

УДК 622.252.8

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

## **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ СООРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ**

Угольная промышленность является одной из ведущих отраслей народного хозяйства Украины.

Современное развитие предприятий горнодобывающей промышленности и в частности угольных шахт, характеризуется непрерывным возрастанием проектных мощностей и глубины разработки, высокой капиталоемкостью. Основная часть капитальных затрат при строительстве и реконструкции шахт и рудников расходуется на сооружение горных выработок. Эти затраты составляют 50...60% общей сметы капитальных вложений. Рост проектных мощностей, переход на строительство шахт со стволами глубиной 1000...1400 м увеличили объем горных работ — до 1 млн.м<sup>3</sup> выработок в свету и директивные сроки строительства от 6 до 8 лет. Продолжительность строительства и реконструкции угольных предприятий в 1,5...2 раза превышает нормативные сроки, что в настоящее время является основной причиной недостаточных темпов развития Донецкого бассейна и роста объемов незавершенного строительства. Поэтому необходимо предусмотреть увеличение темпов строительства новых и реконструируемых шахт не менее чем в 1,5–2 раза с тем, чтобы сооружение крупных современных высокопроизводительных предприятий осуществлялось в нормативные сроки, улучшить использования основных производственных фондов и снизить удельные капитальные затраты за счет более эффективного использования новой высокопроизводительной техники и наиболее экономичных проектных решений.

Одним из основных путей решения этих задач на данном этапе является интенсификация производственного процесса за счет применения более совершенной технологии работ, в первую очередь технологии сооружения объектов главного направления строительства.

Интенсификация общественного производства и повышение его эффективности — основная линия экономического развития страны. Сущность интенсификации состоит в том, чтобы на каждую единицу затрат — трудовых, материальных, энергетических и финансовых — существенно увеличить объемы производства. Поэтому интенсификация строительно-монтажных работ должна осуществляться не только и не столько за счет дополнительных капитальных вложений и численности рабочих, но и в большей мере за счет более полного и рационального использования рабочего времени, производственных мощностей и их резервов, внедрения достижений науки и техники, новой технологии и организации работ. Из перечня объектов критического пути в сетевом графике строительства шахт и рудников необходимо выделить сооружение вертикальных стволов, в особенности расположенных на центральных площадках, как наиболее сложную, трудоемкую и продолжительную работу.

При вскрытии и подготовке месторождений подземным способом строительство стволов является наиболее сложным, трудоемким и ответственным процессом. На выполнение этих работ тратится от 40 до 50% общего времени [1, 2].

Глубина стволов оказывает основное влияние на формирование удельных капитальных затрат, стоимость горных работ и директивные сроки [3].

Фактические сроки окончанных строительством крупных шахт со стволами глубиной 1000...1300 м («Краснолиманская», «Прогресс», «Октябрьский рудник», им.А.А.Скочинского и др.) превышают 10...14 лет, а сооружение вертикальных стволов на этих шахтах — от 4 до 8 лет и более. Анализ продолжительности сооружения 205 вертикальных стволов Донецкого бассейна показывает, что средневзвешенные затраты времени распределяются следующим образом: на оснащение затрачивается до 26,2% (при минимальной глубине 300 м — до 13,8 месяца, максимальной глубине 1200 м — до 19,6 месяца); на проходку — 38–39% (для минимальных и максимальных объемов — от 10 до 26 месяцев); на проведение выработок, сопрягающихся со стволами, и армирование — до 14,3% (для минимальных и максимальных объемов работ — от 4,6 до 7,8 месяца); на переоборудование ствола между этапами и периодами — до 18,5% (6,5–10 месяцев). Таким образом, основные работы в стволе (без оснащения поверхности) занимают 54% или 20,7...34 месяца, а оснащение и переоборудование стволов — до 46%, или 20,5...29,4 месяца.

Значительная продолжительность строительства стволов вызвана, во-первых, возросшими объемами работ, в первую очередь, параметрами стволов, сложностью сооружения инженерных объектов, усложнением горных условий; во-вторых, принятой технологией, в структуре которой подготовительно-переходные периоды и технологические потери занимают до 50% общего времени работ, что ограничило ее влияние на интенсификацию производственного процесса, а следовательно, повышение технических скоростей и снижение удельной стоимости работ. Средняя глубина стволов увеличилась с 300 м в 1952 г. до 600 м в 1973 г., 800 м в 1993 г. и 900 м в 1999 г., максимальная возросла за тот же период с 800...900 до 1300...1400 м.

Если темпы сооружения стволов сохранятся на достигнутом уровне, продолжительность строительства крупных шахт превысит 12...15 лет. Это подтверждает, что одной из основных причин длительности и высокой стоимости строительства шахт (следовательно, и большим резервом сокращения) является медленное сооружение вертикальных стволов.

С учетом перспективного развития проектных мощностей и роста глубины разработок шахт и рудников (особенно в Донецком бассейне) решение проблемы интенсификации производственного процесса сооружения стволов (сокращение продолжительности и удельной стоимости работ) за счет применения более совершенной технологии работ при обретает важное значение для горнодобывающей промышленности страны.

