

□ Автор статей:

Редькин

Валерий Александрович

-канд. техн. наук, ст. преп. каф. разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом

УДК [622.261.53]

В.С. Верхотов, С.В. Мыльникова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ ТРУДОЗАТРАТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Неуклонное увеличение нагрузки на очистные забои угольных шахт, увеличение длины вскрывающих горных выработок при одновременном возрастании площади поперечного сечения из-за необходимости пропуска большого количества воздуха для проветривания отдельных шахтных полей приводит к росту трудоемкости строительства капитальных горных выработок и, в частности, квершлагов, полевых штреков и транспортных выработок околостволовых дворов. В настоящее время размеры площади поперечного сечения таких выработок в Кузбассе составляют 19,1 – 26,8 м² и по прогнозным оценкам могут достигнуть 40 -60 м² в проходке [1].

Все это связано с ростом трудозатрат на строительство и реконструкцию шахт, а также с планированием численности трудающихся при разработки проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР).

Официальные (нормативные) данные для выполнения расчетов трудоемкости строительства горных выработок большого сечения в угольных шахтах отсутствуют. Вопрос исследования шахтных производственных процессов всегда актуален, потому что шахта, это система с постоянно меняющимися условиями производства, угадать точно, что будет впереди невозможно, а вот выдать вероятностный прогноз трудозатрат при ожидаемых горно-

геологических и горнотехнических условиях на основании исследований предыдущих событий невозможно и необходимо.

Задачи исследования тайных производственных процессов и, в частности, процессов горнопроходческих работ при строительстве капитальных горизонтальных горных выработок всегда были главными, т.к. с этим связаны вопросы нормирования труда в шахте.

Переход от чисто ручной работы с помощью инструментов и приспособлений к механизированному труду при строительстве горных выработок угольных шахт не внес значительных изменений в методы получения исходных данных для анализа и определения норм выработки (производительность труда, чел.см/м³)

Методом получения исходных данных для исследования операций и процессов проходческого цикла всегда были и останутся хронометражные наблюдения в любых производственных условиях проведения подземных горных выработок.

Для анализа и обобщений в области технологии и организации проведения горных выработок угольных шахт необходим большой массив хронометражных наблюдений в различных горногеологических, горнотехнических и организационных производственных условиях.

До середины восьмидесятых годов прошлого века развитие исследований в области техно-

логии и организации горнопроходческих работ шло на пути наименее полного, комплексного описания существующих технологий строительства горных выработок в конкретных горнотехнических условиях [2].

В работе была получена зависимость между скоростью проведения выработки и продолжительностью основных операций проходческого цикла с определением рациональной численности проходчиков. В работе [3] приведены модели трудоемкости выполнения всех основных операций проходческого цикла.

Расчет ожидаемых затрат труда на проведение 1м³ горной выработки в свету производится по формуле:

$T =$

$$= \sum_{i=1}^m \beta_i \left(\frac{m_i}{R_i K m_i K r_i K r' r_i} + \frac{N b_i}{K o p r_i K' r r_i} \right) \mu_i \quad (1)$$

где i - индекс операции;

m_i – число проходчиков, управляющих машиной;

R_i – техническая производительность машин, то есть объем работ, выполняемый машиной в единицу чистого времени в реальных производственных условиях;

$K m_i$ – коэффициент учитывающий долю затрат времени на механизированное выполнение вспомогательных и маневренных операций, рассчитывается по вспомогательной формуле [4];

$K r_i$ – коэффициент готовности применяемого оборудования

План эксперимента для определения удельных трудозатрат на горнопроходческие работы

