А.Г. УЗЕЕВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР
в качестве учебника для студентов вузов,
обучающихся по специальности
«Строительство подземных сооружений и шахт»

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА «НЕДРА» 1987

УДК [622.012.69.05]001.63(075.8)

Гузеев А. Г. Проектирование и строительство горных предприятий: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1987. 232 с.

В книге изложены основные направления проектирования технологии строительства шахт, описаны порядок и стадии проектирования, рассмотрены состав и содержание проектной документации, приведены исходные материалы и нормативы для составления оргстройпроектов. Изложены методы анализа и обоснования проектных решений. Третье издание (2-е изд.—1980) переработано и дополнено новыми материалами в соответствии с достигнутым прогрессом в области проектирования и строительства горных предприятий.

Книга предназначена в качестве учебника для студентов горных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Строительство подземных сооружений и шахт».

Табл. 21, ил. 57, список лит.—12 назв.

Рецензенты: кафедра строительства подземных сооружений и шахт Московского горного института и кафедра строительства горных предприятий Ленинградского горного института

УЧЕБНИК

Гузеев Александр Георгиевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Редактор издательства *Э. Н. Чернегова*
Технические редакторы *Л. Г. Лаврентьева, Е. С. Сычева*
Корректор *И. П. Розанова*

ИБ № 6300

Сдано в набор 09.02.87. Подписано в печать 23.04.87. Т—11427.
Формат 60×90 1/16. Бумага книжно-журн. Гарнитура Литературная Печать высокая.
Усл. печ. л. 14,5 Усл. кр.-отт. 14,5. Уч.-изд. л. 16,5 Тираж 5 900 экз.
Заказ 6034/752-9. Цена 85 коп.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 125047, Москва, пл. Белорусского вокзала, 3. Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113054, Москва, Валовая, 28

Г $\frac{2501000000-177}{043(01)-87}$ 206—87

© Издательство «Недра», 1987

ВВЕДЕНИЕ

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года указано, что высшей целью экономической стратегии партии был и остается неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа. Реализация этой цели в предстоящем периоде требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства.

Главные задачи двенадцатой пятилетки — повышение темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствования системы управления, хозяйственного механизма и достижение на этой основе дальнейшего подъема благосостояния советского народа.

Перед угольной промышленностью поставлена задача — обеспечить в 1990 году добычу 780—800 млн. т угля и получить весь прирост продукции за счет повышения производительности труда.

В области капитального строительства выдвинуты требования дальнейшего повышения эффективности капитальных вложений, индустриализации и организации строительного производства, а также совершенствования проектно-сметного дела, повышения качества технико-экономических обоснований строительства, проектной документации, усиления ответственности за это проектных организаций, органов экспертизы. Предусмотрено в проектах применение прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий и оборудования, экономичных объемно-планировочных решений, конструкций, материалов, передовых методов организации производства и труда, последовательно сокращающих расход материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов на единицу продукции.

Большая часть капитальных вложений в двенадцатой пятилетке будет направлена на увеличение производственной мощности и реконструкцию действующих шахт.

Важными экономическими задачами строительства и реконструкции горных предприятий являются постоянное и всемерное повышение эффективности капитальных вложений с целью получения максимального прироста производства продукции на каждый рубль вложенных средств; увеличение мощности действующих предприятий путем внедрения передовой техники и технологии, модернизации и замены устаревшего оборудования; повышение концентрации капиталовложений при одновременном снижении объемов незавершенного производства; сокращение сроков строительства предприятий и освоения мощностей на вновь вводимых

в действие предприятиях с приведением этих сроков в соответствие с установленными нормативами и проектами.

В выполнении перечисленных экономических задач немалая роль принадлежит совершенствованию проектно-сметного дела, от которого зависит снижение сметной стоимости и продолжительности строительства за счет более рациональных проектных решений.

В настоящее время принят такой порядок проектирования, планирования и организации строительства, который обеспечивает строгое соответствие между объемами строительства и возможностями трудового и материально-технического обеспечения, концентрацию выделяемых капитальных вложений и всех видов ресурсов на пусковых объектах, осуществление строительства высокими темпами.

Установлено, что до начала сооружения новых промышленных предприятий необходимо: закончить разработку проектной документации, подготовительные работы по созданию районной строительной базы; укомплектовать подрядные строительные организации необходимыми рабочими и техническими кадрами; обеспечить строительство жильем, электроэнергией, водой, теплом и объектами административного, бытового, социального и культурного назначения; построить подъездные дороги; решить вопросы обеспечения строительства материалами и оборудованием; согласовать с соответствующими организациями места отвода подземных вод и отвала породы от проведения горных выработок и осуществить другие мероприятия, дающие возможность завершить работы в соответствии с проектом, а также установленными требованиями и нормами.

Современное развитие индустриализации строительства горных предприятий при максимальном использовании в процессе строительства постоянных зданий и сооружений требует глубоко и детально проработанных проектных решений по технологии работ при сооружении всех объектов шахты.

При разработке проекта технологии строительства необходимо с высокой степенью точности определить продолжительность сооружения горного предприятия с целью рационального распределения капиталовложений по годам и создания реальной базы эффективного планирования и организации сложного комплекса строительных, горных, монтажных и других видов работы, выполняемых многими специализированными строительными организациями с привлечением заводов — поставщиков оборудования и материально-технических ресурсов, а также с целью своевременного обеспечения строительных площадок всеми видами ресурсов.

Качественное решение перечисленных задач может обеспечить создание, развитие и широкое внедрение систем автоматизированного проектирования горных предприятий (САПР), и в том числе угольных (САПР-уголь). САПР повышают научно-технический уровень и производительность труда проектировщиков, улучшают технико-экономические показатели проектируемых объектов, сни-

жают стоимость проектных работ и продолжительность их выполнения.

Проектные решения по технологии сооружения горных предприятий должны базироваться на широкой индустриализации, комплексной механизации и автоматизации строительных работ.

Важнейшее условие индустриализации строительства — дальнейшее развитие комплексно-механизированного и поточного процесса возведения зданий и сооружений на поверхности и под землей при широком применении унифицированных элементов и конструкций, а также материалов заводского изготовления. Применение конструкций и материалов с максимальной заводской готовностью позволяет сводить к минимуму послемонтажные и отделочные работы.

Развитие индустриализации строительства сопровождается совершенствованием организационных форм управления строительством с одновременным укрупнением и специализацией строительных организаций.

В проектах технологии строительства горнодобывающего предприятия очень важно в максимальной степени учитывать: конкретные организационные формы управления строительством, структуру, специализацию и производственную мощность строительных организаций; распределение объемов с увязкой работ, выполняемых специализированными организациями непосредственно на объектах; специализацию и размещение предприятий стройиндустрии, машинопрокатных хозяйств, автомобильных трестов и др.; совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений, направленных на снижение объемов горных, строительных и монтажных работ; рациональное использование земель, охрану окружающей природной среды, взрыво- и пожаробезопасность объектов; реализацию в проектах, утвержденных по каждой отрасли на планируемое пятилетие основных направлений проектирования предприятий, достижение прогрессивных удельных показателей стоимости и материалоемкости по объектам строительства; кооперирование вспомогательных производств и хозяйств базы стройиндустрии, инженерных сооружений и коммуникаций со строящимися и действующими в составе различных отраслей народного хозяйства данного района; рациональное использование природных, материальных и топливно-энергетических ресурсов; комплексное использование сырья и материалов, организацию безотходной и энергосберегающей технологии строительства и эксплуатации предприятия.

Работы многих специализированных организаций на одной строительной площадке ведут по сводным календарным планам (графикам) строительства с привлечением автоматизированных систем управления (АСУ). АСУ позволяют более оперативно управлять строительством и регулировать его ход с помощью электронных вычислительных машин. При этом сетевые графики являются базой АСУ и неотъемлемой частью проекта технологии строительства (реконструкции) шахты или рудника.

Одна из важнейших задач в области проектирования технологии строительства и реконструкции горнодобывающих предприятий — дальнейшее повышение производительности труда в строительстве за счет оснащения строительных организаций высокопроизводительной техникой и повышения уровня использования и производительности строительных машин и механизмов.

В проектах необходимо предусматривать комплексную механизацию и автоматизацию трудоемких и тяжелых работ, и в первую очередь горнопроходческих, бетонных, земляных, погрузочных и отделочных.

Индустриализация строительства неразрывно связана с типизацией и стандартизацией отдельных выработок и их комплексов, постоянных и временных зданий и сооружений. Типизация и стандартизация позволяют упростить и удешевить проектирование за счет применения типовых решений, а также обеспечить заводскую заготовку типовых изделий по установленному заранее плану.

Основной теоретической и практической базой проекта во всех случаях являются научные достижения в данной отрасли знаний. Большая роль в развитии проектирования и строительства горнодобывающих предприятий принадлежит отечественной науке.

В проектах, наряду с достижениями науки, нужно учитывать предложения инженеров и рабочих — новаторов строительного производства, богатый опыт передовых проходческих и строительных коллективов.

В конечном счете проект технологии строительства (реконструкции) горного предприятия должен соответствовать уровню современного передового опыта и новейших достижений науки и техники, что является его основной качественной оценкой.

Курс «Проектирование и строительство горных предприятий» завершает подготовку горного инженера по специальности «Строительство подземных сооружений и шахт». В проектировании и строительстве горного предприятия все глубже и шире должны воплощаться знания, полученные по всем без исключения дисциплинам, изучаемым в вузе. Например, наряду с проектированием технологии строительства, обеспечивающей сметную стоимость и нормативные сроки работ, а также повышение производительности труда, необходимо учесть комплекс социальных, культурных и бытовых нужд трудящихся на строительной площадке и в жилом районе.

Одна из основных задач курса — дать необходимые знания будущему инженеру для принятия проектных решений по эксплуатации и строительству с перспективой на 10—30 лет и более, иначе проект и объект строительства окажутся морально устаревшими.

Раздел первый

ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Общие сведения о проектных организациях

В настоящее время проектные работы для строительства и эксплуатации предприятий угольной промышленности выполняют государственные проектные институты объединения Союзшахтопроект, которые сокращенно носят названия: Южгипрошахт (Харьков), Донгипрошахт (Донецк), Днепрогипрошахт (Днепропетровск), Ростовгипрошахт (Ростов), Гипрошахт (Ленинград), Сибгипрошахт (Новосибирск), Кузбассгипрошахт (Кемерово), Карагандагипрошахт (Караганда), УкрНИИпроект (Киев), Ворошиловградгипрошахт (Ворошиловград), Грузгипрошахт (Тбилиси), Уралгипрошахт (Свердловск), Востсибгипрошахт (Иркутск), Дальгипрошахт (Владивосток) и др. Координирует работу проектных организаций угольной промышленности головной институт Центрогипрошахт (Москва).

Проектирование рудников ведут Гипроруда (Ленинград), Южгипроруда (Харьков), Кривбасспроект (Кривой Рог), ГипроНИИцветмет (Москва) и др.

Донгипрооргшахтострой (Донецк) и Сибгипрооргшахтострой (Новокузнецк) разрабатывают проекты организации строительства шахт, проекты сооружения стволов и проводят исследования в этой области.

Тресты Оргтехшахтострой выполняют проекты производства работ по строительству горизонтальных, наклонных и прочих выработок, привязки типовы[illegible]угие работы для строительных управлений.

Проекты строительства [illegible]их выработок специальными способами разраба[illegible]льной промышленности проектная контора треста [illegible]ой Минмонтажспецстроя СССР. Всесоюзное объединение Союзшахтопроект Минуглепрома СССР осуществляет административное и техническое руководство проектными институтами угольной промышленности.

Шахтостроительные комбинаты имеют в своем составе проектные конторы (группы), которые решают следующие основные задачи: составление или привязку проектов организации строительства отдельных объектов и их комплексов; разработку проектно-сметной документации по объектам собственного строительства комбината; разработку и внедрение новой техники и технологии в строительстве; оказание технической помощи проектным группам при трестах и строительных управлениях.

Структура проектных организаций определяется поставленными перед ними задачами и объемом проектно-изыскательских работ. Так, например, институт по проектированию шахт имеет отделы: технический, горный, электромеханический, изысканий, транспорта и генплана, горно-шахтного оборудования, промышленных сооружений, оборудования поверхности, сантехнический, оборудования телемеханики и связи, технико-экономических обоснований, организации строительства, вычислительной техники, информации и бюро главных инженеров проектов.

Проектная контора при эксплуатационном объединении и шахтостроительном комбинате или соответствующая проектная организация на этом уровне имеет обычно отделы: горный, электромеханический, организации строительства, конструкторско-технологический, изысканий, строительный и копировальный. Вместо технического отдела проектные конторы имеют одного-двух инженеров по новой технике.

Каждый отдел содержит несколько проектных групп. Например, горный отдел имеет три — пять горных групп, группу геологов, группу маркшейдеров и сметную группу; в электромеханическом отделе кроме трех-четырех групп механиков имеется обычно группа связи, сметная и т. д.

При проектировании шахт, рудников и других сложных объектов создаются группы проектировщиков различных специальностей, выполняющих проект горного предприятия в полном объеме.

Руководит таким комплексным проектированием объекта главный инженер проекта. Он готовит и выдает задания нужным отделам и секторам, принимает выполненные работы, выдает исходные данные другим проектным организациям, осуществляет общий контроль за ходом проектирования и координирует работу смежных отделов и организаций, принимающих участие в выполнении проекта.

Иногда к проектированию горного предприятия на подрядных началах привлекаются институты Госстроя СССР, например Сантехпроект, Водоканалпроект, ПромтрансНИИпроект и др.

В проектах эксплуатации и строительства горных предприятий широко используются новейшие достижения горной науки и техники, результаты исследований и практические рекомендации научно-исследовательских и учебных институтов: ИГД им. А. А. Скочинского, ДонУГИ, КузНИУИ, ВостНИИ, НИГРИ, ВНИИОМШС, КузНИИшахтостроя, ЦНИИПодземмаша, Московского, Ленинградского, Свердловского, Днепропетровского горных, Кузбасского, Донецкого политехнических и др.

1.2. Заказчики проектов

Заказчиками проектных и изыскательских работ являются распорядители средств, выделенных в установленном порядке для выполнения этих работ:

для генеральных проектных организаций — управления и отделы капитального строительства министерств и ведомств, директора строящихся предприятий, руководители соответствующих организаций. В частности, заказчиками проектов новых и реконструируемых горных предприятий являются руководители эксплуатационных объединений и министерств;

для специализированных проектных организаций, выполняющих работы в порядке кооперации с ведущей проектной организацией,— ведущая проектная организация, по заказу которой выполняются проектно-изыскательские работы для объекта.

Заказчик проекта заключает договор с проектной организацией, выдает ей утвержденное задание на проектирование и необходимые исходные материалы, ведет наблюдение за ходом проектирования, сроками выполнения проектно-изыскательских работ, принимает от проектной организации проектно-сметные материалы и проверяет их качество. Сроки выполнения проектных работ заносят в согласованные графики.

Генеральный проектировщик несет ответственность за качество проектирования, правильное определение сметной стоимости, техническую и экономическую целесообразность проекта в целом и за увязку его отдельных частей, а также за комплектное изготовление проектов и смет в установленные сроки. Аналогичную ответственность несут и привлекаемые специализированные проектные организации.

Генеральный проектировщик по каждому проектируемому предприятию назначает главного инженера проекта, координирующего разработку проекта и ответственного за проект в целом, а также за общую сметную стоимость строительства.

Заказчики проектов несут ответственность за своевременную выдачу задания и предоставление проектным организациям исходных материалов в должном объеме и надлежащего качества. В случае несвоевременной выдачи задания или его изменения, а также неполноты исходных данных сроки проектирования могут быть изменены.

Проектная организация защищает разработанные проекты перед заказчиком и участвует в защите этих материалов в экспертных и утверждающих инстанциях.

Прием заказчиком проекта и утверждение технической документации не освобождают проектную организацию от обязанностей исправления допущенных ею в проектно-сметных материалах ошибок и упущений, обнаруженных впоследствии.

Сдача заказчику проектных и изыскательских материалов производится по законченным стадиям проектирования и в установленные графиком сроки. Допускается выдача рабочих чертежей по отдельным объектам, по их частям и даже по отдельным конструктивным элементам, однако стройки должны быть обеспечены рабочими чертежами, необходимыми для осуществления намеченных планом строительно-монтажных работ в наступающем году согласно графику выдачи проектов, однако не позже 1-го

августа текущего года, а по пусковым объектам следующего года — 1 апреля текущего года.

Проектные организации ежеквартально составляют акт готовности проектных работ для учета выполнения плана этих работ и осуществления контроля заказчиком за ходом проектирования. Координацию и увязку отдельных частей проекта, а также приемку работ от других проектных организаций осуществляет главный инженер проекта ведущей проектной организации.

1.3. Структура, планирование и финансирование работы проектных организаций

Порядок проектирования новых или реконструкции действующих шахт и рудников показан на рис. 1.

Проектные институты выполняют в основном *техническое* и *рабочее* проектирование.

Техническое проектирование объединяет (см. рис. 1) разработку технико-экономических обоснований (ТЭО) и комплексных проектов освоения, развития и реконструкции угольных (рудных) бассейнов, районов, месторождений; обобщение и анализ фактических данных по геологии угленосных или рудных районов и месторождений; разработку целесообразности строительства (реконструкции) крупных шахт, рудников и разрезов со сложными горно-геологическими условиями; разработку заданий и технических условий на проектирование горных предприятий; составление проектов и сводных смет.

Рабочее проектирование заключается в разработке проектов на стадии рабочих чертежей и соответствующей сметной документации. ТЭО, комплексный проект, задание и технические условия на проектирование позволяют предварительно оценить целесообразность размещения и развития предприятий отрасли, выбора участка месторождения, наметить решение наиболее сложных и

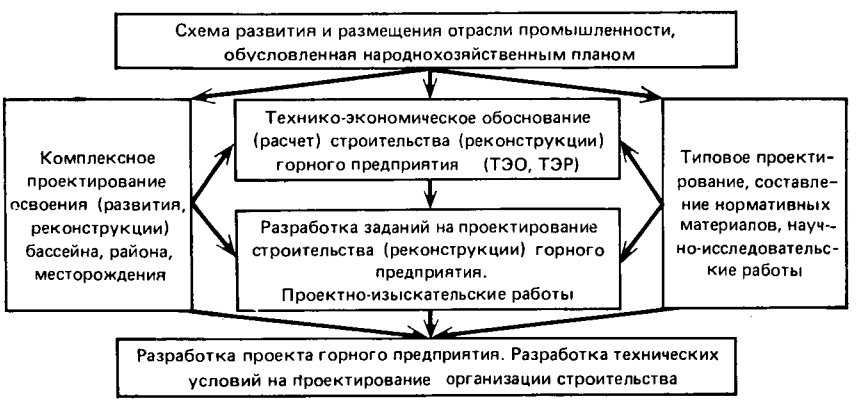


Рис. 1. Структурная схема проектирования новых или реконструкции действующих горных предприятий

ответственных элементов эксплуатации и строительства предприятия и определить возможные технико-экономические показатели их работы.

Основным исходным документом для планирования работ по техническому проектированию является пятилетний план, разрабатываемый и утверждаемый по каждому министерству и ведомству СССР и союзной республике по годам. Пятилетний план предусматривает сроки освоения или реконструкции бассейнов (районов, месторождений), сроки закладки и ввода в эксплуатацию новых, сроки и объемы реконструкции действующих предприятий.

Конкретные плановые задания проектным организациям в разрезе народнохозяйственного плана дает министерство соответствующей отрасли промышленности СССР.

Проектная организация на основе норм продолжительности проектирования обосновывает и согласовывает с заказчиком срок проектирования и график выдачи проектной документации.

Важным плановым документом является график прохождения проекта в производственных отделах, который составляется главным инженером проекта, согласовывается в отделах и утверждается главным инженером проектного института. В графике отмечаются взаимно увязанные сроки выдачи и получения заданий отделами. Например, горный отдел в определенный срок дает обоснование добычи предприятия; электромеханический отдел разрабатывает подъем; горный отдел, учитывая параметры подъема, проектирует сечения стволов; отдел организации строительства на основе сечения стволов и других данных проектирует сооружение стволов и т. д.

Рабочее проектирование планируется в виде графика выдачи проектно-сметной документации заказчику на основе титульного списка строительства шахты или рудника с указанием объема строительно-монтажных работ на текущий и последующие годы и сводного календарного графика строительства предприятия с указанием потребности в капиталовложениях, материалах и рабочих кадрах.

График выдачи рабочих чертежей согласовывается с заказчиком и субподрядными строительными организациями, а также подрядными проектными организациями.

Производственная и финансово-хозяйственная деятельность проектных институтов основана на принципах хозяйственного расчета. За выполненные проектные работы институты получают средства от заказчиков проектов. Заказчики в своих планах капитального строительства ежегодно предусматривают определенные средства на оплату проектных работ.

Наряду с конкретным проектированием институты могут выполнять и другие работы (разработка типовых проектов или решений, составление нормативных материалов, научно-исследовательские работы). Такие работы института оплачиваются за счет средств целевого финансирования из государственного

бюджета, выделяемых институтам вышестоящими инстанциями, которым подчинен институт.

Постановлениями правительства значительно расширены права и обязанности проектных организаций. Проектные, изыскательские и научно-исследовательские организации, выполняющие работы для капитального строительства, переведены на новую систему планирования и экономического стимулирования с широким использованием АСУ (автоматизированных систем управления) и САПР (систем автоматизированного проектирования).

1.4. Технико-экономическое обоснование целесообразности проектирования и строительства горных предприятий

В соответствии с указаниями, утвержденными Госпланом СССР, решения о проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений должны приниматься исходя из схем развития и размещения соответствующих отраслей народного хозяйства и промышленности, схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам на основе технико-экономических обоснований (ТЭО) или технико-экономических расчетов (ТЭР). ТЭО — предпроектный документ, уточняющий и дополняющий схемы развития и размещения соответствующих отраслей промышленности, подтверждающий экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость проектирования и строительства предприятий, зданий и сооружений.

При разработке ТЭО должны учитываться новейшие достижения науки и техники с тем, чтобы строящиеся, реконструируемые и расширяемые предприятия (сооружения) ко времени ввода их в действие были технически передовыми, имели высокие технико-экономические показатели и обеспечивали безопасность и нормальные условия труда.

В ТЭО определяют основные технико-экономические показатели и стоимость строительства (реконструкции) предприятий, зданий и сооружений, которые в дальнейшем при разработке проектно-сметной документации не должны быть ухудшены. Сметная стоимость строительства предприятий не должна превышать их стоимости, определенной в ТЭО (ТЭР).

ТЭО, в соответствии с указаниями, состоит из следующих разделов: исходные положения; обоснование потребности народного хозяйства в продукции предприятия и его проектной мощности; обеспечение предприятия материалами, электроэнергией, топливом, водой; основные технологические решения, состав предприятия; основные строительные решения; экономика строительства и производства; выводы и предложения.

Разработка и утверждение ТЭО по горным предприятиям осуществляются соответствующими министерствами СССР и Советами Министров союзных республик по согласованию с Госпланом и Госстроем СССР. ТЭО разрабатывается, как правило, генеральной проектной организацией.

1.5. Комплексные проекты

Комплексным называется проект, составленный в соответствии с планом развития производительных сил в данном экономическом районе, обеспечивающий эффективное развитие (освоение, реконструкцию) месторождения полезного ископаемого (бассейна или его района) с учетом интересов потребителя, строительных и других организаций.

Угольные или рудные бассейны, месторождения или их районы занимают обширные площади, на которых уже работают или могут быть построены многие шахты, рудники или разрезы. Развитие и рост добычи полезного ископаемого в бассейнах и их районах определяются потребностью народного хозяйства в полезном ископаемом по отдельным сортам и маркам, а также гидрогеологическими и горнотехническими условиями залегания и разработки запасов полезного ископаемого; возможностями строительства и эксплуатации горных предприятий; типом, количеством и порядком строительства (реконструкции) добывающих предприятий.

По территориальным, горнотехническим и гидрогеологическим признакам различаются комплексные проекты освоения (развития, реконструкции) месторождений, районов, бассейнов.

В комплексных проектах на заданный период времени (10—15 лет) определяются: качественная характеристика и запасы месторождения; потребность в полезном ископаемом по сортам и маркам; типы, мощность и число горнодобывающих предприятий; участки месторождения для разработки каждым предприятием; виды внешнего транспорта, источники и объекты энергоснабжения и водоснабжения; объекты жилищного и культурно-бытового строительства; календарные планы строительства, а также размер капиталовложений и технико-экономические показатели работы предприятий. Наряду с этим в проектах разрабатывается производственная кооперация горнодобывающих предприятий с предприятиями других отраслей промышленности данного административно-экономического района.

Строительство новых горных предприятий и развитие добычи в данном районе путем реконструкции требуют строительства в соответствующем масштабе объектов энергетики, транспорта, связи, водоснабжения, канализации, производства строительных материалов и изделий, ремонтно-прокатного хозяйства, жилищ и объектов культурно-бытового назначения. Поэтому наряду с комплексным проектом освоения (развития, реконструкции) месторождения составляется комплексный проект развития базы стройиндустрии в данном районе. Этот проект согласовывается с соответствующими министерствами, с тем чтобы он учитывал нужды строительного производства не только горных предприятий, но и связанных с ними территориально предприятий других отраслей промышленности. Координация заключается не только в учете совместного пользования объектами энергетики, транспорта, свя-

зи, водоснабжения, канализации, производства строительных материалов и изделий, но и в распределении объемов строительно-монтажных работ между соответствующими организациями, во взаимной увязке их работы, в развитии отдельных организаций и в управлении строительством.

1.6. Типовые проекты

Типовыми называются проекты, предусматривающие единообразие проектных решений объектов массового строительства или многократно повторяющихся промышленных предприятий и технологических узлов. Типовые проекты должны обеспечивать высокие эксплуатационные и строительные качества объектов при соответствующих технико-экономических показателях их строительства и эксплуатации.

Строительство объектов по типовым проектам должно в максимальной степени удовлетворять требованиям индустриализации, комплексной механизации и автоматизации.

В основу разработки типовых проектов положены следующие требования: унификация планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений; унификация технологического оборудования с применением типовых унифицированных конструкций, устройств, узлов и деталей, высокопроизводительных агрегатов, прогрессивных технологических норм и передовых методов производства.

В настоящее время разработаны типовые проекты поверхности шахт, околоствольных дворов, типовые сечения основных горных выработок, типовые проекты отдельных объектов на поверхности шахт, временных сборно-разборных зданий и сооружений, а также объектов жилищно-гражданского строительства. Произведена типизация и стандартизация горно-шахтного и технологического оборудования.

Типовые проекты предприятий и объектов горнодобывающей промышленности разрабатываются и оформляются в соответствии с инструкциями по составлению проектов и смет, нормами и техническими условиями на проектирование, а также в соответствии со стандартами на материалы, детали и конструкции. Строительные и монтажные работы по типовым проектам осуществляются после их привязки к участкам строительства. Проектные работы по привязке типового проекта производят проектные институты, конторы или проектные группы в зависимости от значимости и сложности объекта.

Использование типовых проектов обеспечивает прогресс строительства горных предприятий. Проектные организации должны расширять типовое проектирование, а строительные организации увеличивать объем работ по типовым проектам.

В развитии проектного дела при новой системе планирования и экономического стимулирования большое значение имеет применение прейскурантов цен на укрупненные единицы измерения,

готовых единичных расценок и типовых проектов со сметами к ним. Применение типовых проектов со сметами, прейскурантов и научно обоснованных экономических нормативов позволяет значительно сократить затраты труда на проектирование и повысить его точность. В связи с этим особенно ценно указание в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении проектно-сметного дела» на необходимость разработки и утверждения прейскурантов на строительство и издания в необходимом количестве каталогов и альбомов рабочих чертежей типовых строительных конструкций, деталей, узлов и креплений, с тем, чтобы составление рабочих чертежей свести в основном к монтажным планам и разрезам со ссылкой на указанные альбомы.

1.7. Задание на проектирование

Заданием на проектирование горнодобывающего предприятия называют договорный документ заказчика с генеральной проектной организацией, составленный на основе ТЭО и государственного плана развития горнодобывающей промышленности в данном районе и содержащий исходные данные для проектирования, ориентировочные капиталовложения и требуемые технико-экономические показатели работы предприятия.

Задание на проектирование предприятий, зданий и сооружений составляется заказчиком проекта в соответствии с решениями и технико-экономическими показателями (включая стоимость строительства), принятыми ТЭО и утвержденными в установленном порядке.

В случае строительства и ввода предприятия очередями задание на проектирование составляется и утверждается с технико-экономическими показателями первой очереди и на полное развитие.

На каждую последующую очередь составляется и утверждается отдельное задание на проектирование.

В составлении задания на проектирование по поручению министерств или предприятий-заказчиков непосредственное участие принимают генеральные, а при необходимости и субподрядные проектные организации. Участие в составлении задания на проектирование входит в комплекс работ по техническому проектированию предприятия.

Задание на проектирование содержит: наименование предприятия; основание для проектирования; вид строительства (новое, расширение, реконструкция), обоснование которого приводится в ТЭО; район, пункт и площадку для строительства; номенклатуру продукции (характеристика полезного ископаемого и его качества); утвержденные промышленные запасы ископаемого; мощность предприятия в целом и его первой очереди; режим работы предприятия; решения о производственном и хозяйственном кооперировании, в том числе данные о районах и потребителях

полезного ископаемого; требования по защите окружающей среды; необходимость разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами и предприятием; данные для проектирования объектов жилищного и культурно-бытового строительства; основные технико-экономические показатели предприятия, а при строительстве по очередям — первой очереди, намечаемые нормативные сроки строительства, порядок его осуществления и ввода мощностей очередями и пусковыми комплексами; требования по разработке вариантов проекта или его частей для выбора оптимальных решений или необходимость проведения научных исследований для обоснования проектных решений; стадийность проектирования; наименование генеральной проектной организации, наименование генеральной подрядной строительной организации; наличие согласования с территориальной проектной организацией.

Вместе с заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации: утвержденный акт о выборе площадки для строительства; архитектурно-планировочное задание, составленное исполкомом местного Совета народных депутатов; строительный паспорт участка, содержащий основные технические данные по выбранному земельному участку; технические условия на присоединение проектируемого предприятия к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям; материалы по инженерным изысканиям; сведения по существующей застройке подземных сооружений, коммуникаций и другие необходимые материалы.

Заказчик может поручить проектной организации подготовить по отдельному договору необходимые для проектирования дополнительные исходные материалы.

Внесение изменений в задание на проектирование со стороны заказчика возможно с разрешения утверждающей инстанции, а со стороны проектной организации — после принятия такого решения совместно с заказчиком.

Наряду с заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации необходимые исходные данные, а также другие материалы, которые могут потребоваться в процессе проектирования в объемах и в сроки, согласованные с проектной организацией.

1.8. Определение стоимости проектно-изыскательских работ

Стоимость проектно-изыскательских работ, выполняемых проектной организацией, определяется сводной сметой, составленной по всем объектам горнодобывающего предприятия и на весь комплекс проектно-изыскательских работ. Утверждается проектная смета заказчиком и другими инстанциями одновременно с проектом.

Сводная смета стоимости проектно-изыскательских работ прилагается к сводной смете на строительство предприятия и

является лимитом стоимости проектирования. В пределах сводной сметы составляются отдельные сметы на разработку проекта по утвержденным стадиям: проект и рабочая документация.

Сметы стоимости проектных и изыскательских работ по заданиям на проектирование, полученным от заказчика, составляются по «Справочнику укрупненных показателей стоимости проектных и изыскательских работ (СУПС)». На проектные работы, не приведенные в Справочнике, а также на объекты необычной значимости и сложности стоимость определяется по индивидуальным сметам на основе установленных норм времени и трудовых затрат. Составление смет обязательно на все виды проектных и изыскательских работ.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

2.1. Стадии технологического проектирования

Проектирование может быть одностадийным или двухстадийным. Как видно из схемы проектирования горных предприятий по стадиям (рис. 2), в первую очередь выполняют технологическую часть проекта, в которой дается ответ на вопрос: сколько полезного ископаемого и как (с помощью каких способов и средств) его добывать на данном предприятии? Одновременно с технологической частью проекта выполняют раздел проекта «Организация строительства», в котором дается ответ на вопрос: сколько времени и как (с помощью каких способов и средств) должно строиться данное горнодобывающее предприятие?

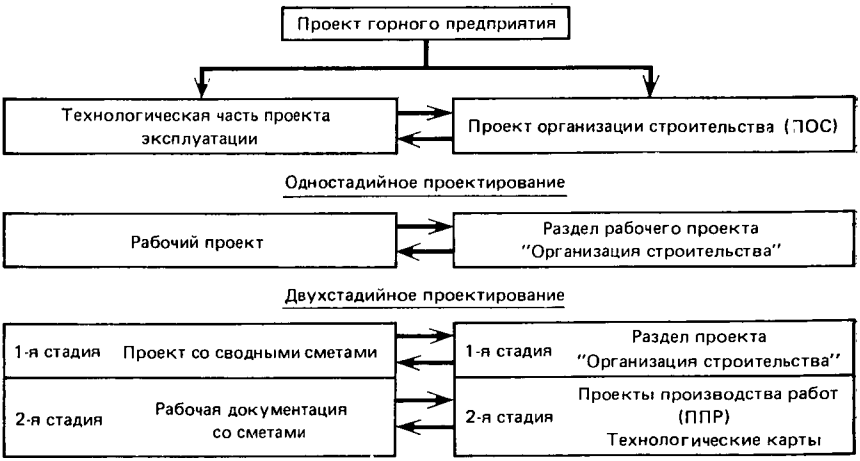


Рис. 2. Схема проектирования горных предприятий по стадиям

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений регламентирует СНиП 1.02.01—85.

Проектирование горных предприятий по стадиям предусматривает постепенный переход от решения общих принципиальных вопросов (определение размеров шахтного поля и промышленных запасов, мощности и срока службы предприятия, выбор способов вскрытия и подготовки месторождения и др.) к углубленной разработке отдельных узлов и деталей, завершающейся изготовлением рабочих чертежей. Очевидно, что число стадий проектирования шахты или рудника зависит от их мощности, сложности горно-геологических и других условий.

Одностадийное проектирование применяют по согласованию с заказчиком для несложных объектов, а также для объектов (предприятий), строительство которых предполагается осуществлять по типовым проектам и по повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам. Выполняется одностадийный рабочий проект в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рабочим чертежам, и содержит: краткую пояснительную записку, рабочие чертежи, сметы по рабочим чертежам на отдельные здания и сооружения и работы, а также сметы на отдельные виды затрат.

При *двухстадийном* проектировании выполняют проект со сводной сметой (первая стадия) и рабочую документацию (вторая стадия).

Двухстадийное проектирование шахт и рудников при достаточной разведанности месторождения целесообразно выполнять на основе аналогичных, ранее применявшихся экономически целесообразных проектов или на основе типовых проектов.

Стадийность проектирования предприятий, зданий и сооружений определяется в ТЭО (ТЭР). Проектирование новых горнодобывающих предприятий, как правило, двухстадийное.

Проектные организации обычно ведут поэтапную разработку проекта на рабочей стадии. Например, рабочие чертежи околоствольного двора разрабатывают к окончанию сооружения стволов, а рабочие чертежи капитальных и подготовительных выработок — к окончанию проведения выработок главного направления околоствольного двора и т. д., имея цель исправить морально устаревшие решения проекта и применить новую эксплуатационную и горнопроходческую технику и технологию.

Проекты (рабочие проекты) при продолжительности строительства свыше двух лет должны разрабатываться не в целом на предприятие, а на его первую очередь.

Оптимальный состав и продолжительность очередей строительства устанавливаются в предпроектной документации: схеме развития и размещения отрасли промышленности, ТЭО, задании на проектирование и окончательно уточняются при разработке проекта (рабочего проекта).

Проектирование крупных предприятий, строительство которых будет осуществляться по очередям, должно начинаться с разработки общих проектных решений, необходимых для разработки графика работ и расчета стоимости строительства на его полное развитие с разбивкой по очередям.

2.2. Проект шахты

Проект горного предприятия выполняется на основании и в развитие утвержденных: схемы развития и размещения отрасли, ТЭО и задания на проектирование.

Проект горного предприятия имеет цель установить техническую возможность и экономическую целесообразность предполагаемого строительства в данном месте и в намеченные сроки; обеспечить правильный выбор площадки для строительства, источников снабжения водой, энергией и строительными материалами; разработать основные технические решения объектов; определить общую стоимость строительства и основные технико-экономические показатели.

Проект должен содержать: общую пояснительную записку с чертежами, технологические решения с чертежами; строительные решения с чертежами, организацию строительства; жилищно-гражданское строительство; сметную документацию, паспорт проекта.

В проекте горного предприятия рассматриваются следующие основные вопросы: границы и промышленные запасы шахтного поля; мощность, срок службы и режим работы предприятия; способы вскрытия, подготовки и систему разработки месторождения; схему и режим проветривания выработок; технологию добычи полезного ископаемого, механизацию очистных и подготовительных работ, обеспечивающих высокую производительность труда; схемы и средства транспорта в шахте и на поверхности; связи с потребителем; применение автоматизированных систем управления предприятием; обеспечение производства кадрами и жильем; создание условий для научной организации труда и бытового обслуживания работающих; организацию строительства и осуществление его в нормативные сроки; охрану природы и окружающей среды; сметную стоимость строительства и технико-экономические показатели (производительность труда, себестоимость продукции, рентабельность, уровень механизации, автоматизации и энерговооруженности, экономическая эффективность капитальных вложений и др.); качество продукции; освоение проектных мощностей предприятия, очереди, пускового комплекса в соответствии с действующими нормами.

При составлении проекта горнодобывающего предприятия с учетом местных условий разрабатывают обычно несколько вариантов вскрытия месторождения, подготовки, систем разработки. Целесообразный вариант выбирают методом технико-экономического сравнения.

Проект на реконструкцию предприятия содержит технико-экономическое обоснование преимущества реконструкции по сравнению с новым строительством.

Все решения, принятые в проекте, должны иметь обоснования и обеспечивать повышение производительности труда горняков, способствовать улучшению качества продукции и снижению ее себестоимости при наименьших капитальных затратах. Проект должен предусматривать максимальное применение для данного строительства типовых проектов и повторное использование экономичных индивидуальных проектов.

Проект в законченном виде оформляется и утверждается в соответствии с требованиями инструкций. Технико-экономические показатели и сводная смета в техническом проекте не должны быть ухудшены по сравнению с ТЭО (ТЭР). Проекты и рабочие проекты до их утверждения должны подвергаться экспертизе в установленном порядке.

Проекты на строительство наиболее крупных и важных предприятий, зданий и сооружений утверждаются Советом Министров СССР по представлению министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик. Перечни этих предприятий, зданий и сооружений ежегодно представляются в Совет Министров СССР Госпланом СССР, Госстроем СССР и ГКНТ.

Рабочие проекты (проекты) на строительство предприятий, зданий и сооружений (кроме проектов, утверждаемых Советом Министров СССР) подвергаются экспертизе и утверждаются:

а) по стройкам стоимостью на полное развитие 4 млн. руб. и выше — министерствами и ведомствами СССР (по всем входящим в их систему стройкам), а также Советами Министров союзных республик (экспертиза рабочих проектов и проектов осуществляется госстроями союзных республик);

б) по стройкам стоимостью на полное развитие менее 4 млн. руб. — в порядке, установленном министерством (ведомством) СССР или Советом Министров союзной республики;

Проектно-сметная документация на техническое перевооружение, осуществляемое за счет средств фонда развития производства и кредитов, утверждается руководителями производственных объединений (предприятий).

В документе об утверждении рабочего проекта и проекта (приказ, постановление, распоряжение министерства, ведомства СССР, совета министров союзной республики, другой утверждающей инстанции) должны содержаться основные данные и технико-экономические показатели предприятия, здания и сооружения, оценка соответствия принятых технологий, оборудования, строительных решений, организации производства и труда новейшим достижениям отечественной и зарубежной науки и техники и прогрессивным удельным показателям.

2.3. Технические условия на проектирование

Технические условия на проектирование и привязка типовых проектов выполняются генеральной проектной организацией в соответствии с требованиями инструкции одновременно с проектом. Технические условия имеют цель повысить реальность проекта, учитывая производственные возможности подрядных строительных организаций в осуществлении реальных сроков, стоимости и качества работ.

Технические условия наряду с характеристикой предприятия и месторождения содержат следующие данные о строительно-монтажных организациях, которым поручается строительство: наименование генподрядной и подрядных организаций и планово-экономические показатели; производительность, место расположения и расстояние до проектируемого комплекса существующих и необходимых предприятий производственной базы стройиндустрии; наличие складов стройматериалов, подъездных дорог, электроснабжения, водоснабжения, канализации и связи; достигнутые генеральной подрядной организацией скорости сооружения горных выработок; наличие кадров и жилплощади для расселения трудящихся; наличие у подрядных организаций горнопроходческих и строительных машин, которые могут быть использованы при строительстве проектируемого предприятия; номенклатурный перечень основных строительных конструкций и изделий, применяемых в проекте; источники покрытия потребности в местных строительных материалах; перечень объектов, для которых необходима разработка проектов производства работ; основные положения по организации строительства.

2.4. Рабочая документация

В состав рабочей документации для строительства горного предприятия входят: рабочие чертежи, разрабатываемые в соответствии с требованиями государственных стандартов СПДС; сметы; ведомости объемов строительства и монтажных работ; ведомости потребности в материально-технических ресурсах; спецификации на оборудование, опросные листы и габаритные чертежи.

Рабочие чертежи — основная проектная документация, по которой непосредственно осуществляются горные, строительные, монтажные и специальные работы.

Рабочие чертежи при двухстадийном проектировании разрабатываются на основе утвержденного проекта и данных по заказанному оборудованию в соответствии с инструкциями.

Рабочие чертежи подразделяются на общие виды (планы и разрезы) и деталировочные чертежи.

На общих видах указывают расположение оборудования, частей зданий или сооружений и коммуникаций, взаимную увязку их, маркировку, а также размеры, геометрические и монтажные схемы металлоконструкций. На чертежах общих видов указывают перечень деталировочных чертежей.

На деталировочных чертежах указывают размеры всех деталей и элементов или сооружений, их сопряжения, сечения конструктивных элементов и спецификацию. Инструкция обязывает в максимальной степени применять в рабочих чертежах каталоги индустриальных изделий, чертежи стандартных и типовых деталей, типовые проектные решения, а также использовать имеющиеся рабочие чертежи аналогичных проектируемых или строящихся объектов.

Рабочие чертежи металлоконструкций в стадии КМ (общие виды) разрабатываются проектным институтом (проектной конторой), а в стадии КМД (деталировочные чертежи) — заводом — изготовителем данной металлоконструкции или проектной организацией по заказу завода. Стоимость проектирования металлоконструкций в стадии КМД учитывается стоимостью изготовления конструкции на заводе.

Рабочие чертежи проекта горнодобывающего предприятия разрабатывают и оформляют по соответствующим частям и главам проекта и проекта организации строительства. По своему содержанию и оформлению рабочие чертежи должны соответствовать действующим нормам и стандартам.

Сметная стоимость строительства объектов горного предприятия по рабочим чертежам не должна превышать их стоимости по утвержденной сводной смете в составе проекта.

2.5. Проекты организации строительства горных предприятий

До начала строительства горнодобывающего предприятия должны быть подготовлены: утвержденный проект предприятия со сводной сметой; рабочие чертежи и сметы на объем работ первого года строительства; проектная документация по организации строительства и производству работ.

Документация по организации строительства должна включать:

проект организации строительства (ПОС) предприятия (выполняется как раздел проекта «Организация строительства», см. рис. 2), который разрабатывается в целях обеспечения своевременного ввода в действие производственных мощностей и объектов жилищно-гражданского назначения с наименьшими затратами и при высоком качестве за счет повышения организационно-технического уровня строительства. ПОС является основой для распределения капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по годам строительства, а также обоснования сметной стоимости строительства;

проекты производства работ (ППР), которые разрабатываются в целях наиболее эффективных методов выполнения строительно-монтажных работ, способствующих снижению их себестоимости и трудоемкости, сокращению продолжительности строительства объектов, повышению степени использования строительных машин и

оборудования, улучшению качества строительно-монтажных работ, обеспечению безопасности труда. Осуществление строительства без проектов производства работ запрещается.

ПОС и ППР разрабатываются на основе требований СНиП 3.01.01—85 «Организация строительного производства» с учетом: применения прогрессивных форм и методов организации, планирования и управления строительством с тем, чтобы сроки строительства предприятий, зданий и сооружений не превышали нормативных; обеспечения своевременной подготовки объектов к освоению проектных мощностей; использования современных технических средств диспетчерской связи и внедрения автоматизированных систем управления строительным производством; применения технологических процессов, обеспечивающих требуемый уровень качества строительства; комплексной поставки на строительство конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов из расчета на определенные объемы работ по объектам; первоочередного выполнения работ подготовительного периода; максимального использования фронта работ; внедрения комплексной механизации; ограничения объема строительства временных зданий и сооружений за счет использования постоянных зданий и сооружений для строительства; выполнения мероприятий по технике безопасности, промсанитарии и охране природы.

