

УДК 622.25

Кандидаты техн. наук БОРЩЕВСКИЙ С.В., ФОРМОС В.Ф., ЛАБИНСКИЙ К.Н., асп. ДРЮК А.А., студ. СИРАЧЕВ А.Ж., (ДонНТУ)

К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДАХ И КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА СТВОЛОВ ШАХТ

Под интенсификацией производственного процесса сооружения стволов за счет внедрения более совершенной технологии подразумевается приращение технической скорости выполнения работ против сметной ($V_t + \Delta V_t$).

Поэтому при выборе технологической схемы объектом планирования выступает этап работы, выполняемый при сооружении ствола, а оптимизируемым параметром служит интенсивность выполнения этой работы — скорость (продолжительность). Технология выполнения отдельных этапов работ должна быть увязана с общей технологией строительства шахты, так как повышение интенсивности одной работы за счет внедрения более совершенной технологии может отрицательно сказаться на других этапах. Примером могут служить скоростные проходки в Донецком бассейне [1], где оснащение длится 24...36 месяцев, хотя время собственно проходки несколько сокращается. При этом сумма двух слагаемых продолжительности по оснащению и проходке выше нормативных значений. Если в результате такого направления общий срок удлиняется, экономический эффект во всех сферах образования будет отрицательным. Проблема интенсификации строительства вертикальных шахтных стволов в условиях рыночной экономики Украины весьма актуальна. При моделировании задача сводится к обеспечению сооружения ствола и его отдельных этапов в срок, не превышающий календарного (установленного директивным графиком организации строительства шахты). Однако если при запланированных средствах невозможно внедрение новой технологии, может возникнуть ряд ситуаций:

а) когда необходимо выделить капитальные дополнительные затраты для приобретения более совершенной стволовой техники;

б) когда требуются капитальные дополнительные затраты для приобретения более совершенной стволовой техники и увеличения производительности в общешахтных звеньях (подъемные комплексы, компрессоры, механизмы поверхности и др.)

Все это должно учитываться при формализации содержания целевой функции как дополнительные затраты строительной организации при расчете эффективности от интенсификации строительного-монтажных работ за счет внедрения новой технологии. Поэтому при выборе критерия оценки сравниваемых вариантов технологии важно сопоставление капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Номенклатура затрат на проходку ствола, проведение выработок, сопрягающихся со стволами, и армирование зависит от периода строительства шахты, порядка финансирования, способа выполнения работ и условий производства и складывается из прямых нормируемых, общешахтных, накладных и плановых накоплений, а работы по оснащению и переоборудованию ствола подразделяется на прямые и накладные (с учетом плановых накоплений).

Для удобства анализа затрат выделяются сопутствующие расходы и премиальные доплаты.

При составлении моделей будет рассмотрено влияние интенсивности работ на изменение отдельных составляющих полной стоимости. При этом за показатель интенсивности принимаем среднюю техническую скорость (продолжительность) работ.

В процессе оптимизации работ будем различать сметную, нормативную и оптимальную скорости. Сметная скорость принимается при составлении смет на общешахтные расходы, а нормативная — при организации и планировании сроков (табл.1) по данным [2].

Скорость нормируется шахтостроительным организациям и почти ежегодно пересматривается. За выполнение и перевыполнение нормативных скоростей рабочим горнопроходческих бригад, общешахтных цехов и инженерно-техническим работникам выплачивается премия.

Поэтому чем ниже установленные нормативные скорости, тем больше возможностей для их перевыполнения и тем выше премиальные расходы.

Табл.1. Значения нормативных скоростей

Выработки и работы	Нормативные скорости для составления смет на общешахтные расходы V_c , м/мес.	Нормативные скорости для составления проектов организации строительства V_H , м/мес.
Вертикальные стволы, м/мес.	35	50
Выработки, сопрягающиеся со стволами, м ³ /мес.	250	350
Армирование вертикальных стволов, м/мес.	200	250
Прокладка трубопроводов в вертикальных стволах, м/мес. на одну нитку	1000	2000

В связи с тем, что с увеличением фактической скорости одна группа затрат возрастает, а другая снижается, существует значение варьируемого показателя, обуславливающее наименьшие затраты на сооружение выработки — оптимальная скорость. На основе оптимальных значений скоростей для различных работ можно определить оптимальные параметры технологии (значения количественных величин классификационных признаков). Поставленная задача решается в следующем порядке [3,4].