В целях сокращения продолжительности и улучшения технико-экономических показателей работ при сооружении стволов за последние годы осуществлен ряд крупных технических мероприятий по улучшению технологии. По сравнению с 1957 г. энерговооруженность возросла в 5...4 раза и составила в среднем 130...140 кВт на 1 м<sup>2</sup> площади поперечного сечения ствола в свету [4, 5]. Увеличились и другие показатели механовооруженности (подъемо-, грейферо- и пневмовооруженность). Значительно улучшены параметры буровзрывных работ. При этом режим выполнения рабочих процессов во времени и пространстве остается неизменным. Для отдельных работ (например, проходки стволов) значительно улучшены все элементы технологии [4, 5]. Это способствовало росту средних и рекордных технических скоростей, производительности труда и других технико-экономических показателей проходки стволов.

С 1952 года средние технические скорости по угольной промышленности Украины увеличились с 17,4 до 55,5 м/мес., средняя производительность труда проходчика на выход выросла с 0,4 до 2 м<sup>3</sup>, рекордная — с 1 до 7 м<sup>3</sup> готового ствола в свету.

В то же время технология и скорости выполнения других этапов работ [4, 5] почти не изменились, а продолжительность оснащения и переоборудования значительно увеличилась.

Несмотря на значительное улучшение производственного процесса и полученные положительные результаты, особенно по темпам проходки стволов, в последние годы прослеживается несоответствие между показателями роста технической оснащённости работ и результатами производственного процесса, достигнутым уровнем скоростей проходки и скоростями выполнения других этапов работ. При этом прирост скоростей проходки снизился с 4...6 до 1,5 м в год, их уровень сохранился с 1965 г., прирост синтезированной (средней) скорости не превышает 0,2...0,5 м в год. Интенсивность освоения капитальных вложений для первого периода строительства составляет от 4 до 6% сметной стоимости в год, что в 2...5 раза меньше директивных цифр. Фактические сроки сооружения стволов в 1,5...2 раза выше плановых [3]. Исследования показывают [6], что это происходит и в тот период, когда для ускорения темпов сооружения стволов используются постоянные здания, сооружения и оборудование, высокопроизводительные подъемные и проходческие комплексы для бадей емкостью 5...6,5 м<sup>3</sup>, машин с механическим вождением, бурильных установок и когда механовооруженность значительно возросла, а все работы ведутся специализированными организациями при высокой квалификации специалистов и организации работ. Это является следствием того, что при проектировании работ не учитывается влияние технологии на производственный процесс, а такие сложные вопросы, как оценка влияния технологии на продолжительность и удельную стоимость работ, интенсификация производственного процесса за счет совершенствования технологии, обоснование оптимальных параметров производственных процессов сооружения вертикальных стволов при различных технологических схем, не получили достаточно обоснованного теоретического решения.

Несмотря на известную широту исследований, выполненных А.Н.Алымовым, Д.И.Малиовановым, Н.М.Покровским, Н.И.Ивановым, Э.О.Миндели, И.Д.Насоновым, Ф.И.Евдокимовым, А.С.Федоровым, А.Н.Малевичем, Ф.Моором, И.В.Ляшенко, П.Я.Тарановым, Р.А.Тюркяном, С.С.Меликсетовым, А.А.Пшеничным, В.М.Городничевым, А.Г.Грековым, Э.Э.Нильва, В.Т.Сапроновым, В.Д.Яценко, Я.В.Бровманом и др. технология сооружения стволов как раздел горной науки не получила должного развития.

Проведенные в последние годы технические и организационные мероприятия обеспечили повышение технико-экономических показателей проходки и сооружения стволов, осуществление индустриализации строительных и монтажных работ и увеличение объемов освоения капитальных вложений по строящейся шахте. Однако, как показывают статистические данные, освоение капитальных вложений в первый период строительства шахт гораздо меньше директивных норм. Это свидетельствует о том, что интенсивность освоения капитальных вложений намного ниже директивных цифр и не отвечает требованиям, масштабам и объемам строительства современных горных предприятий.

В технологии строительства шахты, как и в самой технологии сооружения стволов, существуют проблемы, внешним проявлением которых является ухудшение показателей работ, в первую очередь, продолжительности и удельной стоимости.

Существующая технология предусматривает затраты времени на подготовительно-переходные периоды и технологические перерывы до 50% общей продолжительности работ сооружения стволов. Это уменьшает полезное время работы смены

(цикла, суток, месяца), что снижает коэффициент технологии ( $K_T = 0,5...0,55$ ), определяемый по формуле:

$$K_T = \frac{t_p}{(t_p + t_n)}, \quad (1)$$

где  $K_T$  — показатель, учитывающий затраты времени, связанные с технологической схемой;  $t_p$  — полезное время сооружения ствола;  $t_n$  — время неизбежных технологических потерь.