ПОС составляют одновременно с технологическим проектом в целях увязки объемно-планировочных, конструктивных и технологических решений с условиями строительства.

Современные крупные горнодобывающие предприятия, особенно глубокие угольные шахты, имеют высокую степень сложности технологии строительства, что требует детальной расчетной и графической разработки ПОС. Очень важно в ПОС установить виды и объемы работ для каждой специализированной подрядной организации, соответствующие требованиям технологии строительства предприятия и повышению эффективности капитальных вложений.

Содержание ПОС горного предприятия следующее.

Часть I. *Разработка технологической* схемы и очередности строительства предприятия.*

Исходные данные из проекта: годовая производственная мощность предприятия; способы вскрытия и подготовки; системы разработки по пластам; планы горных выработок с сечениями, длиной и объемами; сведения о стволах, подъемах, транспорте, водоотливе, вентиляции, сводная смета и ее части.

Объемы работ по сооружению выработок: объем выработок в метрах кубических в свету, подготовляемых к сдаче шахты в эксплуатацию всего, в том числе объем стволов, объемы горизонтальных и наклонных выработок в метрах кубических и процентах.

---

* В последующем технологическая схема строительства шахты будет именоваться схемой.

Исходные данные, прорабатываемые в ПОС: географические, административные и топографические, характеризующие район строительства; геологические и гидрогеологические условия месторождения; обзор физико-механических свойств пересекаемых пород; источники снабжения строительства электроэнергией, водой, местными строительными материалами и полуфабрикатами, конструкциями и изделиями; возможности использования жилья, культурно-бытовых объектов и др.

При определении продолжительности строительства предприятия по нормам (СНиП 1.04 03—85) проводят:

1) обоснование скоростей строительства горных выработок по норме продолжительности строительства предприятия, проектному или заданному сроку в сочетании с установленными нормативами, а также со средними и максимальными величинами, достигнутыми практикой строительства в аналогичных условиях;

2) прогнозирование продолжительности строительства предприятия по объему и скоростям сооружения горных выработок. Выводы при сравнении с продолжительностью по норме;

3) разработку и обоснование технологии строительства шахты в несколько очередей. Более детальную разработку схемы строительства первой очереди шахты с применением САПР.

Определение функций всех стволов в процессе строительства. Разработка встречных направлений горнопроходческих работ от каждого ствола и их вариантов. Построение вариантов схемы строительства предприятия и определение сроков по каждому из направлений работ (результаты расчета сводятся в таблицу). Определение цепи выработок главного направления (критического пути) по вариантам. Определение грузопотоков, приходящихся на каждый ствол в I и II периодах строительства по вариантам схемы. Предварительный подбор подъемных установок и проверка их по грузопотокам для каждого варианта схемы строительства.

Сравнение вариантов схем строительства. Выбор и обоснование целесообразного варианта. Продолжительность строительства шахты по выбранному варианту и проверка ее по производительности подъемов.

Построение графика распределения капитальных вложений и стоимости строительно-монтажных работ по годам строительства. Проверка возможности строительства предприятия на основе производственной мощности подрядных строительных организаций и других технических условий на проектирование (см. 2.3). Результаты проработки схемы строительства предприятия в две и более очередей.

Построение укрупненного сетевого графика строительства всего предприятия и его первой очереди по принятой схеме строительства. Проверка и согласование укрупненного графика строительства с распределением по годам капитальных вложений, рабочих кадров и материально-технических ресурсов.

2-я часть. Подготовительный период строительства. Виды и объемы внешнеплощадочных и внутриплощадочных работ, выпол-

ненных до начала сооружения стволов для первой очереди строительства. Технология и продолжительность выполнения этих работ. График подготовительного периода строительства с обозначениями сроков поставок постоянного и строительного оборудования, материалов, конструкций, изделий.

Перечень и содержание проектных решений, принятых в других частях ПОС с задачей полного и своевременного обеспечения строительства коммуникациями, зданиями и сооружениями к началу I (строительство стволов) и с учетом нужд II периодов строительства.

Часть III. Технология строительства стволов.

Исходные данные из проекта. Исходные данные из 1-й части ПОС: функции стволов в процессе строительства горного предприятия; грузопотоки горной массы на стволы; требуемые скорости сооружения и проходки, намеченные схемой строительства, и сроки их сооружения; требуемые подъемы во втором периоде.

Выбор и технико-экономическое обоснование схемы строительства и проходки каждого ствола с применением САПР.

Сооружение технологической части каждого ствола, сопряжений, проходка приствольных камер и других примыкающих выработок, обеспечивающих успешный разворот горных работ на горизонтах. Проходка вентиляционной сбойки между центрально-сдвоенными стволами и проведение выработок для размещения временных установок электроподстанции, водоотлива и других устройств, необходимых к началу II периода строительства.

Стройгенплан I периода строительства для каждого ствола с разработкой поверхностного транспорта, канализации и очистных сооружений, снабжения электроэнергией и сжатым воздухом, отвального хозяйства, складов, административно-бытовых комбинатов и других зданий и сооружений. Разработка комплекса мероприятий по технике безопасности, промышленной санитарии и гигиене труда, противопожарной защите, специальных мероприятий. Построение укрупненного линейного или сетевого графика сооружения каждого ствола с увязкой сроков работ между ними. Сводные технико-экономические показатели сооружения каждого ствола.

Часть IV. Технология строительства предприятия во втором периоде.

Исходные данные из проекта и ПОС.

Проектирование переходных работ от I ко II периоду строительства, выполняемых во II периоде.

Разработка технологии строительства и проведения выработок цепи главного направления с применением САПР, определение и сравнение сроков их сооружения с заданными по схеме строительства.

Разработка технологии строительства и проведения выработок, не попавших на главное направление с применением САПР.

Проектирование календарных планов и графиков строительства капитальных и подготовительных выработок по околоствольным дворам, горизонтам и пластам.

Проверка существующих и расчет необходимых подъемных установок на стволах, соответствующих величине грузопотоков от проведения горизонтальных выработок с учетом календарного или сетевого графика строительства.

Проектирование вентиляции, водоотлива, транспорта, мероприятий по безопасному ведению работ. Проектирование строительного генерального плана поверхности на II период строительства; транспорт на поверхности, электроснабжение, канализация, водоснабжение, административно-хозяйственные службы. Построение укрупненного линейного или сетевого графика строительства предприятия во II периоде. Сводные технико-экономические показатели строительства предприятия во II периоде.

Часть V. Технология строительства зданий и сооружений на поверхности.

Титульный список зданий и сооружений поверхности. Объем зданий и сооружений. Материалы.

Разработка эффективной технологии строительства каждого здания и сооружения в отдельности. Совмещение строительных, монтажных и горных работ.

Обеспечение строительства каждого здания и сооружения на поверхности к тем срокам, которые определены схемой строительства шахты. График строительства зданий и сооружений на поверхности.

Часть VI. Технико-экономические показатели ПОС.

Разработка системы сетевого планирования и управления строительством. Построение сводного сетевого графика строительства предприятия и определение критического пути. Уточнение потребности строительства в материально-технических ресурсах, рабочих кадрах и жилье по периодам и годам строительства. Оптимизация сетевого графика по времени, материально-техническим ресурсам и трудоемкости.

Составление экономической части ПОС. Оптимизация сетевого графика по стоимости. Экономическая оценка проекта. Составление сводки технико-экономических показателей строительства (продолжительности, стоимости, выработки строительно-монтажного рабочего). Распределение по годам строительства и подрядным строительным организациям капитальных вложений, стоимости строительно-монтажных работ и расчет технико-экономической эффективности строительства предприятия в проектные сроки и разработанных в проекте скоростей сооружения выработок на главном направлении (критическом пути), если они превышают нормативные.

Графическая часть проекта организации строительства шахт и рудников содержит: технологическую схему строительства горного предприятия; календарный график и план горнопроходческих работ; комплексный укрупненный сетевой график или сводный линейный календарный график строительства; технологические схемы проходки и армирования стволов; схему организации работ переходного периода; технологические схемы проведения основ-

ных горизонтальных и наклонных выработок и камер; стройгенпланы расположения проходческого оборудования на поверхности в I и II периодах строительства; схемы расположения проходческого оборудования в сечениях стволов на период проходки стволов и проведения горизонтальных выработок; схемы расстановки механизмов на период проведения горных выработок (по планам горных работ); сводные графики использования машин и механизмов для горнопроходческих работ; планы горнопроходческих работ по околоствольным дворам и пластам.

Составляет ПОС ведущая проектная организация с привлечением в необходимых случаях специализированных проектных организаций. Далее его согласовывают с генеральной подрядной строительной организацией, которой поручено данное строительство, и утверждают совместно с техническим проектом в установленном порядке.

2.6. Проекты производства работ

Проекты производства работ (ППР) предусматривают детальную разработку технологии строительства крупных и сложных объектов или комплексов (сооружения башенного копра, ствола шахты, комплекса камер скипового ствола и т. п.), обеспечивающей высокие технико-экономические показатели строительства.

Разработку проектов производства работ и привязку типовых ППР осуществляет проектная контора или проектная группа строительно-монтажной организации или по их заказу специализированная проектная организация. Заказы на проектирование оплачивают строительные организации за счет накладных расходов.

ППР утверждает главный инженер генеральной подрядной строительной организации (комбината, треста), а в части монтажных и специальных работ — главный инженер соответствующей субподрядной организации по согласованию с генеральной подрядной организацией. После утверждения ППР передают в строительную организацию не позднее чем за 2 месяца до начала работ на объекте. Строительство объектов без наличия утвержденных проектов производства работ и с необоснованными отклонениями от них запрещается.

ППР обычно содержат общую часть и технологические карты отдельных строительных процессов. В состав общей части входят пояснительная записка, графики и чертежи. Общая часть содержит: комплексный сетевой график или календарный план производства работ; стройгенплан площадки (в масштабе генерального плана) с привязкой к осям стволов и с расположением постоянных и временных зданий, сооружений, устройств; схемы энергоснабжения, водоснабжения, теплоснабжения и противопожарной водопроводной сети, складов и других объектов, необходимых для строительства данного объекта (отдельно для подготовительного и основных периодов); графики поступления на объекты строи-

тельных конструкций, деталей, полуфабрикатов, материалов и оборудования; график потребности в рабочих кадрах по объекту; график потребности в основных строительных машинах; технологические карты на сложные работы и работы, выполняемые новыми методами, на остальные работы — типовые технологические карты; схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и геодезического контроля; решения по технике безопасности, требующие проектной разработки, по производственной санитарии, а также решения по созданию безопасных условий при работе на высоте, в зонах линии электропередач и подземных коммуникаций, при эксплуатации строительных машин и электрических установок; документация для осуществления контроля и оценки качества строительно-монтажных и специальных работ; мероприятия по организации работ методом бригадного хозяйственного расчета и обеспечению бригад необходимыми материалами, инструментом, оснасткой, приспособлениями и машинами.

Пояснительная записка к ППР содержит: обоснование решений по производству работ, в том числе выполняемых в зимнее время; расчеты потребности в электроэнергии, воде, паре, кислороде, сжатом воздухе; решения по устройству временного освещения; перечень временных (инвентарных) зданий и сооружений с расчетом потребности и с обоснованием условий привязки их к участкам строительства; мероприятия по защите действующих коммуникаций от повреждений; технико-экономические показатели (себестоимость строительно-монтажных работ, стоимость отвлекаемых на строительство данного объекта производственных фондов и оборотных средств, скорости сооружения горных выработок, продолжительность строительства, трудоемкость работ, удельные затраты труда и денежных средств, уровень механизации).

3. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШАХТ. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НОРМАТИВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. Организация строительства и проектирования шахт

Строительство современного горного предприятия (шахты) представляет собой сложный комплекс горных, строительных и монтажных работ, выполняемых в определенной последовательности и взаимосвязи несколькими специализированными организациями. Организационное строительство шахты подразделяется на подготовительный, первый основной и второй основной периоды. Содержание периодов и последовательность работ показаны на рис. 3.

Порядок изложения пояснительной записки и графической части готового проекта организации строительства шахты совпадает с порядком его строительства, однако порядок процесса рабочего проектирования должен иметь обратный характер.

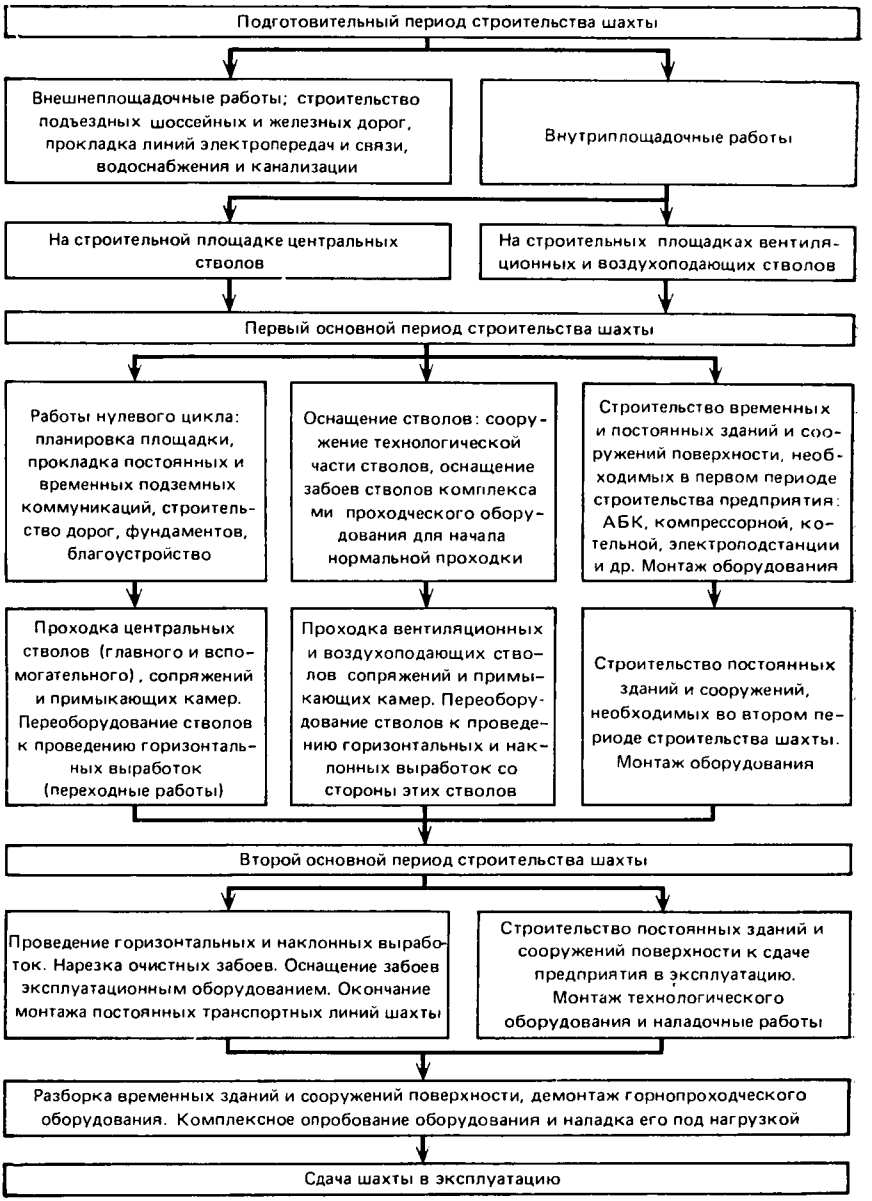


Рис. 3. Схема последовательности работ при строительстве шахт.

Так, например, нельзя составить детальный проект подготовительного периода, если еще не разработана технология строительства стволов и неизвестно, с какого копра (временного или постоянного) их будут проходить, неизвестно оснащение стволов подъемными машинами (их типы), проходческими лебедками (их тип, число и расположение на поверхности), способами и средствами транспорта породы и т. п. В то же время нельзя считать, например, правильным выбор типа подъемной машины для проходки ствола, если она не удовлетворяет нуждам второго периода строительства.

Процесс проектирования технологии строительства шахты имеет следующий порядок (схема разработки ПОС): разрабатывается технологическая схема строительства шахты, которая определяет функции стволов в процессе строительства, а также комплекс выработок, которые будут строиться через каждый ствол встречными забоями;

для каждой горизонтальной и наклонной выработки по горно-геологическим и горнотехническим условиям подбираются технология и схема проведения, определяется скорость строительства и другие технико-экономические показатели;

в зависимости от скорости проведения и сечения выработки определяется величина грузопотока горной массы на каждый ствол, а также потребность во всех видах материально-технических ресурсов;

по суммарному грузопотоку подбираются тип и производительность подъемных установок на второй период с учетом спуска-подъема людей, спуска оборудования, материалов и других функций: рассчитывается вентиляция забоев в данном комплексе выработок и подбирается вентилятор на второй период строительства;

рассчитываются водоотлив, подача сжатого воздуха, электроэнергии, воды для орошения, ВМ и другие ресурсы;

подбираются технология и схема проходки каждого ствола, рассчитываются скорость проходки и другие технико-экономические показатели;

устанавливается возможность и целесообразность использования при проходке ствола подъемов, вентиляторов, электроподстанций, компрессоров и другого оборудования, выбранных для второго периода строительства;

подбирается весь комплекс оборудования в забое и на поверхности для проходки ствола с максимальным использованием оборудования, пригодного на второй период;

проектируется стройгенплан поверхности на второй и первый периоды строительства применительно к площадкам каждого ствола;

проектируются состав, объем и порядок выполнения всех видов работ в подготовительном периоде, а также стройгенплан;

разрабатывается организация строительства всей шахты и системы сетевого планирования и управления.

3.2. Основные направления научно-технического прогресса в проектировании технологии эксплуатации и строительства шахт

Порядок разработки проекта организации строительства шахты предусматривает поэтапную схему проектирования от разработки технических решений и технологических схем на отдельные объекты до оптимизированного сетевого графика строительства и систем автоматизированного управления (АСУ).

Проектные и изыскательские работы должны обеспечивать:

реализацию достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта с тем, чтобы построенные или реконструируемые шахты ко времени ввода их в действие были технически передовыми и обеспечивали добычу полезного ископаемого в соответствии с научно обоснованными нормативами по себестоимости 1 т, затратами труда, материалов, энергетических и других ресурсов, утвержденными по данной отрасли горнодобывающей промышленности;

высокую эффективность капитальных вложений за счет внедрения достижений научно-технического прогресса.

Проектирование должно базироваться на следующих предпосылках научно-технического прогресса:

на реализации в проектах, утвержденных по каждой отрасли на планируемое пятилетие основных направлений проектирования шахт, а также достижений прогрессивных удельных нормативов по объектам строительства;

на новейшем высокопроизводительном оборудовании, установках, агрегатах оптимальной мощности, прогрессивных технологических процессах, в соответствующих случаях на оснащении автоматизированными системами управления (АСУ ТП);

на индустриализации и поточных методах строительства, комплексной механизации и автоматизации основных и вспомогательных строительно-монтажных и горнопроходческих процессов;

на научной организации труда, планировании и управлении строительством по сетевым графикам с учетом структуры строительных организаций и целесообразного совмещения горных, строительных, монтажных и специальных работ;

на: оптимальных проектных решениях, выбранных на основе вариантных проработок, экономном расходовании сырья и материалов, а также максимальном использовании попутной продукции и отходов производства; рациональных схемах транспортных потоков и комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ; экономном использовании земли, эффективных средствах защиты окружающей среды от загрязнения, технических решениях, обеспечивающих применение систем оборотного водоснабжения, уменьшение количества сточных вод, а также вредных выбросов в атмосферу и снижение их загрязненности; кооперировании вспомогательных производств и хозяйств, инженерных сооружений и

коммуникаций; выполнении подготовительных работ и работ нулевого цикла (планировка площадки, строительство временных зданий и сооружений, электроснабжение, водоснабжение, прокладка подземных коммуникаций, железнодорожных путей и автодорог) до начала работ по возведению основных объектов строительства;

на уменьшение объема временных объектов строительства путем: использования для нужд строительства постоянных зданий и сооружений (дорог, жилых зданий, складов, гаражей, ремонтных мастерских, компрессорных, адмбыткомбинатов, котельных, электроподстанций и линий электропередач, подземных коммуникаций, копров и подъемных установок, технологических комплексов на поверхности, оборудования породных отвалов и других объектов), применения временного передвижного оборудования, подъемных машин, лебедок, энергоустановок, компрессорных и холодильных станций, бурильных установок, бетонных и растворных узлов, сборно-разборных промышленных зданий, сооружений и жилищ;

на последовательном (по мере разворота работ) накапливании материальных ресурсов, строительного оборудования и концентрации их на критических объектах в полном соответствии с графиком сетевого планирования и управления строительством;

на круглогодичном производстве строительно-монтажных работ с организацией строительства объектов поверхности в две смены;

на выполнении горнопроходческих работ при строительстве шахты, рудника встречными забоями со стороны основных, вентиляционных и воздухоподающих стволов с оптимальным числом одновременно действующих забоев, на широком применении новой горнопроходческой техники, а также скоростного строительства стволов, горизонтальных и наклонных горных выработок;

на полном соответствии максимального числа одновременно действующих забоев обеспеченности их машинами и механизмами, материалами, энергией, средствами транспорта и подъема;

на обеспечении непрерывности и наиболее эффективного производства горнопроходческих и строительных работ по основным горным выработкам и главным объектам;

на максимальном совмещении во времени горнопроходческих и строительно-монтажных работ;

на соблюдении требований правил техники безопасности, пожарной охраны, гигиены и санитарии при производстве всех видов работ.

3.3. Исходные материалы и нормативные документы проектирования

Исходными материалами для составления ПОС являются: технико-экономическое обоснование (ТЭО), подтверждающее экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость проекти-

рования и строительства предприятия; задание на проектирование горного предприятия и все прилагаемые к нему материалы; материалы проекта со сводной сметой; плановый срок строительства; действующие нормативные документы; материалы топографических, геологических и гидрогеологических изысканий; решения по применению строительных материалов и конструкций, способов организации строительства и средств механизации, согласованные со строительной организацией; сведения о возможности обеспечения строительства местными рабочими кадрами, жилыми и культурно-бытовыми помещениями; данные о мощности общестроительных и специализированных строительно-монтажных организаций, наличии производственной базы стройиндустрии и возможностях ее использования и развития; сведения о существующих контрактах в случаях строительства объектов на базе комплектного импортного оборудования и др. (см. СНиП 3.01.01—85).

Исходными материалами для составления ППР являются: проект со сводной сметой; проект организации строительства; рабочие чертежи со сметами; задание на разработку ППР, содержащее сведения об объеме и сроках разработки; проекты горного и земельных отводов; графики поставки технологического, энергетического, сантехнического и другого оборудования; данные об источниках, порядке и сроках поставки сборных конструкций, деталей, изделий и полуфабрикатов; данные строительных и монтажных организаций о наличии парка машин и механизмов, возможностях его расширения и порядок использования; данные о рабочих кадрах по основным профессиям.

Основными исходными материалами для составления проекта производства работ при строительстве отдельного объекта на поверхности служат: рабочие чертежи; выкопировка из строительного плана поверхности горного предприятия; объемы работ по конструктивным элементам и по видам работ; смета.

Основными исходными данными для составления ППР при подземном строительстве отдельного объекта служат: рабочие чертежи с продольными и поперечными разрезами; геологические разрезы горных пород с их характеристикой; выкопировка из плана горных работ (ситуационный план); объемы работ по проходке и креплению горных выработок; смета.

Исходными документами для составления проекта строительных работ при реконструкции горного предприятия являются: задание на проектирование реконструкции шахты и прилагаемые к нему материалы, характеризующие все шахтное хозяйство до реконструкции и задачи реконструкции; технический проект реконструкции шахты со сводной сметой, комплектом рабочих чертежей и пояснительной запиской; действующие нормативные документы.

Основные исходные материалы для проектирования строительства должны характеризовать состояние хозяйства шахты к началу работ по реконструкции и проектные решения реконструк-

1333905
ФБ ТашПИ

ции шахты для более удобного совмещения строительных работ с эксплуатационными. В основном исходные материалы при реконструкции аналогичны соответствующим материалам при новом строительстве, однако они должны относиться прежде всего к реконструируемым и новым объектам предприятия.

При составлении проектов необходимо руководствоваться Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года, принятыми на XXVII съезде КПСС, решениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР, законами СССР, указами Президиума Верховного Совета СССР, решениями правительства СССР и другими нормативными актами по капитальному строительству, в том числе:

нормативными документами по проектированию и строительству, утвержденными Госстроем СССР, и нормативными документами, связанными с проектированием и строительством, утвержденными министерствами и ведомствами СССР, органами государственного надзора и общественными организациями по согласованию с Госстроем СССР;

государственными стандартами;

документами по основным направлениям в проектировании объектов соответствующих отраслей;

нормами технологического проектирования;

общесоюзным строительным каталогом типовых сборных железобетонных, металлических, деревянных и асбестоцементных конструкций и изделий для всех видов строительства и территориальными каталогами типовых строительных конструкций и изделий для промышленного, сельскохозяйственного и жилищно-гражданского строительства, утвержденными Госстроем СССР;

каталогами на все виды оборудования, приборы и др.;

ведомственными каталогами для специализированных видов строительства, утвержденными министерствами и ведомствами СССР по согласованию с Госстроем СССР;

межотраслевыми требованиями и нормативными материалами по научной организации труда, утвержденными Госкомтрудом СССР, Госстроем СССР, ГКНТ и ВЦСПС, и разработанными на их основе отраслевыми документами, утвержденными министерствами и ведомствами СССР;

нормами проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны;

утвержденными каталогами индустриальных строительных изделий, перечнями (каталогами) типовых проектов;

стандартами на строительные материалы, детали, конструкции, санитарно-техническое оборудование и строительный инструмент;

сметными нормативами для определения сметной стоимости строительства;

информацией о новом технологическом и вспомогательном оборудовании, новых строительных материалах и изделиях;

документами по научной организации труда и управления предприятием соответствующей отрасли промышленности и указаниями по проектированию автоматизированных систем управления строительством и технологическими процессами.

В проектировании основным нормативным документом являются строительные нормы и правила (СНиП).

Строительные нормы и правила — система общесоюзных нормативных документов, представляющих единые требования по проектированию и строительству для проектных, строительных и монтажных организаций, предприятий промышленности строительных материалов и конструкций независимо от их ведомственной подчиненности, министерств, ведомств, государственных комитетов.

До 1983 г. включаемые в СНиП нормативные документы были разделены на четыре части.

I. Общие положения.

II. Нормы проектирования.

III. Правила производства и приемки работ.

IV. Сметные нормы и правила.

I, II и III части состоят из разделов, обозначенных заглавными буквами (А, Б и т. д.), разделы состоят из глав, обозначенных арабскими цифрами. Последние две цифры указывают год утверждения главы.

Каждая глава СНиПа разделена на параграфы и пункты. Ссылки на пункт делают так: «п. 3.16», «согласно п. 3.16», «в соответствии с п. 3.16».

В настоящее время классификатор строительных норм и правил устанавливает разделение строительных норм и правил на пять частей, каждая из которых делится на группы.

Классификатор предназначен для установления состава и обозначения (шифра) строительных норм и правил.

Шифр должен состоять из букв «СНиП», номера части (одна цифра), номера группы (две цифры) и номера документа (две цифры), отделенных друг от друга точками; две последние цифры, присоединяемые через тире, обозначают год утверждения документа. Например, «СНиП 2.03.05—82».

Документам присваиваются в порядке регистрации сквозные номера в пределах каждой группы или в соответствии с разработанным перечнем документов данной группы.

1. Организация, управление, экономика

Группы

01. Система нормативных документов в строительстве.
02. Организация, методология и экономика проектирования и инженерных изысканий.
03. Организация строительства. Управление строительством.
04. Нормы продолжительности проектирования и строительства.
05. Экономика строительства.
06. Положения об организациях и должностных лицах.

2. Нормы проектирования

Группы
01. Общие нормы проектирования.
02. Основания и фундаменты.
03. Строительные конструкции.
04. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети.
05. Сооружения транспорта.
06. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.
07. Планировка и застройка населенных пунктов.
08. Жилые и общественные здания.
09. Промышленные предприятия, производственные здания и сооружения, вспомогательные здания, инвентарные здания.
10. Сельскохозяйственные предприятия, здания и сооружения.
11. Склады.
12. Нормы отвода земель.

3. Организация, производство и приемка работ

Группы
01. Общие правила строительного производства.
02. Основания и фундаменты.
03. Строительные конструкции.
04. Защитные, изоляционные и отделочные покрытия.
05. Инженерное и технологическое оборудование и сети.
06. Сооружения транспорта.
07. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.
08. Механизация строительного производства.
09. Производство строительных конструкций, изделий и материалов.

4. Сметные нормы

Состав и обозначение сметных норм и правил установлены постановлением Госстроя СССР от 18 июня 1982 г. № 162.

5. Нормы затрат материальных и трудовых ресурсов

Группы
01. Нормы расхода материалов.
02. Нормы потребности в строительном инвентаре, инструменте и механизмах.
03. Нормирование и оплата проектно-изыскательских работ.
04. Нормирование и оплата труда в строительстве.

Госстрой СССР систематически выпускает «Перечень действующих общесоюзных нормативных документов по строительству», в который включаются документы по строительному проектированию, строительному производству, сметные нормы на кон-

струкции и виды работ, а также нормативные документы по вопросам труда и заработной платы в строительстве. В перечне приведены все действующие главы СНиПа.

4. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАЧ

Проект организации строительства должен содержать обоснованные и наиболее рациональные проектные решения, обеспечивающие объектам строительства полное соответствие техническим требованиям, заданным или нормативным срокам готовности. Решение сложных проектных задач требует применения современных научных методов.

Методы, применяемые при проектировании, позволяют не только количественно решать проектные задачи, но и давать принятым решениям качественную оценку. Это особенно важно в связи с тем, что технические решения проекта определяют экономическую эффективность принятого решения и всего проекта в целом.

4.1. Библиографический и описательный методы

Правильное решение любой и тем более технической задачи не может быть найдено без широкого и глубокого библиографического поиска. Библиографический метод исследования предусматривает сбор научной информации путем изучения литературных источников; отчетов по научно-исследовательским работам, которые концентрируются во Всесоюзном институте научной и технической информации (ВИНИТИ), нормативных, проектных, архивных отчетных и других материалов.

В результате поиска может быть найдено готовое и качественное решение задачи, возможные варианты или подходы. Библиографический поиск имеет цель обобщить накопленные знания по интересующему вопросу и таким образом заложить научную (интенсивную) базу для дальнейшего развития в решении научной или проектной задачи.

Для облегчения библиографического исследования введена система универсальной десятичной классификации (УДК), индексы и определители которой указывают на основное содержание источников, хранящихся в фонде, а также система предметных указателей.

Фонды научной и нормативно-технической информации, каталогов на оборудование и др. содержат сотни тысяч документов, что затрудняет поиск нужной информации.

Для облегчения поиска информации, а также увеличения ее охвата в ширину и в глубину используются ЭВМ, новейшие каналы связи, средства воспроизведения и копирования. ЭВМ позволяет автоматизировать информационные системы, которые собирают, накопляют, хранят, перерабатывают, отыскивают и выдают

информацию. Примером такой машины может служить «Искра 226-СОТ», имеющая большую память, способная отыскать нужную информацию в течение секунд и повышающая производительность труда проектировщиков, применяющих САПР, в десять и более раз.

Библиографический и другие методы исследования и решения инженерных задач невозможны без применения их в комбинации с описательным методом.

Описательный метод в чистом виде применяют в художественной литературе, гуманитарных науках, истории, географии, геологии и т. п. Он имеет цель не только зафиксировать результаты мыслительного процесса, но и совершенствовать эти результаты путем переработки и редактирования.

Широкое применение имеет описательный метод в комбинации с другими научными методами. Например, результаты эксперимента или аналитических исследований могут быть получены в виде математических формул, однако область, порядок и перспектива использования результатов исследования излагаются путем описания.

Метод описания применяется при разработке любого документа: отчета по научно-исследовательской работе, пояснительной записки к проекту, нормативов, учебников, методических указаний и т. п.

К описательному методу предъявляются следующие требования: высокая достоверность, логическая последовательность и лаконичность изложения, точность передачи образов (мыслей, достижений, упущений, требований и т. п.), доступность для понимания читателем, даже не имеющим специальной подготовки, грамотность.

Оригинальность мышления и изложения, а также обнаучивание характеризуются довольно часто излишним и неуместным применением иностранных терминов, слов и выражений (конвергенция, селективная и т. п.), искажением родного языка, выдумыванием новых слов и выражений, непоследовательностью и недостоверностью. Высшей оценкой «научных» трудов иногда считают их недоступность для понимания, что безусловно не приносит пользы обществу.

В производственной и личной жизни современного человека метод описания применяют повсеместно, а поэтому над ним нужно работать и постоянно его совершенствовать, что особенно необходимо для людей умственного труда.

4.2. Экспериментальный метод

Экспериментальным методом выявляют или уточняют зависимость между интересующими нас показателями и учитываемыми факторами, полученными в результате проведения эксперимента в натуре или на моделях.

Масштабы и область применения экспериментального метода могут быть самыми разнообразными; например, определение коэффициента крепости породы может быть проведено по одному образцу, а для большей точности — по нескольким десяткам или сотням образцов.

Часто экспериментальный метод применяют при проектировании технологии строительства подземных сооружений шахт в связи с многообразием и сложностью горно-геологических и горнотехнических условий, при изучении характера проявления и величины горного давления, выборе крепи, наиболее удобной конструкции и необходимой несущей способности и др.

Эксперименты на моделях и натурные наблюдения позволяют выбрать рациональные технологические схемы проведения выработок, повышающие эффективность механического, буровзрывного или другого метода разрушения пород в забое, предупреждающие выбросы угля и породы.

Как правило, экспериментальный метод применяют в комбинации с другими методами.

4.3. Расчетные методы

К основным расчетным методам решения проектных задач относятся статистический, аналитический, графоаналитический, метод вариантов, операционный с применением ЭВМ и метод инженерного анализа.

Сущность *статистического метода* заключается в накоплении и систематизации фактических показателей, учетно-статистических или отчетно-статистических данных, данных хронометражных, экспериментальных и других наблюдений с последующей их математической обработкой и анализом. Математическая обработка и анализ имеют цель выявить количественные величины, установить количественную и качественную зависимость между звеньями, процессами, факторами.

Степень точности математической обработки зависит от сложности изучаемых явлений или процессов, числа учитываемых и неучитываемых факторов, в связи с чем и подбирается тот или иной математический прием.

Между явлениями, процессами или факторами может быть выявлена закономерная связь в виде функциональной зависимости (см. аналитический метод). Функциональные зависимости дают возможность решать задачи с большой математической точностью, однако установление их при обработке статистических данных почти всегда связано с определенной степенью абстракции, так как невозможно учесть количественно и определить качественно все действующие факторы.

В шахтном строительстве чаще приходится иметь дело с изучением массовых явлений, характеризуемых сложными зависимостями, которые не могут быть выражены математически точно, так как наряду с основными (учитываемыми) факторами на изу-

чаемый параметр оказывают воздействие другие (неучитываемые) факторы случайного характера.

Статистический метод получил широкое применение при определении отдельных расчетных параметров, в том числе затрат на поддержание горных выработок.

При проектировании строительства шахт используются данные о потребности в материалах, полуфабрикатах, тепле, энергии, воде на 1 млн. руб. капитальных затрат. Они получены путем статистической обработки потребности в указанных ресурсах, установленной по рабочим чертежам нескольких наиболее характерных шахт данного района.

Статистический метод применяют для определения зависимости скорости проведения горных выработок, производительности труда проходчиков, производительности проходческих машин различных типов от таких факторов, как тип и площадь поперечного сечения горной выработки, крепость горных пород, число проходчиков в бригаде, глубина горных работ, длина горных выработок и т. п. Статистический метод применяют в комплексе с другими методами решения проектных задач.

При применении *аналитического метода* всякие качественно определенные явления (процессы) взаимосвязаны с другими явлениями или отдельными факторами и изменяются не произвольно, а закономерно.

Для изучения закономерности того или иного явления при применении аналитического метода намечают гипотезу о характере протекания явления, строят математическую модель явления и делают попытку его аналитического выражения, которое используется в дальнейшем для расчетов при аналогичных явлениях.

Ввиду сложности изучаемых явлений при строительстве горных предприятий аналитический метод решения задач применяют: во-первых, когда число действующих и качественно определенных факторов ограничено, а действием (влиянием) неучтенных факторов можно пренебречь, доказав их несущественность; во-вторых, когда между искомой величиной и известными параметрами может быть установлена функциональная зависимость, выраженная формулой $y=f(x)$, причем $f(x)$ — функция непрерывная. Имея дело со стоимостными параметрами, решение задач чаще всего сводят к определению максимума или минимума функции.

Известен пример математического выражения зависимости стоимости проведения горной выработки от скорости ее проведения. Полная стоимость проведения горной выработки A (руб) складывается из затрат, пропорциональных протяженности или объему выработки, и условно-постоянных затрат в течение времени проведения выработки t:

$$A=al+bt, \tag{4.1}$$

где a — стоимость 1 м (м^3) горной выработки по прямым норми-

руемым и другим затратам, зависящим от протяженности или объема выработки, руб., l — протяженность (объем) горной выработки, м (м^3); b — условно-постоянные затраты на единицу времени, руб.

Стоимость 1 м (м^3) выработки

$$y=\frac{A}{l}=\frac{al+bt}{l}=a+b\frac{t}{l}. \qquad (4.2)$$

Выражая скорость проведения выработки через $x=l/t$, получим зависимость стоимости 1 м (м^3) выработки от скорости ее проведения:

$$y=a+b/x. \qquad (4.3)$$

Полученная функция показывает, что стоимость 1 м (м^3) выработки снижается с увеличением скорости ее проведения. В данном случае сделаны определенные допущения, так как величины a и b не являются постоянными при увеличении скорости проведения горной выработки. В связи с этим результаты аналитических расчетов для установления их достоверности необходимо сравнивать с данными опыта.

Аналитический метод при проектировании строительства горных предприятий применяют при расчете скорости проведения выработок [см. формулы (8.11), (8.12), (9.25) и др.], обосновании выбора технологических схем строительства шахты [см. формулы (6.27) и (6.28)], сооружении стволов и проведении горизонтальных и наклонных выработок, расчете подъема, вентиляции, а также при определении продолжительности строительства объектов.

Графоаналитический метод, являясь разновидностью аналитического метода, применяют с целью его упрощения и обеспечения наглядности выражения той или иной сложной зависимости путем построения пространственных образцов, имеющих условный характер. В большинстве случаев этот метод используется не для наглядности, а для количественного и качественного решения задач проектирования. С увеличением числа переменных графики усложняются, что сопровождается переходом от элементарных графиков к комплексным графикам и номограммам.

Обычно процесс расчета распределяется на ряд звеньев. Для каждого звена строится элементарный график в декартовой системе координат, которые соединяются между собой в определенной последовательности и представляют в конечном виде комплексный график. В книге приведен ряд графиков, необходимых при проектировании технологии строительства шахт.

Метод вариантов. Выбор того или иного решения проекта строительства осуществляется обычно путем технико-экономического сравнения вариантов. По этому методу вначале предполагается техническое сравнение возможных вариантов проектного решения. Определенному проектному решению предъявляют соот-

ветствующие конкретным условиям технические требования на уровне современного развития науки и техники.

Каждое возможное проектное решение анализируют с точки зрения соответствия предъявляемым требованиям. При необходимости проводят технические расчеты. Таким образом выявляют технические достоинства и недостатки каждого из большого числа возможных вариантов, выбирают наиболее целесообразные для данных конкретных условий, окончательное решение принимают на основе технико-экономического сравнения.

Метод технико-экономического сравнения вариантов универсален и может быть использован при решении многих вопросов проектирования строительства. В соответствии с «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений» в качестве основного критерия оценки вариантов принимают сумму приведенных затрат. Для характеристики особенностей вариантов учитывают и другие показатели, например: первоначальные капитальные затраты, срок ввода в действие предприятия (объекта), производительность труда или выработку на одного рабочего, себестоимость продукции или физической единицы строительных работ (1 м, 1 м^3 выработки, здания или сооружения) и др.

Сравниваемые показатели после детальной разработки каждого варианта сводят в таблицу, в которой показатели одного варианта или эталона принимают за 100%, а показатели других вариантов сопоставляют с ним в процентном отношении. Таким образом выявляют технико-экономическую эффективность каждого из вариантов.

Метод технико-экономического сравнения применяют довольно часто в комбинации с аналитическим, статистическим и другими методами и является основой метода инженерного анализа.

Метод операционных исследований. Рассмотренный ранее аналитический метод проектирования характеризуется в основном исследованием функций на максимум и минимум с учетом ограниченного и сравнительно небольшого числа действующих факторов (переменных величин).

Развитие вычислительной техники позволяет значительно расширить и усложнить проектные задачи, более глубоко проникнуть в сущность явлений (процессов) и создать более точные зависимости, учитывающие взаимодействие влияющих и ограничивающих факторов. Применение вычислительной техники намного увеличивает быстроту и точность расчетов при проектировании.

За последние годы в связи с развитием научно-технического прогресса теория проектирования обогатилась рядом новых методов, объединяемых общим названием «методы операционных исследований».

Методы операционных исследований могут быть применены для решения самых разнообразных горнотехнических и горно-экономических задач проектирования. К числу таких методов математического анализа относятся: линейное программирование; не-

линейное программирование; динамическое программирование, сетевое планирование*; статистические испытания; теория графов и др.

Перечисленные методы применяют для отыскания эффективного варианта проектного решения (плана), называемого *оптимальным*. За последние годы эти методы начали использовать для решения задач экономического характера и они получили название экономико-математических. Цель экономической задачи сводится к отысканию оптимального решения (плана), обеспечивающего заданный производственный результат при минимальных затратах или максимальный производственный эффект при заданном объеме ресурсов.

Для решения задачи разрабатывается экономико-математическая модель исследуемого явления (процесса), учитывающая основные факторы и закономерности. Она подвергается математическому анализу с применением вычислительной техники.

Критериями оптимальности в зависимости от характера поставленной задачи часто служат приведенные затраты, прибыль, себестоимость, капитальные затраты, производительность труда, срок работ. В систему ограничений задачи входят обычно производственные функции, характеризующие связь между объемами продукции и работ, объемами лимитированных трудовых и материально-технических ресурсов.

Если все зависимости и соотношения модели выражены линейными уравнениями (неравенствами) относительно неизвестных величин, то модель принадлежит к классу задач линейного программирования. Реализация линейных моделей на ЭВМ осуществляется с применением стандартных программ линейного программирования.

При проектировании шахт методом линейного программирования можно решать задачи оптимального распределения между подрядными строительными организациями объемов работ, материально-технических ресурсов, рабочих кадров и оборудования, отыскания оптимальных программ ведения работ и др.

Модель нелинейного программирования возникает в том случае, когда хотя бы одно из ограничений нелинейно зависит от переменных. Нелинейные модели реализуются на ЭВМ с применением параметрического и других методов программирования.

Методом динамического программирования исследуют на оптимум задачи, решение которых распадается на ряд последовательных этапов. Многоэтапность решения связывают прежде всего с развитием процесса во времени.

Методом динамического программирования при проектировании строительства шахт и рудников решают в первую очередь задачи оптимального распределения капиталовложений, материаль-

---

* В связи с широким применением метода сетевого планирования в проектировании и строительстве горных предприятий сведения о нем выделены в отдельный параграф.

но-технических ресурсов по годам строительства, оптимального развития горных работ с учетом скоростей проведения горных выработок в зависимости от условий их проведения и др.

Как уже упоминалось, математический анализ и решение задачи облегчаются применением ЭВМ. Для этого к математической задаче, сформулированной (выраженной) в виде модели, подбирается метод ее решения. Затем составляется алгоритм решения задачи.

Алгоритм обычно складывается из ряда последовательных этапов, которые, сводятся к набору простейших операций логического и вычислительного характера. Для решения задачи на ЭВМ разрабатывают блок-схему, показывающую поэтапную структуру вычислительного процесса. Далее составляют программу, т. е. алгоритм переводят на язык конкретной вычислительной машины. Программу предварительно отлаживают, а затем производят вычисления.

Метод операционных исследований является основным элементом построения автоматизированных систем управления (АСУ) проектированием и строительством горных предприятий.

Основная задача *метода инженерного анализа* заключается в определении оптимального, наиболее выгодного по основным параметрам, решения сложной проектной задачи.

