

УДК 622.272

В.В. Мельник, Л.И. Шулятьева, А.Н. Абрамкина

ОБОСНОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ШАХТ С ВОВЛЕЧЕНИЕМ В ОТРАБОТКУ ЗАПАСОВ НОВЫХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

Обоснована необходимость выработки нового подхода к обоснованию и оценке потенциальных возможностей шахт, использующих высокопроизводительное оборудование на подземных процессах. Изложен новый подход к формированию модели оценки потенциала современной шахты и определены области их применения.

Ключевые слова: запасы шахты, вскрытие и подготовка шахтных полей, параметры технологической схемы, параметры процессов, производственный потенциал.

Формирование базы данных геологических характеристик шахтопластов позволяет определять, используемые в последующих расчетах, усредненные по площади или запасам шахтных полей параметры: мощность и угол падения пласта, крепость угля и вмещающих пород, их устойчивость, газоносность пласта и склонность к внезапным выбросам и т.д. Наличие крупных тектонических нарушений, как правило, формирует отдельные блоки шахтных полей, а также размеры выемочных участков. Поэтому подсчет запасов осуществляется отдельно по каждому выемочному полю.

Условием сбалансированности объемов производства и потребления угольной продукции является условие обеспечения такой динамики и объемов угледобычи, при которой в любой момент времени t

$$\sum_{i=1}^n D_{ti} - R_t \geq 0 \quad (1)$$

где i - индекс шахты в составе угледобывающей компании, $i=1, 2, \dots, n$; R_t - планируемый объем реализации угля в момент времени t ; D_{ti} - планируемый объем добычи угля по i -й шахте в момент времени t ,

$$D_{ti} = D_{оч_{ti}} + D_{пр_{ti}} \quad (2)$$

$D_{оч_{ti}}$ - планируемый объем добычи угля по i -й шахте из очистных забоев в момент времени t ; $D_{пр_{ti}}$ - планируемый объем добычи угля по i -й шахте из подготовительных забоев в момент времени t .

Определив период оптимизации проектных вариантов развития угледобычи на шахтах как разность между его началом - t_m и концом - t_0 как разность $T = t_m - t_0$, ($t \in T$), условие обеспечения спроса определяется

$$\sum_{t_0}^{t_m} (\sum_{i=1}^n D_{ti} - R_t) \geq 0, \quad (3)$$

а динамическая модель вскрытых, подготовленных и нарезанных запасов, при условии обеспечения положительного баланса их ввода-выбытия

$$\begin{aligned} \sum_{t_0}^{t_m} (Z_{вскр_{ni}} - Z_{n_i}) &\geq 0 \\ \sum_{t_0}^{t_m} (Z_{n_i} - Z_{H_i}) &\geq 0 \\ \sum_{t_0}^{t_m} (Z_{H_i} - D_{оч_{ni}}) &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

где $Z_{вскр_i}, Z_{п_i}, Z_{н_i}$ - соответственно вскрытые, подготовленные к выемке запасы угля в момент времени t на i -й шахте, т.

Основная задача при разработке схем вскрытия и подготовки – максимальная нейтрализация негативного влияния горно-геологических факторов на параметры ТС подсистем шахты. В условиях действующей шахты необходима привязка проектируемых способов вскрытия шахтного поля и существующих схем вскрытия. В период значительных структурных изменений в угледобывающих бассейнах, как правило, сопровождается перераспределением запасов угля реструктурированных шахт и передачей главных вскрывающих выработок на баланс объединённых шахт. Если в прошлом вскрытие новых горизонтов осуществлялось строительством новых стволов с восходящей схемой проветривания, то в период реструктуризации и объединения смежных шахт, в условиях углубления горных работ, появилось многообразие способов вскрытия и подготовки новых горизонтов не только в идентичных условиях различных шахт, но также в пределах одной шахты.

Наличие одного откаточного горизонта на большинстве шахт определяло основной способ вскрытия новых горизонтов – капитальными уклонами и этажными квершлагами. Применяется также вскрытие углубкой вертикальных стволов, при котором одновременно с проведением клетового ствола до вскрывающего горизонта проводится углубка скипового ствола через свободное углубочное отделение. Однако, очевидно, из-за низких темпов углубки стволов, предпочтительнее отдавалось проведению новых. Существующие схемы вскрытия шахтных полей, а также особенности

вскрытия при объединении смежных шахт достаточно подробно изложены в [1, 2].

В числе основных требований и условий при выборе вариантов вскрытия новых горизонтов выдвигаются:

- минимальный объем горных работ к сдаче горизонта в эксплуатацию;
- уменьшение протяженности поддерживаемых выработок;
- обеспечение эффективных схем проветривания и транспорта.