Устанавливаются основные зависимости, характеризующие влияние скорости (продолжительности) выполнения работ при сооружении стволов на их стоимость, определяются технически; возможные пределы скорости выполнения отдельных этапов работ при применении той или иной технологической схемы (или ее варианта), оптимальные скорости исходя из условий выполнения работ в заданный срок при наименьших затратах. Рассчитываются необходимые дополнительные затраты (или экономия) по сравнению со сметной стоимостью и составляется проект выполнения работ по оптимизированным скоростям (продолжительности). По этим данным принимаются оптимальные параметры технологии для различных заданных условий (объемов). Параметры технологии находятся по заранее рассчитанным таблицам-номограммам или по разработанным математическим моделям.

Затраты на строительные-монтажные работы отдельных этапов с учетом характера формирования мероприятий (при различных ситуациях), направленных на внедрение новых технологических схем, можно описать уравнением [4,5]:

$$S_{vi} = S_{ci} \left(m_i + n_i V_i + \frac{r_i}{V_i} \right), \quad (1)$$

где S_{vi} — стоимость сооружения этапа работ при достигнутой интенсивности (скорости) строительного-монтажных работ, грн.; S_{ci} — сметная стоимость сооружения этапа работ (при скорости, принятой сметными нормами), грн.; m_i — доля расходов, не зависящих от интенсивности строительного-монтажных работ (расходы, нормируемые на 1 м

или 1 м^3 выполненной работы, зарплата сдельщиков, материалы и амортизация забойного оборудования); n_i — доля расходов, прямо пропорциональных интенсивности строительно-монтажных работ (расходы на заработную плату рабочих, служащих и инженерно-технических работников шахтостроительных организаций, выплачиваемую в виде прогрессивных доплат и премий за выполнение и перевыполнение плановых заданий, нормативов проходки и т.д.); r_i — доля расходов, обратно пропорциональных интенсивности строительно-монтажных работ (амортизация основных фондов, прямая заработная плата инженерно-технических работников, служащих и рабочих, оплачиваемых повременно, расходы на вентиляцию, отопление, освещение и т.д.). В условиях, когда внедрение новой технологии для интенсификации работ требует капитальных дополнительных затрат, зависимость может быть записана:

$$S_{vi} = S_{ci} \left(m_i + n_i V_i + \frac{r_i}{V_i} \right) + \Delta K_{i(V_i)}. \quad (2)$$

Эта зависимость носит дискретный характер и отражает экономические результаты деятельности подрядной организации. Суммарный экономический эффект (при сокращении общего срока строительства), формула (2) может быть записана уравнением [3,6–8].

$$S_{vi} = S_{ci} \left(m_i + n_i V_i + \frac{r_i}{V_i} \right) + \Delta K_{i(V_i)} - \mathcal{E}_{(V_i)}, \quad (3)$$

где $\Delta K_{i(V_i)}$ — дополнительные затраты на расширение производственных мощностей строительной организации ($\Delta K_{i(V_i)} = E_H * \Delta K_1$), грн.; $\mathcal{E}_{(V_i)}$ — экономическая эффективность от повышения интенсивности строительно-монтажных работ за счет улучшения структуры технологии, полученная как сумма слагаемых нормативной экономии и экономических последствий «замораживания» капитальных вложений, грн.

Полная стоимость проходки ствола, проведения выработки, сопрягающейся со стволом, и армирования без премиальных доплат выражается формулой:

$$S'_{nVi} = S_{nVi} \gamma_0 \gamma_n \gamma_c \gamma_v, \quad (4)$$

где S_{nVi} — прямые нормируемые затраты, грн.; $\gamma_0, \gamma_n, \gamma_c, \gamma_v$ — коэффициенты, учитывающие соответственно общешахтные, накладные, сопутствующие расходы и плановые накопления.

Полная стоимость выполнения работ с учетом премиальных доплат ($V_i > V_H$) определяется по формуле:

$$S''_{nVi} = S_{nVi} \gamma_v \gamma_r \gamma_n, \quad (5)$$

где S_{nVi} — стоимость выполнения единицы объема работы при нормативной скорости, грн.; γ_v, γ_r — стоимостные коэффициенты, учитывающие соответственно изменение условно-постоянных расходов и премиальных доплат под влиянием скоростей работ.

Формула (2) корректна при $\frac{V_i}{V_n} > 1$.

В соответствии с действующими нормативами и положением значения постоянных коэффициентов в формулах (4) и (5) для вертикальных стволов можно принять: $\gamma_0 = 1,9$ (для стволов глубиной до 700 м) и $\gamma_0 = 2,1$ (для стволов глубиной более 700 м); $\gamma_n = 1,268$; $\gamma_r = 1,06$ и $\gamma_c = 1,18$. Для других этапов работ эти значения иные [2].