Отличительная особенность метода — изучение многофакторных явлений, процессов, конструкций, требующих одновременного использования нескольких рассмотренных выше методов. Методом инженерного анализа выбирается оптимальная технологическая схема строительства всей шахты или наиболее сложных ее объектов (стволов, околоствольных дворов, камер, горизонтальных и наклонных горных выработок, зданий и сооружений на поверхности); наиболее выгодное в процессе строительства сочетание подрядных организаций по их специализации, выполняемому объему работ и производственной мощности; оптимальная организация подготовительного, первого и второго основных периодов строительства шахты с достижением наиболее приемлемых основных технико-экономических показателей строительства в целом по шахте и по отдельным ее объектам.

Метод инженерного анализа имеет обычно следующие этапы: обоснование актуальности данной проектной задачи; постановка задачи, предъявленные к ней требования и критерии оптимизации; библиографический поиск в области решения поставленной задачи, а также применение необходимых методов для ее решения; решение задачи выбранными методами на основе накопленного опыта в возможно большем числе вариантов; оптимизация решения задачи по одному или нескольким обоснованным критериям с одновременным отсеиванием неоптимальных вариантов; описание выбранного варианта и подтверждение его соответствия требованиям, предъявленным к решению данной проектной задачи.

Метод инженерного анализа в значительной мере облегчается применением набора стандартных и нестандартных программ для ЭВМ, составленных на многие задачи проектирования. Отобранные и составленные программы, сгруппированные в порядке расчета, представляют собою систему автоматизированного (человеко-машинного) проектирования (САПР).

Точность решения проектных задач зависит от степени изученности данной темы, полноты учета действующих факторов (показателей), качественной и количественной оценок каждого фактора и достоверности выявленной взаимосвязи между ними. Точность решения проектной задачи определяется уровнем развития данной отрасли науки и техники. На нее оказывает влияние также действие фактора времени. С течением времени могут изменяться и естественные условия (глубина разработки, горное давление, водообильность, газоносность) и тем более производственные показатели в связи с непрерывным совершенствованием техники и организации работ. Качественное и количественное определение действующих факторов и установленная между ними зависимость могут морально устареть, что приведет к несоответствию расчетных данных объективным условиям натуры.

5. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) И СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (АСУП)

5.1. Назначение и содержание САПР

Создание и внедрение САПР имеет цели: повысить научно-технический уровень проектируемых объектов, технико-экономические показатели проектов и производительность труда проектировщиков; снизить стоимость проектных работ; уменьшить продолжительность проектирования.

Эффективность САПР обеспечивается:

совершенствованием технологии проектирования на основе широкого внедрения математических методов и средств вычислительной техники;

многовариантным проектированием;

унификацией и стандартизацией компонентов методического, информационного, программного и организационного обеспечения проектирования;

созданием единых банков данных, содержащих систематизированную информацию и обеспечивающих автоматизацию процессов поиска, обработки и выдачи данных;

повышением точности проектирования и качеством оформления проектной документации;

увеличением доли творческого труда проектировщиков за счет автоматизации нетворческих работ;

подготовкой и переподготовкой проектировщиков.

САПР создается по отраслям народного хозяйства и соответствующим направлениям проектирования. САПР-уголь целенаправлен на автоматизацию проектирования угольных шахт, разрезов, обогатительных фабрик и заводов горного машиностроения. Головная организация по разработке САПР-уголь—Центрогипрошахт.

САПР-уголь состоит из подсистем, которые имеют следующие отличительные признаки: тип предприятия (шахта, разрез, обогатительная фабрика); стадия проектирования (проект, рабочая документация); элемент (объект, узел, технологический процесс). Каждая подсистема содержит функциональную и обеспечивающие части.

Функциональная часть представляет собою совокупность взаимосвязанных проектных процедур и операций.

Обеспечивающая часть состоит из следующих видов: методического обеспечения — методов, математических моделей и алгоритмов решения проектных задач и документов, отражающих состав, правила создания (отбора), освоения, ввода в действие и эксплуатацию средств автоматизации;

информационного обеспечения — документов, содержащих описание и каталоги баз данных, блоки данных на машинных носителях, инструкции по заполнению баз и по введению массивов данных, необходимых для решения проектных задач, а также справочно-информационный фонд;

программного обеспечения — документов с текстами программ, программ на машинных носителях и эксплуатационных документов;

организационного обеспечения — логико-информационных моделей и технологических карт автоматизированного проектирования, инструкций, приказов, штатного расписания, квалификационных требований и других документов, регламентирующих организационную структуру проектных подразделений.

Ниже приведены перечень и структура работ, выполняемых в процессе автоматизированного проектирования, и их удельная стоимость от общего объема (в %):

Стадия разработки	Проект	Рабочая документация
Поиск, анализ и отбор информационных материалов	9	7
Формирование и конструирование проектных вариантов	17	16
Расчеты и обоснования проектных решений и выбор вариантов	24	28
Согласование проектных решений по вариантам	13	7
Изготовление чертежей	30	54
Разработка текстовой документации	17	2
Выпуск проектной документации	8	3

САПР-уголь содержит до 60 проектирующих подсистем. Основные из них являются подсистемами первого уровня, целенаправленными на разработку основных положений проектов (ТЭО) нового строительства и реконструкции шахт, разрезов и обогатительных фабрик.

Разработка проектирующих подсистем САПР-уголь разделена на три очереди: первая и вторая очередь (1983—1986 гг.) обеспечивают проектирование строительства и эксплуатации угольных предприятий при разработке ТЭО, проекта и рабочей документации.

В первую очередь входят следующие подсистемы: «Основные положения проекта шахт-новостроек Донбасса», «Комплекс главного ствола», «Породный комплекс угольных шахт и обогатительных фабрик», «Подземный транспорт», «Вентиляция, дегазация и кондиционирование», «Сметные расчеты», «Автоматизация производственных процессов».

Ко второй очереди относятся подсистемы: «Основные проектные решения по реконструируемым шахтам Донбасса», «Основные проектные решения по реконструируемым шахтам Кузбасса», «Горнотехнический комплекс», «Комплекс вспомогательного ствола», «Организация строительства», «Электроснабжение».

К третьей очереди к угольным шахтам отнесены 12 подсистем: «Технологический комплекс на поверхности», «Комплекс отдельно стоящих вентиляционных стволов, зданий и сооружений», «Околоствольные дворы», «Закладочное и заиловочное хозяйство», «Погрузочно-складской комплекс», «Главный и участковый водоотлив», Водоснабжение шахты», «Управление работой шахты», «Магазины и склады», «Комплекс расчетов технико-экономических показателей», «Административно-бытовой комбинат», «Генплан».

Подсистемы имеют прикладное программное обеспечение, представленное технологическими линиями (ТЛП) и проблемно-ориентированными пакетами прикладных программ (ППП).

Методической основой ПО являются математические модели и методы решения проектных задач, разработанные на принципах комплексной оптимизации, рационализации и взаимосвязи решений на всех стадиях и этапах проектирования.

ТЛП и ППП представлены системой информационно и программно — взаимосвязанных модулей, решающих геологические, инженерные, экономические и оптимизационные задачи в автоматизированном режиме.

ПО позволяет обосновать проектные решения в основном на стадии ТЭО в части мощности предприятия, способов вскрытия, подготовки и систем разработки шахтного поля, схем и средств вентиляции, транспортирования, подъема, календарного плана отработки месторождения и определить основные технико-экономические показатели (капитальные вложения, эксплуатационные и трудовые затраты).

Прикладные программы (ППП) содержат решения проектных задач в различных вариантах по породному комплексу; вентиляции, дегазации и кондиционированию; автоматизации производственных процессов; сметным расчетам и др.

Эффективность использования САПР-уголь и его подсистем определяется величиной годового экономического эффекта при

1	Начало
2	Описание и ввод данных из проекта шахты, а также сведений о подрядных строительных организациях
3	Определение порядка строительства шахты в одну, две и более очередей. Оконтуривание объемами работ каждой очереди
4	Разработка технологической схемы строительства по числу установленных очередей. Определение функций стволов в процессе строительства и комплексов выработок, которые будут строиться через каждый ствол встречными забоями
5	Выбор для каждой горизонтальной и наклонной горной выработки первой очереди строительства (по горно-геологическим и техническим условиям) технологии и схемы проведения, определение времени и скорости строительства и др. технико-экономических показателей
6	Определение величины грузопотока горной массы на каждый ствол шахты первой очереди, а также величины встречного грузопотока материалов и оборудования. Подбор типа и производительности подъемных установок на каждом стволе во втором периоде строительства
7	Расчет вентиляции забоев комплекса выработок и подбор вентилятора на каждом стволе во втором периоде
8	Расчет водоотлива, подачи сжатого воздуха, электроэнергии, воды для орошения, ВМ и потребности в рабочих кадрах на второй период строительства по комплексу выработок каждого ствола
9	Подбор технологии и схемы проходки каждого ствола и бурения вентиляционных скважин. Расчет скорости проходки и строительства стволов и др. технико-экономических показателей. Установление производительности подъема и баланса его работы
10	Установление целесообразности использования при проходке стволов подъемов, вентиляторов, электроподстанций, компрессоров и др. оборудования, рассчитанных на второй период строительства
11	Подбор всего комплекса оборудования в забое и на поверхности для проходки стволов
12	Построение календарного или сетевого графика строительства комплекса горных выработок каждого ствола
13	Проектирование стройгенпланов поверхности на второй, первый и подготовительный периоды строительства шахты применительно к строительным площадкам каждого ствола
14	Проектирование и подбор временных зданий и сооружений на каждый период строительства

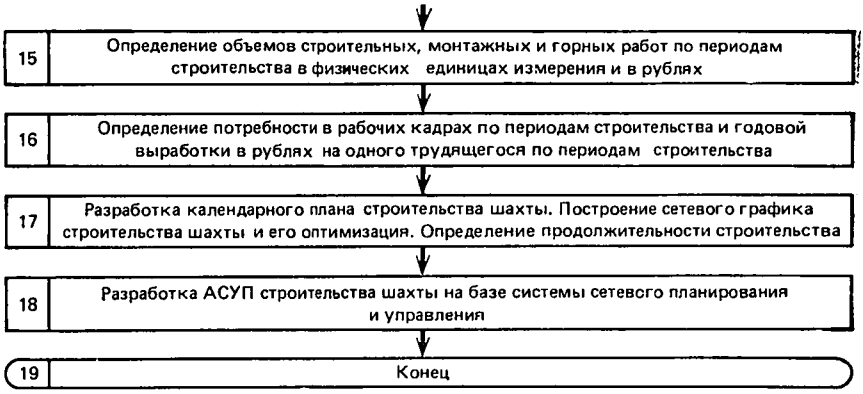


Рис. 4. Блок-схема автоматизированного проектирования подсистемы САПР-уголь «Организация строительства»

сопоставлении приведенных затрат на проектирование без использования средств САПР с технологией проектирования с использованием автоматизированной системы и подсистем.

В укрупненном виде подсистема САПР-уголь «Организация строительства» представлена на блок-схеме (рис.4). Методическое, информационное и организационное обеспечение проектирования подсистемы изложено в данной книге.

На каждый блок подсистемы разрабатывается ППП. Так, например, для блока *5* разработана прикладная программа по блок-схеме, показанной на рис. 5.

Программа предназначена для проектирования строительства горизонтальной или наклонной горной выработки при любом сочетании горно-геологических и технических условий с выбором оптимальной эргатической системы «технология — бригада», представляющей совокупность способов, средств и исполнителей работ.

Методическим обеспечением являются методы априорного моделирования, группового учета аргументов, векторной оптимизации и аналитический. Для выработок, лежащих на критическом пути, критерием оптимальности служит максимальная скорость строительства v_{max}, а для остальных — минимальные прямые нормируемые затраты C_{min}.

В программу вводится следующая информация: горно-геологические и горнотехнические факторы, установочные и директивные показатели, перечень имеющегося в распоряжении оборудования, социальные параметры имеющихся проходческих бригад.

Расчет ведут на основе постоянного справочного массива (ПСМ), содержащего: технические характеристики серийно выпускаемого проходческого оборудования, нормы времени или нормы выработок, область применения технологий и технологических схем проведения горных выработок, а также типов крепи для нескольких вариантов, один из которых определяется как

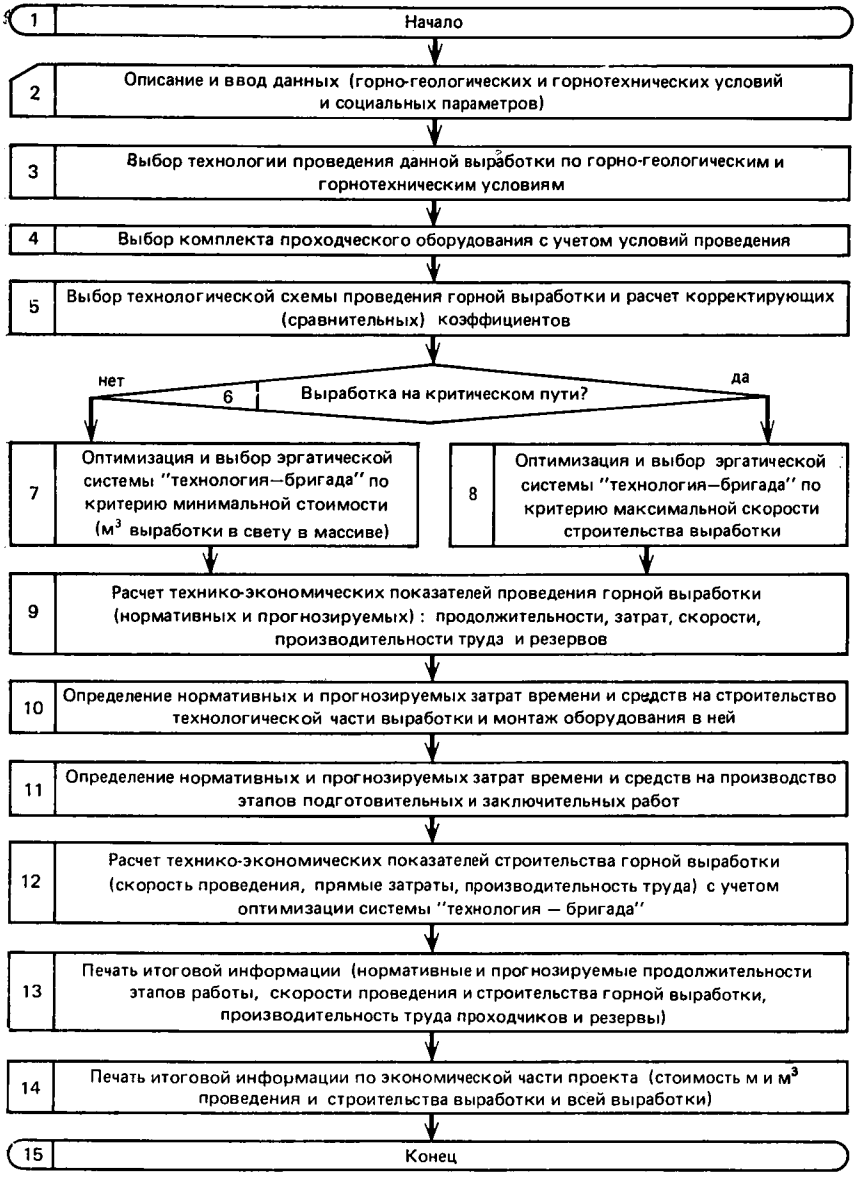


Рис. 5. Блок-схема программы выбора технологии строительства горной выработки на основе расчета, прогнозирования технико-экономических показателей и оптимизации эргатической системы «технология — бригада»

оптимальный (базовый), а все другие сравниваются с ним. Это делается на тот случай, если базовый вариант не может быть принят по тем или иным причинам.

Влияние социальных факторов на скорость проведения выработки отражено на графике (рис. 6).

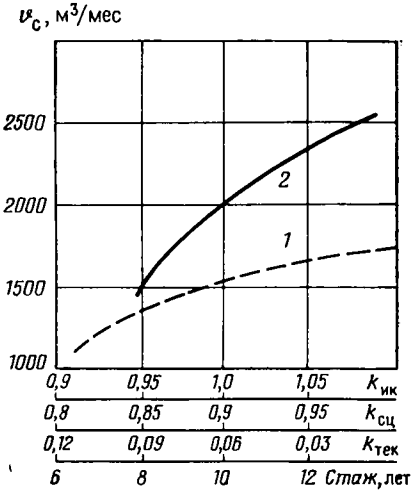


Рис. 6. График зависимости скорости строительства наклонной горной выработки (v_c) от коэффициента использования квалификации проходчиков ($k_{и.к}$), коэффициента специализации бригады ($k_{сц}$), коэффициента текучести рабочих кадров ($k_{тек}$), среднего подземного стажа работы проходчиков ($C_{таж}$):

1—буровзрывная технология; 2—комбайновая технология

5.2 Принципы создания и назначение АСУП для строящихся горных предприятий

АСУ применима в любых сферах человеческой деятельности, но в первую очередь ее широко внедряют для управления технологическими процессами (АСУТП), промышленными объединениями и предприятиями (АСУП) или их строительством.

АСУ производственным объединением или предприятием (АСУП) представляет собой систему управления, основанную на применении электронно-вычислительной техники и экономико-математических методов для решения основных задач управления производственно-хозяйственной деятельностью объединения (предприятия).

АСУП, создаваемые на базе ЭВМ третьего поколения, должны обеспечивать: автоматизированный сбор и обработку информации с широким использованием методов оптимизации по основным задачам и подсистемам управления на уровне объединений, шахтостроительных комбинатов, трестов и строительных управлений; хранение в памяти ЭВМ и комплексное использование нормативно-справочной, промежуточной и входной информации в процессе решения задач управления; организацию рационального документооборота с помощью средств АСУП.

По угольной промышленности разрабатывается и частично функционирует отраслевая система ОАСУ-уголь, которая подразделяется на ряд подсистем, выделяемых по функциональному, структурно-организационному и другим признакам.

ОАСУ-уголь базируется в первую очередь на подсистемах, созданных при эксплуатационных объединениях по добыче угля, а те, в свою очередь, на таких подсистемах, как АСИСТ (управление очистными работами), АСУГПР (управление горнопроход-

ческими работами), АСТРА (управление транспортом), САТУРН (управление трудовыми ресурсами), подсистемы управления проветриванием шахт, материально-техническим снабжением, электроснабжением, ликвидацией аварий, поверхностным комплексам и др.

Одной из важнейших предпосылок для успешной разработки и внедрения АСУ является достаточная и надежная информационная база обмена опытом, программами и другими сведениями. В связи с этим в международной системе «Информуголь» создана информационно-поисковая система (ИПС) угольной промышленности пяти стран — членов СЭВ с задачами, которые показаны на рис. 7.

По угольной промышленности система ОАСУ-уголь имеет подсистему КС-ОАСУ-уголь по управлению капитальным строительством.

На рис. 8 показаны организации, деятельность которых охватывается подсистемой КС-ОАСУ-уголь. Объектами управления в этой подсистеме являются учет и контроль: капитальных вложений по строительству горных предприятий; строительно-монтажных работ по стоимости, физическим объемам и срокам окончания объектов строительства; капитальных вложений по строительству и реконструкции материально-технической базы, по объектам непроизводственного назначения, в том числе по объектам жилищно-коммунального строительства.

Кроме того, в подсистеме отражено регулирование обеспечения строек проектно-сметной документацией, рабочими кадрами и материально-техническими ресурсами, оборудованием, транспортом и финансированием.

К управляющей части функционирования подсистемы КС-ОАСУ-уголь относятся следующие подсистемы обеспечения: информационная, техническая, математическая, организационная, программная.

К основным функциям КС-ОАСУ-уголь относятся: реорганизация структуры и специализация управленческого аппарата; механизация и автоматизация обработки информации (сбор, передача, переработка, выдача и хранение); отражение в каждый момент времени реального состояния объекта управления; математическое моделирование объекта управления, позволяющее оптимизировать управляемый процесс при известных ограничениях ресурсов; связь с другими системами, в том числе и с системами высокого уровня на основе единой информационной базы и кодирования; обеспечение высокой эффективности функционирования самой системы и оптимальных технико-экономических показателей управляемого процесса.

Подсистема КС-ОАСУ-уголь имеет человеко-машинный принцип, в которой управленческий персонал тесно взаимодействует с машинной информационной базой для подготовки и принятия решений на основе широкого использования метода сетевого планирования и управления.

Рис. 7. Информационно-поисковая система (ИПС) угольной отрасли промышленности по пяти странам — членам СЭВ и ее задачи

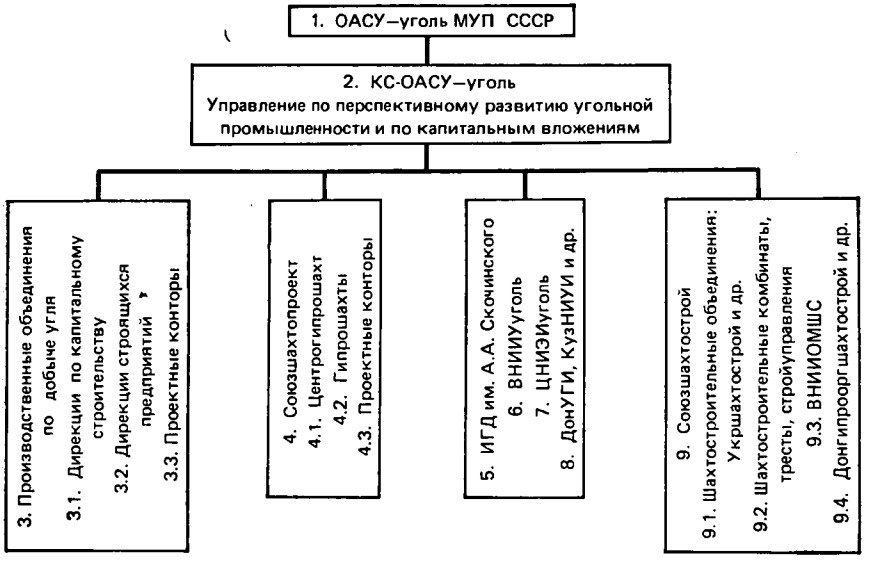


Рис. 8. Общий перечень организаций, деятельность которых с взаимным обменом информацией должна охватываться системой КС-ОАСУ-уголь

АСУ в шахтном строительстве имеет пока ограниченное применение по следующим причинам: фундаментальные теоретические исследования в шахтном строительстве вообще и в системе его управления отстают от конкретных потребностей создания АСУП, в связи с чем имеющиеся разработки захватывают узкую область управления общестроительного характера (АСУ СУПЕР — система управления перевозками раствора в комбинате Печоршахтострой, АСУ строительной индустрией комбината Кузбассшахтострой и др.); алгоритмы разрабатываются на основе сложившихся традиционных форм управления; отсутствие единой системы с подсистемой управление проектированием и подсистемой управление строительством шахт; отсутствие единой системы классификации и кодирования и др.

Разработка АСУП имеет следующие стадии: предпроектную, включающую разработку технико-экономического обоснования и технического задания на создание АСУП; разработку проектов, включающую разработку технического и рабочего проектов или технорабочего проекта системы; ввод в эксплуатацию АСУП, включающая проведение монтажно-наладочных работ, завершение мероприятий по подготовке предприятия к внедрению АСУП, опытную эксплуатацию и приемо-сдаточные испытания системы.

По перечисленным стадиям намечается разработка единой системы строительства горного предприятия с подсистемой управления строительством шахты или рудника.

При разработке подсистемы управления горнопроходческими работами основой ее является сетевой график сооружения горных выработок как на отдельном, так и на группе предприятий. Для оптимизации календарного плана ведения горнопроходческих работ принимаются следующие критерии: обоснованная максимальная скорость проведения выработок, лежащих на критическом пути; минимальная стоимость, приведенная к кубическим метрам в свету, для работ, не лежащих на критическом пути, и минимальные средние квадратические отклонения потребности в рабочих кадрах в каждый заданный момент времени.

В подсистеме берутся на учет все возможные технологические схемы сооружения горных выработок с соответствующими наборами проходческого оборудования и возможными технико-экономическими показателями его эксплуатации, а также все проходческие бригады с их специализацией и полной характеристикой. Одна из задач управления заключается в машинном подборе для каждой выработки наиболее подходящей технологической схемы, набора оборудования и состава проходческой бригады. Все эти данные вводятся в сетевую модель для последующей оптимизации и должны решаться на стадии разработки САПР.

5.3. Сетевое планирование и управление

Система сетевого планирования и управления (СПУ) как составная часть АСУ предназначена для управления деятельностью

коллективов людей, направленной на достижение намеченной цели. СПУ представляет собой систему управления, в которой автоматизированны обработка (расчет), передача, отображение, хранение и поиск информации. Окончательные решения принимаются соответствующими ответственными работниками.

Методическую основу СПУ составляют методы операционных исследований, теория ориентирования графов, инженерного анализа и некоторые разделы теории вероятностей.

Особенностями системы СПУ являются:

системный подход к управлению процессом проектирования и строительства горных предприятий;

использование информационно-динамической (сетевой) модели для логико-математического описания процесса проектирования или строительства и алгоритмизации расчетов параметров этого процесса (трудоемкость, продолжительность, стоимость);

применение информационно-вычислительных систем обработки исходных и оперативных данных для расчета плановых, корректировки фактических и составления аналитических и отчетных сводок.

Системный подход имеет следующие принципы: для достижения цели необходимо выполнить работы по четко определенному перечню и порядку; в перечне не должно быть разделения на важные или второстепенные работы; организации-исполнители рассматриваются как звенья одной организационной системы; план корректируется в ходе работ.

Системы СПУ характеризуются числом сетей, описывающих проект, объемом сетевой модели; числом конечных целей проекта; планируемыми и контролируемыми параметрами разработки; формой учета ограничений ресурсов.

Главным звеном систем является сетевая модель — отображение взаимосвязи и параметры всех работ. Под проектом подразумевается упорядоченная совокупность работ, необходимых для достижения поставленной цели, например по проектированию и строительству нового горного предприятия или реконструкции действующего.

Сетевая модель может быть построена с любой степенью детализации проекта (комплекса работ, темы, разработки) в зависимости от уровня руководства. В графическом изображении в виде сетевого графика она наглядно отображает состав и порядок выполнения отдельных работ, технологическую взаимосвязь между ними, а также события, совершение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Анализ сетевой модели по методу критического пути позволяет:

составить оптимальный план выполнения комплекса работ и вносить в него коррективы по ходу осуществления плана;

определить операции и события, имеющие критическое значение для планового и фактического сроков окончания комплекса работ;

более эффективно использовать ресурсы, направляя их на выполнение критических работ, сокращая тем самым срок выполнения всего комплекса работ в пределах, выявленных резервом времени, и т. п.

Процесс разработки и функционирования систем СПУ состоит из трех основных этапов.

Первый включает разработку структуры систем СПУ по блокам шахты, комплексам работ и объектам; структурный анализ строительства с установлением детальных характеристик объектов и закреплением отдельных структурных элементов (объектов, видов работ) за организациями-исполнителями; определение продолжительности выполнения работ; проектирование исходного сетевого графика с определением работ, попавших на критический путь.

Второй — заключается в оптимизации исходного сетевого графика, т. е. в расчете срока строительства предприятия при наименьшей его стоимости и рациональном распределении капиталовложений и ресурсов.

Третий — охватывает оперативный контроль и управление процессом проектирования или строительства.

Для сложных объектов в составе проекта строительства (ПОС) разрабатываются генеральной проектной организацией комплексные укрупненные сетевые графики. Сетевые графики должны определять продолжительность основных этапов проектирования или строительства предприятий, сроки поставки технологического оборудования, срок освоения предприятием проектной мощности, а также служить основой для планирования капитальных вложений и материально-технического снабжения.

Пользуясь сетевым графиком, можно в каждом конкретном случае установить перечень работ, продолжительность которых определяет срок строительства предприятия (критический путь).

Сокращение продолжительности работ, лежащих на критическом пути, является одной из задач ПОС и ППР. Все другие, некритические, пути и лежащие на них работы имеют определенный резерв времени, что может быть использовано для оптимизации графика, т. е. сокращения срока строительства, например, путем передачи процессам, попавшим на критический путь, дополнительных материально-технических ресурсов за счет других процессов (некритических) или за счет поставок извне. Сетевой график можно оптимизировать не только по затратам времени, но и по затратам труда, распределению материально-технических ресурсов и по стоимости строительства.

Наиболее точные оценки времени выполнения отдельных работ, а также данные по затратам материально-технических и денежных средств определяют при разработке ПОС и ППР. Поэтому первичная оптимизация сетевого графика должна быть проведена на стадии ПОС. В дальнейшем, при пользовании сетевым графиком на производстве, он корректируется ответствен-

ными исполнителями от всех привлеченных строительных организаций.

Принципы построения сетевого графика. Сетевая модель изображается в виде графика, состоящего из кружков и стрелок (рис. 9). Кружками на сетевом графике изображаются события, стрелками — отдельные работы.

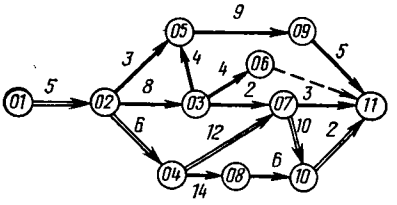


Рис. 9. Общий вид сетевого графика

Событие определяет начало или завершение некоторой работы. Кроме того, событие — это факт свершения всех предшествующих работ и готовность к выполнению последующих. Оно должно указывать на заслуживающий внимания или существенный момент в проекте, например на начало бетонирования фундаментов под опоры проходческого копра, начало монтажа проходческого копра и т. п. На события не расходуются ни время, ни ресурсы.

Как уже упоминалось, стрелкой на графике изображается работа, которую необходимо выполнить, чтобы перейти от одного события к другому.

Термин *«работа»* в графике может иметь следующие значения: *действительная работа*; требующая затрат времени и ресурсов (бетонирование фундаментов под опоры копра, монтаж копра);

ожидание — процесс, требующий затрат времени, но не требующий затрат ресурсов и труда (процесс твердения бетона в фундаменте копра);

зависимость (фиктивная работа) — изображение логической связи между двумя событиями. Она не требует затрат времени и ресурсов, но указывает, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от результатов другой. Обычно действительные работы и ожидания изображаются на сетевом графике сплошными стрелками, а фиктивные работы — пунктирными.

Продолжительность работы, как и любого процесса, измеряют количественно в часах, днях, неделях, месяцах. Действительным работам, кроме того, можно давать качественные оценки по трудоемкости, стоимости, затратам материальных ресурсов и т. д.

Любая работа сетевого графика соединяет два события: непосредственно предшествующее данной работе — i (являющееся для нее начальным событием) и следующее за ней — j (являющееся для нее конечным событием).

Аналогично событие (события), непосредственно следующее за каким-либо событием, называют *последующим* (последующими) по отношению к рассматриваемому. Событие (события), непосредственно предшествующее рассматриваемому, называют *предшествующим* (предшествующими).

События в сети должны происходить в логической последовательности, причем последовательность их определяется стрелками (работами), а не номерами событий. Однако нумерацию событий лучше упорядочить, что значительно упростит расчеты параметров сетевого графика. Для каждой работы порядковый номер начального события i должен быть меньше порядкового номера конечного события j.

Всем событиям присваивается цифровой шифр. Любая работа, изображенная на сетевом графике, должна быть закодирована шифрами ее начального и конечного событий. Например, работы, включенные в рассматриваемую сеть, обозначаются (01,02), (02,03), (02,05), (02,04), ..., (07,11), (10,11).

Если предполагается, что число событий в графике будет находиться в пределах двузначного числа, то начальное событие обозначается числом 01, если в пределах четырехзначного числа, то обозначается 0001.

При составлении сетевого графика важно четко сформулировать состав работ, начальное и конечное события. Формулировка работы должна полнее раскрывать ее сущность, а формулировка события должна возможно точнее определять, чем должна завершаться работа. Точная формулировка событий направляет внимание людей, составляющих график и контролирующих его выполнение, не только на то, какие работы должны быть выполнены для достижения конечной цели проекта, но и на то, каким должен быть результат каждой работы, в каком конкретном виде она должна быть закончена для того, чтобы могла начаться следующая за ней работа. Это особенно важно в тех случаях, когда последующая работа выполняется другим исполнителем, отделом, цехом или организацией-смежником.

Сеть всегда содержит, по крайней мере, два особых события: *исходное* и *завершающее* (на рис. 9 соответственно 01 и 11). Формулировка исходного события определяет условия для начала работ по выполнению данного комплекса операций. Например, «Постановление правительства о проектировании и строительстве шахты N принято», «Строительство (реконструкция) шахты N начато». Исходное событие не имеет предшествующих событий, относящихся к данной сети.

Формулировка завершающего события определяет конечную цель данного комплекса операций. Например, «Акт о сдаче шахты N в эксплуатацию подписан». Завершающее событие не имеет последующих работ и событий.

Рассматривая простейший пример сетевого графика, показанного на рис. 9, важно различать события как частные результаты отдельных работ, например событие 02 как результат работы с шифром (01,02), и события как суммарный результат нескольких работ, стрелки которых сходятся к одному кружку. Например, событие 11 следует рассматривать как результат работ с шифрами (09,11), (06,11), (07,11), (10,11).

Событие следует рассматривать не только как факт окончания данной работы, но и как необходимое условие для возможности начать следующую за ней работу. Очевидно, если какая-либо работа, например (05,09), может быть начата только после окончания нескольких других работ (02,05) и (03,05), то необходимым условием для ее начала является окончание всех этих работ.

Построение первого (чернового) варианта сетевого графика рекомендуется начинать с конечного (завершающего) события, постепенно приближаясь к начальному (исходному). При нанесении каждой работы необходимо учитывать: какие работы должны быть завершены раньше, чем начнется данная работа; какие работы могут начаться после завершения данной работы; какие другие работы должны выполняться одновременно с выполнением данной работы. В черновом варианте внешний вид сети и нумерация событий не имеют значения. В дальнейшем нумерация событий должна быть упорядоченной: исходное событие расположено слева, а завершающее — справа; все стрелки по возможности направлены слева направо.

Простейший способ упорядочения нумерации событий называется послойным и заключается в следующем: первый порядковый номер присваивается исходному событию; вычеркиваются (условно) работы, исходящие из пронумерованного события; среди событий, которыми завершаются вычеркнутые работы, выбирают и нумеруют порядковыми номерами события, имеющие только исходные работы. В таком порядке процесс упорядочения продолжается до завершающего события всего графика.

При построении сетевого графика следует придерживаться следующих правил.

В сети нельзя допускать «тупиков», т. е. событий, из которых не выходит ни одной работы, а также событий, в которые не входит ни одна работа (разумеется, в первом случае исключением является завершающее событие, а во втором — исходное).

В сетевом графике не допускаются работы, имеющие одинаковый шифр, т. е. общие начальные и конечные события; для изображения параллельных работ в сеть вводят дополнительные события, отражающие результаты каждой из указанных параллельных работ, и фиктивные работы (рис. 10,*а*).

В сети не допускают замкнутые контуры или циклы, например, работы *03,04*, *04,04* и *05,03* образуют замкнутый контур, что может быть причиной только случайной или логической ошибки (рис. 10,*б*);

если технология производства сложных работ предусматривает последовательное их выполнение, например, работы *04,05* и *04,0,7* (рис. 10,*в*) могут быть начаты до полного окончания непосредственно предшествующей им работы *01,04*, то эта последняя должна быть представлена как сумма последовательно выполненных работ *01,02*, *02,03* и *03,04*, результаты которых достаточны и необходимы для начала работ *04,05* и *04,07*;

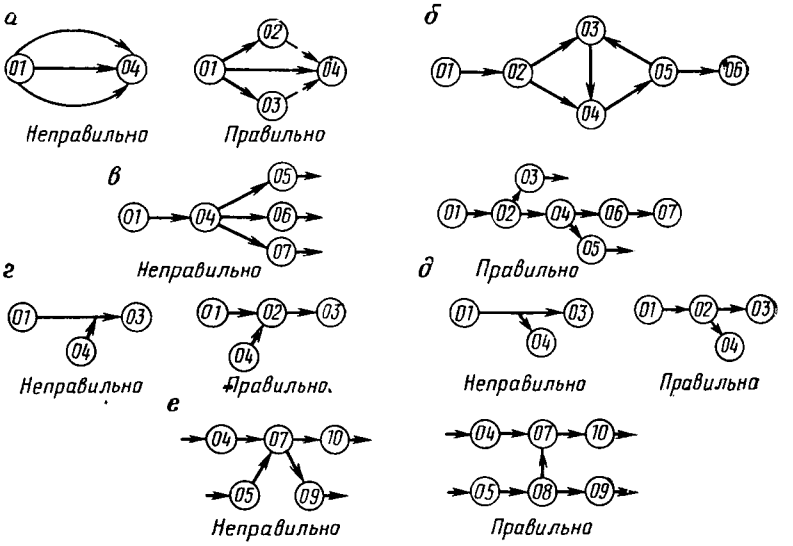


Рис. 10. Схема построения сетевого графика

если в процессе выполнения работы *01,03* (рис. 10,*г*) необходимо получить результат от одной или нескольких других работ, то следует разбить указанную работу на части и ввести одно или несколько дополнительных событий. Аналогичным образом поступают, если в процессе выполнения работы *01,03* (рис. 10,*д*) необходимо выдать промежуточный результат для начала работы *02,04*;

сетевой график должен правильно отображать последовательность работ и зависимость между ними. Если для начала какой-либо работы, например *07,10* (рис. 10,*е*), необходимо получение результатов всех предшествующих ей работ и в то же время начало работы *07,09* зависит только от выполнения работы *05,07* и не зависит от выполнения работы *04,07*, то в сетевой график вводят новое событие *08*, отражающее результаты работы *05,07* и фиктивную работу, связывающую новое событие с прежним.

Сетевая модель может иметь детерминированную, случайную или смешанную структуру. Детерминированная структура характеризуется точным определением числа, времени и взаимосвязи выполнения работ. Случайная структура предусматривает включение в сеть всех работ проекта с некоторой вероятностью.

Детерминированные оценки продолжительности работ определяют точно или с небольшими отклонениями. Например, продолжительность нормируемых работ (в сут)

$$t(i, j) = W/kHn_1n_2, \qquad (5.1)$$

где W — объем работ, м (м^3); k — коэффициент перевыполнения нормы выработки, составляющий 1,05÷1,08; H — норма выработ-

ки; n_1 — численность рабочих в смену; n_2 — число рабочих смен в сутки.

Определение продолжительности проведения выработок или их участков возможно на основе утвержденного месячного норматива.

В этом случае

$$t(i, j) = W/v, \tag{5.2}$$

где W — объем работ, м ($м^3$); v — суточный норматив проведения выработки, м ($м^3$).

Продолжительность работ, по которым отсутствуют нормы выработки или нормативы, можно определить на основе сметной стоимости работ и плановой выработки одного рабочего на этих работах:

$$t_{ij} = C/kc_в n_1 n_2, \tag{5.3}$$

где C — стоимость работ, руб.; $c_в$ — суточная выработка одного рабочего на данных работах, руб.

В сети с детерминированной структурой по некоторым видам работ определение нормативной продолжительности может быть затруднено из-за сложности или новизны самих работ, применения на этих работах нового технологического оборудования и т. п.

В таких случаях для расчета сетевого графика может быть определена ожидаемая продолжительность работы $t_{ож}$ на основе одной из следующих формул:

$$\left.\begin{aligned} t_{ож} &= \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}; \\ t_{ож} &= \frac{t_{min} + 4t_{н.в} + t_{max}}{6}, \end{aligned}\right\} \tag{5.4}$$

где t_{min} — минимальная продолжительность работы, т. е. продолжительность работы при наиболее благоприятном стечении обстоятельств; t_{max} — максимальная продолжительность работы, т. е. продолжительность работы при самом неблагоприятном стечении обстоятельств; $t_{н.в}$ — наиболее вероятная продолжительность работ, которая будет иметь место при нормальных, чаще всего встречающихся условиях выполнения работы.

Любую последовательность (цепочку) технологически взаимосвязанных работ в сетевом графике, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называют *путем*. Полный путь имеет начало в исходном событии, а конец — в завершающем событии сетевого графика. Сетевой график на рис. 9 имеет семь полных путей.

Относительно данного события возможны: предшествующий путь, соединяющий по цепочке работ данное событие с исходным; последующий путь, соединяющий данное событие с завершающим.

В процессе анализа сетевого графика возможно выделение пути между двумя промежуточными событиями i и j, не совпадаю-

щими ни с исходными, ни с завершающими событиями. Например, на рис. 9 можно выделить два пути между событиями 04 и 10, проходящие через события 07 и 08.

Продолжительность того или иного пути $t(L)$ складывается из продолжительностей составляющих его работ $t(i, j)$.

Сетевые графики обычно имеют много путей, ведущих от исходного события к завершающему с меньшей и большей продолжительностью. На графике (см. рис. 9) путь *01, 02, 03, 07, 11* имеет продолжительность 18 дней, а путь *01, 02, 04, 07, 10, 11*, имеющий наибольшую продолжительность 35 дней, называют *критическим* и обозначают $L_{кр}$. На примерном сетевом графике критический путь обозначен двойной линией. Продолжительность критического пути $T_{кр}$ определяет срок строительства объекта, на который составлен сетевой график.

Сетевой график пересматривается с целью сокращения продолжительности критического пути, если он превышает нормативный (директивный) срок строительства объекта. Оперативный контроль за ходом строительства ведется прежде всего по работам, лежащим на критическом пути, а также по работам, которые в ближайшее время могут выйти на этот путь. Совершенствуя технологию работ на критическом пути, доукомплектовывая их материально-техническими ресурсами, мы можем сократить продолжительность этих работ, а следовательно, и продолжительность критического пути. Наряду с этим разница в продолжительности между критическим и другими полными путями дает возможность определить резервы времени не только по некритическим путям, но и по отдельным работам.

Для определения резервов времени события i необходимо знать *ранний* и *поздний* сроки его свершения.

Прежде всего следует уяснить, что ранний срок $t_р(i)$ и поздний срок $t_п(j)$ свершения исходного события равны нулю. Для завершающего события $t_р(i) = t_п(j) = T_{н.р.}$

События критического пути не имеют резерва времени, и для них $t_р(i) = t_р(j)$.

Событие *05* на сетевом графике (см. рис. 9) имеет два пути из исходного события 01. Первый путь *01, 02, 05* имеет продолжительность 8 дней и второй путь *01, 02, 03, 05* — 17 дней. Утверждать, что $t_р(05) = 8$, нельзя, так как событие *05* свершится только через 17 дней. Таким образом, *ранний срок* свершения события требует окончания всех работ, которые в нем сходятся, а по продолжительности он равен самому длинному пути, ведущему к данному событию: $t_р(05) = t(01, 02) + t(02, 03) + t(03, 05) = 17$.

Поздний срок свершения события $t_п(i)$ характеризует момент времени, к которому обязательно должно произойти событие, чтобы не нарушать ход строительства по утвержденному графику.

Поздний срок вычисляется в обратном порядке, начиная с завершающего события сети, и равен разности между $T_{кр}$ и продолжительностью наиболее длинного из последующих за событием путей.

Например, для события *05* (см. рис. 9).

$t_п(05) = T_{кр} - [t(05, 09) + i(09, 11)] = 21.$

Резерв времени для события i обозначается через $R(i)$ и определяется как разность между поздним и ранним сроками свершения события, т. е.

$$R(i) = t_п(i) - t_р(i). \quad (5.5)$$

В нашем примере $R(05) = 21 - 17 = 4$. Он означает предельно допустимый срок задержки наступления события $R(05)$, не вызывающий увеличения срока выполнения проекта.

Если обозначить самый длинный предшествующий событию путь через $\bar{L}_1(i)$, а самый длинный последующий за событием i путь через $\bar{L}_2(i)$, то правило определения $t_р(i)$ и $t_п(i)$ может быть записано следующим образом:

$$t_р(i) = t[\bar{L}_1(i)], \quad (5.6)$$

и

$$t_р(i) = T_{кр} - t[\bar{L}_2(i)]. \quad (5.7)$$

После определения $t_р(i)$ и $t_п(i)$ для всех событий сети находят следующие параметры всех работ i, j:

ранний срок начала работы

$$t_{р.н}(i, j) = t_р(i); \quad (5.8)$$

поздний срок начала работы

$$t_{п.н}(i,j) = t_п(i) - t(i,j); \quad (5.9)$$

ранний срок окончания работы

$$t_{р.о}(i, j) = t_р(i) + t(i, j); \quad (5.10)$$

поздний срок окончания работы

$$t_{п.о}(i,j) = t_п(j). \quad (5.11)$$

Работы, лежащие на критическом пути, имеют $t_{р.н} = t_{п.н}$ и $t_{р.о} = t_{п.о}$, так как для всех событий этого пути $t_р = t_п$. Резервом времени $R(L)$ любого пути L называют разность между продолжительностью критического пути $T_{кр}$ и продолжительностью данного пути $t(L)$:

$$R(L) = T_{кр} - t(L). \quad (5.12)$$

Резерв времени $R(L)$ показывает, насколько в сумме могут быть увеличены продолжительности всех работ на пути L без существенного влияния на общий срок строительства.

