

УДК 622.272

В.В. Агафонов, П.В. Шавров

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ НАГРУЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ,
ИМЕЮЩИХ РЕЗЕРВЫ В ПРОПУСКНЫХ
СПОСОБНОСТЯХ ТРАНСПОРТА-ПОДЪЕМА
И ВЕНТИЛЯЦИИ**

Приведена процедура нагружения производственной мощности технологических систем угольных шахт.

Ключевые слова: технологические системы, мощность шахты, резервы.

Проектная мощность шахты является важнейшим количественным параметром, который в решающей степени предопределяет эффективность и рациональное использование вкладываемых в строительство инвестиций и капитальных вложений, в конечном счете формируя прогрессивность и экономичность работы будущего угледобывающего предприятия.

Применение неадекватных математических процедур и расчетных формул приводит к необоснованно высоким или низким уровням производственной мощности, что в конечном счете приводит к недоиспользованию как пассивной так и активной частей промышленно-производственных фондов предприятий, к неэффективному использованию капитальных вложений и увеличению сроков их освоения, и в конечном итоге это в течение длительного промежутка времени не позволяет выйти на прогрессивные и экономичные показатели эффективности работы угольных шахт.

Так как с мощностью шахты тесно связаны капиталоемкие затраты на весьма дорогостоящие технологические звенья и подсистемы (технологи-

ческий комплекс поверхности, топологическую сеть вскрывающих и подготавливающих горных выработок, околоствольные дворы, комплекс стационарных машин и установок и т.д.), то цена принятия неадекватных решений при обосновании проектной мощности шахты будет существенно возрастать.

В условиях кризисного реформирования угольной промышленности и продолжающейся реструктуризации концентрация производства путем строительства новых крупных шахт большой мощности, реконструкции и модернизации действующих с увеличением мощности каждой технической единицы является одним из стратегических направлений развития шахтного фонда, что несомненно требует применения надежных, объективных и обоснованных с позиций экономики расчетных методов, что делает задачу определения проектной мощности чрезвычайно ответственной и подчеркивает ее высокую актуальность.

Непостоянство значений горно-геологических характеристик в разных участках шахтного поля нарушает стабильность производственной мощ-

ности, - удержание производственной мощности в условиях неопределенности информации горно-геологического характера приобретает экономический смысл. Учитывая высокую цену принятия неправильных решений следует ориентироваться на применение формулы проф. Малкина А.С. и минимаксного критерия Сэвиджа. Не менее важным является решение задачи определения величины мощности шахты, когда необходимо учитывать многоплановый смысл в организационном и экономическом отношениях, что особенно актуально в период реструктуризации шахтного фонда, которая сопровождается необходимостью закрытия убыточных, неперспективных шахт. Потери добычи угля при этом должны в обязательном порядке восполняться другими, стабильно работающими, - и это возможно только в случае, если перспективные шахты имеют резервы повышения производительности.

В связи с этим сущность задачи в организационном плане сводится к тому, что выявленные на определенных шахтах резервы повышения производственных мощностей вводятся в действие путем осуществления организационных мер по повышению пропускных способностей схем транспорта и вентиляции, по техническому переоснащению и модернизации очистных и проходческих работ.

В пределах реальных возможностей технологических звеньев шахт производственная мощность может принимать достаточно много значений с изменением горно-геологических характеристик в связи с переходом горных работ на новые участки шахтного поля, а также в связи с внедрением новых средств очистных работ и пр. Вписаться в подобные заранее неизвестные изменения парамет-

ров технологии (аргументов целевой функции) позволяет процедура расчета мощности шахт в условиях неопределенности информации.

Эту задачу оптимизации и выбора проектных решений, обеспечивающих наиболее высокий и надежный уровень мощности шахты, можно рассматривать как стратегическую игру, в которой участвуют природные условия (являющиеся объективно неопределенными, так как проектировщик точно не знает, какими они будут в действительности в том или ином периоде эксплуатации шахты).

При решении этой задачи также можно воспользоваться принципом «минимальных максимумов» отрицательных последствий ошибочных (из-за незнания горно-геологических и технологических условий будущей работы шахты) решений, принимаемых параметров. Процедура применения данного принципа выбора оптимальных решений (с точки зрения критерия – мощности шахты) основана на построении и анализе матриц альтернативных потерь Сэвиджа.

В результате различной вероятности всех собранных в матрице альтернативных потерь Сэвиджа значений мощности шахты процедура выбора оптимального и в то же время наиболее вероятного значения становится несколько неоднозначной, для чего в процедуру необходимо ввести коэффициент корректировки, который будет учитывать вероятность различных расчетных вариантов и будет однозначно формировать оптимальную величину проектной мощности шахты. Коэффициент корректировки определяется при помощи регрессионного анализа статистических отчетных данных угольных шахт с использованием динамических моделей рег-

рессии, – параметры уравнения определяются методом наименьших квадратов (МНК).

При этом наиболее вероятным и оптимальным вариантом будет считаться тот, для которого произведение величины мощности шахты на коэффициент корректировки будет максимальным.

Коэффициент корректировки в смысловой интерпретации отражает в себе следующие ключевые параметры:

- f_0 – коэффициент начальной вероятности (исходный вариант) отражает достоверность исходной информации,
- Δj – величина шага изменении j -го параметра, отражает степень неопределенности (неоднозначности) исходной информации,
- $h_{изм}$ – количество изменяющихся параметров в i -ом расчетном варианте,
- $h_{общ}$ – общее количество характеристик и параметров (горно-геологических и горнотехнических).