Величину прямых нормируемых затрат в зависимости от скорости проходки можно представить уравнением:

$$S_{nVi} = \left[S_{nVH} \left(\alpha_1 + \beta_1 \frac{V_c}{V_i} \right) \right] \gamma_n, \quad (6)$$

где S_{nVi} , S_{nVH} — сумма прямых нормируемых затрат соответственно при фактической и сметной скоростях проходки стволов, грн.; V_c , V_i — технические скорости проходки соответственно для составления смет на общешахтные расходы и фактически достигнутая, м/мес.

В общем виде величину прямых нормируемых затрат (6) можно записать:

$$S_{nV} = \left[S_{mH} \left(\alpha_1 + \beta_1 \frac{t_\phi}{t_H} \right) \right] \gamma_n, \quad (7)$$

где t_ϕ , t_H — фактическая и нормативная продолжительность работ, мес. В формулах (6) и (7) выражения $(\alpha_1 + \beta_1 V_c/V_i)$ и $(\alpha_1 + \beta_1 t_\phi/t_H)$, представляют собой коэффициенты изменения прямых нормируемых расходов в зависимости от скорости (продолжительности) проходки.

Общешахтные расходы на 1 м ствола [4,5] с учетом изменения доли условно-постоянных затрат при увеличении скорости проходки по сравнению с принятой при определении сметной стоимости можно определить по формуле:

$$S_{oVi} = \left[S_{o.c} \left(\alpha_2 + \beta_2 \frac{V_c}{V_i} \right) \right] \gamma_n, \quad (8)$$

где S_{oVi} , $S_{o.c}$ — сумма общешахтных затрат соответственно при фактической и сметной скоростях, грн.

Размер накладных расходов (с плановыми накоплениями) с учетом их снижения в зависимости от роста скорости проходки может быть определен по формуле:

$$S_{H.PVi} = S_{H.n.c} \left(\alpha_3 + \beta_3 \frac{V_c}{V_i} \right), \quad (9)$$

где $S_{H.PVi}$, $S_{H.n.c}$ — сумма накладных (с плановыми накоплениями) соответственно при фактической и сметной скоростях, грн.

Влияние роста скорости проходки на размер фактически сопутствующих расходов выражается формулой:

$$S_{cVi} = \left[S_{c.c} \left(\alpha_4 + \beta_4 \frac{V_c}{V_i} \right) \right] \gamma_n, \quad (10)$$

где S_{cVi} , $S_{c.c}$ — сумма сопутствующих расходов соответственно при достигнутой и сметной скоростях, грн.

Коэффициент изменения стоимости проходки с учетом премиальных доплат можно принять [5,6]:

$$\gamma_r = \alpha_5 + \beta_4 \frac{V_c}{V_i}, \quad (11)$$

где α_1 , α_2 , α_3 , α_4 — доли затрат, не зависящих от скорости проходки (и от объема), соответственно в составе прямых нормируемых, общешахтных, накладных и сопутствующих расходов; β_1 , β_2 , β_3 , β_4 — доли затрат, зависящих от скорости проходки (и не от объема), соответственно в составе прямых нормируемых, общешахтных, накладных и

сопутствующих расходов; α_5, β_5 — доли затрат, соответственно не зависящих и прямо-пропорциональных скоростей проходки.

Полученные уравнения (4)...(11) могут быть приняты и для оценки других строительного-монтажных работ, выполняемых при сооружении стволов. В этом случае значения постоянных коэффициентов и другие параметры, входящие в эти формулы, должны приниматься для конкретно рассматриваемой работы.

В общем виде величина β_i характеризующая уровень условно — постоянной доли расходов в составе полной стоимости выполнения работ, может быть получена из выражения:

$$\beta_i = n_1\beta_1 + n_2\beta_2 + n_3\beta_3 + n_4\beta_4, \quad (12)$$

где n_1, n_2, n_3, n_4 — доли прямых нормируемых, общешахтных, накладных и сопутствующих расходов в составе полной стоимости 1 м (или 1 м³) работы, выполняемой в стволе.

Подставив в формулу (12) значения n_i и β_i получим $\alpha_i = 1 - \beta_i$.