Допустимое увеличение продолжительности отдельных работ называется полным резервом времени работ $R_п(i, j)$.

Увеличение продолжительности отдельных работ сверх полного резерва времени приведет к $t(L)_{max} > T_{кр}$ и перемещению критического пути на путь L.

Полный резерв времени $R_п(i, j)$ работы (i, j) определяют как резерв времени самого длинного пути, проходящего через данную

работу, из выражения

$$R_п(i, j) = t_п(j) - t_р(i) - t(i, j). \quad (5.13)$$

Свободный резерв времени работы $R_с(i, j)$ определяют как разность между ранними сроками наступления событий i и j за вычетом продолжительности работы i и j:

$$R_с(i, j) = t_р(j) - t_р(i) - t(i, j). \quad (5.14)$$

Свободный резерв времени указывает максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность отдельной работы и задержать ее начало, не меняя ранних сроков начала последующих работ. При этом выдерживают условие, что непосредственно предшествующее событие наступило в свой ранний срок. Использование свободного резерва времени на одной из работ не меняет величины свободных резервов времени остальных работ сети.

Если обозначить директивный (нормативный) срок строительства шахты (объекта) через $T_д$, то при $T_д = T_{кр}$ сеть называют приведенной. В варианте неприведенной сети ($T_д - T_{кр} = \Delta$) поздние сроки наступления событий, резервы времени событий, резервы времени путей и полные резервы времени работ находят путем прибавления к их значениям разницы Δ:

$$\left.\begin{aligned} &t_п'(i) = t_п(i) + \Delta;\ R_п'(i, j) = R_п(i, j) + \Delta; \\ &R'(L) = R(L) + \Delta;\ R'(i) = R(i) + \Delta. \end{aligned}\right\} \quad (5.15)$$

Параметры сетевого графика, содержащего свыше 300 событий, рассчитывают на ЭВМ, при меньшем числе событий — вручную. Распространен алгоритм ручного расчета сетевого графика по потенциалам, при котором сроки раннего и позднего начала и окончания работ наносятся на график. Сетевые графики до 100—150 событий можно рассчитывать при помощи табличного алгоритма. Такая таблица должна иметь число колонок и строк, равное числу событий плюс три*.

Проектирование и оптимизация сетевого графика строительства шахты или рудника. Сетевой график строительства шахты проектируется на основе следующих исходных документов: технического проекта и рабочих чертежей; проекта организации строительства, проектов производства работ и технологических карт; проектных и фактических данных по технологии, организации и срокам строительства (реконструкции) подобных предприятий; СНиПа и других действующих норм и расценок на строительно-монтажные работы; сведений о структуре и наличных ресурсах подрядных и субподрядных строительно-монтажных организаций; сведений о материально-технической базе строительства; договоров с предприятиями стройиндустрии и заводами, поставляющими оборудование.

---

* Детально табличный алгоритм изложен в первом и втором издании учебника.

На первом этапе проектируют укрупненный сетевой график строительства (реконструкции) горного предприятия и организацию системы сетевого планирования и управления строительством.

На втором этапе, в процессе функционирования системы СПУ, всей службой системы, и главным образом ее ответственными исполнителями, от всех подрядных строительно-монтажных организаций разрабатываются пообъектные сетевые графики и осуществляется их последующий непрерывный контроль с целью принятия мер по устранению возможных несогласований.

К строительству шахты обычно привлекаются строительные тресты, которые на стройплощадке могут быть представлены (в зависимости от выполняемого объема работ) одним или несколькими строительными управлениями или участками. Ответственные исполнители, привлекаемые от всех участвующих в строительстве организаций, должны знать методы производства работ, структурное построение данной организации, материально-технические ресурсы организации и технологию эксплуатации шахты. Эта группа заполняет исходными данными по своим объектам работ карточки-определители и разрабатывает по частям сетевой график. Они же дают оценку продолжительности отдельных работ. Затем готовые части «сшивают» в общий сетевой график с нумерацией всех событий и представлением шифров работ в карточках-определителях.

Сетевой график подвергается ручной или машинной обработке для определения критического пути, ранних и поздних сроков окончания работ, полных и свободных резервов времени. Если окажется, что продолжительность критического пути превышает директивный срок и неправильно распределены материально-технические ресурсы, то следует провести оптимизацию сетевого графика по времени и распределению материально-технических ресурсов.

Оптимизация сетевого графика может потребовать пересмотра технологии, взаимосвязи и продолжительности отдельных работ, что должно производиться одновременно с пересмотром проекта организации строительства и проектов производства работ.

Наличие полных и свободных резервов времени у работ, не попавших на критический путь, позволяет начинать эти работы позже или выполнять более медленно и более рационально использовать освободившиеся материально-технические ресурсы. Пересчет параметров сетевого графика с использованием обоснованных проектом сокращений продолжительности отдельных критических работ и всего критического пути, а также рациональных перемещений материально-технических ресурсов позволяет установить оптимальные сроки окончания строительства при заданных стоимостных оценках. Дальнейшее сокращение сроков строительства приведет к удорожанию стоимости работ, однако и в этом случае можно выбрать и сократить продолжительность некоторых критических работ с учетом их наименьшего удорожания.

При этом к уже имеющимся нормальным оценкам работ по времени и стоимости необходимо определить минимальные оценки работ по времени (при неограниченных материально-технических ресурсах) и соответствующие стоимости работ.

На основании этих данных определяют коэффициент удорожания работ $k_{уд}$ (руб/сут), показывающий, насколько удорожается работа при сокращении ее продолжительности на единицу времени по сравнению с нормальной:

$$k_{уд} = (C_с - C_н) / (t_н - t_с), \qquad (5.16)$$

где $C_с$ — себестоимость при сокращенной продолжительности работы, руб.; $C_н$ — себестоимость при нормальной продолжительности работы, руб.; $t_н$ — нормальная продолжительность работы, сут; $t_с$ — сокращенная продолжительность работы, сут.

При сокращении продолжительности критических работ могут быть три случая, когда сокращаемая критическая работа:

не имеет себе параллельных (в этом случае сокращение ее продолжительности приводит к такому же сокращению длины критического пути);

имеет одну параллельную некритическую работу (в этом случае сокращение не должно превышать величины полного резерва по параллельной критической работе);

имеет несколько параллельных некритических работ (в этом случае сокращение критической работы не должно превышать величины минимального полного резерва по параллельным некритическим работам).

Сокращение начинают с работ, имеющих меньшие коэффициенты удорожания.

Предположим, что в рассмотренном примере нормативный срок строительства 30 дней ($T_{кр}$=35), а оценки критических работ по времени и коэффициенты удорожания приведены в табл. 5.1.

Для того чтобы уложиться в норматив, необходимо сократить продолжительность $T_{кр}$ на пять дней.

Сокращаем критические работы, начиная с работ, имеющих меньшие коэффициенты удорожания, с учетом технологических возможностей и минимальных полных резервов.

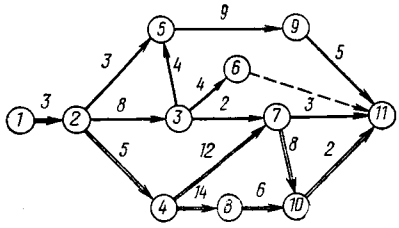


Рис. 11. Сокращенный сетевой график

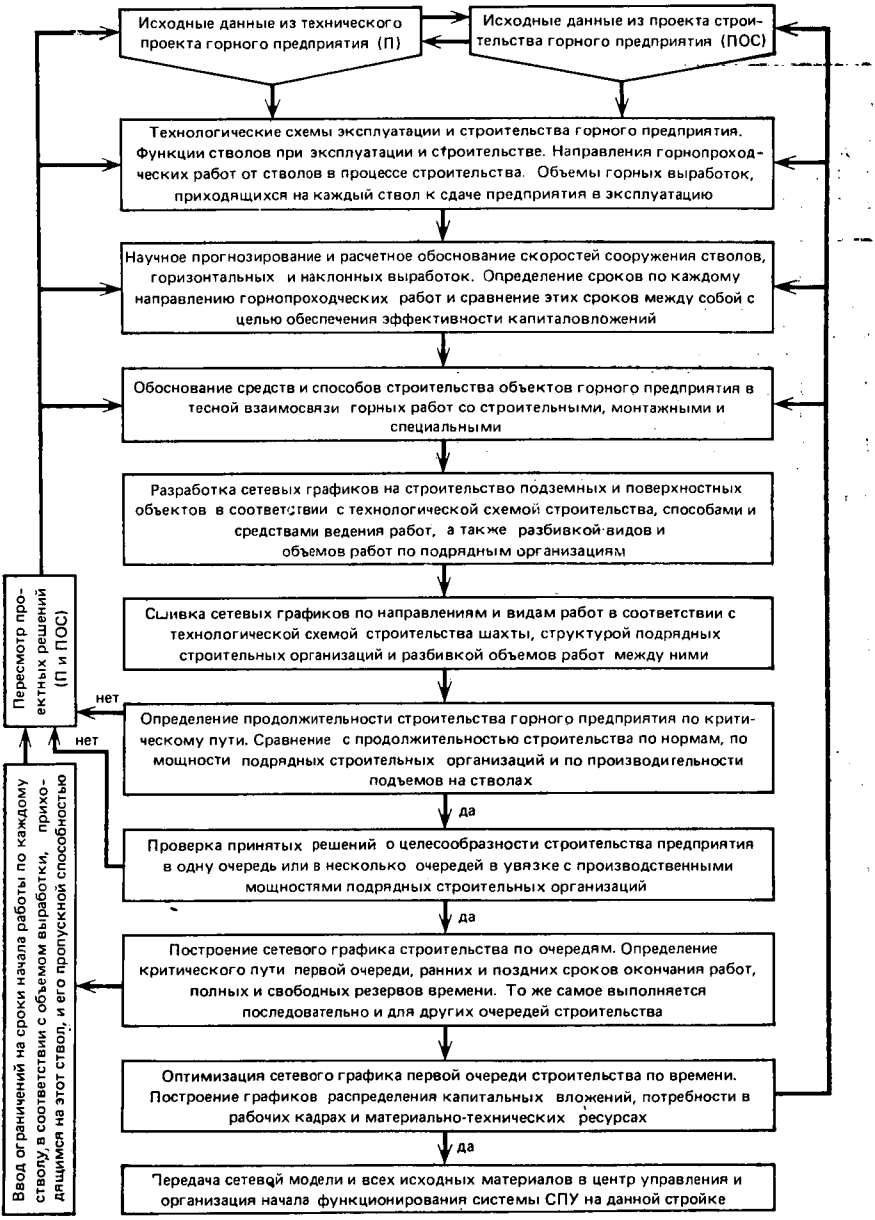


Рис. 12. Блок-схема построения сетевой модели строительства горного предприятия для начала функционирования системы СПУ

Таблица 5.1

Показатели	Коэффициенты удорожания критических работ				
	01—02	02—04	04—07	07—10	10—11
$t_н$	5	6	12	10	2
t_c	3	5	8	7	2
$k_{уд}$	150	200	350	300	—
$R_п(i, j)_{min}$	—	4	2	4	4
Возможные сокращения	2	1	2	3	—

Работу (*01—02*) сокращаем на два дня, работу (*02—04*) — на один день, а работу (*07—10*) — на два дня. Всего сокращено 5 дней.

Сетевой график после сокращения работ (рис. 11) имеет два критических пути.

Сетевой график может быть дополнен графиками потребности в рабочих по профессиям, в строительных и проходческих машинах, конструкциях и изделиях заводского изготовления, фондируемых материалах, технологическом оборудовании и др.

На рис. 12 приведена возможная блок-схема построения сетевой модели строительства горного предприятия для начала функционирования системы СПУ.

Сетевое планирование широко применяют при строительстве горных предприятий. Центрогипрошахтом была разработана сетевая система планирования и управления (КРАСС-66) строительством шахты «Красноармейская-Капитальная».

С применением сетевого планирования строились шахты им. Скочинского, «Южно-Донбасская» № 1, «Ждановская-Капитальная» № 1 и «Южно-Донбасская» № 3.

Главная задача в настоящее время заключается в широком применении не только сетевого планирования и управления, но и систем СПУ как элементов АСУП.

Раздел второй

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

6. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

6.1. Продолжительность строительства шахт

В настоящее время развитие горнодобывающей промышленности характеризуется значительным укрупнением вводимых в действие и вновь закладываемых шахт. Например, если в 1955—1958 гг. средняя годовая производственная мощность одной введенной шахты по добыче угля составляла 283 тыс. т, то в 1963 г. она достигла 1045 тыс. т. Производственная мощность шахт, построенных в 1962—1965 гг., достигла в среднем 2390 тыс. т, а в последующие годы по ряду шахт значительно превысила эту цифру (в млн. т): «Распадская» — 7,5, «Воргашорская» № 1 — 4,5, «Томусинская» № 9 — 10—4,8, им. Стаханова («Красноармейская-Капитальная») — 4, «Обуховская № 1—3.

Производственные мощности и сроки строительства основных новых шахт Донбасса представлены в табл. 6.1.

Значительное развитие получат другие угольные бассейны страны. В Подмосковном буроугольном бассейне начато строительство шести шахт и намечается закладка еще нескольких шахт.

Большие объемы работ по всем угольным бассейнам предусматриваются в области реконструкции шахт и интенсификации добычи угля путем технического перевооружения действующих предприятий.

Планом развития горнорудной промышленности намечено значительно расширить масштабы нового строительства и реконструкции действующих предприятий по добыче руд черных и цветных металлов.

Укрупнение шахт связано с увеличением глубины разработки и размеров шахтных полей по простиранию от 4 до 12 км (в отдельных случаях до 20 км) и по падению от 2 до 8 км. Возрос объем горных работ и по сооружению выработок околоствольных дворов — до 65 тыс. м^3, а по сооружению протяженных горных выработок — до 100—110 км. При этом максимальная длина цепи выработок, проводимых одним забоем (главное направление), достигает 4 км. Так, например, построенная в Донбассе шахта им. Стаханова («Красноармейская-Капитальная») имеет глубину

Таблица 6.1

Шахта	Марка угля	Производственная мощность шахты, тыс. т/год		Общий объем выработок к сдаче, тыс. м³ в свету					Год строительства	
		общая	I очередь	стволов	%	горизонтальных и наклонных	%	Всего	Начало	Ввод I очереди
„Комсомолец Донбасса" („Ждановская-Капитальная")	Т	3600	2100	85	16,5	432	83,5	517	1974	1980
„Нагольчанская" № 1—2	А	3000	750	120,2	5,3	363	94,7	383	1965	1980
„Должанская-Капитальная"	А	4200	3000	81,4	13,5	522,5	86,5	603,9	1970	1981
„Шахтерская-Глубокая"	А	1800	750	203	24,2	638,5	75,8	841,5	1970	1986
„Суходольская-Восточная"	Ж, кокс	3000	1200	150,2	20,2	592,6	79,8	742,8	1965	1980
„Самсоновская-Западная"	Ж, кокс	2400	630	269	38,2	436	61,8	705	1965	1990
„Красноармейская-Западная" № 1	Ж, К, кокс	2100	1200	83,17	20,2	329,23	79,8	412,4	1974	1990
„Южно-Донбасская" № 3	Г, кокс	2400	1200	112,1	26,8	306,5	73,2	418,6	1974	1985
„Западно-Донбасская" № 6/42	Г, кокс	3000	1500	—	—	—	—	—	1965	1979
„Западно-Донбасская" № 16/17	Г, кокс	3000	1500	79	16,2	407	83,8	486	1965	1979

стволов 1082 м, объем выработок околоствольного двора центрального блока 65 тыс. м³ и протяженность горизонтальных и наклонных горных выработок к сдаче 100 км.

Масштабы строительства, а также увеличение мощности горных предприятий накладывают особую ответственность на шахтостроителей, так как фактические сроки строительства часто превышают нормативные.

Изучение материалов сооружения 58 шахт комбинатами Донецкшахтострой, Ворошиловградшахтострой и Днепрошахтострой показывает, что большие сроки строительства в значительной степени обусловлены неточностью распределения по годам стоимости сооружения шахт; несоответствием распределения капитальных вложений и их освоения стройками по периодам строительства и годам; частым невыполнением даже заниженных планов строительными организациями ввиду их малой производственной мощности; недоработками в технических проектах; недостаточным уровнем разработки проектов организации строительства шахт; большой продолжительностью строительства стволов; низкой скоростью проведения горизонтальных и наклонных выработок, особенно главного направления; недоработками в области

материально-технического обеспечения, планирования и управления строительством.

Продолжительность строительства подземной части шахты зависит от следующих основных параметров: объема выработок к сдаче в эксплуатацию; числа, площади поперечного сечения и расположения стволов; числа и производительности подъемов; удельных капиталовложений на 1 м^3 выработок, подготавливаемых к сдаче в эксплуатацию; технологичности строительства комплекса выработок.

Анализ проектов показал, что объем выработок к сдаче в эксплуатацию не имеет пропорциональной зависимости от мощности шахт. Число и диаметр стволов также не имеют закономерной зависимости от годовой мощности шахт и объема выработок к сдаче, что приводит к значительным колебаниям удельных показателей по объему выработок, приходящихся на каждый ствол и на 1 тыс. т годовой мощности.

В проектах современных шахт мощностью свыше 1,8 млн. т год в Донецком и других бассейнах страны объем стволов в свету снижается, а объем горизонтальных и наклонных выработок, подготавливаемых к сдаче шахт, возрастает.

В проектах Донгипрошахта при мощности шахт 1,8 млн. т/год объемы стволов, а также горизонтальных и наклонных выработок были почти равны, а в современных проектах шахт мощностью 2,1—3,6 млн. т/год объемы горизонтальных и наклонных выработок возрастают до 80% от общего объема выработок к сдаче.

Уменьшение объема стволов приводит к сокращению фронта горнопроходческих работ во втором периоде и числа одновременно действующих забоев, кроме того, их пропускная способность оказывается недостаточной для обеспечения нужного грузопотока горной массы от проведения горизонтальных и наклонных выработок, если учесть, что скорость проведения последних возрастает.

В настоящее время задача заключается в том, чтобы, учитывая тенденцию относительного увеличения объема горизонтальных и наклонных выработок, разработать обоснованные меры, позволяющие использовать резервы повышения скорости их проведения и в целом сократить продолжительность строительства шахт во втором периоде.

Максимальная скорость строительства центральных стволов шахт достигает в настоящее время 15—16 м/мес, вентиляционных — 22 м/мес, а средняя скорость по тем и другим стволам находится в пределах 10—12 м/мес.

Средняя скорость строительства стволов при условии сохранения нормативной продолжительности строительства шахты соответственно должна быть 12,7—18,0 м/мес при глубине стволов до 500 м и 18—27 м/мес при глубине до 1000 м.

Определение необходимой скорости строительства стволов шахты, которая удовлетворяла бы нормативным срокам строительства и принятой технологии работ или еще лучше оптималь-

ной скорости при заданном комплексе условий, является задачей ПОС и ППР.

Средняя скорость проведения выработок по шахтостроительным организациям страны составила:

Год	1969	1975	1977	1985
Вертикальных стволов обычным способом, м/мес	53,0	64,9	64,9	37,5
Выработок околоствольного двора, м³ в свету/мес	359,0	328,9	332,0	341,0
Квершлагов и полевых штреков, м/мес	65,9	60,0	60,6	50,5
Штреков по углю, м/мес	94,8	—	—	131,3
Штреков по углю с подрывкой породы, м/мес	89,5	94,4	102,6	66,6
Бремсбергов по углю с подрывкой породы, м/мес	92,0	84,4	89,0	70,3
Полевых бремсбергов, м/мес	39,3	47,3	43,7	42,7
Уклонов по углю с подрывкой породы, м/мес	66,3	76,7	67,3	57,0
Полевых уклонов, м/мес	46,2	45,3	42,3	34,0

Проведение одним забоем цепи горизонтальных и наклонных выработок длиной 3—4 км со средней скоростью 65 м/мес потребует 3,8—5,1 года. Такие сроки подготовки шахтного поля не укладываются в норматив, в связи с чем средняя скорость проведения горизонтальных и наклонных выработок главного направления должна быть в 1,5 или 2 раза выше. Необходимые или оптимальные скорости строительства горизонтальных и наклонных выработок как по главному направлению, так и по всем остальным должны быть определены в ПОС.

Объем выработок в цепи главного направления в зависимости от способов вскрытия и подготовки составляет 20—30% общего объема, поэтому число действующих забоев и скорость проведения всех остальных выработок тоже должны быть достаточными, чтобы уложиться в срок подготовки к сдаче поля в эксплуатацию. Например, при длине цепи выработок главного направления 2 км срок подготовки шахтного поля при средней скорости проведения всех выработок 65 м/мес составит 2,5 года. Объем всех остальных выработок, допустим, составляет 15 км, и чтобы уложиться в 2,5 года при той же скорости необходимо иметь 10 одновременно действующих забоев. При шести одновременно действующих забоях срок проведения всех остальных выработок составит 3,2 года и превысит срок подготовки по главному направлению. Наряду с этим не следует забывать, что число одновременно действующих забоев при заданной скорости проведения выработок ограничивается производительностью средств подземного транспорта, подъема и транспорта на поверхности.

Многочисленные факторы, влияющие на продолжительность и стоимость строительства шахты, можно разделить на три группы:

природные факторы — разведанность месторождения, характер и элементы залегания пород и пластов угля, физико-механические свойства горных пород, газоносность, водообильность месторождения, выбросоопасность пород и угля, изменение свойств пород с глубиной и др.;

технические факторы, относящиеся как к техническому проекту, так и к проекту строительства,— объемы работ, площади по-

перечных сечений горных выработок, технология добычи угля и соответствующие транспортные сети и коммуникации, технология строительных работ, характеристики принятого эксплуатационного и строительного оборудования, характеристики строительных и крепежных материалов, конструкций и изделий и предоставляемые ими возможности внедрения индустриальных методов ведения работ, уровень механизации и автоматизации всех работ по добыче угля и по строительству шахты, методы ведения работ;

социально-экономические и организационные — уровень развития производительных сил и производственных отношений в данный период и в перспективе, уровень производительности труда подрядных строительных организаций и их оснащенность строительной техникой, уровень специализации строительных организаций, организация контроля и управления строительством, уровень технической квалификации и культурно-политической подготовки ИТР и рабочих, режим работы, система нормирования и оплаты труда, развитие научных направлений в проектировании шахт и др.

Задача заключается в том, чтобы определить качественное и количественное влияние всех действующих факторов и представить их совокупность в виде экономико-математической модели строительства шахты для оптимального проектирования. Уровень современных проектов в решении таких задач еще низок, в результате чего выполняемые оргстройпроекты на стадии проекта строительными организациями используются плохо, а на стадии ППР — только для первого периода строительства шахты. Очень часто фактический ход работ не соответствует проектным решениям раздела «Организация строительства».

6.2. Методы определения продолжительности строительства горных предприятий

Продолжительность строительства шахты или рудника на начальном этапе проектирования определяется расчетными методами, а на завершающем этапе — построением сетевого графика, оптимизированного по времени, ресурсам и стоимости. Нормативный метод определения продолжительности строительства не учитывает возможных ограничений, вызванных усложнением горно-геологических условий, увеличением объемов работ, а также мощности подрядных строительных организаций и производительности подъемов. Метод определения продолжительности строительства предприятий по сетевым графикам применяется после разработки технологии сооружения как отдельных объектов, так и всего комплекса в целом. При этом в график заносятся уже готовые сроки строительства, если они даже превышают нормативные. Пересмотреть такие сроки возможно, но при этом необходимо вносить изменения в готовый проект. Для повышения точности и достоверности проектирования на начальном этапе (кроме нормативного метода) целесообразно применять методы определения

продолжительности строительства предприятий по: объему горнопроходческих работ и скорости сооружения горных выработок; суммарной производственной мощности подрядных строительных организаций; схеме выработок главного направления; производительности подъемов.

Всестороннее прогнозирование имеет цель предупредить все возможные причины увеличения продолжительности строительства. Важность этой цели проиллюстрируем примером: сокращение продолжительности строительства на один месяц шахты мощностью 1,8 млн. т в год обеспечивает экономию 5 млн. руб. только за счет реализации угля.

Продолжительность строительства шахты $T_ш$ (мес.) в соответствии с принятой схемой последовательности работ (см. рис. 3) представляет сумму затрат времени на подготовительный, первый и второй основные периоды строительства:

$$T_ш = t_п + t_1 + t_2 + t_3, \qquad (6.1)$$

где $t_п$ — продолжительность подготовительного периода от начала работ по строительству предприятия до начала работ по оснащению стволов, на которые будет направлен грузовой поток горной массы при переходе на проведение горизонтальных околоствольных и других выработок, мес.; t_1 — продолжительность строительства стволов, мес.; t_2 — продолжительность строительства горизонтальных, наклонных и других выработок главного направления с учетом затрат времени на переходные и подготовительные работы на горизонте, мес.; t_3 — продолжительность завершающих работ (окончание монтажа постоянного технологического оборудования и комплексное опробование всей технологической линии под нагрузкой), мес.

По этой формуле определяется продолжительность строительства шахты на всех встречных направлениях горнопроходческих работ через стволы, по которым выдается горная масса.

Основными слагаемыми этой суммы являются t_1 и t_2, на которые приходится до 93% времени от продолжительности строительства шахты. Определению t_1 и t_2 следует уделить основное внимание на начальных этапах проектирования организации строительства. Слагаемые $t_п$ и t_3 для предварительных расчетов могут быть взяты в процентах от продолжительности строительства шахты по норме на основе статистической обработки соответствующих фактических данных по ранее построенным шахтам.

Продолжительность подготовительного периода $t_п$ определяется затратами времени на внешнеплощадочные работы и работы нулевого цикла (строительство подъездных железных и автомобильных дорог, прокладка линий электропередач и связи, устройство сетей водоснабжения, теплоснабжения, канализации и др.).

Продолжительность первого периода определяется скоростью строительства ствола. В табл. 6.2 и 8.1 приведены фактические данные, характеризующие влияние показателей скорости и сроков проходки и строительства стволов на продолжительность строительства шахты.

Таблица 6.2

Шахта	Ствол	Диаметр ствола в свету, м	Глубина ствола, м	Продолжительность строительства шахты, мес.	Продолжительность проходки стволов от продолжительности строительства шахты, %	Продолжительность строительства стволов от продолжительности строительства шахты, %
„Прогресс" („Красная Звезда")	Главный	7,5	1319	138	33,5	94,9
	Вспомогательный	8,0	1255	138	26,8	76,9
	Северный вентиляционный	5,5	983	138	14,5	34,0
„Южно-Донбасская" № 1	Главный	7,5	440	93	16,15	87,0
	Вспомогательный	8,0	384	93	22,6	74,2
	Вентиляционный	5,0	335	93	19,35	51,6
„Октябрьский рудник"	Главный	8,2	1093	152	15,1	81,5
	Вспомогательный	8,5	1038	152	25,0	63,2
	Воздухоподающий № 1	5,0	1000	152	23,7	42,7
	Вентиляционный	6,5	748	152	19,05	37,5

При примерно равных скоростях проходки скорости сооружения стволов существенно влияют на общую продолжительность строительства шахты. Если продолжительность проходки стволов составляет 6,5—33% продолжительности строительства шахты, то продолжительность сооружения стволов 35—94,9%. Повышение скорости проходки ствола в 1,5 раза позволит сократить продолжительность строительства шахты на 4—7 мес., а строительство стволов — на 20—24 мес. В связи с этим целесообразно учитывать коэффициент k_c:

$$k_c = v_c / v_т, \qquad (6.2)$$

где v_c — фактическая, расчетная или нормативная скорость сооружения ствола, м/мес; $v_т$ — соответствующая скорость проходки ствола, м/мес.

Коэффициент k_c можно использовать как переходный показатель для пересчета скорости проходки в скорость сооружения и наоборот. Фактические значения этого коэффициента для некоторых стволов приведены в табл. 6.6. На стройках с хорошей подготовкой и организацией работ при максимальном использовании постоянного оборудования коэффициент выше, чем на других стройках.

По принятой схеме последовательности работ (см. рис. 3) часть работ по строительству стволов, которая производится в подготовительном периоде (оснащение, проходка технологической части, подготовка к проходке самого ствола), и вторая часть работ в первом периоде (проходка ствола и примыкающих камер, армирование и переоборудование подъемов по постоянной схеме) объединены.

Представляется целесообразным при анализе проекта и хода строительства шахты по времени и другим критериям объединить и выделить все работы, относящиеся к строительству стволов.

Основными показателями при анализе проекта или хода строительства шахты по времени следует считать скорости строительства вертикальных, горизонтальных и наклонных выработок главного направления.

Продолжительность строительства ствола в общем виде можно представить как следующую сумму:

$$t_1 = t_о + t_{пр} + t_к + t_а + t_{пер}, \qquad (6.3)$$

где $t_о$ — продолжительность оснащения ствола к проходке, включающая время на монтаж или возведение копра, строительство зданий общего назначения (АБК, компрессорной, электроподстанции, механических мастерских, котельной) и монтаж оборудования в них, монтаж подъемных машин, оснащение поверхности проходческими лебедками, проходку технологической части ствола и монтаж забойного оборудования для проходки самого ствола, мес.; $t_{пр}$ — продолжительность проходки с частичным или полным одновременным армированием свола, мес.; $t_к$ — продолжительность проходки всех сопрягающихся со стволом выработок и камер при остановленных работах в забое ствола, мес.; $t_а$ — продолжительность армирования, если оно проводится после проходки ствола, мес.; $t_{пер}$ — продолжительность демонтажа проходческого оборудования, монтажа постоянного оборудования подъемных установок и постоянного оснащения ствола, мес.

Продолжительность строительства горизонтальных и наклонных выработок главного направления можно представить как сумму затрат времени на проведение отдельных выработок с учетом монтажа оборудования в них.

Таким образом, на основе формулы (6.1) и изложенных рекомендаций можно получить простое математическое выражение, удобное для прогнозирования продолжительности строительства шахты или рудника в зависимости от скоростей сооружения комплекса выработок, проводимых через отдельные стволы:

$$T_ш = t_п + \frac{H_с S_{св}}{v_с} + \frac{W}{v_в} + \Sigma t + t_з, \qquad (6.4)$$

где $H_с$ — глубина ствола шахты, через который проводится данный комплекс выработок; $S_{св}$ — площадь поперечного сечения ствола в свету, м^2; $v_с$ — скорость строительства ствола, м^3/мес; W — суммарный объем камер, горизонтальных и наклонных выработок, проводимых через данный ствол; $v_в$ — средняя скорость строительства камер, горизонтальных, наклонных горных выработок и их сопряжений, м^3/мес; Σt — сумма затрат несовмещенного времени на переходные и подготовительные работы, а также монтаж постоянного оборудования в выработках, мес.

6.3. Нормативный метод определения продолжительности строительства горных предприятий

Нормативный метод имеет целью установить нормы продолжительности строительства шахты или рудника, распределить по годам капитальные вложения и стоимость строительно-монтажных работ, а также нормативные скорости сооружения основных горных выработок.

Нормы продолжительности строительства разрабатываются на основе математической обработки расчетных данных по проектам организации строительства и проектам производства работ, а также фактических данных по аналогичным шахтам и рудникам, введенным в эксплуатацию за последние годы. При составлении норм учитываются требования технического прогресса и последние достижения в области науки, техники и передового опыта строительства; предложения проектных и научно-исследовательских институтов, эксплуатационных и строительно-монтажных организаций с соответствующими обоснованиями.

Нормы продолжительности строительства шахт и рудников утверждены Госстроем и Госпланом СССР. Они обязательны при составлении планов капитальных вложений, строительно-монтажных работ и распределении их объемов по годам строительства объектов, планов материально-технического снабжения, проектов строительства и производства работ.

Продолжительность строительства, принятая в нормах, включает время от начала работ подготовительного периода до ввода шахты или рудника в эксплуатацию с учетом комплексного опробования технологического оборудования, производимого заказчиком с выемкой и выдачей полезного ископаемого на поверхность. Строительство подъездных железнодорожных путей и автомобильных дорог, внешних линий электроснабжения, связи и водоснабжения, входящих в титул предприятия, при их протяженности свыше 3 км нормируется по срокам отдельно как самостоятельные объекты. Не совмещенное со строительством шахты, рудника время строительства перечисленных объектов прибавляется к основной норме.

В нормы продолжительности не включено время на строительство объектов производственной базы и зданий жилищного и культурно-бытового назначения. Нормы предусматривают ряд поправочных коэффициентов для сейсмических районов, районов Крайнего Севера, труднодоступных горных местностей и др.

Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве установлены:

для угольных и сланцевых шахт мощностью 600—3600 тыс. т/год топлива с глубиной вертикальных стволов до 300 м включительно (табл. 6.3). Для шахт с глубиной стволов более 300 м продолжительность строительства увеличивается на каждые последующие 100 м на 3 мес., а после глубины 700 м

Таблица 6.3

Наименование объекта	Производственная мощность шахты, тыс. т/год	Нормы продолжительности строительства, мес.			
		Общая	Подготовительный период	Передача оборудования в монтаж	Монтаж оборудования
Угольные и сланцевые шахты (строительство шахтных стволов, подземных выработок с технологическим оборудованием, подземного и поверхностного транспорта и энергетического хозяйства, надшахтных зданий и сооружений с оборудованием объектов вспомогательного и обслуживающего назначения, сетей и сооружений водоснабжения, канализации, теплофикации и электрификации, при глубине ствола 300 м)	600	46	12	13—31	19/15—33
	900	52	12	13—37	25/15—39
	1200	58	15	13—43	31/15—45
	1500	60	15	13—15	33/15—47
	1800	60	15	13—45	33/15—47
	2100	62	16	13—47	35/15—49
	2400	63	16	13—48	36/15—50
	3000	63	16	13—48	36/15—50
	3600	66	16	13—50	40/15—52

продолжительность строительства увеличивается на каждые последующие 100 м на 5 мес.

Для шахт, опасных по внезапным выбросам угля (сланца) и газа, продолжительность строительства определяется с учетом глубины стволов и увеличивается на 10%.

Для шахт со стволами, требующими специальных способов проходки (замораживание, тампонаж и др.), продолжительность строительства увеличивается на 6 мес.

В случае, если шахта строится очередями или пусковыми комплексами, продолжительность строительства первой очереди (пускового комплекса) определяется нормативной продолжительностью строительства, равной мощности соответствующей шахты.

Продолжительность строительства и задел в строительстве для конкретных шахт, начинаемых строительством и включаемых в титульные списки, а также для вторых и последующих пусковых комплексов (очередей) уточняются проектом организации строительства.

Нормы задела в строительстве шахт по кварталам в процентах к сметной стоимости определяются по табл. 6.4 после уста-

новления общей продолжительности с учетом дополнительных коэффициентов, предусмотренных настоящими нормами.

Срок строительства шахты по нормам является основным. К нему приурочивают проверочные сроки, определяемые другими методами в ходе проектирования строительства шахты с целью выявления и устранения причин несоответствия между ними.

Продолжительность строительства шахты соответствующей производственной мощности по норме при длине внешних коммуникаций, не превышающей 3 км, можно выразить в виде расчетных формул:

при глубине до 300 м

$$T_н = kt_н, \tag{6.5}$$

при глубине стволов от 300 до 700 м

$$T_н = k\left(t_н + \frac{H_с - 300}{100}3\right) \tag{6.6}$$

и при глубине стволов выше 700 м

$$T_н = k\left(t_н + 12 + \frac{H_с - 700}{100}5\right), \tag{6.7}$$

где k — коэффициент, учитывающий опасность шахт по внезапным выбросам угля или газа ($k = 1{,}1$ — для шахт, опасных по внезапным выбросам угля или газа); $t_н$ — норма продолжительности строительства шахты (см. табл. 6.3), мес.; $H_с$ — наибольшая глубина ствола шахты, м.

По ходу проектирования и строительства шахты необходимо знать ориентировочные скорости строительства основных горных выработок, обусловленные нормами строительства всего предприятия.

В связи с этим средняя скорость строительства ствола шахты, удовлетворяющая норме продолжительности строительства, может быть определена по формуле

$$v_{с.н} = H_с / k_1 T_н, \tag{6.8}$$

где $k_1 = t_1 / T_н$ — коэффициент отношения затрат времени на сооружение (обычно вспомогательного) ствола к общей продолжительности строительства шахты (здесь t_1 — продолжительность строительства ствола шахты, для которого рассчитывается скорость, исходящая из нормы продолжительности строительства всей шахты).

Величина k_1 зависит от назначения ствола, оснащения, глубины и диаметра.

По статистическим данным строительства шахт за последние годы величину k_1 можно принимать по табл. 6.5.

В целом по шахте с учетом одновременной проходки нескольких стволов средняя величина k_1 может быть принята в зависимости от мощности шахт: 1,5—1,8 млн. т/год — $k_1 = 0{,}46$; 2,1—

Таблица 6.4

Наименование объекта	Норма продолжительности строительства, мес.	Норма задела в строительстве угольных (сланцевых) шахт													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Угольные и сланцевые шахты	46	2	4	7	10	15	21	28	35	43	52	61	70	79	88
	47	2	4	7	10	15	21	28	35	43	52	61	70	79	88
	48	2	4	7	10	15	21	28	35	43	51	60	69	78	87
	49	2	4	7	10	15	21	27	33	41	51	59	67	76	84
	50	2	4	7	10	15	21	27	33	41	51	60	68	76	84
	51	2	4	7	10	15	21	27	33	41	50	59	68	76	84
	52	2	4	7	10	15	20	26	32	38	46	54	62	70	78
	53	2	4	7	10	15	20	26	32	38	46	54	62	70	77
	54	2	4	7	10	15	20	26	32	38	46	54	62	70	77
	55	2	4	7	10	15	20	25	30	36	42	48	54	61	68
	56	2	4	7	10	15	20	25	30	36	42	48	54	61	68
	57	2	4	7	10	15	20	25	30	35	41	47	53	60	67
	58	2	4	6	8	13	18	23	28	34	40	47	54	61	68
	59	2	4	6	8	12	17	22	27	33	39	46	53	60	67
	60	2	4	6	8	11	15	20	26	32	38	44	49	55	61
	61	2	4	6	8	12	16	21	26	32	38	44	50	57	64
	62	2	4	6	9	13	17	21	25	29	34	39	45	51	58
	63	2	4	6	9	13	17	21	25	29	34	39	45	51	57
	64	2	4	6	8	11	15	19	23	27	32	37	43	49	55
	65	2	4	6	8	11	15	19	23	27	32	37	43	49	55
	66	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	48	54
	67	2	4	6	8	12	15	19	23	28	33	38	43	48	54
	68	2	4	6	8	11	14	18	22	27	32	37	42	47	52
	69	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	48	53
	70	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	49	55
	71	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	48	54
	72	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	48	53
	73	2	4	6	8	11	15	19	23	28	33	38	43	49	55
	74	2	4	6	8	11	15	19	23	27	32	37	42	47	52
	75	2	4	6	8	11	15	19	23	27	32	37	42	47	51
	76	2	4	6	8	11	15	19	23	27	32	37	41	45	50
	77	2	4	6	8	11	15	19	23	27	31	35	39	43	48
	78	1	3	5	7	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46
	79	1	3	5	7	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46
	80	1	3	5	7	10	13	16	19	23	27	31	35	39	43
	81	1	3	5	7	10	13	16	19	23	27	31	35	39	44
	82	1	3	5	7	9	12	15	18	22	26	30	34	38	42
	83	1	2	4	6	8	11	14	17	20	24	28	32	36	40
	84	1	2	4	6	9	12	15	18	21	25	29	33	37	41
	85	1	2	4	6	8	11	14	17	20	24	28	32	36	40
	86	1	1	4	6	8	11	14	17	20	24	28	32	36	40
	87	1	2	4	6	8	11	14	17	20	24	28	32	36	40
	88	1	2	4	6	8	11	14	17	20	23	27	31	35	39
	89	1	2	4	6	8	11	14	17	20	23	27	31	35	39
	90	1	2	4	6	8	11	14	17	20	23	26	30	34	38
	91	1	2	4	6	8	10	13	16	19	22	25	28	32	36
	92	1	2	3	5	7	9	11	14	17	20	23	26	30	34
	93	1	2	3	5	7	9	11	14	17	20	23	26	29	33
	94	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32
	95	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32
	96	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32
	97	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32
	98	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32
	99	1	2	3	5	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32

подземным способом по кварталам, % к сметной стоимости

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
97	100																	
96	100																	
95	100																	
92	97	100																
92	97	100																
91	96	100																
85	91	97	100															
84	90	96	100															
83	89	95	100															
76	84	91	98	100														
76	84	91	97	100														
74	82	89	95	100														
75	83	88	93	98	100													
74	81	87	92	97	100													
68	75	82	89	95	100													
70	76	82	88	93	98	100												
65	72	79	86	92	97	100												
64	71	78	85	91	96	100												
62	69	75	81	87	93	98	100											
61	68	74	80	86	92	97	100											
60	66	72	78	85	91	96	100											
60	66	72	78	83	88	93	98	100										
57	63	69	75	81	87	92	97	100										
58	63	69	75	81	87	92	97	100										
60	65	70	75	80	86	92	96	99	100									
69	65	70	75	80	85	90	95	98	100									
58	64	70	75	80	85	90	95	98	100									
60	65	71	77	82	86	90	93	96	99	100								
57	62	67	72	77	82	86	90	94	98	100								
56	61	66	71	76	81	85	89	93	97	100								
55	60	64	68	73	78	83	88	92	96	99	100							
53	58	62	66	71	76	81	86	90	94	98	100							
50	55	60	65	70	75	80	85	89	93	97	100							
50	55	60	65	70	74	78	82	87	92	96	99	100						
47	52	57	62	67	72	77	82	87	91	95	98	100						
49	53	57	62	67	72	77	82	87	91	95	98	100						
46	50	54	59	64	69	74	79	84	88	92	96	99	100					
44	48	52	57	62	67	72	77	82	87	91	95	98	100					
45	49	53	58	63	68	73	78	83	87	91	95	98	100					
44	48	52	56	61	66	71	76	81	85	89	93	97	99	100				
44	48	52	56	61	66	71	76	81	85	89	93	97	99	100				
44	48	52	56	61	66	71	76	81	85	89	93	96	98	100				
43	47	51	55	60	65	70	75	80	84	88	92	95	97	99	100			
43	47	51	55	60	65	70	75	80	84	88	92	95	97	99	100			
42	46	50	54	59	64	69	74	79	83	87	91	94	96	98	100			
40	44	48	52	57	62	67	72	77	81	85	89	93	95	97	99	100		
38	42	46	50	55	60	65	70	75	79	83	87	91	94	97	99	100		
37	41	45	49	53	58	63	68	73	77	81	85	89	93	96	98	100		
36	40	44	48	52	56	61	66	71	75	79	83	87	91	94	97	99	100	
36	40	44	48	52	56	61	66	70	74	78	82	86	90	94	97	99	100	
36	40	44	48	52	56	61	66	70	74	78	82	86	90	94	97	99	100	
36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	95	97	99	100
36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	95	98	99	100
36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	95	98	99	100

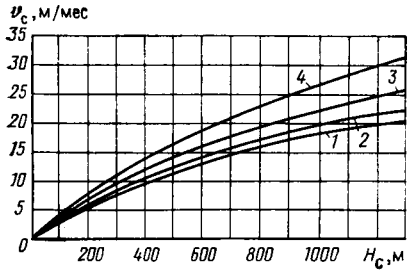


Рис. 13. Зависимость средней скорости строительства ствола по норме от его глубины при производственной мощности шахты (млн. т/год):
1 — 0,6; *2* — 0,9; *3* — 1,5 — 1,8; *4* — 2,1 — 2,4

2,4—3,0 млн. т/год — $k_1=0{,}52$; 3,6 млн. т/год — $k_1=0{,}58$; 4,0 млн. т/год — $k_1=0{,}64$.

С учетом средней величины k_1 построены графики (рис. 13) изменения средней скорости сооружения стволов шахты для достижения нормативной продолжительности строительства.

Среднюю нормативную скорость сооружения горизонтальных и наклонных горных выработок главного направления $v_{в.н}$, составляющих в основном продолжительность строительства шахты во втором периоде, можно определить из следующего выражения:

$$v_{в.н}=W_в/k_2T_н, \qquad (6.9)$$

где $W_в$ — объем выработок главного направления, последовательная цепь которых определяет продолжительность строительства шахты во втором периоде, м^3; $k_2=t_2/T_н$ — коэффициент отношения затрат времени на горные работы во втором периоде к общей продолжительности строительства шахты (табл. 6.6) (здесь t_2 — продолжительность второго периода строительства, мес).

Чтобы уложиться в норму продолжительности строительства шахты, средняя скорость проведения любой выработки главного направления должна быть равна или несколько больше нормативной величины $v_{в.н}$.