Визуально проявление коэффициента корректировки хорошо заметно при построении графической модели. Поверхность становится более сглаженной, что однозначно трактуется как уменьшение риска при принятии неправильного решения.

Параметры уравнения (эмпирической формулы) определяются методом наименьших квадратов, которые показывают, как изменяются коэффициенты регрессии во времени и как это изменение следует учитывать при расчете прогноза.

Сущность метода наименьших квадратов (МНК) заключается в минимизации суммы квадратов случайных отклонений ε_1 фактических зна-

чений временного ряда от тренда $f(t)$:

$$\sum_{t=1}^{t=n} \varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^{t=n} [x_t - f(t)]^2 \rightarrow \min.$$

Минимизируется сумма квадратов отклонений, а не самих отклонений по той причине, что эти отклонения могут иметь как положительное, так и отрицательное значения и при суммировании взаимно погашаются.

Результатом анализа и прогнозирования параметров являются следующие эмпирические формулы:

$$K_{кор} = f_i = f_0 \pm \Delta cр \cdot f_0^{Гст.};$$

$$n_{ст} = h_{изм} / h_{общ} + 1 / (1 - \Delta cр);$$

$$\Delta cр = \sum_{j=1}^{h_{изм}} \Delta j / h_{изм};$$

$$f = f_0 \pm \Delta \cdot f_0 \frac{h_{изм}}{h_{общ}} + \frac{1}{1 - \Delta cр}; h_{общ} \neq 0;$$

$$\Delta cр \neq 1.$$

Знак «+» ставится при уменьшении параметров на величину Δ , а знак «-» при увеличении параметров на величину Δ , $f = K_{кор}$ – коэффициент корректировки для i -го расчетного варианта, f_0 – коэффициент начальной вероятности (для исходного варианта). В зависимости от достоверности информации при расчетах рекомендуется принимать 0,85 ч 0,98; $n_{ст}$ – дифференциальный показатель степени; $\Delta cр$ – средняя величина предполагаемых изменений параметров; Δj – величина предполагаемого шага изменения j -го параметра; $h_{изм}$ – количество изменяющихся параметров

Наименование шахт	А _{штг.факт.} млн т/ год	Резерв повышения производственной мощности
ш. Воргашорская	3,309	0,943
ш. им. Кирова	2,484	0,762
ш. Октябрьская	1,846	0,435
ш. Полысаевская	1,681	0,323
ш. им. 7-го Ноября	2,472	0,661
ш/у Котинское	1,666	0,387
ш. Талдинская- Западная 1	1,331	0,224
ш. Талдинская- Западная 2	1,919	0,432
ш. Заречная	3,911	0,835
ш. Кыргайская	3,001	0,432
ш. Абашевская	3,453	0,836
ш/у Юбилейное	4,23	0,812
ш/у Есаульское	4,911	0,801
ш/у «Грамотеинское»	1,66	0,535
ш. Распадская	9,72	1,875
ш. Полосухинская	3,15	0,686
ш. им. Ленина	2,24	0,542
Итого:		11,521

Частные случаи:

$$\text{При } n_{ст} = 0 \rightarrow f = f_0 - \Delta$$

$$\text{При } n_{ст} = 1 \rightarrow f = f_0 (1 - \Delta)$$

$$\text{При } h_{изм} = 0 \rightarrow n_{ст} = 1 / (1 - \Delta_{ср})$$

При реализации вышеприведенной процедуры выбора оптимального коэффициента корректировки применительно к группе шахт, попавших в группу «поддержание производственной мощности на достигнутом уровне» были определены резервы увеличения производственной мощности, которые сведены в таблице.

Таким образом, принимая во внимание горно-геологические условия эксплуатации и эксплуатационные возможности применяемой горно-добывающей техники резерв повышения (нагрузки) производственной мощности шахтного фонда России составляет 11,5 млн т/год. **ГИАБ**

(горно-геологические и горнотехнические).

Коротко об авторах

Агафонов В.В. – кандидат технических наук, доцент,
Шавров П.В. – аспирант кафедры Подземная разработка пластовых месторождений
 Московский государственный горный университет
 Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



Почему в ГИАБе не публикуются новости из регионов и с предприятий?

Нельзя сказать, что вообще не публикуются, но, согласимся, недостаточно. Такую задачу Редколлегия ГИАБа поставила перед собой давно. Решать ее оказалось не очень просто. Мы создали сеть общественных корреспондентов в вузах, НИИ, на горных предприятиях, но получать качественные информационные материалы удается редко. Причина в том, что за последние 20–25 лет серьезно уменьшилось количество горных инженеров, умеющих квалифицированно писать на свободные темы. К сочинительству падает интерес, и его возрождение – одна из важных задач Редколлегии.

Мы надеемся со временем начать выпуск еженедельного информационного приложения к ГИАБу, в котором будут не только новости, но и фотографии с мест, объявления о трудо-



устройстве, деловые предложения, сообщения специалистов и другие материалы. Организация такого приложения потребует увеличения подписки в десятки раз, создания сети собственных и специальных корреспондентов. Такая работа ведется.