Тогда зависимость (5) с учетом рассмотренных закономерностей и плановых накоплений получит вид:

$$S''_{n(V_i)} = S'_{nV_H} (\alpha_i + \beta_i \frac{V_c}{V_i}) (\alpha_5 + \beta_5 \frac{V_i}{V_H}). \quad (13)$$

После некоторого преобразования получим зависимость (1) в виде:

$$S_{V_i} = S'_m (m_i + n_i V_i + \frac{t_i}{V_i}).$$

Примечание. Величина S'_m соответствует произведению $S_{xi} * \gamma_n$, где:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_i = \alpha_i \alpha_5 + \beta_i \beta_5 \frac{V_c}{V_H}; \\ n_i = \frac{\alpha_i \beta_5}{V_H}; \dots r_i = \alpha_5 \beta_i V_c. \end{array} \right. \quad (14)$$

Полученные зависимости справедливы для условий, когда скорость проходки ствола (скорости выполнения других этапов работ) обеспечивается за счет улучшения технологии работ и не требует дополнительных затрат. Если требуются дополнительные затраты на расширение и модернизацию основных фондов, особенно при скоростной ведении работ, они должны учитываться. В этом случае следует принимать формулы (2) и (3).

Полученные зависимости справедливы для условий, когда скорость проходки ствола (скорости выполнения других этапов работ) обеспечивается за счет улучшения технологии работ и не требует дополнительных затрат. Если требуются дополнительные затраты на расширение и модернизацию основных фондов, особенно при скоростном ведении работ, они должны учитываться.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Существующие методы оценки количественных показателей не учитывают особенностей и влияния технологии на производственный процесс и результаты выхода процесса (на 1 м или 1 м³ готового ствола в свету), что является следствием недостаточной изученности технологии строительства стволов (отдельных этапов работ) и отсутствия исследованных зависимостей и связей между технологией и производственным процессом.

2. Незнученность проблемы подтверждается тем, что не учитывается характер закономерностей, где преобладает влияние случайных явлений и качественная сторона технологии, зависящая от сагрегированности составных частей (способа производства работ, средств механизации и режима проведения рабочих процессов во времени и пространстве).

3. Основное влияние технологии проявляется в интенсификации строительномонтажных работ. Поэтому наиболее полно можно определить экономической эффективностью при внедрении новой технологии в представленных количественных зависимостях (1,2).

4. В интенсификации строительномонтажных работ концентрируются результаты деятельности строительной организации. Этот фактор определяет стоимость строительномонтажных работ. Только совокупность рассмотрения экономических результатов интенсификации строительномонтажных работ и определения экономической эффективности в различных сферах ее образования обеспечивает правильное решение задачи (формула 3).

Библиографический список

1. **Стоев И.С., Стоев П.И.** Технология и организация строительства вертикальных стволов шахт. Донецк, ЦБНТИ, 1994. — 212 с.
2. **Уманский П.Я.** Общешахтные расходы при строительстве и реконструкции шахт. — М.: Препар, 1968.
3. **Евдокимов Ф.И., Стоев И.С.** Технология и экономика сооружения вертикальных стволов шахт. — М.: Недра, 1981 — 224 с.
4. **Иванов Н.И., Евдокимов Ф.И.** Моделирование организации шахтного строительства. — М.: «Недра», 1975.
5. **Иванов Н.И., Евдокимов Ф.И.** Стоимость и сроки строительства шахт. — М.: «Недра», 1966.
6. **Блинов П.А., Стоев И.С.** Расчет эффективности скоростного сооружения стволов. ЦНИЭИ-уголь, 1975. — № 4.
7. **Блинов П.А., Стоев И.С.** Метод оценки экономической эффективности сооружения вертикальных стволов шахт. — В сб.: Разработка месторождений полезных ископаемых. — Киев, «Техника», 1974. — № 58.
8. **Иванов Н.И.** Экономико-математическое моделирование развития горных работ на шахтах. Донецк: ДонУГИ, 1966.

© Борщевский С.В., Формос В.Ф., Лабинский К.Н.,
Дрюк А.А., Сирачев А.Ж., 2005

УДК 622.25

Канд. техн. наук БОРЩЕВСКИЙ С.В. (ДонНТУ)

МНОГОФАКТОРНЫЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СООРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Проведенные исследования позволили определить влияние средних количественных значений параметров технологии на скорость (продолжительность) проходки и производительность труда. Однако связь между этими и другими параметрами, влияние их на производственный процесс в различных условиях этими методами не могли быть установлены.

Установить закономерности возможно используя многофакторные аналитические модели [1–4]. Опыт показывает, что стоимость проходки 1 м ствола зависит от