Таблица 6.5

Производственная мощность шахт, млн. т/год	Величина k_1 для стволов			
	главного	вспомогательного	воздухоподающего	вентиляционного
1,5—1,8	0,58—0,76	0,48—0,64	0,36—0,40	0,23—0,26
2,1—2,4—3,0	0,69—0,84	0,55—0,67	0,38—0,41	0,26—0,30
3,6	0,70—0,86	0,58—0,7	0,41—0,43	0,29—0,33

Таблица 6.6

Производственная мощность шахты, млн. т/год	Величина k_2 при проведении горизонтальных и наклонных выработок через стволы			
	главный	вспомогательный	воздухоподающий	вентиляционный
1,5—1,8	0,26—0,18	0,36—0,30	0,58—0,52	0,7—0,67
2,1—2,4—3,0	0,15—0,13	0,29—0,33	0,56—0,49	0,67—0,64
3,6	0,14—0,12	0,26—0,3	0,53—0,47	0,66—0,63

В табл. 6.4 дано распределение капитальных вложений (сметной стоимости) по годам строительства. При ориентировочных расчетах можно принимать уровень затрат на строительно-монтажные работы равными 77% сметной стоимости строительства шахт, а на оборудование — 23%.

Приведенное в нормах распределение капитальных вложений в ходе строительства шахт и других горных предприятий не выдерживается по следующим причинам:

нормы не учитывают специфику строительства шахты, которая заключается в ограниченном фронте самых дорогостоящих горнопроходческих работ в первом периоде (сооружение стволов), снижении объема этих работ при переходе от первого ко второму периоду и максимальном возрастании числа одновременно действующих забоев к концу строительства;

фактическая продолжительность строительства, как правило, превышает нормативную;

недостаточная производственная мощность строительных организаций, в результате чего иногда (рис. 14) не выполняются даже заниженные планы освоения выделяемых капитальных вложений.

На рис. 14 показан характер освоения капитальных вложений по годам строительства шахт «Комсомолец Донбасса» («Ждановская-Капитальная (№ 1) и «Южно-Донбасская» № 3. Первая очередь шахты «Комсомолец Донбасса» на производственную мощность 2,1 млн. т/год была сдана в 1980 г., в последующие годы достраивается вторая очередь производственной мощностью до 3,6 млн. т/год. Строительство шахты велось эффективно, что характеризуется нарастающим объемом горнопроходческих работ по годам строительства и освоением капитальных вложений.

Более характерно для большинства строящихся шахт распределение капитальных вложений применительно к шахте «Южно-Донбасская» № 3. В первые три-четыре года строительства заметен рост освоения капитальных вложений (строительство зданий на поверхности и стволов), в последующие два года заметно снижение капитальных вложений (переход от строительства стволов к строительству горизонтальных и наклонных горных выработок) и в дальнейшем значительное возрастание объема горных работ и капитальных вложений вплоть до сдачи шахты в эксплуатацию в 1985 г. Наибольшее отклонение от нормативного распределения капитальных вложений по годам строительства (см. табл. 6.4 и 6.7) допущено при строительстве шахты «Южно-Донбасская» № 3, что привело к снижению эффективности капитальных вложений.

На укрупненном графике фактических сроков строительства шахт в Донбассе (рис. 15) показано, что строительство шахт не всегда начинают непосредственно с сооружения (оснащения и проходки) в первую очередь вентиляционных и воздухоподающих (отнесенных) стволов. Такое решение не вполне целесообразно с точки зрения более быстрого развития капиталоемких

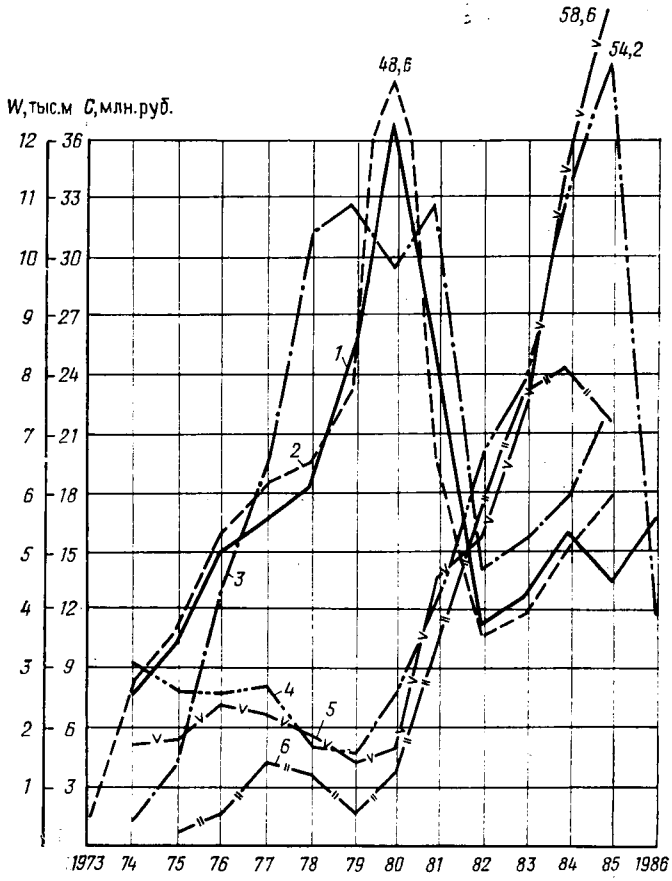


Рис. 14. Распределение по годам строительства шахт «Комсомолец Донбасса» («Ждановская-Капитальная» № 1) (*1, 2, 3*) и «Южно-Донбасская» № 3 (*4, 5, 6*): капитальных вложений *C* (плановое *1* и *4*, фактическое *2* и *5*); объемов горных работ *W* *3* и *6*

работ по проведению горизонтальных и наклонных выработок и увеличения капиталовложений с первых лет строительства. Для обеспечения более равномерного распределения капитальных вложений в период переходных работ целесообразно сдвигать во времени переходные работы на отдельных стволах и вводить в строй в первую очередь те стволы, на которые планируется наибольшая нагрузка по выдаче горной массы во втором периоде.

Нельзя допускать в практике строительства горных предприятий строительство в первые годы тех объектов, которые нужны только к периоду сдачи шахты в эксплуатацию.

Практика шахтного строительства такова (см. табл. 6.7), что максимум освоения капитальных вложений и стоимостей строи-

Таблица 6.7

Год строительства	Выделено по плану, тыс. руб.						Фактически выполнено, тыс. руб.						Пройдено горных выработок, м		
	Капиталовложения			Строительно-монтажные работы			Капиталовложения			Строительно-монтажные работы			фактически		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1969	—	—	—	—	—	—	—	—	173	—	—	—	—	—	—
1970	—	—	5000	—	—	4000	—	—	2288	—	—	1891	—	—	—
1971	—	—	15 200	—	—	4000	—	—	6080	—	—	5265	—	—	46
1972	—	—	9500	—	—	7000	—	—	8006	—	—	6825	—	—	742
1973	—	—	9700	—	—	6800	—	—	8722	—	—	6390	—	—	827
1974	9090	7200	6700	6900	5400	5700	4291	7974	5719	3293	7407	4917	—	335	946
1975	7700	10 000	13 350	6500	12 628	11 490	4607	10 579	8748	4161	9717	7503	210	1357	1417
1976	7700	15 000	11 000	6100	9000	8000	7354	15 457	8855	6712	13 030	7662	578	4096	2423
1977	7850	16 800	14 500	7000	10 311	12 500	6854	18 213	9047	6281	14 411	7487	1400	6189	3524
1978	5244	18 200	7400	4760	13 903	6100	5364	19 113	8306	4804	14 693	7051	1196	10 342	2826
1979	5198	25 600	7000	4600	15 700	6000	4641	23 560	8076	3870	17 750	6577	540	10 819	2240
1980	7820	36 700	9760	6650	15 400	7800	4974	48 580	8012	3821	30 060	6269	1100	9872	4128
1981	12 848	24 100	12 502	10 953	20 300	10 000	13 317	19 770	12 150	9255	12 220	10 432	3430	10 918	4439
1982	20 100	11 150	13 000	15 000	20 400	10 000	16 560	10 780	14 632	11 618	8550	11 999	5950	4610	4112
1983	23 500	12 800	17 500	15 000	26 900	14 000	21 938	11 170	19 134	15 835	8560	14 807	7906	5129	6315
1984	33 180	16 110	23 070	24 370	26 920	18 770	33 305	15 610	25 695	24 424	12 550	21 281	8064	5967	7795
1985	54 200	13 550	36 500	30 000	28 120	24 500	58 601	17 990	35 759	32 573	13 830	28 891	7198	7418	9718
Итого	194 430	207 210	201 282	137 433	204 982	156 660	181 806	218 796	190 502	126 647	162 778	155 147	37 572	77 049	51 498

Примечания: I—шахта „Южно-Донбасская" № 3, II—шахта „Комсомолец Донбасса" („Ждановская-Капитальная" № 1), III—шахта „Шахтерская-Глубокая".

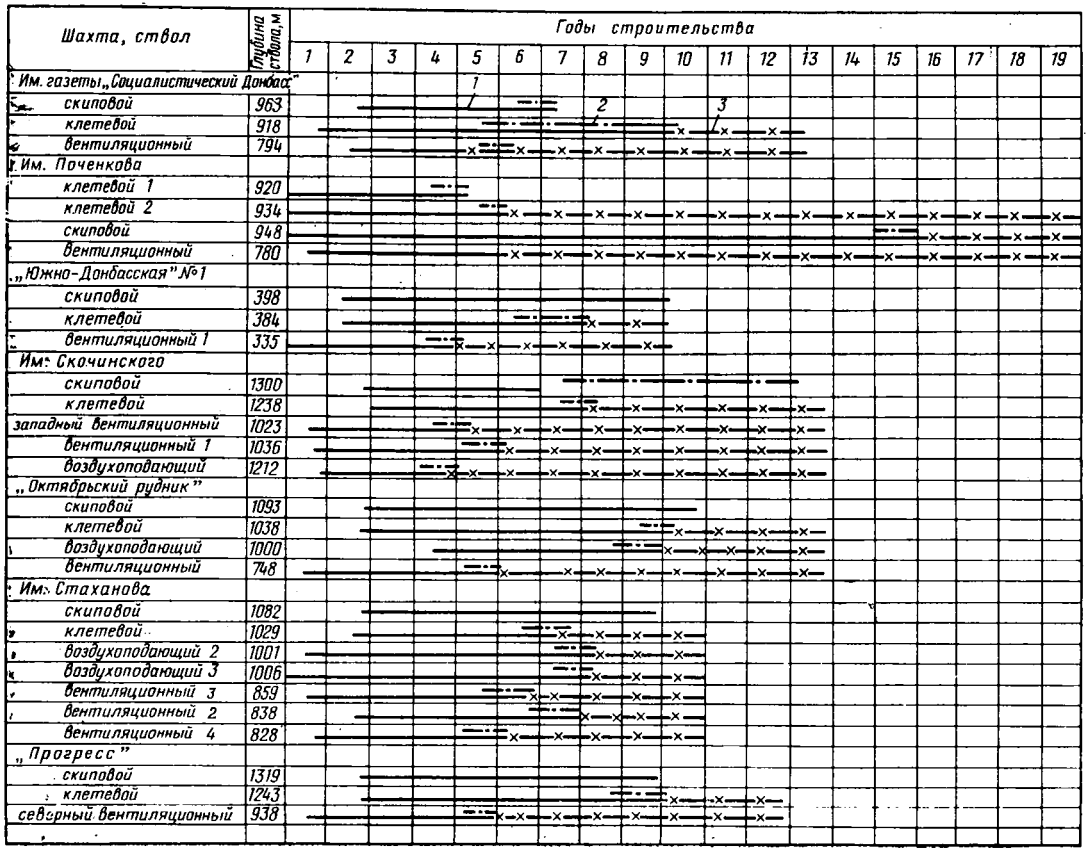


Рис. 15. Укрупненный график строительства шахт в Донбассе:

1 — строительство стволов; 2 — в том числе переходные работы; 3 — строительство горизонтальных и наклонных горных выработок, сдача шахты в эксплуатацию

тельно-монтажных работ приходится на последние два-три года строительства, когда занято максимальное число рабочих и строительной техники.

6.4. Методы определения продолжительности строительства горных предприятий по объему и скоростям проведения горных выработок

Продолжительность строительства горного предприятия зависит в основном от объема выработок, подготовляемых к сдаче, соотношения между объемами стволов и горизонтальных и наклонных выработок, скоростей их сооружения, числа одновременно действующих забоев и величины грузопотока горной массы.

Для определения нормативной продолжительности строительства шахт можно применить следующие два взаимосвязанных метода.

По первому методу продолжительность строительства всей шахты или ее очереди определяется объемами горнопроходческих работ и скоростями строительства горных выработок по следующей формуле

$$T_{ш} = k_{н}\left(\frac{\Sigma W_{с}}{v_{с}n_{с}} + \frac{\Sigma W_{в}}{v_{в}n_{в}}\right), \qquad (6.10)$$

где $\Sigma W_{с}$ и $\Sigma W_{в}$ — суммарные объемы в свету в массиве соответственно стволов и горизонтальных, наклонных и прочих горных выработок, м^3; $v_{с}$ и $v_{в}$ — средние скорости строительства соответственно стволов и горизонтальных, наклонных и прочих выработок в свету, м^3/мес; $n_{с}$ и $n_{в}$ — среднее за весь срок строительства число одновременно действующих забоев соответственно стволов и горизонтальных, наклонных и прочих горных выработок; $k_{н}$ — коэффициент, учитывающий затраты времени на внешнеплощадочные работы при начале строительства и на комплексное опробование всего технологического оборудования под нагрузкой перед сдачей шахты в эксплуатацию (по статистическим данным можно принять $k_{н} = 1{,}1$).

Средние скорости строительства стволов и других выработок могут быть рассчитаны по методикам, учитывающим комплексное воздействие основных горно-геологических и горнотехнических факторов, включая необходимость применения специальных способов проходки или проведения мероприятий по вскрытию выбросоопасных пластов и др.

Самые высокие средние скорости строительства стволов с учетом схем сооружения, диаметра, глубины и назначения достигнуты при строительстве шахты им. Скочинского («Петровская-Глубокая»). Из данных табл. 6.1 следует, что при прочих равных условиях скорость строительства в значительной мере зависит от глубины и диаметра ствола. Следует обратить внимание, что большие удельные затраты времени приходятся на оснащение стволов. Они превышают затраты времени на проходку глубокого ствола.

Число одновременно действующих забоев стволов для каждой очереди строительства обычно равно числу стволов, число забоев горизонтальных и прочих выработок зависит от их объема, наличия рабочих кадров, производительности подъемов и находится в пределах 4—6.

Второй метод определения продолжительности строительства шахты или ее очереди учитывает число и производительность подъемов по выдаче горной массы во втором периоде строительства:

$$T_{ш} = k_{н}\left(\frac{\Sigma W_{с}}{v_{с}n_{с}} + \frac{k_1 k_2 k_3 \Sigma W_{в}}{\Sigma p_i m}\right), \qquad (6.11)$$

где k_1 — коэффициент перехода объема выработок в свету к объему в проходке, равный 1,35; k_2 — коэффициент, учитывающий дополнительный объем горной массы от ремонта и перекрепления горных выработок, а также от проведения временных выработок, равный 1,15; k_3 — коэффициент неравномерности одновременно действующих забоев, равный 2; Σp_i — суммарная суточная производительность подъемов во втором периоде строительства шахты, м^3/сут; m — число рабочих суток в течение месяца.

При строительстве шахт целесообразно открывать 1—3 небольшие лавы для надработки полевых выработок, а породу от их проведения закладывать в выработанное пространство этих лав, используя пневмозакладку. Это позволит сократить потери угля в целиках и обеспечить попутную добычу угля, повысить устойчивость магистральных горных выработок и сократить затраты на их поддержание, разгрузить подъемы от выдачи породы и снизить загрязнение окружающей среды отвалами породы и продуктами их сгорания.

Применительно к технологии строительства шахты с попутной добычей полезного ископаемого и закладкой выработанного пространства породой продолжительность строительства

$$T_{ш} = k_{н}\left(\frac{\Sigma W_{с}}{v_{с}n_{с}} + \frac{D + k_{п}k_1 k_2 k_3 \Sigma W_{в}}{\Sigma p_i m}\right), \qquad (6.12)$$

где $k_п$ — коэффициент, учитывающий часть объема породы (которая выдается на поверхность), равный 0,4—0,6; D — объем попутной добычи угля или руды, м^3 в массиве.

При применении этого метода требует обоснования Σp_i, которая зависит от числа стволов и их функций в процессе строительства, числа подъемных установок на стволах и производительности каждой из них по выдаче угля и породы.

6.5. Метод определения продолжительности строительства горных предприятий по технологической схеме строительства

Технологической схемой строительства горного предприятия называется определенная последовательность и совокупность на-

правлений (фронтов) горнопроходческих работ от каждого ствола, имеющих примерно равные сроки их окончания в точках встречи, обеспечивающие минимальную продолжительность строительства и экономическую эффективность капитальных вложений.

Схема строительства шахт или рудников используется в ПОС как основа для построения детализированного линейного или сетевого графика, а также создания САПР и АСУП.

Элементами схемы являются проектные и плановые решения по сооружению горных выработок, составляющих последовательную цепь этапов горнопроходческих работ по каждому направлению. От ствола могут проводиться горные выработки в одном или нескольких направлениях до точки встречи с выработками, которые проводятся с других стволов.

Главным направлением называется наиболее длинная последовательная цепь горных выработок (проводимых одним или несколькими забоями), обеспечивающая максимальное развитие горных работ при строительстве шахты или рудника. Как правило, главное направление и критический путь сетевого графика строительства шахты совпадают.

В комплекс горных выработок главного направления входят постоянные, а иногда и временные выработки, которые открывают широкий фронт развитию горных работ по пластам и выполняют роль запасных выходов, основных магистралей для транспорта, вентиляции и водоотлива.

Основными выработками шахты или рудника являются стволы. Поэтому при разработке схемы строительства шахты или рудника очень важно определить функции каждого ствола на протяжении всего строительства и их возможности как транспортных и вентиляционных магистралей, а также запасных выходов. От каждого ствола намечаются и нумируются встречные направления работ и определяются точки встречи проходческих работ. Таким образом формируется комплекс выработок, которые будут сооружаться через каждый ствол. К таким стволам относятся вспомогательные, вентиляционные и воздухоподающие. Главные стволы обычно служат для выдачи горной массы позже — к моменту максимального развития горнопроходческих работ. В первом периоде строительства главные стволы используются для проходки примыкающих к ним комплексов камер загрузочных станций.

К определяющим и классифицирующим факторам схем строительства шахт и рудников относятся: число направлений горнопроходческих работ от каждого ствола и их общее число, что определяется в основном способом вскрытия и подготовки, а также системой разработки пластов и рудных залежей; число, назначение и пропускная способность стволов по выдаче горной массы на поверхность.

Способы вскрытия определяют число и назначение стволов, а также сеть капитальных горизонтальных выработок; способ подготовки и системы разработки пластов или рудных залежей, длину

выработок по каждому направлению на сбойку центральных стволов с вентиляционными и длину подготовительных выработок для нарезки линии очистных забоев.

Основными классифицирующими признаками для шахт и рудников приняты направления горнопроходческих работ, вскрытие и подготовка пластов, по которым схемы строительства шахт и рудников при вскрытии пластов и рудных тел разделены на четыре группы:

центрально-сдвоенными стволами при этажном способе подготовки (*I*);

центрально-сдвоенными и центрально-отнесенными (или фланговыми) вентиляционными стволами и при этажном способе подготовки (*II*);

центрально-сдвоенными и центрально-отнесенными (или фланговыми) вентиляционными стволами и при панельном способе подготовки (*III*);

блоками (*IV*).

В каждой группе схем могут быть многочисленные варианты, обусловленные характером месторождения (размерами шахтного поля, числом, мощностью и газоопасностью пластов), применяемыми системами разработки, числом стволов и их назначением.

В зависимости от способа вскрытия, числа и расположения стволов цепи выработок можно проводить одним или встречными забоями. В первом случае продолжительность проведения горных выработок цепи главного направления почти полностью определяет сроки строительства шахты. Во втором случае встречные забои могут в 2 раза сократить продолжительность проведения выработок главного направления, но это еще не значит, что на этот же отрезок времени сократится продолжительность строительства шахты. Определяющее влияние на продолжительность строительства шахты могут оказать такие факторы, как объем выработок, не попавших на главное направление, а также число, назначение и пропускная способность стволов, ограничивающих разворот горных работ величиной производительности подъема по выдаче горной массы, спуску оборудования, крепежных и других материалов.

Разработкой схемы строительства шахты с целью сокращения продолжительности ее строительства можно обосновать необходимость сооружения шахты двумя и более очередями, увеличивая площади поперечного сечения некоторых стволов и производительности подъемных установок, целесообразность проведения дополнительных временных или постоянных выработок и даже стволов.

Разработка технологии строительства шахты или рудника заключается в установлении последовательности возведения объектов на поверхности, сооружении горных выработок по каждому направлению и в определении предварительных сроков их проведения. Сумма сроков работ по самой длинной цепи этапов (главное направление) составит продолжительность строительства (реконструкции) шахты или рудника, которая должна быть равна или меньше нормативной. Сроки работ по отдельным этапам (объ-

ектам) схемы рассматриваются как исходные величины при последующей детальной разработке технологии их строительства.

Если при детальной разработке технологии строительства некоторых этапов (объектов) исходные сроки окажутся заниженными, то схему следует пересмотреть и принять сроки, позволяющие сохранить нормативную продолжительность строительства шахты или рудника. Этого можно достичь сокращением сроков работ по другим этапам, введением дополнительного фронта работ, совершенствованием технологии строительства или планированием скоростного проведения некоторых выработок.

Например, проходку вспомогательного ствола в цепи выработок главного направления можно проектировать с нормативной скоростью 60—70 м/мес, но можно и со скоростью 150—200 м/мес. Увеличение скорости проходки ствола приведет к дополнительным затратам, однако эти затраты окупятся, если шахта будет сдана в эксплуатацию раньше срока.

Порядок разработки схемы следующий. По схеме вскрытия и подготовки проектируемую шахту относят к соответствующей группе по принятой классификации. Пользуясь приведенными ниже образцами (вариантами), намечают функции стволов в процессе строительства шахты и выделяют стволы, по которым будут выдавать горную массу, получаемую от проведения выработок каждого направления работ. Такими стволами обычно являются вспомогательные (клетевые), вентиляционные и воздухоподающие.

Согласно ПБ, в первую очередь проходят выработки обеспечения горизонта двумя выходами на поверхность и с хорошим проветриванием. В соответствии с этим требованием намечают цепи магистральных выработок на сбойку между стволами, т. е. от каждого ствола проводят встречную цепь выработок. Отдельные выработки в цепь того или другого ствола относят из условия удобства их проведения, режима проветривания и безопасности ведения работ. Например, бремсберги по условиям безопасного ведения работ и режиму проветривания желательно проводить сверху вниз, т. е. со стороны вентиляционных стволов, причем режим проветривания забоев на основе общешахтной струи воздуха требует одновременного проведения не менее двух выработок.

Намечают цепи этапов (объектов) направления работ от каждого ствола, по которому выдается горная масса. Этапам (объектам) дают условные обозначения, а сроки по каждой цепи суммируют в порядке их выполнения. Величину сроков проведения горных выработок устанавливают делением ее длины или объема на соответствующую нормативную, расчетную оптимальную или достигнутую в аналогичных условиях фактическую скорость.

При разработке технологических схем строительства шахт, построении календарных планов и графиков горнопроходческих работ рекомендуется пользоваться нормативными техническими скоростями проходки и проведения выработок с помощью буровзрывных работ, установленными СНиП 3.02.03—84 и директивным письмом Минуглепрома СССР:

Стволы, м/мес:	
вертикальные	70
наклонные	50
Углубка вертикальных стволов, м/мес	25
Околоствольные дворы, камеры, сопряжения, $м^3$/мес	500
Квершлаги и полевые штреки, м/мес	90
Штреки по полезному ископаемому и с подрывкой породы, м/мес	140
Наклонные выработки, проводимые сверху вниз, м/мес:	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы	120
полевые	70
Наклонные выработки, проводимые снизу вверх, м/мес	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы	120
полевые	75
Капитальные рудоспуски и восстающие, м/мес	45
Армирование стволов, м/мес:	
установка расстрелов и навеска жестких проводников	300
навеска капитальных проводников (в одну нитку)	5000
Прокладка трубопроводов (в одну нитку), м/мес	2000
Навеска кабелей (в одну нитку), м/мес	7000

При проведении горизонтальных и наклонных выработок проходческими комбайнами скорость следует увеличивать на 50%, а в случае проведения выработок по буровзрывной технологии без крепи — на 30%. Допускается уменьшение нормативной скорости при суфлярном выделении метана, горных ударах, выбросах породы и угля, прорывах воды — на 30%, проходке стволов в породах прочностью свыше 10 МПа — на 25°, при проведении выработок с обратным сводом — на 20%, при сильном капеже — на 15% и при возведении в горизонтальных и наклонных выработках монолитной бетонной или железобетонной крепи — на 10%.

Суммы сроков по каждой цепи этапов (объектов) сравнивают между собой и с нормативной или плановой продолжительностью строительства шахты. Наибольшая сумма сроков по одному из фронтов работ — продолжительность строительства шахты на данном этапе разработки проекта. Если она превышает норму или заданный срок, то следует пересмотреть схему в отношении очередности строительства, числа фронтов работ и сроков по отдельным этапам, объектам и выработкам. Проверяют полученный срок по максимальному фронту проведения выработок, не попавших на главное направление, и по производительности подъемов. Проверка должна учесть максимально возможное число действующих забоев, скорость проведения горных выработок и суммарный грузопоток горной массы на стволы.

Следует учитывать, что по ходу проведения горных выработок главного направления своевременно должны быть введены в эксплуатацию главные подъемные установки по выдаче угля и породы.

Данный метод можно применить при определении продолжительности строительства (реконструкции) шахты или другого подземного сооружения. Имея одну принципиальную основу, схемы строительства отличаются числом направлений работ, набором этапов (объектов) по направлению и сроками их выполнения.

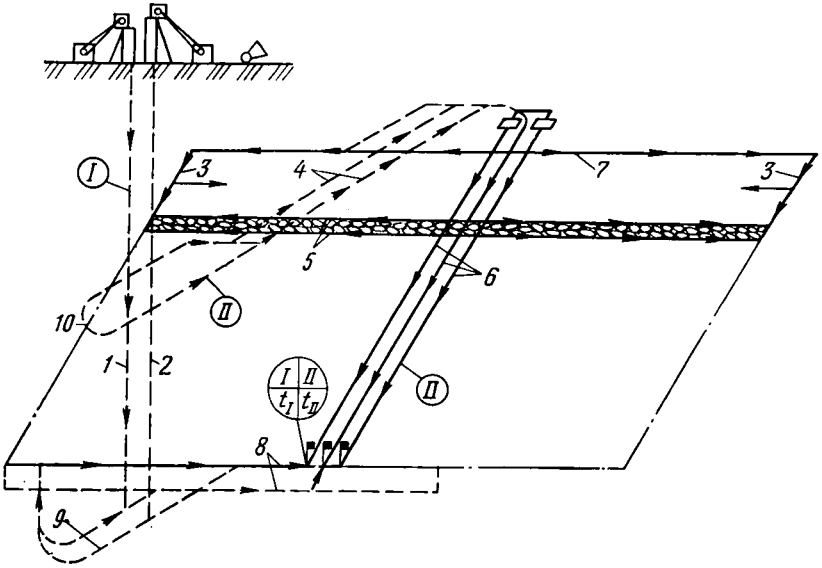


Рис. 16. Вариант схемы строительства шахт группы I с этажным способом подготовки пластов и разработкой этажей длинными столбами по простиранию:

1 — вспомогательный (клетевой) ствол; *2* — главный (скиповой) ствол; *3* — разрезная печь; *4* — вентиляционные квершлаги; *5* — спаренные штреки; *6* — конвейерный и вспомогательный бремсберги; *7* — вентиляционный штрек; *8* — главные откаточные штреки; *9* — околоствольный двор основного горизонта; *10* — околоствольный двор вентиляционного горизонта (пунктирными линиями обозначены полевые выработки, сплошными—пластовые, штрихпунктирными — границы шахтного поля. Стрелками и римскими цифрами в кружках обозначены направления горнопроходческих работ. Флажки и кружки, разделенные на четыре сектора, обозначают точки встречи направлений работ t_I; t_{II} — продолжительность работ соответственно по первому (I) и второму (II) направлению и т. д.)

Строительство шахты по схемам группы I. На рис. 16 стрелками показаны направления работ схемы строительства шахты, флажками обозначены точки встречи направлений работ. Схемой предусмотрено строительство шахты двумя направлениями работ: с основного (нижнего) горизонта и с вентиляционного (верхнего) горизонта.

Выдача горной массы, спуск материалов, спуск и подъем людей с основного и вентиляционного горизонтов будут производиться по вспомогательному стволу. Учитывая большую нагрузку на этот ствол, следует принять меры по ускорению ввода в эксплуатацию главного ствола.

Намечаются последовательные этапы строительства (см. схему II группы) шахты или рудника с нижнего (основного) и верхнего (вентиляционного) горизонтов, определяются, а затем суммируются сроки работ на каждом этапе.

Цепь выработок с наиболее продолжительным сроком строительства (скорее всего, направление работ с вентиляционного горизонта) является главным направлением на данном этапе разработки проекта. Эта цепь составит критический путь сетевого графика строительства.

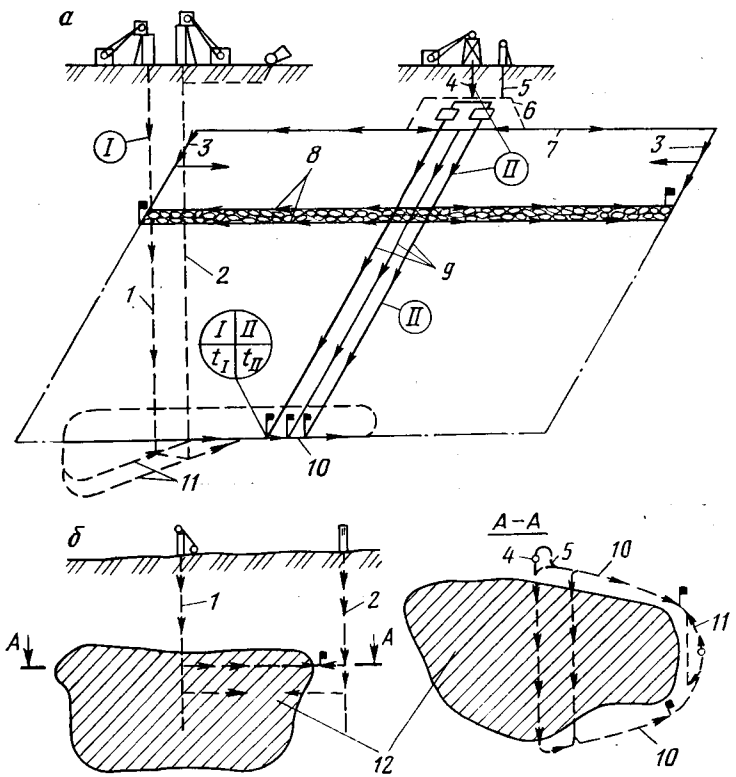


Рис. 17. Схема строительства шахты при вскрытии одного пласта центрально-сдвоенными (*а*) и центрально-отнесенными (*б*) вентиляционными стволами:

1 — вспомогательный (клетевой) ствол; *2* — главный (скиповой) ствол; *3* — разрезная печь; *4* — вентиляционный ствол; *5* — вентиляционная скважина; *6* — околоствольный двор вентиляционного ствола; *7* — вентиляционный штрек; *8* — спаренные штреки; *9* — конвейерный и вспомогательный бремсберги; *10* — главный откаточный штрек; *11* — околоствольный двор центральных стволов; *12* — рудная залежь

Необходимо найти такие проектные решения по каждому этапу главного направления работ, чтобы продолжительность его выполнения совпала с нормативным или заданным сроком строительства.

Строительство шахт по этой схеме весьма неэффективно в связи с большой нагрузкой на один вспомогательный ствол, имевший в лучшем случае два неравноценных подъема, а иногда всего один. Срок строительства сокращается, если предусмотрен отнесенный вентиляционный ствол (см. схему II группы), который можно оснастить подъемами достаточной производительности.

Строительство шахт по схемам группы II. На рис. 17,*а*, *б* показана схема строительства шахты при вскрытии одного пласта центрально-сдвоенными и центрально-отнесенными вентиляционными стволами, схема подготовки пласта этажная, система разработки — длинные столбы по простиранию.

Схемой предусмотрено строительство шахты двумя направлениями работ: со стороны центрального вспомогательного ствола и со стороны отнесенного вентиляционного ствола.

Для выдачи горной массы, спуска материалов и оборудования, спуска и подъема людей используются центральный вспомогательный (клетевой) и вентиляционный стволы. Через эти же стволы предусматриваются вентиляция и водоотлив.

Намечаются последовательные этапы строительства шахты через вспомогательный ствол с нижнего (основного) горизонта. Обозначим сроки их выполнения.

На I этапе

$$t_0^{\mathrm{I}} = t_{\text{вн}} + t_{\text{стр}}, \tag{6.13}$$

где $t_{\text{вн}}$ — планируемое время внешнеплощадочных работ (строительство подъездных железных и автомобильных дорог, прокладка линий электропередач и связи, сети водоснабжения и канализации), мес.; $t_{\text{стр}}$ — планируемое время подготовительных работ на стройплощадке (работы выполняются до начала оснащения и относятся в основном к нулевому циклу — планировке площадки, строительству дорог, прокладке временных и постоянных коммуникаций, закладке фундаментов), мес.

По статистическим данным лучших строек Донбасса продолжительность этапа I (t^{I}_0) в зависимости от мощности шахты и объемов работ можно принимать в пределах 5—8% от продолжительности строительства шахты по норме $T_{\text{н}}$.

На II этапе

$$t_0^{\mathrm{II}} = H_{\text{с}}/v_{\text{с}}, \tag{6.14}$$

где t_0^{II} — планируемая продолжительность строительства вспомогательного ствола, включающая время на сооружение технологической части и самого ствола с проходкой примыкающих выработок, время на проходку участков ствола специальными способами, проходку вентиляционной сбойки между центральными стволами, устройство временного водоотлива, армирование стволов и демонтаж проходческого оборудования (к строительству ствола отнесено переоборудование его на постоянную подъемную установку и монтаж устройств для обмена вагонеток), мес.; $H_{\text{с}}$ — полная глубина вспомогательного ствола, м; $v_{\text{с}}$ — скорость строительства ствола.

На III этапе

$$t_0^{\mathrm{III}} = \frac{W_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} + t_{\text{м}}', \tag{6.15}$$

где t_0^{III} — планируемая продолжительность проведения камеры водоотлива и временной электроподстанции, включающая время на окончание подготовительных работ для проведения горизонтальных выработок, мес.; $W_{\text{к}}/v_{\text{к}}$ — планируемое время проведения камеры для размещения временной водоотливной установки с водосборником и временной электроподстанции на основном гори-

зонте (здесь $W_к$ — объем большей по размерам камеры, м³; $v_к$ — скорость проведения камеры, м³/мес); $t'_м$ — время (в пределах одного месяца) на монтаж оборудования в камерах и окончание всех подготовительных работ к началу сооружения горизонтальных выработок.

На IV этапе

$$t_о^{IV} = \sum \frac{L_в}{v_в} + \sum \frac{W_с}{v_с}, \qquad (6.16)$$

где $t_о^{IV}$ — планируемая продолжительность проведения последовательной цепи выработок направления работ в пределах околоствольного двора, сопряжений выработок и главных штреков на сбойку с бремсбергами, мес.; $L_в$ — длина каждой выработки, которая требует отдельного нормирования скорости проведения в зависимости от площади поперечного сечения, технологии работ, крепости пород, м; $v_в$ — соответствующая скорость сооружения выработок, м/мес; $W_с$ — объем сопряжений выработок и камер в цепи главного направления, м₃; $v_с$ — соответствующая скорость проходки сопряжений и камер, м³/мес.

Слагаемое $\sum \frac{W_с}{v_с}$ может быть исключено из этой суммы, если проходить сопряжения выработок малыми площадями поперечных сечений на временной крепи с последующим одновременным расширением их до проектных размеров и возведением постоянной крепи.

На V этапе

$$t_о^{V} = \frac{W_{к.б}}{v_{к.б}} + \frac{L_б}{v_б} + t''_м, \qquad (6.17)$$

где $t_о^{V}$ — планируемая продолжительность сооружения бремсбергов снизу вверх до места встречи с забоями, которые проводят сверху вниз, мес.; $W_{к.б}$ — объем камеры лебедки при вспомогательном бремсберге, м³; $v_{к.б}$ — скорость проходки камеры, м³/мес; $L_б$ — часть длины бремсбергов, проведенной снизу вверх, т. е. со стороны основного горизонта, м; $v_б$ — скорость сооружения бремсбергов снизу вверх, м/мес; $t''_м = 0{,}5 \div 1{,}0$ мес. — продолжительность подготовительных работ к проведению бремсбергов.

Имеется в виду, что камеры лебедки на всех бремсбергах проходят одновременно. В случае их последовательной проходки затраты времени на каждую камеру должны быть включены в сумму отдельно.

Если бремсберги по условиям безопасности снизу вверх проводить нельзя, то V этап из цепи главного направления основного горизонта исключается и полностью учитывается в цепи со стороны вентиляционного ствола. Часть полной длины бремсбергов $L_б$ определяется положением точки встречи забоев, проводимых снизу вверх и сверху вниз, при условии равенства продолжительности работ с основного и вентиляционного горизонтов.

На VI этапе

$$t_{о}^{VI} = L_{ш}/v_{ш}, \qquad (6.18)$$

где $t_{о}^{VI}$ — планируемая продолжительность проведения штреков по пласту (принимается по более длинному крылу шахтного поля), мес.; $L_{ш}$ — длина штреков, м; $v_{ш}$ — скорость сооружения штреков, м/мес.

Время на проведение разрезной печи не учитывается, так как продолжительность проведения спаренных штреков будет больше суммы затрат времени на проведение одиночного вентиляционного штрека и разрезной печи. Разрезную печь проводят сверху вниз.

На VII этапе

$$t_{о}^{VII} = (0{,}02 \div 0{,}03)\,T_{н}, \qquad (6.19)$$

где $t_{о}^{VII}$ — планируемое время на завершение монтажа постоянного транспортного и забойного технологического оборудования, пуск постоянных цепей автоматизации, сигнализации и связи, ремонт и подготовку к сдаче всех постоянных устройств, которые использовались в процессе строительства, комплексное опробование технологической цепи под нагрузкой, мес.

VI и VII этапы общие для обоих фронтов работ со стороны основного горизонта и со стороны вентиляционного. Можно обозначить

$$t_{об} = t_{о}^{VI} + t_{о}^{VII}. \qquad (6.20)$$

Продолжительность строительства шахты (в месяцах) по фронту работ с основного горизонта

$$T_{ш.о} = (0{,}05 \div 0{,}08)\,T_{н} + \frac{H_{с}}{v_{с}} + \frac{W_{к}}{v_{к}} + t_{м}' + \sum \frac{L_{в}}{v_{в}} + \sum \frac{W_{с}}{v_{с}} + \frac{W_{к.б}}{v_{к.б}} + \frac{L_{б}}{v_{б}} + t_{м}'' + \frac{L_{ш}}{v_{ш}} + (0{,}02 \div 0{,}03)\,T_{н}. \qquad (6.21)$$

Аналогично намечаем последовательные этапы строительства шахты в цепи направления работ со стороны вентиляционного ствола и обозначаем сроки их выполнения (в месяцах).

На Iв этапе

$$t_{в}^{I} = t_{вт} + t_{стр}.$$

Объем работ на строительной площадке вентиляционного ствола значительно меньше, чем на центральной, и обычно равен

$$t_{в}^{I} = (0{,}02 \div 0{,}04)\,T_{н}. \qquad (6.22)$$

На IIв этапе

$$t_{в}^{II} = H_{в}/v_{в}, \qquad (6.23)$$

где $H_{в}$ — полная глубина вентиляционного ствола, м; $v_{в}$ — скорость строительства вентиляционного ствола, м/мес.

На IIIв этапе значение

$$t_{в}^{III} = \frac{W_{к.в}}{v_{к.в}} + t_{м}' \qquad (6.24)$$

имеет то же самое содержание, что и для основного горизонта.

На IVв этапе

$$t_{в}^{IV} = \sum \frac{L_{в}}{v_{в}} + \sum \frac{W_{с}}{v_{с}}, \qquad (6.25)$$

где $t_{в}^{IV}$ — планируемая продолжительность сооружения последовательной цепи выработок данного направления работ в пределах околоствольного двора вентиляционного горизонта, сопряжений выработок и вентиляционных штреков на сбойки с бремсбергами.

Буквенные обозначения в формуле (6.25) соответствуют обозначениям, принятым в выражении (6.16).

На Vв этапе

$$t_{в}^{V} = \frac{W_{к.в}}{v_{к.в}} + t_{м}'' + \frac{L_{б}}{v_{б}}, \qquad (6.26)$$

где $t_{в}^{V}$ — планируемая продолжительность сооружения бремсбергов сверху вниз, мес.; $W_{к.в}$ — объем самой большой лебедочной камеры при бремсберге, м^3; $v_{к.в}$ — скорость строительства камеры, м^3/мес; $t''_{м}$ — время на монтаж лебедки (имеется в виду, что возведение фундамента было частично или полностью совмещено с сооружением камеры), мес.; $L_{б}$ — полная длина бремсбергов или только та часть, которую будут проводить сверху вниз, м; $v_{б}$ — скорость строительства бремсбергов, м/мес.

При выполнении работ этого этапа все камеры лебедок при бремсбергах и сами бремсберги проводят одновременно.

Возможен вариант исключения величины $W_{к.в}/v_{к.в} + t''_{м}$ из цепи главного направления, если бремсберги будут проводить с использованием временных лебедок и одновременно с проведением сооружать камеры и монтировать постоянные лебедки. В данном варианте неизбежно снижение скорости проведения бремсбергов в связи с использованием временных лебедок.

Продолжительность строительства шахты (в месяцах) с вентиляционного горизонта

$$T_{ш.в} = (0{,}02 \div 0{,}04)T_{н} + \frac{H_{в}}{v_{в}} + \frac{W_{к.в}}{v_{к.в}} + t_{м}' + \sum \frac{L_{в}}{v_{в}} + \sum \frac{W_{с}}{v_{с}} + \frac{W_{к.в}}{v_{к.в}} + t_{м}'' + \frac{L_{б}}{v_{б}} + \frac{L_{ш}}{v_{ш}} + (0{,}02 \div 0{,}03)T_{н}. \qquad (6.27)$$

Если в вариантах $T_{ш.о}$ и $T_{ш.в}$ в качестве постоянных величин принять скорости строительства выработок $v_{с}$, $v_{к}$, $v_{в}$, $v_{ш}$, $v_{б}$, а в качестве переменных — объемы работ $H_{с}$, $W_{к}$, $L_{в}$, $W_{с}$, $L_{б}$, $L_{ш}$, то можно сравнивать различные варианты вскрытия и подготовки шахтного поля по фактору продолжительности строительства шахты. В том случае, когда вскрытие и подготовка шахтного поля

определены в техническом проекте окончательно, объемы работ являются величинами постоянными, а продолжительность строительства будет зависеть от переменных величин — скоростей сооружения горных выработок.

Принятые для расчета $T_{ш.о}$ и $T_{ш.в}$ скорости сооружения горных выработок должны находиться в пределах, которые определяются следующими требованиями: превышать среднюю нормативную величину, удовлетворяющую норме продолжительности строительства шахты; приближаться к максимальной величине, обычной для данных горнотехнических и горно-геологических условий; соответствовать наиболее подходящей для данных условий технологической схеме проведения; сокращать продолжительность и снижать стоимость строительства; обеспечивать высокую производительность и безопасность труда.

Расчетные величины $T_{ш.о}$ и $T_{ш.в}$ сравнивают между собой и с $T_н$. Лучший вариант предварительной разработки схемы и расчета продолжительности строительства шахты по главному направлению следует считать при $T_{ш.о}=T_{ш.в}\leqslant T_н$. Возможны и другие варианты. Сравнение расчетных сроков между собой и с нормой имеет цель определить и принять меры, способствующие сокращению разницы между ними с целью повышения эффективности капитальных вложений. Нельзя допускать, чтобы по одному из направлений работы были закончены задолго до подхода встречного забоя. Это приводит к замораживанию вложенных средств, к затратам на поддержание, проветривание и др. Например, равенство $T_{ш.о}=T_{ш.в}$ может быть достигнуто, если проводить бремсберги встречными забоями и др., что и является окончательной продолжительностью строительства шахты на первом этапе разработки проекта.

Далее производят проверку по производительности подъема (подъемов) вспомогательного и вентиляционного стволов на момент наибольшего грузопотока со стороны основного и вентиляционного горизонтов, когда главный ствол еще не введен в действие.