| № п/п | S_{np} , m^2 | f | $T_{yд}^{kp}$, чел.мин/ m^3 | $n_{зб}$, чел. | P_{mex}^n , $m^3/ч$ | P_{mex}^{δ} , $m/ч$ | $T_{y\delta}$, чел.час/ m^3 | $T_{y\delta,p}$, чел.час/ m^3 | Δ , % |
|----------|---------------------|-----|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 1 | 20,6 | 4 | 29,3 | 7 | 75 | 150 | 0,32 | 0,33 | -3 |
| 2 | 22,6 | 5 | 26,1 | 6 | 75 | 150 | 0,34 | 0,35 | -3 |
| 3 | 22,6 | 6 | 28,8 | 7 | 75 | 140 | 0,33 | 0,35 | -6 |
| 4 | 20,6 | 4 | 29,3 | 7 | 150 | 150 | 0,29 | 0,28 | 3 |
| 5 | 20,6 | 5 | 29,3 | 7 | 240 | 150 | 0,24 | 0,25 | -4 |
| 6 | 25,9 | 6 | 29,3 | 5 | 270 | 150 | 0,25 | 0,25 | 0 |
| 7 | 32,6 | 6 | 52,0 | 6 | 270 | 195 | 0,24 | 0,26 | -8 |
| 8 | 36,5 | 7 | 52,0 | 6 | 270 | 150 | 0,23 | 0,25 | -9 |
| 9 | 32,6 | 8 | 37,2 | 7 | 150 | 150 | 0,37 | 0,35 | 5 |
| 10 | 32,6 | 9 | 37,2 | 7 | 150 | 150 | 0,40 | 0,37 | 8 |
| 11 | 35,4 | 9 | 68,0 | 7 | 195 | 195 | 0,36 | 0,34 | 6 |
| 12 | 37,7 | 7 | 37,2 | 8 | 150 | 195 | 0,39 | 0,37 | 5 |
| 13 | 40,8 | 8 | 92,0 | 8 | 240 | 195 | 0,29 | 0,27 | 7 |
| 14 | 40,8 | 9 | 37,2 | 5 | 270 | 195 | 0,34 | 0,34 | 0 |
| 15 | 41,4 | 7 | 62,9 | 5 | 270 | 195 | 0,26 | 0,27 | -4 |
| 16 | 41,4 | 8 | 50,0 | 5 | 270 | 195 | 0,28 | 0,30 | -7 |
| 17 | 43,0 | 9 | 50,0 | 7 | 360 | 150 | 0,25 | 0,23 | 8 |
| 18 | 43,0 | 9 | 84,0 | 8 | 360 | 195 | 0,22 | 0,23 | -5 |
| 19 | 43,0 | 7 | 50,0 | 7 | 360 | 195 | 0,25 | 0,24 | 4 |
| 20 | 19,3 | 8 | 37,5 | 8 | 75 | 150 | 0,40 | 0,38 | 5 |
| 21 | 20,6 | 6 | 29,3 | 6 | 75 | 150 | 0,38 | 0,36 | 5 |
| 22 | 19,3 | 9 | 29,3 | 8 | 75 | 195 | 0,43 | 0,45 | -5 |
| 23 | 18,8 | 5 | 62,9 | 8 | 75 | 150 | 0,32 | 0,30 | 6 |
| 24 | 19,1 | 6 | 28,8 | 5 | 150 | 170 | 0,32 | 0,33 | -3 |

ния, рассчитывается по вспомогательной формуле [4] или принимается приближенно;

Krr_i – коэффициент, учитывающий изменения горно – геологических условий для техническую производительность машин, рассчитывается по вспомогательной формуле [4];

Nb_i – среднепрогрессивные значения затрат ручного труда, необходимых для выполнения операции в определенных организационных и горно – геологических условиях (на единицу объема работ);

$Kopr_i$ – коэффициент, учитывающий изменение затрат ручного труда в зависимости от численности проходчиков, рассчитывается по вспомогательной формуле [4];

$K'rr_i$ – коэффициент, учитывающий изменения горно – геологических условий, по сравнению с теми, для которых рассчитана техническая производительность машин, рассчитывается по вспомогательной формуле [4];

β_i – коэффициент пересчета затрат труда на единицу работ ($1m^3$ выработки вчерне) в соответствующие затраты, приходящиеся на $1m^3$ выработки в свету, рассчитывается по вспомогательной формуле [4];

μ_i – коэффициент, учитывающий продолжительность регламентированных перерывов на отдых и личные надобности, $\mu = 1,11 \div 1,17$, в зависимости от тяжести труда на отдельных операциях ($\mu_{ср} = 1,15$).

Таким образом, продолжительность процесса определялась из выражения:

$$t_i = \frac{T_i}{n_{зб}} S_{cb} L_{ii} \eta \quad (2)$$

Попроцессный метод моделирования позволяет получить математическую модель проходческого цикла. Однако, такая модель будет неизбежно громоздкой, т.к. предполагает учет нескольких десятков влияющих факторов. Количество оценка большого цикла влияющих факторов представ-

ляет определенную трудность. Кроме того, это усложняет оценку технологии в изменяющихся производственно-технических условиях производства выработок.