Такая технология, принятая для производственного процесса первого периода строительства, приводит к удлинению времени выполнения единицы объема работ, замедлению скоростей и сокращению фронта строительства на главном направлении, нарушению ритмичности этапов работ и более позднему началу проходки стволов. Следовательно, освоение строительно-монтажных работ за первые 5...7 лет строительства не превышает 20...50%. Как показывает анализ 30-летнего периода строительства стволов, принятая специализированными шахтостроительными организациями технология для первого периода строительства в ближайшие годы не может обеспечить сокращения в 1,5...2 раза сроков сооружения принятыми методами. Подтверждением являются данные среднегодового прироста средних скоростей сооружения стволов с 1952 по 2002 гг., по Донецкому бассейну — 0,29 м в год.

Это является следствием неизученности влияния технологии и ее параметров на интенсификацию производственных процессов сооружения стволов. Так как они не учитываются при проектировании, возникает разрыв между отдельными параметрами технологии: возросшим уровнем технической оснащенности, степенью совмещения технологических процессов и др.

Технология как наука о способах и средствах осуществления производственных процессов, ставит своей задачей познание закономерностей и использование их в практической деятельности.

Анализ показывает, что без принятия мер по улучшению технологии сооружения стволов эта тенденция сохранится и впредь. В рамках определенных объемов работ при сооружении стволов актуальными остаются два направления: увеличение технических скоростей выполнения работ и снижение удельной стоимости выхода процесса (1 м или 1 м<sup>3</sup> готового ствола в свету).

Все это свидетельствует о необходимости комплексного исследования влияния технологии и разработки методологии оптимизации процесса. Такой подход к решению проблемы диктуется необходимостью повышения экономической эффективности капитальных вложений, наиболее рационального использования производственных мощностей, рабочего времени, материальных, энергетических и финансовых ресурсов, выделяемых на строительство, с тем чтобы обеспечить сооружение стволов в установленные сроки при достижении наименьших затрат. Поэтому вопросы выбора рациональных технологических схем, оптимизации параметров производственных процессов, повышения скоростей этапов работ оказывают непосредственное влияние на достижение заданных средних скоростей и решение рассматриваемой проблемы.

Установление научно обоснованного воздействия технологии на продолжительность и удельную стоимость работ в условиях достигнутого уровня технической оснащенности существенно изменит временные и стоимостные затраты.

Для рассматриваемых работ можно выделить следующие основные задачи:

1. Разработка научно обоснованного метода и практических рекомендаций интенсификации производственного процесса строительства стволов при буровзрывном способе за счет выбора рациональной структуры составных частей технологии.

2. Разработка методологического подхода к исследованию сущности технологии и решению вопросов, связанных с этой проблемой.

Среди коренных вопросов научного познания механизма технологии рассматриваемых работ на первый план выдвигается разработка методологии исследования ее сущности. Речь идет об определении решающего фактора технологии, установлении закономерностей в процессе ее развития, измерении ее влияния на производственный процесс и выход процесса.

Для исследования закономерностей и характера влияния технологии на продолжительность (скорость) и удельную стоимость, а также измерения эффективности результатов интенсификации необходимо получить количественные зависимости, раскрывающие связь «Технология производственного процесса — скорость» и «Технология производственного процесса — затраты».

### **Библиографический список**

1. Таранов П.Я. Некоторые вопросы организации строительства шахт // Горный журнал. — М., 1961. — № 3.
2. Тюркян Р.А. Расчетные обоснования процессов погрузки и подъема породы при проходке стволов // Шахтное строительство. — М., 1969. — № 6.
3. Иванов Н.И., Евдокимов Ф.И. Стоимость и сроки строительства. — М.: Недра, 1968.
4. Стоев И.С. Исследование технологических схем армирования вертикальных стволов. В сб.: Разработка месторождений полезных ископаемых. Киев, «Техніка», 1971. — № 27.
5. Стоев И.С. Технологические схемы армирования вертикальных стволов и их эффективность. — М.: ЦНИЭИуголь, 1971.
6. Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А., Нечаенко В.И. Технология строительства вертикальных стволов. — М.: ОАО «Издательство «Недра», 1997. — 456 с.

© Борцевский С.В., 2003

УДК 625.42 (075)

Канд.техн.наук ЛЫСИКОВ Б.А., инж. СИРАЧЕВ А.Ж. (ДонНТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СЕВЕРО-МУЙСКОГО ТОННЕЛЯ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ**

Северо-Муйский тоннель явился последним объектом строительства Байкало-Амурской магистрали, который сооружался почти 25 лет. Из 18 вариантов преодоления Северо-Муйского хребта на трассе БАМа, несмотря на крайне неблагоприятные геологические и сейсмические условия, оптимальным был признан тоннель длиной 15,3 км. Трасса его явилась одной из сложнейших в истории мирового тоннелестроения, т.к. пролегла в породах разной степени крепости, трещиноватости, устойчивости, выбросоопасности, рассеченных многочисленными зонами разломов мощностью от 2 до 50 м с водопритоком в забой от 10 до 1000 л/час, напором воды до 4 МПа и колебаниями температуры воды от +3 до +50<sup>0</sup>С.

Породы в зонах разломов, как правило, сильно тектонически раздроблены и превращены геотектоническими и гидротермальными процессами физического и химического выветривания в песчано-глинистую массу, цементирующим материа-