При проверке продолжительности строительства шахты по производительности подъемов на момент максимального развития работ и наибольшего грузопотока следует учесть, что более напряженной в данном варианте будет работа подъемов вентиляционного ствола. Особого внимания требует проектирование проветривания забоев выработок при проведении их со стороны вентиляционного ствола до момента сбойки с центральными стволами. Для эффективного проветривания, обеспечения запасного выхода и сокращения срока строительства принято на расстоянии 30—40 м от вентиляционного ствола бурить вентиляционную скважину, которая используется на период строительства. Ствол в этом случае является воздухоподающим.

На рис. 18 показан вариант II группы схем, который от предыдущего отличается наличием двух пластов и применением на пласте *А* системы разработки длинными столбами по простиранию, а на пласте *Б* — сплошной системы лава — этаж.

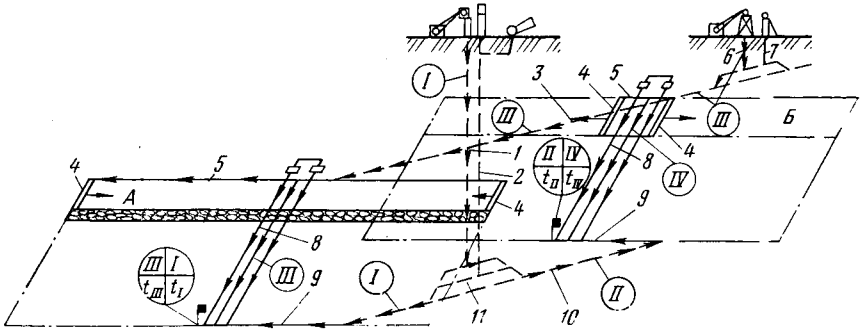


Рис. 18. Вариант схемы строительства шахт группы II с этажной схемой подготовки пластов и разработкой этажей по пласту:

А — длинными столбами по простиранию, а по пласту *Б* сплошной системой «лава — этаж»; *1* — вспомогательный (клетевой) ствол; *2* — главный (скиповой) ствол; *3* — вентиляционный квершлаг; *4* — разрезные печи; *5* — вентиляционные штреки; *6* — вентиляционный ствол с околоствольным двором; *7* — вентиляционные скважины; *8* — конвейерный и вспомогательный бремсберги; *9* — главные откаточные штреки; *10* — откаточный квершлаг основного горизонта; *11* — околоствольный двор основного горизонта; *12* — спаренные штреки

Схемой предусматривается строительство шахты также двумя направлениями работ: со стороны центрального вспомогательного ствола и со стороны вентиляционного ствола. Указанные стволы будут выполнять функции по выдаче горной массы, спуску оборудования и материалов, спуску и подъему людей, вентиляции и водоотливу.

Этапы схемы строительства шахты в данном случае могут быть представлены в следующих подвариантах:

а) к сдаче шахты в эксплуатацию подготовляют оба пласта одновременно. Цепь главного направления выработок со стороны вспомогательного и вентиляционного стволов будет направлена на пласт *А*, так как дополнительные затраты времени потребуются на проведение вентиляционного квершлага *8* со стороны вентиляционного ствола и на проведение спаренных штреков *9* со стороны основного горизонта, когда бремсберги уже пройдены;

б) шахту строят в две очереди. В первой очереди сдается в эксплуатацию комплекс выработок и оборудования по пласту *Б*. Сокращение длины вентиляционного квершлага и спаренных штреков позволяет сдать очистные забои по пласту *Б* в эксплуатацию значительно раньше по сравнению с подвариантом «а». Во второй очереди сдается в эксплуатацию комплекс по пласту *А*.

На рис. 19 показан еще один вариант схемы строительства шахты группы II при вскрытии двух пластов центрально-сдвоенными стволами при вентиляционных стволах на каждый пласт.

Данный вариант вскрытия и подготовки пластов по сравнению с предыдущим представляет возможность сократить продолжительность строительства всей шахты.

Наличие трех стволов, используемых при строительстве шах-

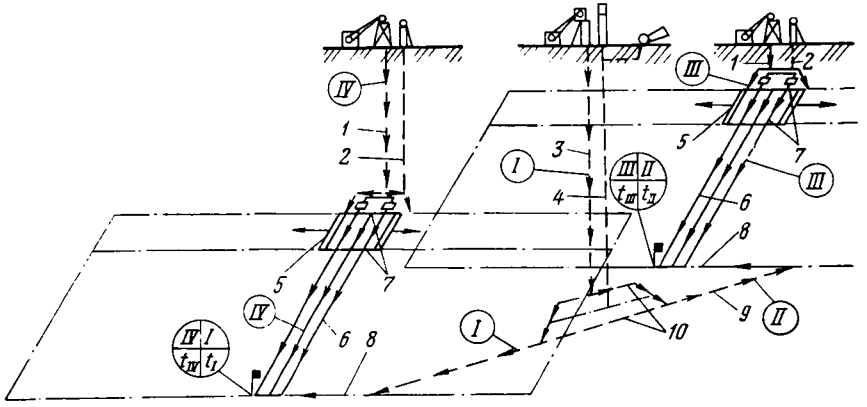


Рис. 19. Вариант схемы строительства шахты группы II с этажной схемой подготовки пластов и разработкой этажей сплошной системой «лава — этаж»:

1 — вентиляционные стволы; *2* — вентиляционные скважины; *3* — вспомогательный ствол; *4* — главный ствол; *5* — разрезные печи; *6* — конвейерные и вспомогательные бремсберги; *7* — вентиляционные и откаточные штреки; *8* — главные откаточные штреки; *9* — откаточный квершлаг; *10* — околоствольный двор основного горизонта

ты, позволяет во втором периоде открыть четыре направления работ.

Вторая схема с ее подвариантами применялась при строительстве следующих шахт в Донбассе: им. Горького, им. Засядько, им. Калинина, им. газеты «Социалистический Донбасс» и др.

Строительство шахты по схемам III группы. Вариант схемы строительства шахты, разрабатывающей один пласт при панельной схеме подготовки с вентиляционными стволами на каждую панель, показан на рис. 20. Система разработки — длинными столбами по простиранию.

Строительство шахты в зависимости от суммы выделяемых капиталовложений по годам, возможностей строительных организаций в освоении выделяемых средств, от горно-геологических и других условий может быть проведено в одну, две и более очередей.

Продолжительность строительства шахты в варианте сдачи в эксплуатацию одновременно обеих панелей определяют по цепи выработок главного направления в той панели, которая имеет бóльшую длину бремсбергов и спаренных штреков. В варианте вскрытия и панельной подготовки двух-трех пластов в цепь главного направления включают откаточные и вентиляционные квершлаги, а панель выбирают самую большую по размерам и самую дальнюю от центральных стволов.

На схеме (см. рис. 20) применены полевые бремсберги с целиками угля над ними. Во избежание раздавливания бремсбергов опорным давлением на целики рекомендуется предварительно надработать их, т. е. выработать полосу пласта над бремсбергами.

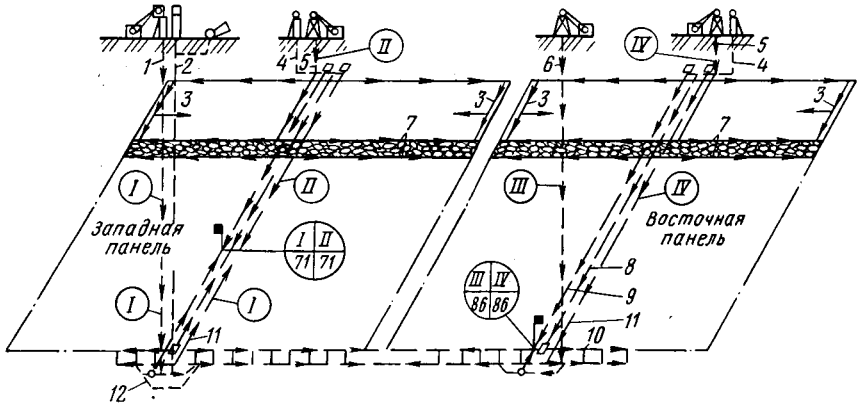


Рис. 20. Вариант схемы строительства шахт группы III с панельной схемой подготовки и разработкой панелей столбами по простиранию:

1 — вспомогательный ствол; *2* — главный ствол; *3* — разрезные печи; *4* — вентиляционная скважина; *5* — вентиляционный ствол; *6* — воздухоподающий ствол; *7* — спаренные штреки; *8* — конвейерный бремсберг для транспортирования угля; *9* — вспомогательный бремсберг для транспортирования людей, *10* — полевые штреки; *11* — вспомогательный бремсберг для транспортирования породы, оборудования и материалов; *12* — околоствольный двор основного горизонта

Ширина полосы должна превышать расстояние между крайними бремсбергами на 20—40 м. Это можно сделать, например, при углах падения в пределах 10° одной или спаренными лавами сверху вниз или снизу вверх, т. е. одним столбом по восстанию или по падению. При разработке технологической схемы строительства шахты должны быть учтены этапы работ, связанные с надработкой бремсбергов.

На рис. 21 представлена технологическая схема строительства шахт группы III применительно к условиям шахты «Шахтерская-Глубокая» ПО «Шахтерскантрацит». Производственная мощность шахты 2,1 млн. т/год. Шахтное поле вскрыто вертикальными стволами при панельном (блочном) способе подготовки. На рис. 21 показаны два блока. В первую очередь схемой строительства намечено ввести в эксплуатацию центральный блок с двумя лавами по 200 м. Через 7 мес вводится в эксплуатацию второй блок, а затем по мере разворота работ будут введены в эксплуатацию еще по две лавы на каждом блоке.

На центральном блоке намечены два основных направления горнопроходческих работ: I через вспомогательный ствол (2) по стрелкам навстречу со II направлением работ со стороны вентиляционного ствола *5* и III направлением со стороны воздухоподающего ствола *14*. Максимальный разворот работ со стороны вентиляционного ствола *5* обеспечивают: пробуренная вентиляционная скважина *4*, достаточно производительные временные подъемы клетевой и бадьевой, организация водоотлива, электроснабжения подачи сжатого воздуха, монтаж и приведение в действие всего

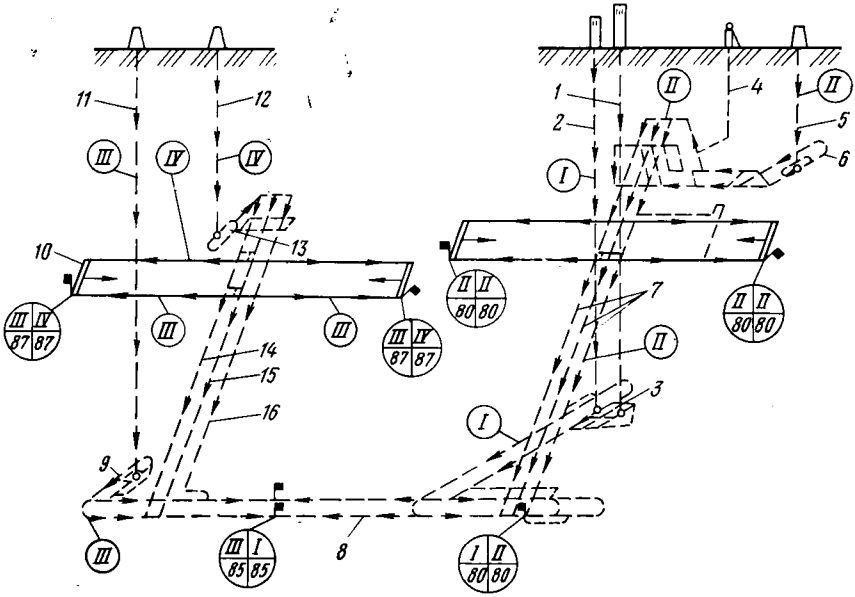


Рис. 21. Примерная технологическая схема строительства шахты «Шахтерская-Глубокая»:

1 — главный (скиповой) ствол; *2* — вспомогательный (клетевой) ствол; *3* — околоствольный двор основного горизонта; *4* — вентиляционная скважина; *5* — вентиляционный ствол № 1; *6* — околоствольный двор вентиляционного ствола № 1; *7* — конвейерный и вспомогательный полевые бремсберги; *8* — полевые откаточные штреки; *9* — околоствольный двор воздухоподающего ствола № 1; *10* — разрезная печь лавы; *11* — воздухоподающий ствол; *12* — вентиляционный ствол № 2; *13* — околоствольный двор вентиляционного ствола № 2; *14* — *16* — вспомогательные полевые бремсберги; *15* — конвейерный бремсберг

необходимого оборудования на поверхности и на подземном горизонте. Второй блок строится через воздухоподающий ствол *14* (III направление работ) и вентиляционный ствол *15* (IV направление работ). Лавы с этих направлений вводят в эксплуатацию на 87-м месяце с начала строительства (обозначено в кружках). Разработанная детально техническая схема строительства позволяет установить взаимосвязь и сроки выполнения очередей и периодов строительства шахты применительно к каждому стволу и соответствующей строительной площадке. Очень важно правильно выбрать технологию проведения каждой горной выработки и обосновать скорости ее строительства (в м^3) в свету в массиве за месяц. По этим скоростям и определяется общее время строительства комплекса выработок по каждому направлению.

Некоторую специфику имеют технологические схемы строительства шахт Подмосковного бассейна (рис. 22). Вскрытие месторождения производится главным наклонным стволом, предназначенным для конвейерного транспортирования угля, вертикальными стволами — вспомогательным и вентиляционным. Все стволы за-

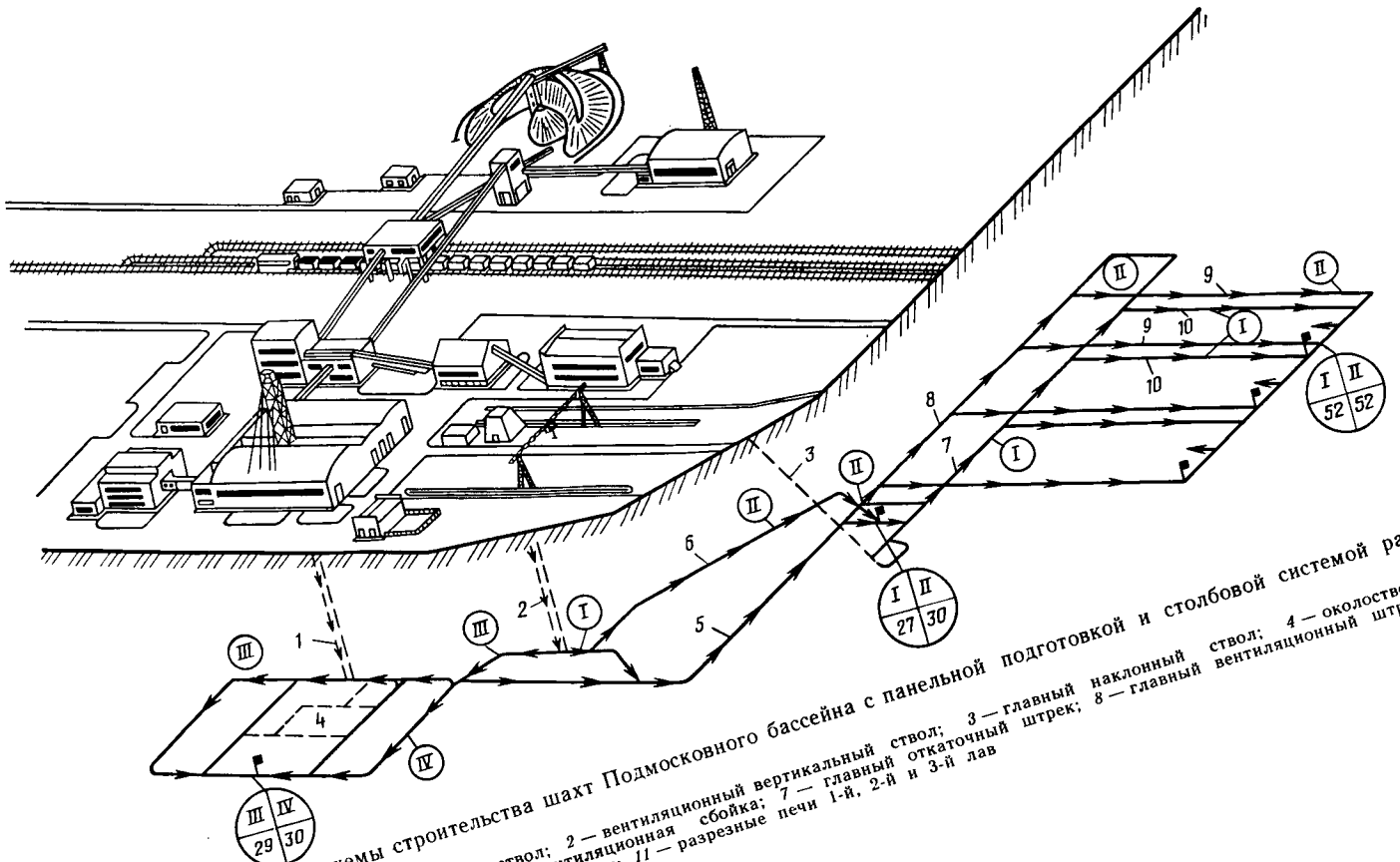


Рис. 22. Вариант схемы строительства шахт Подмосковного бассейна с панельной подготовкой и столбовой системой разработки:

1 — вспомогательный вертикальный ствол; *2* — вентиляционный вертикальный ствол; *3* — главный наклонный ствол; *4* — околоствольный двор; *5* — магистральный штрек; *6* — вентиляционная сбойка; *7* — главный откаточный штрек; *8* — главный вентиляционный штрек; *9* — вентиляционный штрек; *10* — конвейерный штрек; *11* — разрезные печи 1-й, 2-й и 3-й лав

кладываются на центральной площадке. Залегание угольного пласта — близкое к горизонтальному. Мощность пласта изменяется от 1,5 до 3,3 м. Способ подготовки — панельный: по пласту проводят главные откаточный и вентиляционный штреки, к ним примыкают столбы, которые нарезают с одной стороны вентиляционными и с другой стороны конвейерными штреками. К сдаче шахты нарезаются три лавы длиной по 100 м. Система разработки — длинными столбами с управлением кровлей полным обрушением. Шахта будет строиться через вентиляционный и вспомогательный стволы.

Донгипрооргшахтострой предложил проходить на центральных площадках крупных и глубоких шахт трубокабельные стволы, имеющие простое проходческое оснащение и позволяющие открыть горнопроходческие работы на горизонте значительно раньше, чем со стороны основных стволов. В данном случае таким стволом является вентиляционный. Еще в период строительства вспомогательных стволов между ними проводят вентиляционную сбойку по направлению работ 3′, которые развивают в дальнейшем в пределах околоствольного двора. Схемой строительства шахты намечаются два основных направления работ от вентиляционного ствола, который должен быть пройден значительно раньше: первое (обозначено цифрой один в кружке) проходит вначале по магистральному штреку, затем переходит на главный откаточный штрек и далее по конвейерной выработке до точки встречи забоев; второе (обозначено цифрой два в кружке) проходит по вентиляционной сбойке и далее по главному вентиляционному штреку и вентиляционному штреку самого дальнего столба до точки встречи с первым направлением. Точки встречи направлений работ обозначаются кругами, разделенными на 4 части: в верхней части — номера встречных направлений работ, в остальных — соответствующие каждому направлению сроки работ в месяцах.

Горнопроходческие работы на других столбах и в околоствольном дворе выполняются одновременно. Таким образом, срок горнопроходческих работ по главному направлению составит 52 мес. Возможны и другие варианты планировки горнопроходческих работ, и все они подлежат сравнению между собой для выбора оптимального варианта, учитывающего возможности подрядных строительных организаций.

По аналогии с порядком построения схемы II группы продолжительность строительства определяют по направлению работ со стороны центрального вспомогательного ствола и со стороны самого дальнего вентиляционного ствола. Полученные сроки сравнивают с продолжительностью по нормам и делают корректировку.

По схемам группы III в Донбассе строили шахты им. Скочинского, «Октябрьский рудник» и др. В настоящее время строится шахта «Шахтерская-Глубокая».

Строительство шахты по схемам IV группы. Сочетание схемы вскрытия блоками и системы разработки столбами по падению (рис. 23) считается в настоящее время целесообразным для раз-

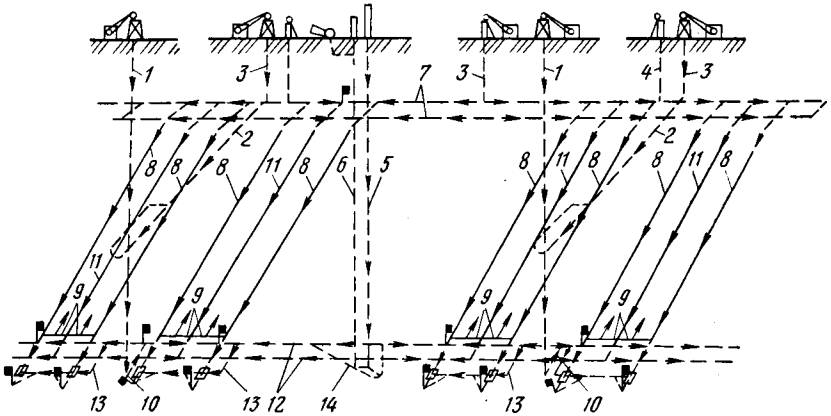


Рис. 23. Вариант схемы строительства шахт IV группы при вскрытии и подготовке пласта блоками с разработкой столбами по падению:

1 — воздухоподающие стволы; *2* — вентиляционные квершлаги; *3* — вентиляционные стволы; *4* — вентиляционные скважины; *5* — главный (скиповой) ствол; *6* — центральный вспомогательный (клетевой) ствол; *7* — полевые вентиляционные штреки; *8* — бортовые выработки; *9* — очистные забои (лавы); *10* — вентиляционные воздухоподающие квершлаги; *11* — конвейерные выработки; *12* — полевые откаточные штреки; *13* — откаточные квершлаги; *14* — околоствольный двор основного горизонта

работки пластов на большей глубине при малой водообильности. Такое сочетание обеспечивает максимальную концентрацию очистных работ, полную механизацию добычи угля, эффективную вентиляцию и нормальные тепловые условия при минимальных капитальных затратах и эксплуатационных расходах. Вскрытие блоками с разработкой пластов столбами по восстанию применяется при повышенной водообильности пластов. При этом сокращаются длины вентиляционных путей и протяженность поддерживаемых выработок и независимость подготовки очередных блоков в период эксплуатации. Существенным недостатком этой схемы вскрытия и подготовки пластов является сложность проведения и проветривания забоев одиночных наклонных выработок при большой их протяженности. Спаренную лаву нарезают после проведения между вентиляционным и откаточным горизонтами одной выработки *11*, по которой транспортируют уголь и направляют свежую струю воздуха для проветривания лав.

Схема предусматривает проведение цепи выработок по направлениям от центрального вспомогательного (клетевого) ствола, воздухоподающих и вентиляционных стволов. Наличие пяти стволов позволяет во втором периоде строительства шахты открыть пять направлений работ в цепи выработок, а затем довести их число до 10. Это обстоятельство позволяет строить крупные шахты в довольно короткие сроки.

Стволы должны быть приспособлены к выполнению следующих функций: выдаче горной массы, спуску оборудования и материалов, спуску и подъему людей, обеспечению вентиляции и водоотлива.

Этапы строительства шахты устанавливают в зависимости от порядка сдачи шахты в эксплуатацию очередями по блокам и пластам. Допустим, что в варианте схемы, показанной на рис. 23, выделяемые капиталовложения и возможности подрядных строительных организаций в их освоении позволяют одновременно подготовить и сдать в эксплуатацию оба блока и всю шахту.

На поверхности одновременно открывают пять строительных площадок — центральную, две при воздухоподающих и две при вентиляционных стволах. Сооружение всех стволов следует начать одновременно, однако это зависит от объема внешне- и внутриплощадочных подготовительных работ, выполняемых до начала оснащения стволов.

Продолжительность строительства шахты на стадии разработки общей схемы определяют по самому удаленному блоку от центральных стволов, имеющему наибольшую протяженность горизонтальных и наклонных выработок.

Этапы схемы строительства шахт в первую очередь должны учесть сбойку стволов: центральных с воздухоподающими — полевыми откаточными штреками; вентиляционных с вентиляционными воздухоподающими — квершлагами; вентиляционных с центральными — полевыми вентиляционными штреками и вентиляционными воздухоподающими квершлагами. После этого проводят остальные подготовительные выработки главного направления вплоть до нарезки спаренных лав.

Схема строительства шахты со стороны вентиляционных стволов, например для блока № 1, после обычных первых четырех этапов на V этапе предусматривает проведение вентиляционных полевых штреков по более длинному крылу. По мере их проведения подготавливают забои вентиляционных квершлагов *10* на конвейерные и бортовые выработки спаренных лав; на VI этапе сооружают вентиляционный квершлаг на самую крайнюю конвейерную выработку, лебедочную камеру, монтируют лебедку и проводят конвейерную выработку сверху вниз, VII этап — обычный (см. группу II).

Суммарную продолжительность этапов строительства шахты со стороны центрального вспомогательного ствола и воздухоподающего ствола блока № 1 определяют аналогично. Полевые откаточные штреки можно проводить со стороны центрального и воздухоподающего стволов одновременно встречными забоями или со стороны одного из этих стволов. Это решают сравнением сроков по тому и другому стволам.

Как и в предыдущих примерах, сравнивают расчетные сроки по всем фронтам работ с продолжительностью строительства $T_н$, производят корректировку и проверяют производительность подъемов всех стволов по максимальному грузопотоку во втором периоде строительства. Аналогичные подсчеты для проверки можно сделать и по блоку № 2.

При вскрытии и подготовке двух и более пластов шахту строят очередями. Схему строительства разрабатывают на все очереди

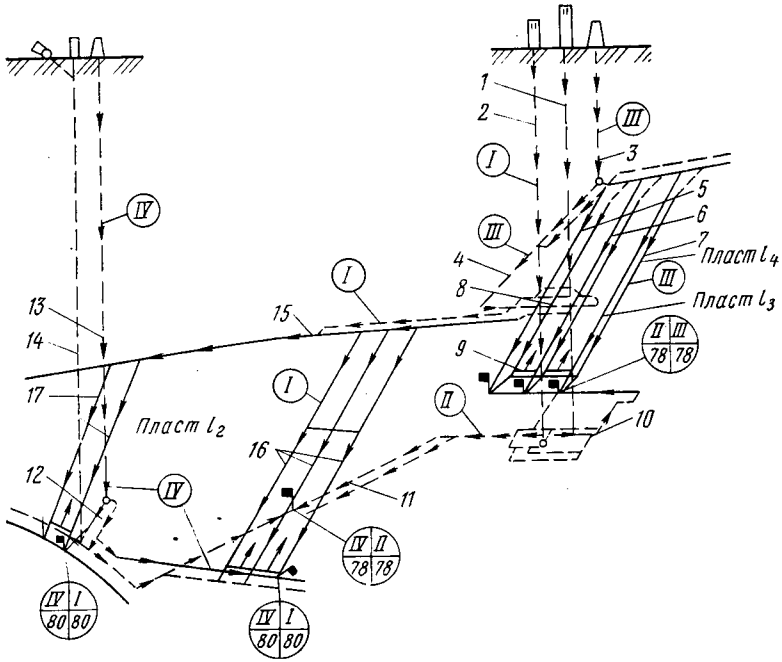


Рис. 24. Примерная технологическая схема строительства шахты «Комсомолец Донбасса» (Ждановская-Капитальная» № 1):

1 — главный (скиповой) ствол; *2* — вспомогательный (клетевой) ствол; *3* — воздухоподающий ствол № 1; *4* — вентиляционный квершлаг на основном горизонте; *5, 7* — наклонные пластовые бортовые выработки; *6* — конвейерная пластовая выработка спаренной лавы; *8* — околоствольный двор основного горизонта 414 м; *9* — опережающая спаренная лава; *10* — вентиляционный и дренажный околоствольный двор горизонта 642 м; *11* — западные откаточные квершлаги к вентиляционному стволу; *12* — околоствольный двор вентиляционного ствола №1; *13* — вентиляционный ствол № 1; *14* — вентиляционная скважина; *15* — северный откаточный штрек; *16* — конвейерная и вспомогательные бортовые наклонные выработки спаренной лавы; *17* — конвейерная и бортовая наклонные выработки

с взаимной увязкой их между собой и определением срока строительства каждой очереди.

На рис. 24 представлена примерная технологическая схема строительства шахты «Комсомолец Донбасса» («Ждановская-Капитальная» № 1) ПО «Шахтерскантрацит» мощностью 2,1 млн. т/год. Шахтное поле вскрыто центрально-сдвоенными стволами *1* и *2*, воздухоподающим *3* и вентиляционным *14* стволами. Пунктиром на схеме обозначены полевые выработки, сплошной линией — пластовые. Угол падения пластов 4—6°. При блочном способе подготовки применена столбовая система разработки по восстанию, нисходящая схема проветривания и транспортирование угля и породы снизу вверх. Верхний горизонт (414 м) откаточный, нижний (642 м) вентиляционный и дренажный.

В представленном на рис. 24 варианте технологической схемы принято строить шахту в одну очередь на полную мощность, однако лавы ввести в эксплуатацию не все одновременно, а с разры-

вом в 2 мес. Основных направлений горнопроходческих работ четыре (они обозначены в кружках с римской цифрой). Стрелками обозначены направления горнопроходческих работ.

Направление *I* осуществляется через вспомогательный ствол по выработкам основного откаточного горизонта, по откаточному штреку *15*, наклонным выработкам лавы пласта l_7 к точке встречи с направлением работ от вентиляционного ствола (обозначена двойным кружком, в котором в верхних секторах указаны направления работ, а в нижних — сроки работ по каждому направлению).

Направление работ осуществляется также через вспомогательный ствол с дренажного (водоотливного) горизонта по квершлагам *11* навстречу с IV направлением со стороны вентиляционного ствола *13*.

Направление III работ проходит через воздухоподающий ствол *3*, околоствольный двор при нем, по квершлагу *4* на сбойку с центральными стволами. После сбойки, которая обеспечивает сквозное проветривание на главный ствол и запасной выход, разворачиваются горнопроходческие работы по пластам l_3 и l_4 навстречу с направлением работ II от вспомогательного ствола.

Данная схема от фактической, по которой шахта была построена, отличается в основном тем, что все наклонные выработки, подготавливающие лавы (5, 6, 7, 16 и 17), проводили снизу вверх, что предотвращало борьбу с притоками воды в забои, расширяло объем работ по пласту l_7 через вентиляционный ствол и сокращало протяженность направления I, которое в данном случае находится на критическом пути.

На схеме (см. рис. 24) все пластовые наклонные выработки намечено проводить сверху вниз по условиям безопасности работ, поскольку пласты сверхкатегорные по газу (несмотря на малый угол падения и комбайновую технологию их проведения).

По схемам VI группы в Донбассе строятся шахты «Красноармейская-Западная» № 1, «Южно-Донбасская» № 3, «Должанская-Капитальная» и др.

Разработка технологической схемы строительства шахты с мерами по охране полевых выработок. Для повышения устойчивости полевых штреков, полевых бремсбергов и других выработок в условиях глубоких шахт Донбасса рекомендуется еще при строительстве осуществлять надработку пластов над ними с целью разгрузки вмещающего массива, а выработанное пространство лав использовать для закладки породы от проведения этих и других выработок.

Такое техническое решение содействует претворению в жизнь закона об охране недр, так как вырабатываются целики, которые к завершению очистных работ будут раздавлены, и закона об охране кружающей среды, если большую часть породы от проведения выработок закладывать в выработанное пространство надрабатывающих лав.

При строительстве шахты «Красноармейская-Западная» № 1 (рис. 25) предложена надработка южного полевого откаточного

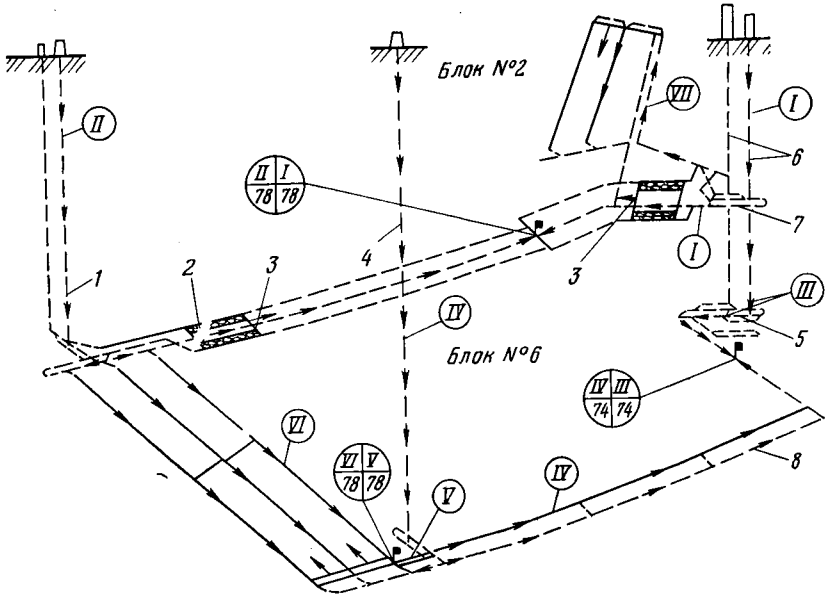


Рис. 25. Схема строительства шахты «Красноармейская-Западная» № 1:

1 — воздухоподающий ствол шестого блока; *2* — южный полевой откаточный штрек; *3* — надрабатывающие лавы; *4* — вентиляционный ствол шестого блока; *5* — околоствольный двор горизонта 708 м; *6* — центральные стволы; *7* — околоствольный двор горизонта 583 м

штрека гор. 583 м двумя встречными лавами со стороны воздухоподающего и вспомогательного стволов.

Длина надрабатывающей лавы (рис. 26) 140 м, мощность пласта 1,9 м, производительность пласта 2,42 т/м^2. Лава оснащена выемочным комплексом, который обеспечивает месячное подвигание до 120 м. Суточная добыча при нормативной скорости проведения штрека 70 м/мес составляет 910 т.

С отставанием от лавы на 15—20 м проводят охраняемый южный полевой откаточный штрек. Породу от его проведения при помощи пневмозакладочной установки типа ДЗМ-2 производительностью 120 м^3/ч и системы трубопроводов длиной до 1500 м закладывают в выработанное пространство надрабатывающей лавы. Откаточный штрек этой лавы через каждые 150 м погашают. Уголь к стволу транспортируют в вагонетках.

По расчетам уголь и горная масса из бортовых выработок могут быть выданы двумя подъемами: однобадьевым с машиной Ц-35×2,4 и бадьей БПС-5,0, одноклетевым с машиной ЦР-4×3/0,7 и двухэтажной клетью на вагонетку объемом 2,5 м^3.

Экономический эффект от попутной добычи угля и охраны полевого штрека составит 10,5 млн. руб. за вычетом сумм на проведение дополнительных выработок, эксплуатацию выемочного и закладочного комплекса.

Вторым примером может быть вариант надработки полевых бремсбергов и штреков при строительстве шахты «Шахтерская-Глубокая». Надработка предусматривается столбами по падению до начала проходки полевых бремсбергов силами действующих шахт на верхней границе шахтного поля с выдачей угля по выработкам этих же шахт. Возможный экономический эффект около 16 млн. руб.

6.6. Метод проверки продолжительности строительства горных предприятий по производственной мощности подрядных строительных организаций

Рассматриваемый метод проверки продолжительности строительства горнодобывающего предприятия сводится к определению возможностей генеральной и всех подрядных организаций в освоении выделенных капиталовложений и стоимостей строительно-монтажных работ по годам строительства.

В первом приближении срок строительства проектируемого предприятия по производственной мощности строительных организаций можно определить сравнением статистических показателей их работы за предыдущие годы на аналогичных стройках с ежегодными капиталовложениями и стоимостями строительно-монтажных работ по нормам или проекту.

Если обозначить годовой объем строительно-монтажных работ, который может быть освоен каждой подрядной строительно-монтажной организацией (включая и генподрядчика), занятой на строительстве проектируемого предприятия, через W_i, то сумма объемов $\sum_{i=1}^{i=T_ш} W_i \geqslant k_i C$ применительно к нормам распределения должна быть

$$\sum_{i=1}^{i=T_ш} W_i \geqslant k_i C, \tag{6.28}$$

где k_i — коэффициент, учитывающий долю от общей сметной стоимости строительно-монтажных работ, приходящуюся, согласно нормам или ПОС, на каждый год строительства; C — сметная стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб.

Сумму $\sum_{i=1}^{i=T_ш} W_i$ можно условно назвать годовой производственной мощностью подрядных строительных организаций, занятых на сооружении объектов проектируемого предприятия.

Годовая производственная мощность строительных организаций обусловлена в основном численным составом трудящихся, занятых на основных и подсобных работах, и их годовой выработкой

(годовой производительностью труда, выраженной в рублях). Годовая выработка одного трудящегося отражает техническую оснащенность, средний квалификационный уровень трудящегося, уровень организации труда и занятости трудящихся и весь комплекс других факторов, присущих каждой строительной организации.

Таким образом, можно записать

$$\sum_{i=1}^{i=T_{ш}} W_i = \sum_{i=1}^{i=T_{ш}} n_i k_i' q_i, \qquad (6.29)$$

где n_i — среднее в течение года число трудящихся каждой строительной организации, занятых на строительстве данного предприятия; k'_i — плановый коэффициент повышения годовой выработки одного трудящегося по отношению к выработке предыдущего года; q_i — фактическая среднегодовая выработка одного трудящегося данной специализированной строительной организации, тыс. руб.

При строительстве шахт планируется и учитывается выработка одного трудящегося по каждому строительному управлению. В связи со специализацией строительных управлений и трестов представляется возможность выделить выработку одного трудящегося на горных, строительных и монтажных работах, а на уровне комбината — усредненную величину выработки, учитывающую все виды работ.

В табл. 6.8 показана к примеру фактическая годовая выработка одного трудящегося по комбинату Донецкшахтострой и подчиненным ему трестам.

Для обеспечения нормативной продолжительности строительства шахты или рудника необходимо соответствие между выделяемыми ежегодно объемами стоимости строительно-монтажных работ и их освоением, которое достигается определенным числом трудящихся с учетом размера их выработки. Это соответствие представлено на уровне строительных управлений и трестов формулой

Таблица 6.8

Строительные организации	Фактическая годовая выработка одного трудящегося стоимости строительно-монтажных работ, тыс. руб.		
	1975	1976	1985
Комбинат Донецкшахтострой	7 221	7 538	9 152
Тресты:			
Донецкшахтострой	5 772	6 545	7 010
Макеевшахтострой	5 261	5 123	7 859
Артемшахтострой	6 971	7 061	9 684
Красноармейскшахтострой	5 393	5 077	6 802
Донецкшахтопроходка	11 172	11 616	13 255
Донецкшахтостроймонтаж	8 856	9 301	10 877
Донуглемашстрой	—	—	6 508

(6.29), а на уровне комбинатов — формулой

$$k_iC = \sum_{i=1}^{i=T_ш} W_i = nk'q, \qquad (6.30)$$

где n — среднее за год число трудящихся на всех видах строительно-монтажных работ; k' — плановый коэффициент ежегодного повышения выработки одного трудящегося по комбинату; q — фактическая среднегодовая выработка одного трудящегося в предыдущем году, тыс. руб.

Продолжительность строительства горного предприятия (в годах):

$$T_ш = \frac{k_1C_1}{\Sigma n_1k_1q_1} + \frac{k_2C_2}{\Sigma n_2k_2q_2} + \ldots + \frac{k_nC_n}{\Sigma n_nk_nq_n}. \qquad (6.31)$$

И здесь необходимо стремиться, чтобы расчетная величина $T_ш$ была равна или меньше $T_н$, принятой в проекте за основной срок строительства.

Зная распределение стоимости строительно-монтажных работ по годам и планируемую выработку, можно по графику (рис. 26) определить необходимое число трудящихся на строительстве предприятия и, наоборот, по фактическому числу трудящихся определить, какой объем строительно-монтажных работ в деньгах будет освоен. Если известно ежегодное распределение объемов строительно-монтажных работ в деньгах между специализированными строительными организациями, то на основе соответствующих размеров выработки можно определить необходимое число трудящихся по каждой организации на планируемый год.

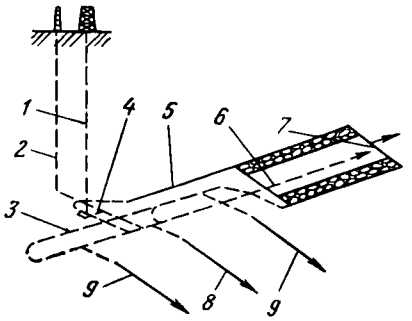


Рис. 26. Схема надработки полевого штрека:

1 — воздухоподающий ствол шестого блока; 2 — вентиляционная скважина; 3 — обгонная выработка; 4 — околоствольный двор воздухоподающего ствола; 5 — вентиляционный штрек надрабатывающей лавы; 6 — южный полевой откаточный штрек; 7 — надрабатывающая лава; 8 — воздухоподающая выработка; 9 — конвейерные выработки

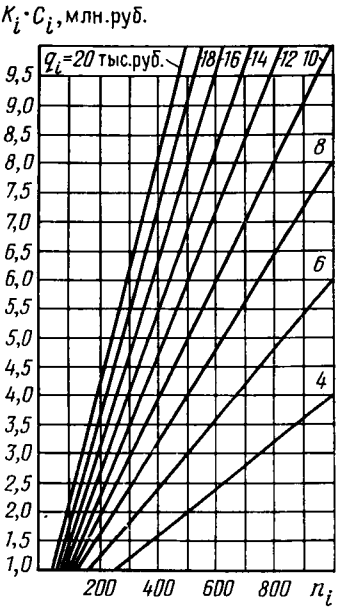


Рис. 27. Зависимость числа трудящихся на строительной площадке n_i от выделенных на год капитальных вложений K_iC_i и средней годовой выработки одного трудящегося q_i в тыс. руб

Формулами (6.28)—(6.31) и графиком (рис. 27) можно пользоваться в процессе проектирования и строительства не только для правильного планирования освоения стоимостей строительно-монтажных работ, но и для определения числа трудящихся на строительстве с перспективой на несколько лет для своевременной подготовки фронта работ и технического оснащения, а также удовлетворения социальных, культурных и бытовых нужд строителей.

6.7. Метод проверки продолжительности строительства горного предприятия по производительности подъемов

На главных и вспомогательных стволах подъемные установки имеют обычно достаточную для строительства производительность, а на вентиляционных и воздухоподающих, как правило, недостаточную.

При заранее известных данных о продолжительности строительства и распределении объемов проведения горных выработок по годам и при условии, что все другие факторы, влияющие на продолжительность строительства, учтены, рассматриваемый метод сводится к проверке возможности выдачи подъемами вспомогательного, вентиляционного и воздухоподающего стволов горной массы (наряду с другими функциями подъемов) от проведения выработок главного направления и выявления резервов производительности подъемов, определяющих масштабы (число забоев и скорость) проведения остальных выработок, не попавших на главное направление; возможности проведения всех горизонтальных и наклонных выработок за намеченное время второго периода строительства с учетом введения в работу подъемов главного ствола.

Применительно к строительству шахты по схемам II группы (см. рис. 17,*а*) продолжительность сооружения (в месяцах) горизонтальных и наклонных выработок по фронту работ со стороны вентиляционного ствола

$$t_{в} = \frac{W_{к.в}}{v_{к}} + \sum \frac{L_{в.в}}{v_{в.в}} + t_{м}' + \sum \frac{W_{с.в}}{v_{с.в}} + \frac{W_{к.в}}{v_{к.в}} + t_{м}'' + \frac{W_{к.б}}{v_{к.б}} + \frac{L_{б}}{v_{б}} + \frac{L_{ш}}{v_{ш}}. \qquad (6.32)$$

В общем виде формула для определения продолжительности проведения горизонтальных и наклонных выработок главного направления по фактору подъема имеет вид

$$t_{п} = \frac{W_{г.н} k_1 k_2 k_3}{Pm}, \qquad (6.33)$$

а продолжительность выполнения объема работ применительно к формуле (6.32)

$$t_{в.п} = \frac{(W_{к.в} + \Sigma L_{в} S_{с.в} + \Sigma W_{с.в} + \Sigma W_{к.в} + W_{к.б} + L_{ш} S_{с.в} + \Sigma L_{б} S_{с.в}) k_1 k_2 k_3}{Pm} + t_{м}' + t_{м}'', \qquad (6.34)$$

где $t_{в.п}$ — продолжительность сооружения горизонтальных и на-

клонных выработок со стороны вентиляционного ствола, определяемая на основе производительности подъема в стволе, мес; $W_{г.н}$ — суммарный объем горной массы от проведения выработок главного направления, м³ в массиве; k_1 — коэффициент перехода от объема в свету к объему горных выработок в проходке ($k_1=1{,}4$ для бетонной крепи и 1,25 для металлической крепи); $k_2=1{,}1\div1{,}2$ — коэффициент, учитывающий дополнительный объем горной массы от ремонта и перекрепления горных выработок, а также проведения временных выработок; k_3 — коэффициент неравномерности грузопотока горной массы; P — среднесуточная производительность подъема, м³ в массиве; m — число рабочих суток в месяце ($m=25{,}6$ сут при шестидневной рабочей неделе); $S_{с.в}$ — площадь поперечного сечения выработок в свету, м².