Формула (1) была разработана в ИГД им. А.А. Скочинского для условий проходки подготовительных выработок угольных шахт. А для проведения капитальных вскрывающих выработок большого сечения необходимо разработать новую методику расчета удельной трудоемкости строительства горных выработок угольных шахт. Которая бы позволила быстро и надежно определить удельную трудоемкость проведения капитальных горизонтальных горных выработок большого сечения (свыше $18 m^2$) в изменяющихся производственно-технических условиях шахтных производственных процессов.

В данной работе для разработки плана эксперимента (модели) удельной трудоемкости проходческого цикла проведе-

ния 1м³ горной выработки используются статистический метод построения эмпирических формул (множественный регрессионный анализ).

Исходными материалами послужили хронометражные наблюдения, выполненные на 23 шахтах в 36 горных выработках институтом Кузнишахтстрой и реализованные в альбоме «Типовые технологические карты проведения горизонтальных горных выработок сечением в проходке более 18м² буро-взрывным способом», Кемерово, 1985.

Для расчета удельной трудоемкости горно – проходческих работ рассматривались следующие влияющие факторы [5]:

P_{mex}^{δ} - техническая производительность бурильных машин, м/ч ;

P_{mex}^n - техническая производительность погрузочных машин, м³/ч ;

n_m^{δ} , n_m^n - количество бурильных головок и погрузоч-

ных машин на забой соответственно, шт;

f - коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова;

S_{np} - площадь поперечного сечения выработки в проходке, м²;

L_{sh} - глубина шпурков, м;

v_{TC} - вместимость непрерывно загружаемых транспортных средств, м³;

T_{yd}^{co} - удельные трудозатраты на обмен транспортных средств, чел.мин/m³ ;

T_{yd}^{kp} - удельные трудозатраты на возведение постоянной крепи, чел.мин/m³ ;

n_{36} - количество проходчиков в звене, чел.

Количественная оценка весомости влияния каждого выше перечисленного фактора позволила выбрать наиболее значимые для упрощения матрицы и разработки расчетной математической модели для определения удельной трудоемкости проходки 1м³ горной выработки. Из 11 влияющих факторов

оставляем: P_{mex}^{δ} , P_{mex}^n , f , S_{np} ,

T_{yd}^{kp} , n_{36} .

Таким образом, функциональная зависимость удельной трудоемкости горнопроходческих работ будет иметь вид:

$$T_{yd} = F(P_{mex}^{\delta}, P_{mex}^n, S_{np}, f, T_{yd}^{kp}, n_{36})$$

$\text{чел.см}/\text{м}^3$

План эксперимента для разработки расчетной формулы удельной трудоемкости горнопроходческих работ представлен в таблице.

Аппроксимация фактических данных таблицы по компьютерной программе позволила получить следующее эмпирическое выражение:

$$T_{yd} = 10^{-3} (200 + 0,3 S_{np} + 16,6 f - 0,58 P_{mex}^n + 0,82 P_{mex}^{\delta} - 1,18 T_{yd}^{kp} + 0,6 n_{36})$$

Отклонения расчетных результатов от табличных составляют от +8 до -9%, то есть не превышают 10%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрагамов В.М. К вопросу о прогнозировании сечений выемочных подготовительных выработок // Прогрессивная технология, комплексная механизация проведения горных выработок / ИГД им. А.А. Скочинского.- М.: 1984. Вып. 232- с. 38-42.
2. Технологические схемы очистных и подготовительных работ на угольных шахтах, М.: Любинцы, ИГД им. А.А. Скочинского, 1984.- 232с.
3. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. – М.: Любинцы, ИГД им. А.А. Скочинского, 1984.- 232с.
4. Першин В.В. Расчет на ЭВМ параметров технологии проведения горных выработок комбайновым способом: Методические рекомендации / КузПИ; Сост В.В. Першин, Ю.С. Лермонтов, А.В.Лебедев, И.М. Полторан. – Кемерово, 1991.- 21 с.
5. Верхотов В.С. Интенсификация строительства горизонтальных горных выработок // В.С. Верхотов, Г.Г. Сенников/. М.: «Недра», 1989. - 200с.

□ Авторы статьи:

Верхотов

Виктор Степанович
– канд.техн.наук, доц.каф. строительства подземных сооружений и шахт

Мыльникова

Светлана Викторовна
– студентка, соискатель каф. строительства подземных сооружений и шахт