Наиболее распространёнными способами подготовки шахтных полей при подземной добыче угля являются погоризонтный и этажный, реже – панельный. В последние годы распространение получил погоризонтный способ подготовки с отработкой длинными столбами по падению (восстанию). Причиной этого является сложная гипсометрия пластов. С использованием такого способа подготовки оконтуривающие выработки проводятся по заданному направлению, что обеспечивает постоянную длину очистного забоя. Сложная многоступенчатая структура планирования развития горных работ в увязке с существующими схемами вскрытия и подготовки шахтных полей, систем разработки, схем транспорта и вентиляции, дегазации пластов и управления кровлей предполагает применение, как наиболее эффективного, экспериментально-аналитического метода расчетных вариантов, который позволяет при наборе нескольких технологических решений, имеющих количественные и качественные различия дать технолого-экономическую оценку затрат, величина которых зависит от параметра ТС. При наборе вариантов, принимаемых в дальнейшем к оптимизации, схемы вскрытия и подготовки формируют такие количественные параметры ТС шахты, как

объемы проведения вскрывающих, подготавливающих и нарезных выработок, которые в дальнейшем определяют параметры ТС всех подсистем шахты.

Многообразие факторов, определяющих выбор рациональных вариантов формирования технологической схемы шахты и эффективного развития горных работ определяет необходимость разработки показателя оценки производственного потенциала шахты. На основе оценки производственного потенциала её подсистем. В современной горной науке проблеме оценки состояния и перспектив развития угледобывающих компаний посвящён ряд научных работ, в которых обоснованы принципы формирования оценочных показателей, позволяющих произвести сравнение принимаемых проектных решений путём оценки технико-экономических показателей их эффективности. На основе построения математической модели формируется матричная модель относительных отклонений показателей оцениваемого проекта от показателей проекта-эталона. Интегральный показатель технико-экономической эффективности проекта шахты представляет собой суммарную величину среднеквадратических отклонений по всем важным дифференцированным технико-экономическим показателям от их эталонных значений. Чем меньше это суммарное отклонение, тем в меньшей степени реальный проект уступает условному эталонному варианту, то есть тем эффективней данный проект. Сложность применения такого критерия оценки состоит в том, что принятие того или иного технологического решения определяется, в первую очередь, горно-геологическими условиями залегания пластов проектируемой шахты, вследствие чего установление проекта-эталона но-

сит субъективный характер. Согласно методике ИГД им. А.А. Скочинского оценка технического уровня шахт производится путём сопоставления единичных и базовых показателей в определении горно-геологических условий и вычисления комплексного показателя оценки ТУ шахты. Были обоснованы уровни этих единичных показателей и их коэффициенты весомости по основным производственным процессам, которые рассматриваются с точки зрения их влияния на трудоёмкость подземной добычи. Разработка показателя основана на применении экспертных оценок, следовательно, не лишена субъективности. В работе [3] технический уровень шахты предложено оценивать по так называемому динамическому индексу «старения» технологии производства, согласно которому осуществляется оценка суммированием отклонения индекса трудоёмкости производственного процесса в интервале между реконструкциями, модернизацией или сдачей шахты в эксплуатацию. Предлагаемый метод оценки базируется на разновременных характеристиках трудоёмкости процессов, что нарушает принцип сравнимости определяемых таким образом индексов. Показатель производственного потенциала шахты отражает динамику принятых к оценке параметров технологических процессов подсистем шахты. Оценка производственного потенциала шахты по всем исследуемым технологическим процессам осуществляется на основе определения интегрального показателя, характеризующего совокупное отклонение параметров технологических процессов шахты в конкретных горно-геологических условиях от максимально возможных их значений в этих же условиях, то есть фактическое состояние сравнивается с технически и технологически воз-

возможным. Этот показатель определяется на основе оценки значимости влияния параметров технологических процессов подсистем на годовую производственную мощность шахты. Факторная оценка их удельного влияния осуществляется путём расчёта коэффициента эластичности функции, определяющей зависимость годовой производственной мощности от оцениваемого параметра. Эластичность функции показывает на сколько процентов изменится функция - объём производства - при изменении параметра технологического процесса на 1 %. Согласно свойствам эластичности функции [207] частная эластичность нескольких переменных, определяющих величину годовой производственной мощности $A_{год}=f(x_{kj})$ определяется как произведение независимой переменной x_{kj} на темп изменения функции

$$E_{x_{kj}}(A_{год}) = x_{kj} \times \frac{A'_{год}(x_{kj})}{A_{год}(x_{kj})}, \quad (5)$$

а интегральная величина для каждого x_{kj} определяется как

$$P_{инт}(x_{kj}) = 100 \int_{x_{kj}^T}^{x_{kj}^Ф} x_{kj} \times \frac{A'_{год}(x_{kj})}{A_{год}(x_{kj})} dx, \quad (6)$$

где j - индекс подсистемы шахты, $j=1,2,\dots,J$; J - количество подсистем; k - индекс параметра подсистемы, $k=1,2,\dots,K$; $A_{год}(x)$ - годовая производственная мощность по варианту развития шахты, т; $A'_{год}(x_{kj})$ - про-

изводная функции годовой производственной мощности шахты, определённой на основе моделирования и совместной оптимизации параметров технологических процессов по фактору (параметру) x_{kj} . $x_{kj}^Ф$, x_{kj}^T - значения k -го параметра j -й подсистемы

соответственно по сравниваемому варианту и согласно технологической модели.