Разность $t_{рез}=t_в-t_{в.п}$ дает возможность определить объем выработок, которые могут быть проведены дополнительно к выработкам главного направления. Этот объем

$$W_{доп}=\frac{t_{рез}Pm}{k_1k_2k_3}. \qquad (6.35)$$

Кроме того, следует проверить производительность подъема по максимальному грузопотоку горной массы при скоростном проведении протяженных и других выработок главного направления.

Например, наибольшая нагрузка на подъем ожидается при одновременном и скоростном проведении трех бремсбергов сверху вниз. Время проведения бремсбергов с учетом скорости $t_б=L_б/v_б$, а по фактору производительности подъема

$$t_{б.п}=\frac{\Sigma L_б S_{с.в}k_1k_2k_3}{Pm}. \qquad (6.36)$$

По разности $t_{рез}=t_б-t_{б.п}$ можно определить возможный резерв в работе подъема, а случай $t_{б.п}>t_б$ говорит о необходимости уменьшить скорость проведения бремсбергов или применить подъемную установку с большей производительностью.

Проверка возможности проведения всего объема горизонтальных и наклонных выработок по производительности подъемов, принятых в проекте шахты, заключается в сравнении нормативной или заданной продолжительности строительства шахты $T_ш$ с продолжительностью, рассчитанной по производительности подъемов ($T_{ш.п}$).

Использование принятых в проекте подъемов удовлетворяет заданному сроку строительства при условии

$$T_{ш.п}=t_п+H_c/v_c+\frac{W_1k_1k_2k_3}{P_1m}+\frac{W_2k_1k_2k_3}{P_2m}+\ldots+\frac{W_nk_1k_2k_3}{P_nm}+t_м'+t_м''+t_з, \qquad (6.37)$$

где W_1, W_2, ..., W_n — объем горной массы в массиве от проведения всех горизонтальных и наклонных выработок ко времени сдачи шахты в эксплуатацию при работе соответственно одного, двух и конечного числа подъемов по выдаче горной массы, м³ в свету;

P_1, P_2, ..., P_n — среднесуточная производительность подъемных установок шахты, используемых во втором периоде строительства, по выдаче породы и угля, м³ в массиве.

Возможная среднесуточная производительность подъемов по выдаче горной массы:

$$P_{сут} = \frac{t_п Q_с n}{k_1' k_2'}, \qquad (6.38)$$

где $t_п$ — продолжительность работы подъема в течение суток, равная 15—20 ч; $Q_с$ — вместимость подъемного сосуда, м³ в массиве; n — число циклов подъема за 1 ч; k'_1=1,2 — коэффициент неравномерности работы подъема; k'_2 — коэффициент разрыхления пород, равный 1,6÷2,2.

По зависимости суточной производительности (рис. 28) от высоты подъема при максимальных скоростях 5,8 и 12 м/с можно установить область применения и подобрать необходимый тип подъемной установки.

Сокращение продолжительности строительства шахт до нормативных сроков возможно при правильном выборе производительности подъемов на основе учета объемов горной массы, подлежащей выдаче во втором периоде строительства.

Продолжительность сооружения центральных стволов в Донбассе, имеющих большую глубину и более сложное оборудование, чем отнесенные стволы, зачастую превышает нормативный срок строительства всей шахты. Рассчитывать на использование их мощных подъемов для выдачи основного объема горной массы во втором периоде строительства пока нельзя. Основная нагрузка (до 86%) по выдаче горной массы от проведения горизонтальных и наклонных выработок приходится на отнесенные (вентиляционные и воздухоподающие) стволы, сооружаемые обычно на 25—30 мес. быстрее, чем центральные.

Довольно часто отнесенные стволы оснащаются на второй период строительства подъемными установками недостаточной производительности, т. е. без учета изложенных выше обстоятельств.

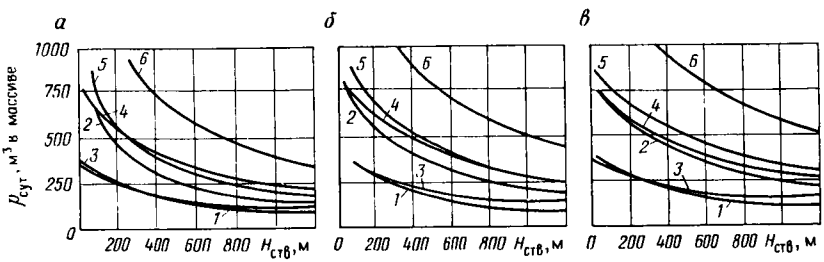


Рис. 28. Зависимость суточной производительности подъема от высоты при максимальной скорости подъема:

а — 5 м/с; *б* — 8 м/с; *в* — 12 м/с; *1* — одноклетевой подъем с одноэтажной клетью на вагонетку УВГ-2,5; *2* — двухклетевой подъем с одноэтажной клетью на вагонетку УВГ-2,5; *3* — одноклетевой подъем с двухэтажной клетью на вагонетку УВГ-2,5; *4* — двухклетевой подъем с двухэтажной клетью на вагонетку УВГ-2,5; *5*—однобадьевой подъем с бадьей вместимостью 5 м³; *6* — двухбадьевой подъем с бадьей вместимостью 5 м³

Для обеспечения заданной (проектной) продолжительности строительства шахты производительность подъемной установки на главном направлении, т. е. по наиболее длинной цепи выработок, которая, как правило, приходится на вентиляционный или воздухоподающий ствол, рекомендуется рассчитывать по формуле

$$P_{сут} = \frac{W k_1 k_2 k_3}{k\left[T_н - \left(\frac{H_с}{v_с} + t_п + t_з\right)\right] m}, \qquad (6.39)$$

где W — объем горизонтальных и наклонных горных выработок в массиве, от проведения которых горная масса выдается через данный ствол, м³ в свету; k — коэффициент, учитывающий опасность шахты по внезапным выбросам угля и газа, равный 1,1; $T_н$ — нормативный (заданный, проектный) срок строительства шахты, мес.

По формуле (6.39) при $k=1$, т. е. для шахт, не опасных по внезапным выбросам, построена номограмма (рис. 29) для определения $P_{сут}$ и других параметров строительства шахты.

Для иллюстрации пользования номограммой приняты следующие исходные данные: годовая мощность шахты $A=3000$ тыс. т; глубина центральных стволов $H_{ств}=1000$ м; средняя скорость сооружения центральных стволов $v_с=15$ м/мес; глубина отнесенного ствола, для которого подбирается подъем, $H_с=700$ м; средняя скорость сооружения отнесенного ствола $v_с=17$ м/мес; объем горной массы, который должен быть выдан через отнесенный ствол во втором периоде строительства, $W=75\cdot10^3$ м³.

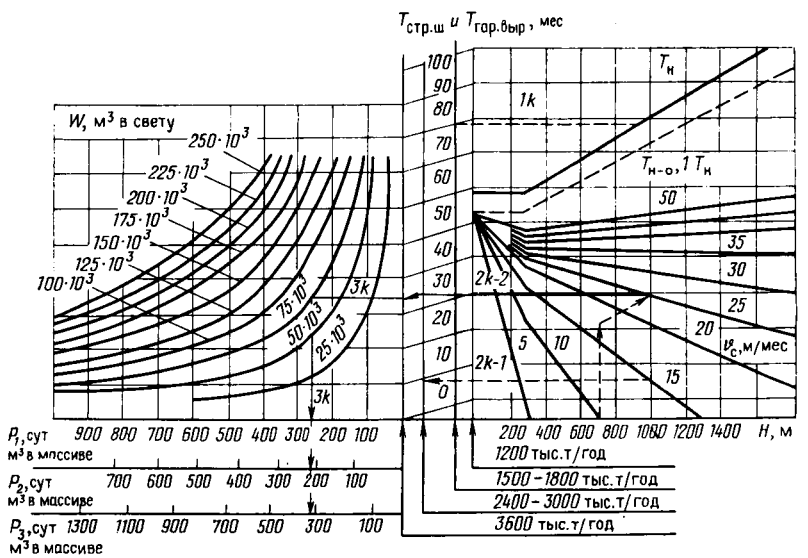


Рис. 29. Номограмма для выбора основных параметров строительства шахт

По номограмме можно определить:

продолжительность строительства шахты в зависимости от глубины центральных стволов и годовой мощности шахты;

продолжительность первого и второго периодов варианта строительства шахты через центральные стволы (*2k—1*) и через все отнесенные стволы (ключ *2k—2*), по которым намечается выдача горной массы при сооружении шахты;

необходимую производительность подъема ствола (ключ *3k*) при трех вариантах режимов подземной работы (в нашем примере $P_{1сут}=270$; $P_{2сут}=230$ и $P_{3сут}=380$).

При пользовании ключом *2k—2* учитываются разница в сроках сооружения любого отнесенного и центрального (обычно вспомогательного) стволов и возможное дополнительное время использования подъема отнесенного ствола во втором периоде строительства. Для этого от точки пересечения $H_с$ и $v_с$ отнесенного ствола проводится линия параллельно $T_н$ до пересечения с линией глубины центрального ствола.

Номограмма дает возможность выбрать оптимальные сочетания основных параметров строительства шахты. Например, если производительность подъемов при шестидневной рабочей неделе и шестичасовой рабочей смене принять за 100%, то при семидневной рабочей неделе и шестичасовой рабочей смене она составит 85%, а при пятидневной рабочей неделе и семичасовой рабочей смене — 146,5%.

По номограмме можно установить скорости сооружения стволов различной глубины, при которых продолжительность первого периода строительства, т. е. сооружения стволов, равна или даже больше нормативной продолжительности строительства всей шахты, и поэтому во втором периоде их подъем не может быть использован при условии соблюдения нормативного срока: для $H_с \geqslant 300$ м $v_с \leqslant 5$ м/мес; для $H_с \geqslant 700$ м $v_с \leqslant 10$ м/мес; для $H_с \geqslant 1250$ м $v_с \leqslant 15$ м/мес.

Анализ технических проектов шахт «Комсомолец Донбасса» («Ждановская-Капитальная» * и «Южно-Донбасская» № 3 **), выполненный с помощью номограммы, показал, что производительность принятых подъемов на отнесенных стволах ниже грузопотоков, приходящихся на стволы в период строительства шахт. Это несоответствие между грузопотоками и возможной производительностью подъемов привело к превышению фактической продолжительности строительства шахт над проектной.

В начальный период проведения горизонтальных выработок (до прокладки кольцевой откатки в околоствольном дворе) подъемы практически простаивают, а в период развертывания фронта работ в околоствольных дворах — недогружаются.

Одновременно с увеличением грузопотоков перед сдачей шахты в эксплуатацию возможности использования подъемов для

---

* Заложена в январе 1974 г.

** Заложена в октябре 1973 г.

выдачи горной массы резко снижаются в связи с необходимостью спуска в шахту большого числа крупногабаритного оборудования.

Очень важно обратить внимание на производительность подъемов как на фактор, определяющий грузопоток горной массы из забоев выработок и ограничивающий иногда число одновременно действующих забоев и скорость их проведения. В первую очередь это относится к вентиляционным стволам, когда предусмотренные на них постоянные подъемы не могут справиться даже с грузопотоком горной массы от проведения двух-трех выработок главного направления и тем более не обеспечивают максимального разворота горнопроходческих работ. Расчеты и технико-экономические сравнения могут подтвердить целесообразность замены малопроизводительных постоянных подъемов на более мощные временные, удовлетворяющие срокам строительства шахты.

На момент максимального разворота работ по проведению горизонтальных и наклонных выработок часовой грузопоток горной массы из всех действующих забоев $\Sigma P_{\max i}$ не должен превышать производительности подъема P, когда запасных рельсовых путей для аккумуляции грузов мало и резерв порожняка невелик:

$$k_1 \Sigma P_{\max i} \leqslant P, \qquad (6.40)$$

где k_1 — коэффициент неравномерности выхода и поступления горной массы из каждого действующего забоя (величина этого коэффициента зависит от числа забоев, технологии и скорости проведения выработки, числа проходческих циклов в сутки, величины резерва вагонеток и запасных путей и других факторов), равный $0{,}7 \div 0{,}8$; $P_{\max i}$ — максимальный грузопоток горной массы из каждого действующего забоя, равный эксплуатационной производительности погрузочной машины, м^3/ч.

6.8. Проектирование подготовительного периода строительства горного предприятия

Выбор состава и определение объемов работ подготовительного периода, а также своевременное их производство предопределяют продолжительность и качество строительства горного предприятия в целом.

Комплекс работ подготовительного периода в связи с увеличением мощности шахт и глубины стволов, максимальным использованием постоянных зданий и сооружений для нужд строительства значительно усложняется, растут его объем и продолжительность.

Если при строительстве шахт мощностью 0,6—1,2 млн. т/год объем подготовительных работ находился на уровне 0,8—1,5 млн. руб., то при строительстве современных шахт мощностью 2,1—4 млн. т/год на подготовительные работы приходится 8—10% стоимости строительства шахты и достигает, например

при строительстве шахты «Красноармейская-Западная» № 1, 12 млн. руб.

Состав и продолжительность подготовительного периода строительства всей шахты устанавливаются ПОС, для отдельных объектов — ППР.

В состав внешнеплощадочных подготовительных работ входят: строительство подъездных автомобильных и железных дорог, линий электропередачи и связи, подводящего водопровода и канализационного коллектора. Стоимость внешнеплощадочных работ для шахт Донбасса находится в пределах 30—55% от стоимости всех работ подготовительного периода. Оставшаяся часть стоимости приходится на внутриплощадочные работы, которые выполняются на строительных площадках центральных, вентиляционных и воздухоподающих стволов.

На площадке центральных стволов выполняются: комплекс работ нулевого цикла (планировка строительной площадки, прокладка подземных коммуникаций, устройство фундаментов, благоустройство, строительство постоянных и временных автодорог, а также стационарных железнодорожных путей); оснащение стволов; сооружение технологической части стволов; возведение зданий околоствольного комплекса, необходимого в первом периоде строительства; строительство общешахтных объектов (административно-бытового комбината, котельной, компрессорной, электростанции, механических мастерских, складов, бетонного узла и др). Строительные площадки вентиляционных и воздухоподающих стволов оснащаются обычно временными передвижными установками.

До начала и в течение подготовительного периода необходимо построить жилье и культурно-бытовые объекты в соответствии с потребностями, которые должны быть определены в ПОС.

Проектирование подготовительного периода в ПОС предусматривает: установление перечня временных и постоянных зданий и сооружений, используемых для нужд строительства; определение объемов работ; разработку технологии и определение сроков строительства временных и постоянных зданий и сооружений, возводимых в подготовительный период; разработку технологии и сроков выполнения наиболее трудоемких и сложных видов работ; установление последовательности строительства объектов и выполнения отдельных видов работ, которые завершаются построением линейного или сетевого графика строительства шахты или рудника в подготовительном периоде; определение продолжительности подготовительного периода и распределение капитальных вложений и стоимостей строительно-монтажных работ по месяцам или кварталам; построение графика поставки технологического оборудования, графика потребности в материально-технических ресурсах и рабочих кадрах с учетом разбивки их по специализированным строительным организациям.

В рабочих чертежах ПОС и в ППР на отдельные здания и сооружения дополнительно разрабатываются: рабочие чертежи

временных зданий и сооружений на поверхности; рабочие чертежи оснащения и коммуникаций общешахтного характера; детализация технологии строительства отдельных объектов и выполнения работ вплоть до составления технологических карт на сложные работы и работы, выполняемые новыми методами; разработка дополнительных проектных решений по технике безопасности и производственной санитарии.

Исходными данными при проектировании подготовительного периода строительства горного предприятия являются: технический проект шахты или рудника, главным образом в части тех постоянных зданий, сооружений и коммуникаций, которые будут сооружаться в подготовительном периоде; проектные решения ПОС и ППР по первому и второму периодам строительства, включающие комплексные проекты транспорта на поверхности, вентиляции, водоотлива, электроснабжения и снабжения сжатым воздухом, стройгенпланы и др.; сведения о сложившейся структуре и наличных ресурсах строительно-монтажных организаций, а также материально-технической базе строительства; сведения о заключенных договорах на поставки технологического оборудования и др.

В каждом проекте состав объектов и видов работ подготовительного периода в общих чертах устанавливают, руководствуясь СНиПом, а конкретно — на основе разработанной ранее технологии строительства шахты или рудника в первом и втором периодах.

Перечень объектов и видов работ подготовительного периода сводят в таблицу. К таблице прилагают конструктивные характеристики объектов, в которых указывают объемы зданий (сооружений), объемы работ по конструктивным элементам с указанием основных материалов и строительных конструкций и изделий. На основе перечисленных данных составляют ведомость объемов работ, выполняемых в подготовительный период.

Объем работ, согласно ведомости, группируют по исполнителям — специализированным строительно-монтажным организациям (земляные, бетонные, монтажные, горные и др.), что позволяет на следующем этапе проектирования разработать технологию, определить сроки и порядок строительства временных и постоянных объектов шахты или рудника и выполнения отдельных видов работ подготовительного периода. Для построения сетевого графика на каждый объект или комплекс работ составляются карточки — определители работ и ресурсов.

При построении графика учитывают следующие условия: горные работы начинают как можно раньше, а строительство зданий и сооружений, относящихся к оснащению стволов, планируют в первую очередь; готовность объектов подготовительного периода должна обеспечивать непрерывное ведение горных работ в цепи главного направления; проектируют поточно-скоростное строительство объектов и выполнение основных видов работ при обеспечении равномерной занятости специализированных строитель-

ных организаций; планируют нарастание объемов строительных, монтажных и горных работ до максимума к началу первого основного периода строительства шахты. Накопленные к этому времени рабочие кадры и материально-технические ресурсы полностью переводят на объекты основного строительства.

Продолжительность всего подготовительного периода или какой-либо его части, например внешнеплощадочных работ, можно определить в первом приближении на основе сметной стоимости строительно-монтажных работ и выработки трудящегося.

В сметной стоимости строительно-монтажных работ наряду со стоимостью объектов и работ основного строительства, т. е. постоянных зданий и сооружений, учитывают и временные, относящиеся как к оснащению стволов, так и к материально-техническому обеспечению.

Более точно продолжительность подготовительного периода определяют построением линейного или сетевого графика (см. рис. 38 и 57). Продолжительность критического пути сетевого графика соответствует времени подготовительного периода, которое и сравнивают с нормативным сроком.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТ

Развитие горнодобывающей промышленности в нашей стране в соответствии с намеченными планами должно происходить по типу расширенного воспроизводства шахтного фонда, которое отличается не только повторением процесса добычи полезного ископаемого в увеличенном размере, но и при более выгодных технико-экономических показателях. Простое воспроизводство шахтного фонда приводит к большим капиталовложениям без должной отдачи и, следовательно, к возрастанию себестоимости полезного ископаемого.

Шахтный фонд воспроизводится следующими видами работ: 1 — новым строительством; 2 — расширением; 3 — реконструкцией; 4 — техническим перевооружением; 5 — поддержанием мощностей действующих горных предприятий.

Новым называется строительство угольных и других шахт и разрезов (карьеров) на новом участке месторождения (горном отводе), а также строительство вторых и последующих очередей предприятий, если ввод их в эксплуатацию предусмотрен первоначально утвержденным проектом и ТЭО. Основное внимание уделено проектированию нового строительства, требующего выполнения всех видов работ в полном объеме. Другие пути воспроизводства шахтного фонда содержат определенные элементы нового строительства.

Расширением действующего предприятия называется ввод в эксплуатацию вторых и последующих очередей данной шахты по новому проекту в виде отдельных блоков, шахтных полей или

участков месторождений, технологически связанных с основным предприятием.

Перечисленные в табл. 6.1 шахты относились к новому строительству, и проектом предусматривалась сдача этих шахт на полную мощность. Однако по причине недоработок в проектах, а также недостаточной производственной мощности строительных организаций эти шахты поневоле были сданы на половину проектной мощности и даже менее. Так, например, шахта «Должанская-Капитальная» при проектной мощности 4,2 млн. т/год была сдана на мощность 1,2 млн. т, но ее основные фонды (стволы, подъемы, надшахтные здания и другие сооружения) построены на полную проектную мощность. Таким образом, значительные вложенные средства оказались замороженными. Считается, что сдана в эксплуатацию первая очередь шахты. Далее проект шахты пересматривают на строительство второй очереди, и это уже следует отнести к расширению действующей шахты. В таком положении оказались шахты «Комсомолец Донбасса», «Нагольчанская» № 1 и др.

Расширение современных действующих крупных и тем более глубоких шахт производится в основном за счет строительства новых блоков с панельной подготовкой или разработкой лавами по восстанию. Каждый новый блок имеет вентиляционный и воздухоподающий стволы. При восходящей схеме проветривания вентиляционный ствол располагается у верхней границы блока, а воздухоподающий — у нижней границы, при нисходящей схеме — наоборот.

Каждый новый блок строят почти независимо от действующей шахты, что обеспечивается двумя стволами и подбором соответствующих подъемных установок.

Строительство стволов на действующих шахтах может быть облегчено и ускорено в 2 раза применением комбинированной технологии проходки (см. рис. 35). Суть этой технологии заключается в следующем. По оси будущего ствола на полную его глубину пробуривают скважину диаметром 1—1,5 м. Одновременно под ствол со стороны действующей шахты проводят выработку в соответствии с проектом. По окончании бурения скважины и откачки из нее глинистого раствора производится сбойка, сооружается и закрепляется постоянной крепью сопряжение ствола с околоствольной выработкой. Далее сверху вниз с подвесного полка производится расширение ствола по буровзрывной технологии до нужного диаметра с возведением постоянной крепи. Взорванная порода сбрасывается в сопряжение на новом горизонте и транспортируется в выработанное пространство лав действующей шахты. Очень важно обеспечить транспортирование породы от ствола с необходимой производительностью.

На рис. 30 представлена схема строительства дополнительного блока действующей шахты при панельном способе подготовки и строительстве стволов по комбинированной технологии, для чего под стволы проводят магистральные штреки (*1* и *2*) и со-

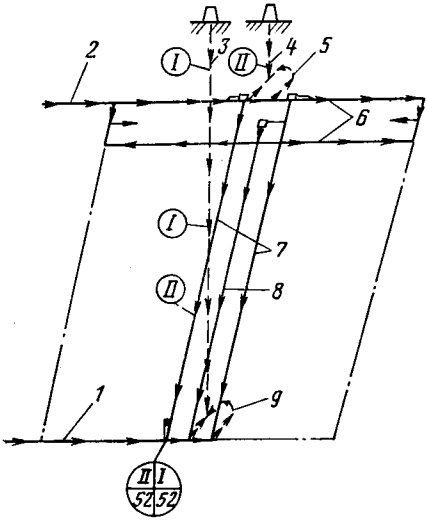


Рис. 30. Схема строительства дополнительного блока действующей шахты при панельном способе подготовки:

1 — магистральный откаточный штрек на действующую шахту; *2* — магистральный вентиляционный штрек на действующую шахту; *3* — воздухоподающий ствол; *4* — вентиляционный ствол; *5* — околоствольный двор вентиляционного ствола; *6* — ярусные вентиляционный и откаточные штреки; *7* — вспомогательные бремсберги; *8* — конвейерный бремсберг; *9* — околоствольный двор воздухоподающего ствола

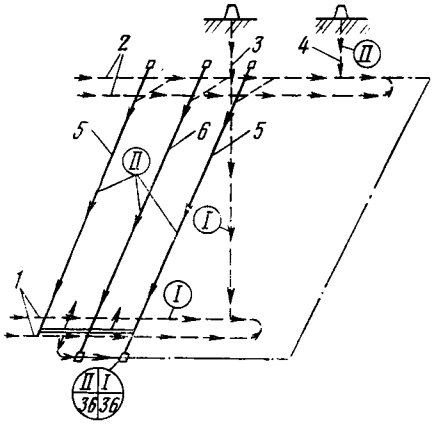


Рис. 31. Схема строительства дополнительного блока действующей шахты при разработке пластов лавами по восстанию:

1 — магистральные полевые откаточные штреки; *2* — магистральные полевые вентиляционные штреки; *3* — воздухоподающий ствол; *4* — вентиляционный ствол; *5* — вспомогательные (бортовые) наклонные выработки; *6* — конвейерная выработка

оружают околоствольные со стороны шахты. При проходке стволов по буровзрывной технологии указанные штреки, как правило, проводят через вновь построенные стволы до сбойки с действующей шахтой, что является дополнительной затратой времени.

Блок строится по двум встречным направлениям работ: *I* — через воздухоподающий ствол с возможным проведением бремсбергов снизу вверх; *II* — через вентиляционный ствол с проведением ярусных штреков и бремсбергов сверху вниз. При буровзрывной (обычной) технологии проходки стволов в первую очередь необходимо сбить стволы магистральными штреками с действующей шахтой, что обеспечивает проветривание и запасной выход. Как видно из схемы, основной объем горных работ приходится на вентиляционный ствол, так как через него проводят не только бремсберги, но и ярусные штреки. Число одновременно действующих забоев и грузопотоки необходимо увязать с производительностью подъемов этого ствола и поверхностного комплекса.

На рис. 31 показана примерная схема строительства дополнительного блока с одной спаренной лавой, разрабатываемой снизу вверх. Блок строится двумя направлениями работ и расчет

продолжительности строительства по каждому из них производится в порядке, изложенном в формулах (6.14) — (6.28).

Реконструкцией действующего предприятия считается: объединение полей (горных отводов) нескольких шахт путем создания единой схемы капитальных и подготовительных выработок и единого технологического комплекса поверхности при частичном использовании действующих основных производственных фондов (очистные забои, транспортное и очистное оборудование, здания и сооружения на поверхности, подъездные дороги, ЛЭП и связи и др.); усовершенствование способа вскрытия, систем разработки и способа подготовки запасов полезного ископаемого к отработке, усовершенствование общешахтной вентиляции и подземного транспорта за счет строительства дополнительных стволов шахт, а также переоборудования основных и вспомогательных технологических звеньев. Допустимо строительство нового технологического комплекса поверхности на новых стволах, построенных в пределах поля реконструируемой шахты.

Примерная схема реконструкции двух действующих шахт *Б* и *А* показана на рис. 32. Шахта *А* более мощная, имеет развитой комплекс поверхности с обогатительной фабрикой, в связи с чем ее площадка избрана для реконструкции под объединенную шахту.

Горные работы двух шахт объединяются на новом горизонте, для чего на площадке шахты *А* закладывается новый скиповой ствол *5*, имеющий производительность подъемов, превышающую суммарную мощность объединенных шахт. Реконструкция двух

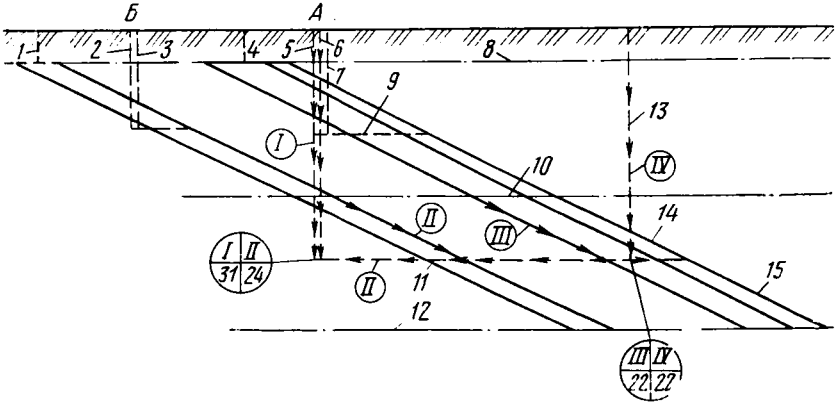


Рис. 32. Схема реконструкции шахт *Б* и *А* путем объединения их горных работ на новом горизонте и с концентрацией добычи угля на шахту *А*:

1 — вентиляционный ствол шахты *Б*; *2* и *3* — соответственно скиповой и клетевой стволы шахты *Б*; *4* — вентиляционный ствол шахты *А*; *5* — новый скиповой ствол объединенной шахты; *6* — клетевой ствол шахты *А* с последующей углубкой; *7* — скиповой ствол шахты *А*; *8* — верхняя граница шахтного поля; *9* — капитальный квершлаг шахты *А*; *10* — нижняя граница поля шахт *А* и *Б* и верхняя граница поля объединенной шахты; *11* — капитальный квершлаг объединенной шахты; *12* — нижняя граница поля объединенной шахты; *13* — воздухоподающий ствол объединенной шахты; *14* — бремсберговая часть шахтного поля объединенной шахты; *15* — уклонная часть шахтного поля. Стволы *5* и *13* проходят по комбинированной технологии (см. рис. 35)

шахт по типу простого воспроизводства, т. е. на ту же суммарную мощность при значительных капитальных вложениях, не имеет смысла с учетом постоянного совершенствования очистных работ и применения новых выемочных комплексов. Клетевой ствол шахты *А* углубляется. Предусматривается строительство воздухоподающего или вентиляционного ствола *13*.

По схеме строительства, представленной на рис. 32, дополнительные стволы (скиповой и воздухоподающий) проходят по комбинированной технологии, т. е. с бурением предварительных скважин на полную глубину (см. рис. 35).

По направлению *I* горнопроходческих работ углубляется клетевой ствол шахты *А 6* и проходится дополнительный скиповой ствол *5*. По направлению *II* со стороны действующей шахты *Б* по одному из пластов проходят наклонные выработки (бремсберги) сверху вниз и далее капитальный квершлаг *II* и выработки околоствольного двора нового горизонта, обеспечивающие ход работ по проходке скипового и углубке клетевого стволов.

Со стороны шахты *А* по одному из пластов проходят наклонные выработки (направление *III*), квершлаг и околоствольный двор воздухоподающего ствола (*13*), а также квершлаг *II* навстречу с направлением работ *II*. После проходки околоствольного двора и сопряжения воздухоподающего ствола начинается расширение этого ствола сверху вниз до полного сечения с возведением постоянной крепи (*IV* направление работ) (в кружках показаны примерные сроки работ по каждому направлению).

В дальнейшем бремсберги по оставшимся пластам обеих шахт целесообразно проходить через воздухоподающий ствол снизу вверх. Если пласты газовые или опасные по выбросам, то следует рассмотреть вариант проведения групповых полевых бремсбергов снизу вверх.

На рис. 33 при тех же условных обозначениях, что и на рис. 32, показан вариант строительства нового горизонта при проход-

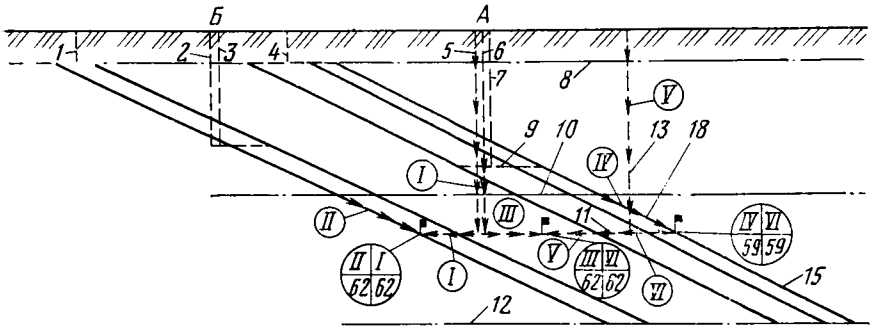


Рис. 33. Схема реконструкции шахт *Б* и *А* путем объединения их горных работ на новом горизонте и с концентрацией добычи угля на шахту *А* при буровзрывной технологии проходки дополнительных стволов (условные обозначения см. на рис. 32)

ке стволов по обычной буровзрывной технологии. По *I*, *II*, *III* и *IV* направлениям работы производят со стороны действующей шахты и только по *V* и *VI* — со стороны воздухоподающего ствола. Помехи действующим шахтам, связанные с реконструкцией, не устраняются, однако сроки работ значительно увеличиваются в связи с большой продолжительностью строительства стволов и последовательным ведением работ по проходке стволов и капитального квершлага нового горизонта.

Техническое перевооружение действующих предприятий предусматривает:

строительство зданий, сооружений, выработок и монтаж оборудования, обеспечивающих увеличение производительности основных технологических звеньев (процессов);

замену подъемных машин и сосудов на более мощные с соответствующей заменой транспортного оборудования технологического комплекса без расширения площади зданий на шахтной поверхности;

внедрение автоматизированных систем управления и контроля, применение радио, телефона, телевидения, ЭВМ в управлении производством;

модернизацию и техническое переустройство систем и установок по охране окружающей среды, отопительных и вентиляционных систем;

внедрение средств механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных средств на действующих шахтах;

строительство на действующих шахтах комплексов для закладки выработанного пространства;

мероприятия по улучшению условий труда, техники безопасности и промышленной санитарии.

Поддержание мощностей на действующих предприятиях включает следующие мероприятия по постоянному возобновлению выбывающих в процессе производственной деятельности основных фондов:

подготовку новых горизонтов (блоков); вскрытие и подготовку уклонных и бремсберговых полей и проведение отдельных горных выработок на действующих горизонтах; мероприятия по расконсервации запасов; устройство отвалов породы, прудов-накопителей, шламохранилищ, хвостохранилищ и их расширение.

Проектирование строительства новых горизонтов, а также новых полей и других видов работ изложено в главах 6—11.

8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРВОГО ОСНОВНОГО ПЕРИОДА СТРОИТЕЛЬСТВА ШАХТЫ

8.1. Порядок проектирования строительства ствола

Строительство ствола шахты предусматривает выполнение всего комплекса работ, обеспечивающих его готовность для сдачи в эксплуатацию по добыче полезного ископаемого.

Основными этапами этих работ являются: подготовительные, относящиеся к проходке ствола; оснащение и проходка технологической части (устья) и самого ствола; проходка всех приствольных камер, которые требуют остановки работ в забое ствола; армирование ствола; монтаж и демонтаж временного копра, сооружение постоянного копра; монтаж комплекса постоянных, а при необходимости и временных подъемов; переходы от проходки ствола к проведению горизонтальных выработок на основном горизонте.

Не следует отождествлять термины «строительство» и «проходка» ствола, так как проходка ствола является составной частью его строительства. Термин «проходка» ствола и его содержание и соответственно «технологические схемы проходки ствола» объединяют круг вопросов, относящихся к проходческому оборудованию, взаимосвязи процессов и организации работ в забое. Сюда же относится и армирование, если оно выполняется одновременно с выемкой породы и возведением постоянной крепи.

Содержание и объем проекта строительства ствола шахты определяются его диаметром, глубиной и типом постоянного эксплуатационного оснащения. Технико-экономические показатели проекта, и в первую очередь продолжительность строительства ствола, определяются его функциями и сроками, установленными схемой строительства шахты. Например, в первую очередь стремятся ввести в эксплуатацию клетевой, вентиляционный и другие стволы, которые обеспечивают разворот фронта работ по проведению горизонтальных выработок. Скиповой ствол может быть введен несколько позже, когда фронт работ достигнет максимального развития и работающие стволы не справятся с грузопотоками. Функции стволов определяются еще нуждами вентиляции и водоотлива.

Порядок проектирования строительства всех стволов шахты (рис. 34) предусматривает развитие и углубление разработки технологической схемы строительства шахты.

К исходным данным при проектировании технологии строительства ствола шахты относятся следующие сведения: район закладки стволов шахты; генеральный план поверхности с подъездными дорогами, отвалами; источники водоснабжения и электроснабжения, линии связи; наличие предприятий стройиндустрии, продукция которых может быть использована при сооружении ствола шахты; геологические и гидрогеологические условия строительства ствола (структура и сложение пересекаемых свит, направление простирания пород и угол падения, характеристика основных пересекаемых пород, и в первую очередь наиболее слабых и крепких, водоносных и газоопасных, мощности отдельных толщ пород, детальный геологический разрез пород, приток воды по отдельным пластам и горизонтам, химический состав подземных вод с указанием их агрессивности по отношению к цементу и металлу); газоопасность пересекаемых пород (категория шах-

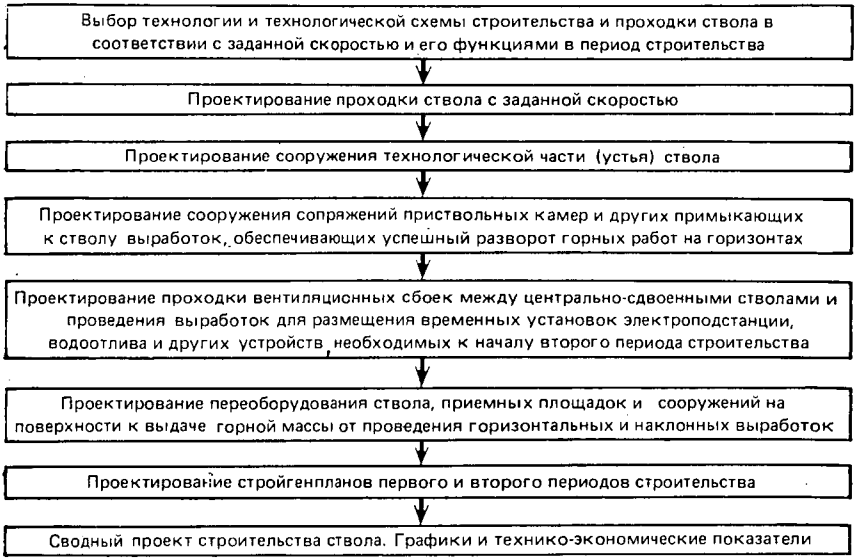


Рис. 34. Порядок проектирования строительства стволов шахт

ты по газу, ожидаемая газообильность по отдельным пластам угля, возможности суфлярных газовыделений, внезапных выбросов угля и породы); техническая характеристика ствола (поперечные размеры, площадь поперечного сечения ствола в свету и в проходке, глубина ствола, глубина зумпфа, материал, тип и толщина крепи, перечень и конструкция примыкающих к стволу выработок с указанием горизонтов, характеристика и чертежи конструкций армировки ствола); основные сведения о постоянном копре и постоянных подъемах; общие данные по постоянной технологической схеме транспорта породы от ствола в отвал, место размещения породного отвала на период строительства и эксплуатации шахты.

Задача проектирования строительства ствола на первой стадии определяется порядком проектирования (см. рис. 34) и содержанием отдельных разделов, изложенных в последующих параграфах. Завершается проект построением графика строительства ствола и определением технико-экономических показателей (продолжительности, скорости, стоимости). Производительность труда определяется по отдельным этапам и видам работ.

Проект строительства вертикального ствола шахты на рабочей стадии (ППР) требует более детальной разработки организации работ и изготовления рабочих чертежей с конкретной привязкой к местным условиям. Здесь наряду с графиком строительства ствола составляются графики организации работ в забое по выемке породы и креплению, графики организации работ по армированию, паспорта буровзрывных работ, крепления, норм и

расценок, технологические карты и отдельные проекты на сложные виды работ (цементация и др.) и работы, выполняемые новыми методами, не получившими широкого распространения, детализированный расчет стоимости проходки 1 м ($м^3$) ствола в свету на основе объемов работ и расхода материалов по конструктивным элементам, а также тарифных ставок проходчиков.

Рабочие чертежи изготовляются на временные технологические комплексы и оснащение поверхности, а также приспособления, устройства и оборудование, необходимые для проходки ствола. Большое внимание уделяется технике безопасности, промсанитарии и гигиене труда. Некоторые важные вопросы (вскрытие пласта угля, опасного по внезапным выбросам угля и газа, или пересечение стволом выбросоопасных пород и др.), требующие проектной разработки, выделяются в отдельные разделы.

8.2. Проектирование проходки вертикального ствола

Выбор способа проходки ствола зависит от геологической и гидрогеологической характеристики пересекаемых пород, а также от условий применения каждого способа.

Стволы и их сопряжения с горизонтальными выработками при притоках воды в забой более 8 $м^3$/ч (в рыхлых и неустойчивых породах, а также в скальных трещиноватых водоносных породах) следует проходить с помощью специальных способов, обеспечивающих повышение устойчивости и водонепроницаемости, а в отдельных случаях — метанонепроницаемости горных пород.

Проект проходки ствола обычным способом в устойчивых породах и с притоками воды менее 8 $м^3$/ч на стадии ППР выполняется в следующем порядке:

выбирают наиболее эффективную для данных горно-геологических и горнотехнических условий технологию проходки ствола (буровзрывную, комбинированную, комбайновую);

выбирают на основе уже принятой технологии и заданных условий технологическую схему проходки (совмещенную, последовательную, параллельную, параллельно-щитовую, комбинированную) и комплекс проходческого оборудования забоя;

проектируют технологию работ по процессам, рассчитывают комплексную норму выработки, подбирают состав проходческой бригады, определяют продолжительность проходческого цикла и строят график организации работ в забое;

рассчитывают техническую скорость проходки ствола, уточняют возможную производительность труда проходчиков и определяют полную стоимость 1 $м^3$ ствола;

проектируют оснащение поверхности ствола, рассчитывают подъем, транспорт породы на поверхности, вентиляцию, водоотлив, снабжение сжатым воздухом, освещение, сигнализацию и связь;

проектируют технологию вскрытия опасных по газу или внезапным выбросам пластов угля и другие мероприятия по безопасному ведению работ;

проектируют строительство технологической части ствола совместно с устьем и проходку примыкающих к стволу выработок и сопряжений.

В случаях, когда для одних и тех же условий могут быть выбраны несколько схем проходки ствола, следует провести технико-экономическое сравнение и выбрать наиболее целесообразную схему. Далее производится расчет и выбор оборудования строительства согласно пунктам «д», «е» и «ж».

Буровзрывная технология при обычном способе проходки стволов не имеет ограничений и наиболее распространена. Этой технологии проходки присущи следующие технологические схемы: последовательная, совмещенная, параллельная и параллельно-щитовая.

Последовательная и параллельная схемы не применяются из-за существенных недостатков, основным из которых является необходимость возведения и снятие временной крепи.

Преимущественное применение имеет совмещенная технологическая схема, при которой временная крепь отсутствует, а направление возведения постоянной крепи совпадает с направлением выемки породы. По сравнению с другими совмещенная схема требует минимума проходческого оборудования на оснащение ствола. Термин «совмещенная» относится к совместному производству работ в призабойном участке ствола по выемке породы и возведению постоянной крепи. Совмещение работ во времени достигает 20—30%.

Параллельно-щитовая схема по сравнению с совмещенной обеспечивает повышение технической скорости проходки ствола, однако требует некоторого увеличения продолжительности подготовительно-переходных периодов в связи с монтажом и демонтажом сложных комплексов и дополнительного проходческого оборудования.

Технологическую схему проходки ствола и соответствующий ей комплекс проходческого оборудования предварительно можно выбирать по данным табл. 8.1, рекомендованной ЦНИИПодземмашем, в зависимости от диаметра и глубины ствола с учетом требуемой скорости проходки ствола.

Комбинированная технология проходки стволов (рис. 35) обычным способом не имеет ограничений по диаметру ствола и глубине, однако может применяться в устойчивых породах на действующих шахтах, так как необходимо подвести транспортную магистраль под ствол для выпуска породы. Сущность технологии заключается в следующем: по оси ствола в зависимости от его диаметра бурят скважину на полную его глубину диаметром от 1,5 до 2 м при помощи бурильной установки. Скважину не крепят, однако в местах пересечения геологических нарушений

Таблица 8.1

Показатели	КС-3	ОСК	КС-7м	КС-2у	2КС-2у
Диаметр ствола в свету, м	4—8 и более	4—8 и более	4,5—8	4—6,5	7—8 и более
Глубина ствола, м	До 300	До 300	90—300	300—1200	300—1200
Схема проходки ствола	Совмещенная				
Тип бурильной установки или перфораторов	ПР-30ЛС ПР-24ЛС	СМБУ-4м	БУКС-1у2м	БУКС-1м	БУКС-1м
Число перфораторов или установок	10—20	1	1	1	2
Тип погрузочной машины	КС-3	ОСК	КСМ-2у	КС-2у/40	2КС-2у/40
Производительность погрузочной машины, м³/ч	До 30	50	40	80	100—120
Вместимость бадьи, м³	1—4	2—3	2—3	3—4	3—6,5
Число подъемных машин	1—2	1—2	1—2	2	2—3
Высота передвижной опалубки, м	2—3	2—4,2	2—4,2	4,2	4,2
Наибольший расход сжатого воздуха, м³/мин	50—70	55—70	55—70	50	100
Масса оборудования, смонтированного в стволе, т	10—15	15—20	15—20	70	90

* Выпуск породопогрузочных машин типа КС-1м прекращен в 1980 г., а изготовление КС-1МА

и легко обрушающихся пород она может быть закреплена бетонными кольцами.

