию в процессе приближения к оптимальной, а второй - непосредственное освоение оптимальной технологии при последовательном усложнении условий

эксплуатации. Ко второму пути приходится прибегать тогда когда новые элементы нельзя совместить с существующей технологией.

Суть шаговой оптимизации, изложенная в работе [1] заключается в том, что новая усовершенствованная технология строится на максимальном использовании и развитии наиболее оправданных в данных условиях элементов. Новые элементы вводятся последовательно и с большой осторожностью. Эффект достигается главным образом за счет наилучшего конструктивного и технологического исполнения системы в геологической ситуации конкретного участка. После широкой проверки в различных условиях и корректировки вносится новый элемент. Таким образом, поочередное внесение новых элементов продолжается до полного перехода на запланированную технологию.

Необходимо отметить, что случайный характер совершенствование сопряжен с ошибками и неудачами, на преодоление которых в большинстве случаев уходит очень много времени, сил и средств.

В отличие от шаговой модернизации, коренная модернизация предусматривает непосредственное освоение оптимальной или близкой к ней технологии, включающей все новые элементы. На первом этапе для производственных испытаний выбираются участок месторождения с простыми хорошо изученными горно-геологическими условиями. Последовательно условия усложняются и технология корректируется. Одновременно с этим на сложном месторождении ведется техническая подготовка, отрабатываются новые элементы и технологические решения.

Матрица решений по усовершенствованию технологии комбинированной разработки рудных месторождений сложного строения

<b>1. Изоляция вмещающих пород.</b> Требование - уменьшить потери и разубоживание руды при выемке подкарьерных запасов.	<b>2. Выпуск и доставка.</b> Требование - обеспечить полный выпуск и исключить сегрегацию руды по качеству	<b>3. Компенсационное пространство.</b> Требование – обеспечить качественное дробление и измельчение
1 Гибкое разделяющее перекрытие. 1.2 Создание подушки из забалансовой руды 1.3 Металлическое изолирующее перекрытие. 1.4 Опережение обрушения путем интенсификации очистных работ. 1.5 Выделение породного прослоя. 1.6 Предварительное укрепление пород 1.7 Оставление предохранительной рудной корки 1.8 Первоочередная отработка рудных тел, расположенных в лежащем боку 1.9 Оставление породного прослоя за пределами зоны выпуска	2.1 Исключение перевыпуска, обуславливающего сегрегацию руды по крупности и обрушение всячего бока. 2.2 Бурение со дна карьера скважинами уменьшенного диаметра. 2.3 Подэтажно-последовательный выпуск. 2.4 Подработка лежащего бока и довыпуск обогащенной руды 2.5 Доскреперовка обогащенной руды. 2.6 Изменение фигуры выпуска путем наклона массива оставления козырька потолочины. 2.5 Выпуск под гибким перекрытием.	3.1 Образование вертикальной отрезной щели. 3.2 Обрушенная руда. 3.3 Обрушенная порода. 3.4 Горизонтальная подсечка. 3.5 Образование горизонтальной камеры 3.6 Образование вертикальной камеры 3.7 Подконсольное полусферическое пространство

Продолжение матрицы

<b>4. Технологическая связь между открытыми и подземными способами.</b> Требование - максимально использовать преимущества открытого и подземного способов	<b>5. Отработка переходной зоны (потолочины).</b> Требование – более полное извлечение запасов переходной зоны	<b>6. Охрана окружающей среды.</b> Требование – снизить вредное влияние комбинированной разработки на окружающую среду
4.1 Использование более производительных карьерных буровых станков для погашения верхней части открыто-подземного яруса. 4.2. Использование воронок обрушения для ловушек. 4.3 Взрывная доставка руды к экскаваторным забоям. 4.4 Выпуск руды через подземные выработки. 4.5 Оптимизация качества объединенного с открытыми и подземных работ рудопотока. 4.6 Создание единого комплексного проекта на открытый и подземный способ добычи. 4.7 Использование карьерного пространства для вентиляции (за счет близости поверхности)	5.1 Переход от открытых к подземным горным работам без оставления потолочины 5.2 Переход от открытых к подземным горным работам с оставлением барьерного целика (с последующим его обрушением) 5.3 Переход от подземных к открытым горным работам (восходящий порядок с закладкой выработанного пространства) 5.4 Совмещение открытых и подземных работ во времени и в одной вертикальной плоскости. 5.5 Последовательный переход от открытых к подземным работам с применением гибкого разделяющего перекрытия. 5.6 Последовательный переход с открыто-подземным ярусом	6.1 Создание внутрикарьерного отвала вскрышных пород 6.2 Использование забалансовой руды и вскрышных пород в качестве предохранительной подушки 6.3 Использование пород вскрыши для изготовления закладочных смесей 6.4 Пылеподавление на карьере.

Отсюда видно, что и коренная модернизация технологии на сложных месторождениях включает приемы шаговой модернизации. Это связано тем, что большое количество новых элементов технологии снижает вероятность ее качественного осуществления в сложных условиях. Поэтому ее освоение производится по правилам коренной модернизации с использованием приемов шагового совершенствования. Применение новых технологий сразу в сложных условиях может привести к неудачам и надолго затормозит ее промышленное освоение. Правильный выбор путей перехода на новую технологию позволяет безболезненно использовать

новую технологию и получить экономический эффект уже на первых этапах промышленного освоения.

Таким образом, предложенная методика усовершенствования технологии комбинированной разработки месторождений уменьшает элементы случайности в творческой работе, позволяет в совокупности учесть все значимые факторы, что повышает уровень совершенства разрабатываемой технологии.

**Литература**

1. Дронов Н.В. Комплексная оптимизация подземной разработки сложных рудных месторождений. – Ф.: Илим, 1985.
2. Методы поиска технических решений (под ред. А.И. Половинкина). Йошкар-Ола, Марийское книжное издательство, 1976, с.192.