Предлагается использовать интегральный показатель, обобщающий влияние параметров всех подсистем шахты в соответствии со степенью их значимости при обосновании объёма производства. Он характеризует величину процентного отклонения объёма производства при отклонении параметра подсистемы от величины, представляющей собой максимально (минимально) возможную при реализации варианта развития угледобычи

$$P_{инт} = \frac{100}{K+J} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{x_{kj} \cdot x_{kj}}{x_{kj}^T \cdot x_{kj}^Ф} \int \frac{x_{kj}}{A_{год}(x)} \times A'_{год}(x_{kj}) dx \quad (7)$$

Расчёт интегрального показателя технико-технологического потенциала подсистем позволяет осуществить оценку его влияния на формирование годовой производственной мощности шахты. Чем выше значение показателя, тем эффективнее использование возможностей применяемых технических средств и технологических решений выше. Суммарный интегральный показатель по шахте характеризует состояние использования потенциала шахты в целом, учитывая при этом неодинаковость влияния принятых к оценке параметров на годовую производственную мощность шахты. Последовательность реализации алгоритма состоит в сравнении параметров технологических процессов шахты по анализируемому варианту с параметрами расчётного варианта, согласно которому достигается максимальный объём производства. Шаги алгоритма определены следующим образом:

- формируется матрица параметров технологических процессов и подсистем шахты. Приложения по оцениваемому варианту (8).

$$[X^\phi] = \begin{pmatrix} x_{11}^\phi & x_{12}^\phi & \dots & x_{1j}^\phi & \dots & x_{1J}^\phi \\ x_{21}^\phi & x_{22}^\phi & \dots & x_{2j}^\phi & \dots & x_{2J}^\phi \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{k1}^\phi & x_{k2}^\phi & \dots & x_{kj}^\phi & \dots & x_{kJ}^\phi \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{K1}^\phi & x_{K2}^\phi & \dots & x_{Kj}^\phi & \dots & x_{KJ}^\phi \end{pmatrix} \quad (8) \quad [X^T] = \begin{pmatrix} x_{11}^T & x_{12}^T & \dots & x_{1j}^T & \dots & x_{1J}^T \\ x_{21}^T & x_{22}^T & \dots & x_{2j}^T & \dots & x_{2J}^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{k1}^T & x_{k2}^T & \dots & x_{kj}^T & \dots & x_{kJ}^T \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{K1}^T & x_{K2}^T & \dots & x_{Kj}^T & \dots & x_{KJ}^T \end{pmatrix}, \quad (9)$$

- согласно горно-геологическим, горнотехническим и организационным условиям оцениваемого варианта, с использованием математической модели шахты рассчитываются параметры технологических процессов и подсистем шахты по оцениваемому варианту, формируется матрица (9).

устанавливается зависимость её годовой производственной мощности от этих параметров;

- для оценки значимости каждого параметра определяется коэффициент его эластичности, согласно (6);

- рассчитывается интегральный показатель производственного по-

тенциала шахты по предлагаемому варианту согласно (7).

Оценка производственного потенциала по объектам (звеньям) технологического процесса, а также оценка потенциала производственных процессов позволяет выявить «узкие места» в организации их работы для принятия дополнительных мер, позволяющих повысить эффективность их работы. Предлагаемый метод определяет уровень общей технологичности принимаемого варианта развития шахты, то есть насколько эффективно используются принимаемые технологические решения при его реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карагандинский угольный бассейн: Справочник/ Н.А.Дрижд, С.К. Баймухаметов, В.А. Тоблер, А.С. Сагинов, С.С. Квон, А.А. Ганжула, Л.И. Шулятьева – М.: Недра, 1990. – 299 с.

2. Малкин А.С., Пучков Л.А., Саламатин А.Г., Еремеев В.М. Проектирование шахт: Учебник для вузов. Под ред. Л.А.Пучкова. –

4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд.Академии горных наук, 2000. – 375 с.: ил.

3. Квон С.С. Алиев С.Б. Техно-технологические решения повышения эффективности разработки угольных пластов Карагандинского бассейна. //Уголь. 2003, № 9. С. 10-11. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Мельник, В.В. – доктор технических наук, зав. кафедрой,
Шулятьева Л.И. – кандидат технических наук, докторант,
Абрамкина А.Н. – аспирантка,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