Транспортную магистраль под ствол начинают проходить заранее с таким расчетом, чтобы строительство сопряжения этой выработки со стволом было начато сразу после окончания бурения скважины и откачки из нее глинистого раствора. На поверхности буровую вышку заменяют проходческим копром и подвешивают в устье ствола оборудование, необходимое для проходки ствола.

На рис. 35,*а* показан вариант технологической схемы с предварительно пробуренной скважиной диаметром до 1,5 м. Забой ствола имеет уступную форму, наклоненную под углом 30—40°. Обуривание забоя осуществляется бурильными установками с одноэтажного или двухэтажного полка (в зависимости от диаметра ствола). Заряжание шпуровых зарядов и монтаж взрывной сети производят с подвесных полков. Проходчики освобождаются от работы непосредственно на породном забое ствола. Взрывание шпуровых зарядов производится малыми сериями при помощи электродетонаторов замедленного действия в направлении от скважины к периферии ствола.

На рис. 35,*б* показан вариант той же схемы с предварительным бурением скважины диаметром 2 м и более. Порядок производства работ аналогичный. Отбитая порода падает в сопряжение и убирается из навала несколькими погрузочными машинами. После взрывания всех шпуровых зарядов опускают подвес-

КС-1м/6,2*	ДШП-1, ДШП-2	КС-8	КС-9	КС-10
6,2	5,5	6,5—8	7,5—9	8
Более 700	Более 700	Более 700	Более 700	1000—1600
Параллельно-щитовая		Совмещенная		
БУКС-1м	БУКС-1м	БУКС-1у4 БУКС-1м	БУКС-1у4 БУКС-1м	БУКС-1у4 БУКС-1м
1	1	2	2	2
КС-1МА 90—140	КС-1МА 100—120	КС-1МА 100—120	2КСМ-1МА 180—200	2КС-2у 40 100
3—6,5 2 4,2	4,5 2 4,2	5—6,5 2 4,2	5—8 2—3 4,2	Скип-4 2 4,2
80	100	100	200	200
160	105	120	130—150	160

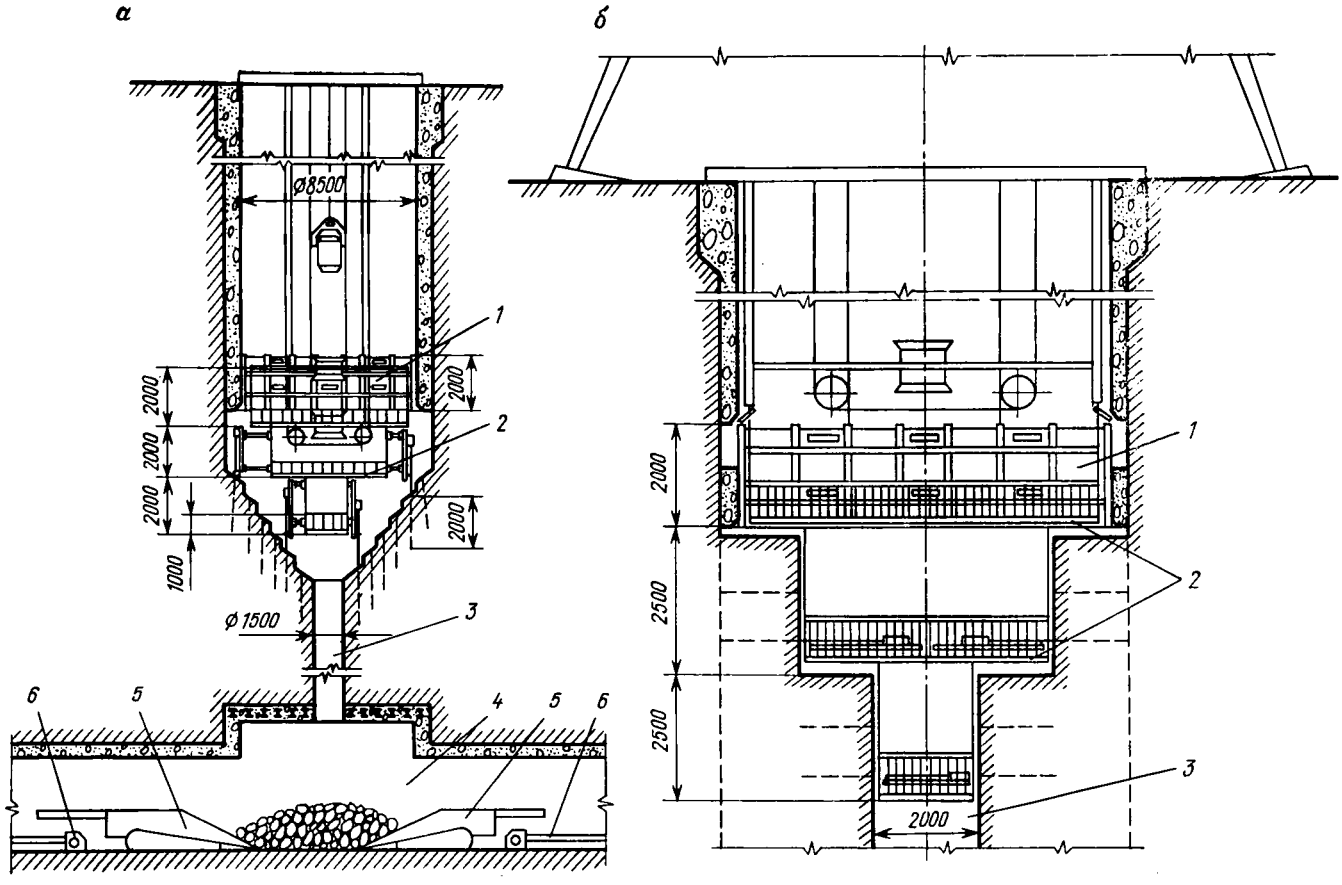
не начато.

ной полок и зачищают забой при помощи пневмомониторов на манипуляторах. Бетонная крепь возводится при помощи самоцентрирующейся или секционной опалубки.

Достоинства технологической схемы: в 2—3 раза сокращаются затраты времени и средства на оснащение ствола, а также потребность в оборудовании, так как нет необходимости в погрузке и выдаче породы, водоотливе и вентиляции; значительно повышается эффективность буровзрывных работ, а денежные затраты на разрушение 1 м^3 породы в десятки раз ниже по сравнению с затратами при комбайновой технологии; основные проходческие процессы выполняются одновременно и даже взрывание шпуровых зарядов совмещается с удалением породы из забоя ствола; создаются благоприятные условия для нанесения на стены ствола водонепроницаемого покрытия методом набрызга; улучшаются условия и безопасность труда проходчиков. По предварительным подсчетам скорость строительства ствола по комбинированной технологии возрастает в 2 раза, стоимость снижается в 1,8 раза, а производительность труда проходчиков повышается в 3—4 раза, что зависит от подбора бурового оборудования и удобства его использования.

Важная задача при данной технологии — вертикальность бурения скважины, чтобы она не вышла за пределы сечения ствола.

Отечественный и зарубежный опыт бурения подтверждает высокую степень возможности решения этой задачи.


а
б
ø8500
1
2
3
4
5
6
2000
2000
2000
2000
2000
1000
ø1500
2500
2500
2000

Имеется опыт проходки стволов с предварительно пробуренной скважиной. Применявшаяся технологическая схема отличалась тем, что скважину на время работы проходчиков на забое перекрывали. В процессе погрузки породы перекрытие скважины снимали и грейфером с механическим вождением сбрасывали породу в скважину. Скважину бурили диаметром 1,85 м на глубину 645 м. Скорость расширения ствола достигала 168 м/мес.

Комбайновая технология базируется на применении проходческого комбайна СК-1Д при диаметре ствола в свету 7 м и в проходке 7,7 м. Технологическая схема проходки — параллельная с максимальным совмещением основных проходческих процессов. Достоинства схемы — облегчение труда проходчиков и достижение высоких показателей по скорости проходки и производительности труда. К недостаткам следует отнести большую массу комбайна, сложное оснащение ствола и значительные затраты энергии на разрушение породы и ее измельчение в мелкую фракцию.

Показателями оценки эффективности технологических схем проходки ствола для конкретных условий являются: удельные затраты времени на выемку 1 м^3 горной массы в массиве (ч/м^3) за один проходческий цикл и объем породы, выдаваемой в единицу времени; техническая скорость проходки ствола; стоимость проходки 1 м^3 ствола; производительность труда проходчиков и др.

Методика сравнения проектных показателей технологических схем требует детальных расчетов по процессам с подбором оптимальных исходных расчетных параметров (глубины шпура и др.) и построения графика организации работ в забое.

За последние годы достигнуто значительное снижение показателя удельного расхода времени по процессу уборки породы при буровзрывной технологии в связи с применением высокопроизводительных погрузочных машин грейферного типа с механическим вождением по забою.

Целесообразно проанализировать и другой важный показатель уборки породы — величину грузопотока или объем породы, выдаваемой в единицу времени (м^3/ч), тем более что этот показатель является основной исходной величиной для расчета проходческого подъема и транспорта породы в отвал на поверхности.

Величина грузопотока из забоя ствола при взрывном способе отделения породы от массива определяет средства погрузки породы и подъема ее на поверхность. В данном случае подъем не

Рис. 35. Комбинированная технологическая схема проходки ствола с предварительно пробуренной скважиной диаметром:

а — не более 1,5 м; *б* — 2 м: *1* — подвесная передвижная опалубка; *2* — трехэтажный подвесной полок с бурильными установками на манипуляторах; *3* — предварительно пробуренная скважина для выпуска породы и других целей; *4* — сопряжение ствола с околоствольным двором; *5* — породопогрузочные машины; *6* — конвейеры для транспортирования породы

должен лимитировать величину максимального грузопотока из забоя, которая равна максимальной производительности погрузочных машин в забое.

Максимальная производительность погрузочных машин

$$P_т = 60\varphi qk/t, \quad (8.1)$$

где φ — коэффициент использования погрузочного грейфера во времени; q — вместимость грейфера, м^3; k — коэффициент наполнения грейфера; t — минимальная продолжительность цикла черпания породы грейфером, мин.

В табл. 8.1 приведена максимальная производительность погрузочных грейферных машин. Сравнение технологических схем проходки стволов по максимальной производительности средств погрузки породы не может быть окончательным по двум причинам:

максимальная производительность средств погрузки в течение всего процесса уборки породы снижается почти в 2 раза до некоторой средней величины $P_{погр} = 0{,}5P_т$;

продолжительность процесса уборки (выдачи) породы составляет (в часах) некоторую часть времени проходческого цикла $T_ц$:

$$t_{погр} = T_ц k_{погр}, \quad (8.2)$$

где $k_{погр}$ — коэффициент продолжительности процесса уборки породы, равный в среднем 0,6—0,65, а в лучшем случае 0,7—0,75.

При заданной технической скорости проходки ствола $v_т$ и известном $k_{погр}$ величину необходимого грузопотока из забоя ствола, т. е. суммарную среднюю производительность погрузочных машин в забое, можно определить по формуле

$$P_{погр} = k_р S_{пр} v_т / k_{погр} t_р m, \quad (8.3)$$

где $k_р$ — коэффициент разрыхления пород; $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения ствола в проходке, м^2; $t_р$ — продолжительность работы по проходке ствола в течение суток, ч; m — число суток в месяце, затрачиваемых на проходку ствола.

Наоборот, при известных величинах $P_{погр}$ и $k_{погр}$ из формулы (8.3) можно определить возможную техническую скорость проходки ствола

$$v_т = P_{погр} t_р m k_{погр} / k_р S_{пр}, \quad (8.4)$$

которая характеризует повышение скорости проходки при увеличении суммарной средней производительности погрузочных машин, снижение скорости при увеличении суммы затрат времени на остальные процессы проходческого цикла. Эту же зависимость можно представить в виде

$$v_т = P_{погр} m n_ц t_{погр} / k_р S_{пр}, \quad (8.5)$$

где $n_ц$ — число проходческих циклов за сутки.

Однако максимальное увеличение скорости проходки ствола может быть достигнуто при одновременном увеличении подвига-

ния забоя и сокращении затрат времени на процесс уборки породы $t_{погр}$:

$$v_т = ml\eta k_{погр} t_р / t_{погр}, \quad (8.6)$$

где l — глубина шпуров, м; η — коэффициент использования шпура.

Продолжительность уборки породы для расчетов по формулам (8.2)—(8.6) можно определять из выражений:

$$t_{погр} = k_р S_{пр} l\eta / P_{погр}; \quad (8.7)$$

$$t_{погр} = k_р S_{пр} \left(\frac{l\eta - h_2}{P_т k_1} + \frac{h_2}{P_2 n_{пр}} \right) + t_{всп}, \quad (8.8)$$

где $k_р = 1{,}2 \div 2{,}2$ — коэффициент разрыхления пород; $P_{погр} = 0{,}5P_т$ — средняя производительность средств погрузки за процесс уборки, м³ разрыхленной породы/ч; $P_т$ — максимальная производительность средств погрузки в I фазе уборки, м³ разрыхленной породы/ч; $k_1 = 0{,}7 \div 0{,}75$ — коэффициент перехода от максимальной производительности к средней в I фазе уборки; P_2 — средняя производительность труда одного проходчика во II фазе уборки, м³ разрыхленной породы/ч; h_2 — высота слоя разрыхленной породы во II фазе уборки, м; $n_{пр}$ — численность проходчиков, занятых на уборке породы во II фазе, которая определяется по площади забоя на одного человека (4,5 м²); $t_{всп}$ — продолжительность подготовительно-заключительных и вспомогательных операций, связанных со спуском оборудования, приведением забоя в безопасное состояние, а также перестановкой оборудования в процессе уборки (при грейферных машинах с ручным вождением $t_{всп} = 0{,}8 \div 1{,}0$ ч, с механизированным вождением $t_{всп} = 1{,}2 \div 1{,}5$ ч).

Формула (8.8), предложенная Р. А. Тюркяном, в отличие от формулы (8.7) учитывает соотношение между объемами фаз погрузки и производительностью погрузки в каждой фазе. Средняя производительность труда одного проходчика во второй фазе уборки породы при коэффициенте крепости пород f следующая:

f	3—6	7—10	12—16
P_2, м³/ч	1,4—1,8	1,0—1,4	0,6—1,0

Расчетную техническую скорость проходки ствола на основе совокупности процессов проходческого цикла можно определять двумя методами: по типу, числу и производительности проходческих машин в забое; по численности проходческой бригады и нормам выработок.

В общем виде месячная скорость проходки ствола

$$v_т = \frac{t_р ml\eta}{T_ц}, \quad (8.9)$$

где $t_р$ — число рабочих часов по проходке ствола в одних сутках (при шестидневной рабочей неделе и продолжительности смены

Таблица 8.2

Коэффициент крепости пород	Начальная техническая скорость бурения (м/мин) машин		
	ПР-30 лс	ПР-24 лс	БУКС-1м
3—6	0,38—0,42	0,47—0,52	1,2—1,5
7—10	0,22—0,26	0,28—0,32	0,7—1,0
12—16	0,11—0,13	0,14—0,16	0,4—0,5

6 ч $t_р=24$ ч); m — число рабочих дней в месяце; $T_ц$ — продолжительность проходческого цикла, ч.

Из формулы (8.9) видно, что определение технической скорости проходки ствола можно свести к подсчету продолжительности проходческого цикла, а глубину шпуров принимать по данным производственного опыта в зависимости от коэффициента крепости пород, составляющих наибольший процент всех пересекаемых пород. В последнее время на многих проходках применяют шпуры глубиной $l=4{,}5$ м.

Первый метод. Продолжительность проходческого цикла* при параллельной схеме складывается из затрат времени на несовмещенные процессы (бурение шпуров, заряжание шпуров, взрывание зарядов, проветривание забоя, уборка породы):

$$T_ц = \frac{N}{\varphi n_б}\left(\frac{l}{v_{ср}}\right)+t_б+\frac{Nt_{зар}}{\alpha n_{зар}}+t_{взр}+t_{пров}+ \\ +k_р S_{пр}\left(\frac{l\eta-h_2}{P_т k_1}+\frac{h_2}{P_2 n_{пр}}\right)+t_{всп}. \qquad (8.10)$$

При совмещенной схеме дополнительно учитываются затраты времени на возведение постоянной (бетонной) крепи:

$$T_ц = \frac{N}{\varphi n_б}\left(\frac{l}{v_{ср}}\right)+t_б+\frac{Nt_{зар}}{\alpha n_{зар}}+t_{взр}+t_{пров}+k_р S_{пр}\left(\frac{l\eta-h_2}{P_т k_1}+\frac{h_2}{P_2 n_{пр}}\right)+ \\ +t_{всп}+k\left[\frac{(S_{пр}-S_{св})l\eta}{v_{бет}}+t_{бет}\right], \qquad (8.11)$$

где N — число шпуров; $\varphi=0{,}8$ — коэффициент использования бурильных машин во времени; $n_б$ — число бурильных машин (на 4,5 м² площади забоя — одна машина); $v_{ср}=60v_н k_с$ — средняя скорость бурения шпуров, которая определяется по начальной скорости бурения $v_н$ (м/мин) с учетом коэффициента $k_с$ снижения скорости бурения с увеличением глубины шпура (табл. 8.2), м/ч; $t_б$ — затраты времени на подготовительно-заключительные операции при буровзрывных работах (при применении ручных бурильных машин составляют 0,2—0,3 ч, бурильных установок — 0,7—1 ч); $t_{зар}$ — затраты времени на заряжание шпура с учетом монтажа взрывной сети (при глубине шпура $l=3$ м $t_{зар}=0{,}12$ ч, при $l=4$ м $t_{зар}=0{,}14$ ч и при $l=5$ м $t_{зар}=0{,}16$ ч); $\alpha=0{,}8$ — коэффици-

* Данный метод определения продолжительности проходческого цикла разработан Н. М. Покровским и для стволов дополнен Р. А. Тюркяном.

ент одновременности работы заряжающих; $n_{зар}$ — численность заряжающих, которая определяется по площади забоя (один заряжающий на 5 м²); $t_{взр}$ — затраты времени на подсоединение взрывной сети, выезд людей из ствола, подъем оборудования и производство взрыва (при применении грузчиков с ручным вождением $t_{взр}$=0,2—0,3 ч, а с механизированным вождением — $t_{взр}$=0,3÷0,5 ч); $t_{пров}$=0,3÷0,5 ч — время проветривания забоя ствола; k=0,7÷0,8 — коэффициент возможного совмещения процесса крепления с уборкой породы; $v_{бет}$ — средняя производительность подачи бетонной смеси за опалубку (при доставке бетонной смеси к стволу автосамосвалами и спуске по одному ставу труб $v_{бет}$=6÷8 м³/ч, по двум ставам труб — 12—16 м³/ч, а максимальная производительность подачи бетонной смеси превышает среднюю в 2 раза); $t_{бет}$ — затраты времени на подготовительно-заключительные операции при возведении постоянной крепи (на разравнивание породы в забое для установки опалубки при ее высоте 3—4 м $t_{бет}$=0,5—1,0 ч, на перемещение и установку опалубки — 1,5—2,0 ч, на выдержку бетона до начала уборки породы — до 1 ч; несовмещенное время наращивания труб — по 1 ч на 1 м заходки).

Коэффициент снижения скорости бурения ручных бурильных машин для глубины шпуров 1; 2; 3; 4; 5 м соответственно составляет 1; 0,92; 0,85; 0,77; 0,7, а машин БУКС-1м — 1; 0,97; 0,93; 0,9; 0,96.

Второй метод. Затраты времени на несовмещенные процессы проходческого цикла определяются по их трудоемкости и числу проходчиков. При совмещенной технологической схеме проходки продолжительность проходческого цикла

$$T_ц = \frac{t_{см} l}{n}\left(\frac{N}{k_б H_б} + \frac{S_{пр}\eta}{k_п H_п} + \frac{\eta(S_{пр} - S_{св})}{k_{бет} H_{бет}}\right), \qquad (8.12)$$

где $t_{см}$ — продолжительность рабочей смены, ч; n — численность звена проходческой бригады; $k_б$, $k_п$, $k_{бет}$ — коэффициенты перевыполнения норм выработок соответственно по процессам бурения, погрузки и бетонирования; $H_б$ — норма выработки на одного человека в смену по бурению шпуров, м; $H_п$ — норма выработки на одного человека в смену по погрузке породы, м³ в массиве; $H_{бет}$ — норма выработки на одного человека в смену по укладке бетонной смеси, м³.

Число проходчиков на всех процессах обычно одинаково и принимается по опыту проходок или по площади забоя на одного проходчика 4,5 м².

Проектирование и сравнение технологических схем вторым методом при скорости проходки свыше 60—70 м/мес может быть правильным и эффективным при подсчетах $T_ц$ не по нормам выработки, а по достигнутой на скоростных проходках производительности труда (по видам работ) и числу занятых в таких забоях проходчиков.

При проектировании проходки ствола можно применять оба метода расчета: первый позволяет определить максимально воз-

можную скорость проходки, которая обеспечивается принятой механизацией, второй метод учитывает нормы выработки и число проходчиков. Разница между скоростями проходки ствола, которые определены при помощи первого и второго методов расчета, показывает резервы повышения скорости проходки и роста производительности труда проходчиков.

На техническую скорость проходки стволов наряду с рассмотренными факторами оказывают влияние: характеристика пересекаемых пород (крепость, водоносность, опасность по выбросам угля и породы), глубина и площадь поперечного сечения ствола и др. Поэтому технологические схемы необходимо сравнивать при прочих равных условиях: для проектируемых стволов — по расчетной технической скорости; для уже пройденных стволов — по среднемесячной технической (фактической) скорости.

Среднемесячная техническая (фактическая) скорость проходки стволов одинаковых площадей поперечных сечений

$$v_{ср.пр}=H/t_{пр}, \qquad (8.13)$$

разных площадей поперечных сечений — из выражения

$$v_{ср.пр}=HS_{св}/t_{пр}, \qquad (8.14)$$

где H — глубина ствола без учета технологической части (устья), м; $t_{пр}$ — продолжительность проходки ствола без учета затрат времени на его оснащение, проходку сопряжений и приствольных камер, мес.

Сравнение вариантов технологических схем проходки ствола по стоимости предусматривает:

сравнение стоимости проходки 1 м^3 по прямым нормируемым (забойным) затратам, которые учитывают заработную плату, стоимость материалов и эксплуатацию машин и механизмов;

сравнение стоимости проходки 1 м^3 по сумме затрат, которые учитывают кроме прямых нормируемых затрат общешахтные и накладные расходы.

Проектирование проходки ствола шахты завершается построением графика организации работ на основе выбранной схемы и проведенных расчетов для пород с $f=3\div4$, $f=5\div7$, $f=8\div10$; составлением сметы, подсчетом технико-экономических показателей проходки (средняя техническая скорость проходки, производительность труда, полная стоимость проходки 1 м^3 ствола).

Выполняются чертежи: продольный разрез по стволу с размещением всего комплекса проходческого оборудования, поперечное сечение ствола с размещением проходческого оборудования, поперечное сечение на период эксплуатации ствола, паспорт буровзрывных работ с расположением шпуров в двух проекциях, график организации работ и технико-экономические показатели проходки. Масштабы чертежей 1 : 50, 1 : 100.

Армирование стволов по традиционным технологическим схемам — процесс сложный и трудоемкий. Для облегчения и индустриализации армирования на рис. 36 предлагается агрегатная схе-

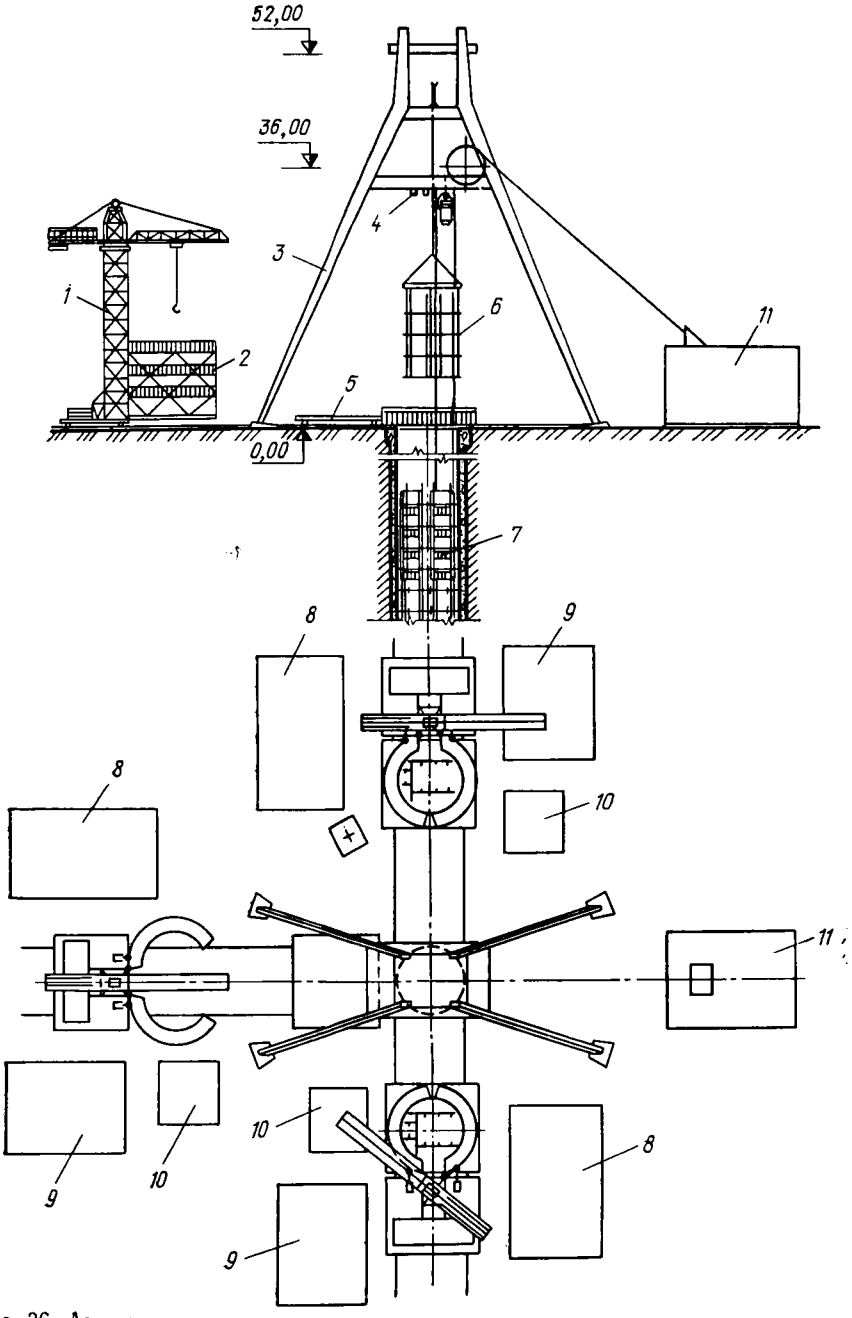


Рис. 36. Агрегатная схема армирования стволов снизу вверх:

1 — монтажный кран; *2* — монтажные разъемные полки; *3* — копер Днепрогипрошахта; *4* — лазерные указатели направления (ЛУН); *5* — монтажная платформа; *6* — агрегат (звено) армировки перед спуском в ствол; *7* — самоподъемные монтажные люльки; *8* — склад проводников; *9*—склад расстрелов; *10*—склад метизов; здание подъемной машины

ма, позволяющая монтировать армировку на поверхности звеньями на всю длину проводника и в готовом виде опускать в ствол к месту установки. Выдвижные концы расстрелов закрепляют в лунках или анкерами. Работы производят с самоподъемных люлек, которые по мере армирования ствола поднимаются снизу вверх, опираясь на установленные расстрелы.

Звено армировки перемещается по направляющим канатам бадьи, а его установка контролируется лазерными указателями направления (ЛУН), установленными на подшкивной площадке копра.

8.3. Выбор схемы строительства вертикального ствола

Систематизация технологии строительства стволов шахт достигается выделением ряда схем с наиболее характерными признаками. Таким признаком принято считать тип копра и подъемной машины, принятый при оснащении проходки стволов.

По использованию при проходке ствола типа копра различают следующие основные схемы строительства ствола шахты (рис. 37):

I — с использованием башенного копра; II — с использованием постоянного металлического копра; III — с использованием временного копра; IV — бескопровым способом.

Если учесть классифицирующий признак — применение временных или постоянных подъемных машин, то число возможных вариантов схем в классификации достигает 16 (рис. 37).

При сравнении отдельных схем строительства стволов необходимо учитывать технологию проходки ствола и тип комплекса забойного оборудования. Каждую из приведенных в классификации схем и большинство их вариантов с большим или меньшим успехом применяли на практике.

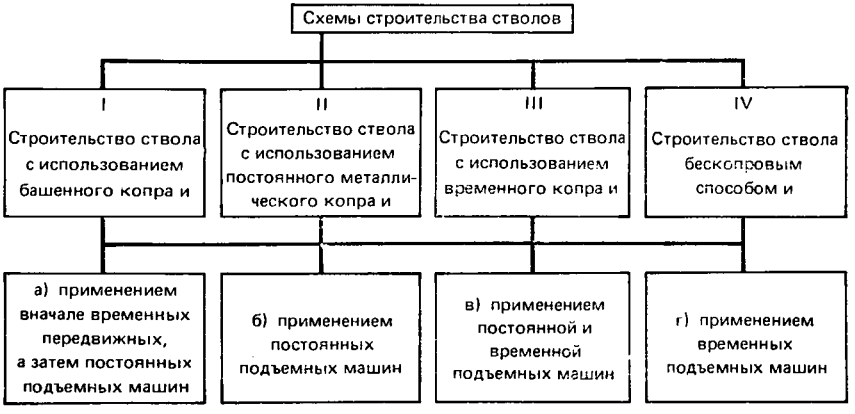


Рис. 37. Классификация схем строительства стволов шахт

Рассмотрим сущность и область применения каждой технологической схемы строительства ствола, а также методику их сравнения.

Применение **схемы I** свидетельствует о высоком уровне развития технологии строительства шахт. Опыт использования башенных копров при проходке стволов шахт им. Скочинского («Петровская-Глубокая»), «Октябрьский рудник», «Прогресс» («Красная Звезда»), «Вентиляционная» № 32 подтвердил целесообразность схемы.

Строительство ствола шахты с башенного копра при использовании вначале временных передвижных подъемных лебедок, а затем двух постоянных многоканатных подъемных машин, приспособленных для проходки (схема Iа), впервые осуществлено в отечественной практике комбинатом Донецкшахтострой при проходке клетевого ствола шахты им. Скочинского и ствола шахты «Вентиляционная» № 32.

На графике (рис. 38) показан порядок строительства главного и вспомогательного стволов условной шахты по схеме Iа. Главный ствол имеет диаметр в свету 8,5 м и проходят на глубину 1082 м, вспомогательный ствол — соответственно 8,2 и 1026 м.

Первая фаза строительства ствола — возведение башенного копра до отметки 40 м с одновременным строительством постоянных, временных зданий и сооружений, а также оснащением проходки стволов.

Продолжая возведение башенного копра выше отметки 40 м, монтируют временную подшкивную площадку на отм. 22—28 м, разгрузочный станок и нулевую раму.

Вторая фаза — проходка технологической части ствола с временных передвижных подъемных установок. До окончания строительства башенного копра, монтажа и наладки постоянных многоканатных подъемных машин, приспособленных для проходки, сооружение технологической части должно быть завершено, а забой оснащен комплексом оборудования для проходки ствола с заданной скоростью.

Постоянные многоканатные подъемные машины, переоборудованные с применением дополнительного специального комплекта в одноконцевые проходческие машины, имеют следующую грузоподъемность: МК 2,25×4 — 10,6 т, МК 3,25×4 — 11,7 т, МК 4×4 — 20,3 т, МК 5×4 — 23 т.

Перечисленные переоборудованные машины могут использоваться для проходки ствола на глубину 1200—1500 м с бадьями вместимостью от 3 до 6,5 м^3.

Третья фаза — проходка ствола до конечной глубины с одновременной установкой расстрелов. Постоянные или временные расстрелы устанавливают с целью подвески к ним труб и уменьшения числа проходческих лебедок на поверхности. Третью фазу заканчивают навеской проводников, прокладкой кабелей и постоянных трубопроводов.

Горные выработки и работы	Объем работ, м	Объем работ, м³	Скорость проходки, м/мес	Время, мес
Главный ствол				
Рытье котлована, проходка и крепление воротника устья				2,0
Возведение фундаментов и башенного копра до отм. + 40 м				2,5
Монтаж нулевой рамы и другого оборудования в копре				1,5
Проходка технологической части ствола	240		40	6,0
Монтаж проходческого оборудования в стволе				2,0
Проходка ствола с цементацией из забоя	842		78	11
Камеры электроподстанции, насосной и другие (гор. 510 м)	57	809	400	2,0
Сопряжение ствола с ходками	15	136	400	2,4
Приствольные камеры загрузки угля и породы	30	1000	400	2,5
Сопряжение с ходком и камера зумпфовых насосов		125	400	0,3
Ходок в камеру для замены канатов	45	124	400	1,1
Сбойка между порожняковой и грузовой ветвями	40	720	400	1,8
Наклонная сбойка между зумпфами		750	400	1,9
Демонтаж проходческого оборудования в забое				0,5
Армирование ствола	1065		300	3,5
Прокладка постоянных трубопроводов				1,0
Демонтаж проходческого оборудования в копре				1,0
Возведение башенного копра до отм. + 102 м				3,5
Монтаж подъемных машин на копре				6,0
Вспомогательный ствол				
Рытье котлована, проходка и крепление воротника устья				2,0
Возведение фундаментов и башенного копра до отм. + 40 м				3,0
Монтаж нулевой рамы и другого оборудования в копре				1,5
Монтаж проходческого оборудования в стволе				2,0
Проходка технологической части	200		40	5,0
Проходка ствола с цементацией из забоя	826		75	11
Выработки перекачного горизонта (510 м)	127	888	400	2,2
Сопряжение ствола с вентиляционным горизонтом (811 м)	11	242	400	0,6
Сопряжение ствола с водотрубных ходков	10	100	400	0,3
Сопряжение ствола с основным горизонтом (986 м)	30	888	400	2,2
Демонтаж проходческого оборудования в забое				0,5
Армирование ствола	1027		400	2,5
Прокладка постоянных трубопроводов				1,0
Демонтаж проходческого оборудования				0,5
Навеска постоянных подъемных сосудов				1,0
Возведение башенного копра до отм. + 60 м				2,5
Монтаж подъемных машин на копре				5,0
Объем выработок в свету, м³		125631		
Стоимость, тыс. руб.		6762		

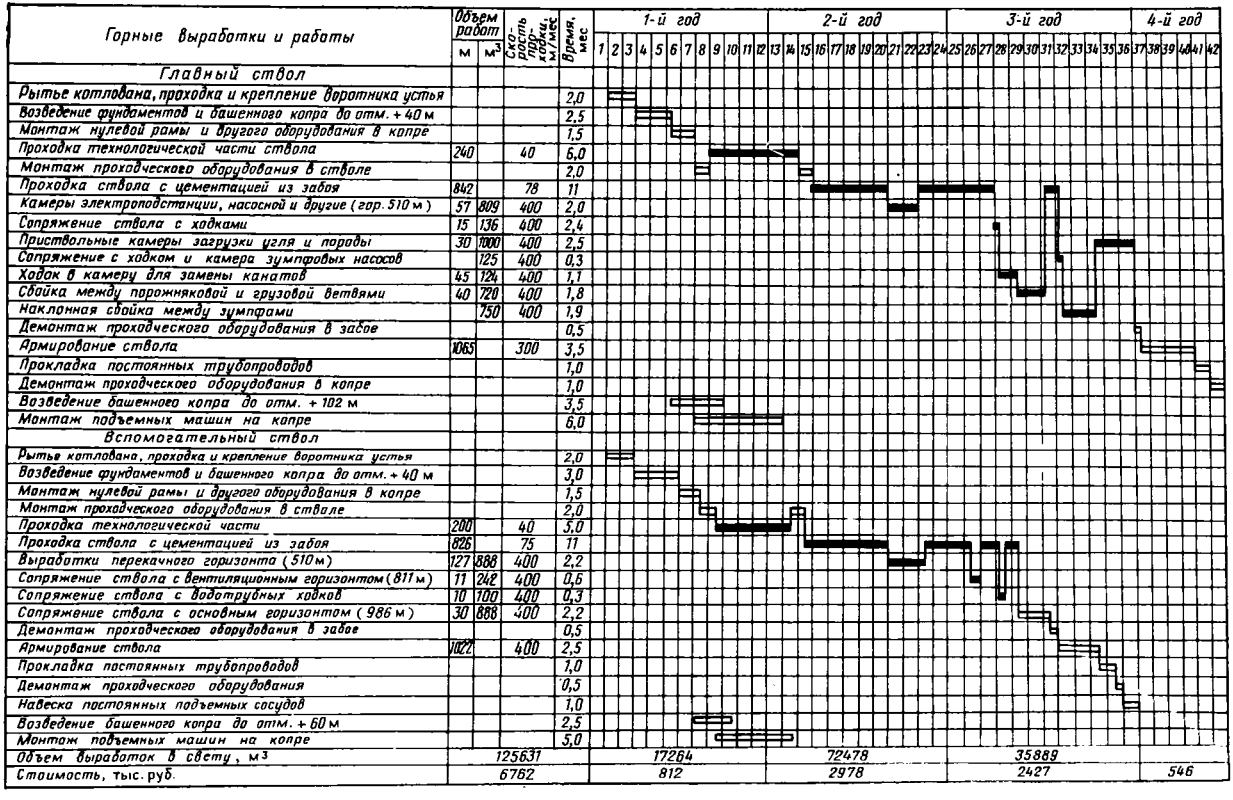


Рис. 38. Сводный график строительства вертикальных стволов центрального блока условной шахты с башенных копров с применением многоканатных подъемных машин для проходческих целей

Четвертая фаза — переоборудование ствола для проведения горизонтальных и наклонных выработок: демонтаж временного оборудования в копре и на подъемных машинах, монтаж оборудования для обмена вагонеток в клетевых стволах или загрузочно-разгрузочного в скиповых, навеска постоянных подъемных сосудов.

Технологическая схема Iа по сравнению со схемой IIIв, преобладающей до последнего времени, позволяет сократить продолжительность строительства шахты на 16—20 мес за счет уменьшения сроков оснащения и переоборудования стволов (устраняются временные копры и подъемные машины). Применение временных передвижных подъемных установок позволяет совместить проходку технологической части ствола и монтаж проходческого оборудования в забое для проходки самого ствола с сооружением башенного копра и монтажом многоканатных подъемных машин. Дальнейшее применение постоянных подъемных машин обеспечивает увеличение скорости проходки стволов и проведение горизонтальных наклонных выработок. При этом сокращается число: проходческих лебедок (электрооборудования к ним), стальных канатов, силовых и контрольных кабелей; освобождается от временного оборудования строительная площадка, что обеспечивает возможность строительства всех постоянных зданий и сооружений.

Перечисленные преимущества приводят к снижению стоимости строительства шахты.

Схему I*а* применили на скиповых стволах шахт им. Скочинского и «Октябрьский рудник». Окончание строительства башенных копров совмещали с проходкой стволов. Строительство ствола по схеме Iг вели в четыре фазы.

Первая фаза — возведение башенного копра до отметки 36 м с одновременным строительством временных и постоянных зданий и сооружений, необходимых для проходки стволов. Продолжительность первой фазы 9 мес. Башенный копер до отметки 36 м возводили за 5 мес, остальные 4 мес были затрачены на монтаж временного проходческого оборудования в копре.

Вторая фаза — проходка технологической части (устья) ствола; монтаж оборудования, размещаемого в проходимом стволе; возведение башенного копра выше отметки 36 м.

Третья фаза — проходка ствола с приствольными камерами; армирование ствола; окончание строительства башенного копра; монтаж многоканатных подъемных машин.

Четвертая фаза — окончание монтажа и наладки многоканатных подъемных машин, переоборудование ствола для проведения горизонтальных и наклонных выработок с башенного копра и постоянных многоканатных подъемных машин.

Основное достоинство схемы — совмещение проходки ствола с возведением башенного копра выше отметки 36 м и монтажом постоянных подъемных машин.

Применение временных подъемных машин с наземной установкой связано с дополнительными затратами времени по сравнению со схемой Iа, что может быть существенным недостатком схемы, однако по эксплуатационным расходам она может оказаться более экономичной.

Схема II технически целесообразна и экономически выгодна по сравнению со схемой III, однако требует тщательной предварительной проектной разработки (на стадии ППР) и своевременной поставки постоянного технологического оборудования (в первую очередь копра и подъемных машин).

Порядок строительства по схеме IIб показан на графике (рис. 39). *На первой фазе* проходят и закрепляют бетоном (железобетоном) воротник (оголовок) ствола, представляющий собой фундамент постоянного копра, на достаточную глубину (4—10 м). В него заделывают подкопровые балки и монтируют постоянный копер с укосиной. Целесообразно применение постоянного металлического копра Днепрогипрошахта (см. рис. 36). Одновременно закладывают фундаменты, строят и монтируют постоянные подъемные машины, оснащают ствол проходческими лебедками, строят здания и монтируют оборудование компрессорной, электроподстанции, котельной, бетонно-растворного узла и административно-бытового комбината.

К постоянному копру монтируют дополнительные временные инвентарные металлоконструкции, рассчитанные на нагрузки от

Работа	Календарное время, мес	Месяцы															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	--	1	2	3	4	5	6
Оснащение проходки ствола											Проходка ствола						
Монтаж постоянного копра (с приспособлением его для проходки) и проходка устья ствола	4																
Строительство и монтаж постоянной подъемной машины	7																
Строительство и монтаж проходческих лебедок	7																
Строительство и монтаж зданий общего назначения (компрессорная, электроподстанция, АБК)	9																
Проходка ствола с помощью передвижных лебедок	4																
Монтаж проходческого оборудования, размещаемого в стволе	1																
Переоборудование ствола для проведения горизонтальных и наклонных выработок																	
Демонтаж временных приспособлений копра	0,5																
Оборудование для обмена вагонеток в клетевом стволе и навеска постоянных клетей	4																
Переоборудование подъемной машины	1																

Рис. 39. Укрупненный график строительства вертикального ствола с постоянного металлического копра при использовании постоянной подъемной машины

подвесного проходческого оборудования. Заканчивают первый этап установкой нулевой рамы, оборудованием нижней и верхней приемных площадок копра и разгрузочных устройств.

На второй фазе проходят технологическую часть (включая устье) и монтируют комплекс забойного оборудования для проходки самого ствола. До окончания монтажа, наладки и пуска в работу постоянной подъемной установки на проходке ствола применяют временные (одну или две в стволах большой площади поперечного сечения) передвижные проходческие грузо-людские подъемные установки.

Третья фаза работ заключается в проходке ствола и приствольных камер с постоянного копра.

Четвертая фаза строительства ствола по схеме II объединяет работы, связанные с переоборудованием ствола для проведения горизонтальных и наклонных горных выработок: демонтаж инвентарных металлоконструкций, временных шкивов, разгрузочного станка и нулевой рамы; монтаж оборудования для обмена вагонеток в клетевых или загрузочно-разгрузочного оборудования в скиповых стволах; переоборудование или пуск в работу постоянной подъемной машины и навеска подъемных сосудов. Применением варианта схемы IIг предусматривается совмещение проходки технологической части ствола на временных передвижных подъемных лебедках с монтажом и наладкой постоянной подъемной машины к началу проходки ствола.

Варианты схемы IIб, IIг применяют при условии полного соответствия постоянных подъемных машин проходческим требованиям. Вариант схемы IIв пригоден для тех случаев, когда ствол по технологическому проекту оборудован одной постоянной машиной, а по заданной скорости проходки этого недостаточно. На время проходки монтируют вторую временную подъемную машину. Вариант IIг применяют при несоответствии параметров постоянной подъемной машины (машин) требованиям проходки или если заранее известно о значительном запаздывании готовности постоянных машин к началу проходки ствола.

Схема III — строительство ствола шахты с использованием временного копра. Схема имела широкое применение при строительстве шахт в Донецком и других бассейнах страны. Из 112 стволов, пройденных в Донецкой области, на 109 были использованы временные копры и временные подъемные машины. Строительство стволов на некоторых шахтах продолжалось от 2,6 до 6—8 лет (20—60% общего времени строительства шахты).

Клетевой ствол № 1 шахты им. Калинина («Игнатьевская»), с которого начинали проведение выработок околоствольного двора, сооружали 6,8 года (68% общей продолжительности строительства шахты), несмотря на то что средняя техническая скорость проходки ствола составила 59,6 м/мес.

Использование временных копров, временных подъемных машин и большого числа проходческих лебедок, затраты времени на

оснащение и переоборудование являются основными причинами большого срока и низкой скорости строительства стволов.

Несовершенство схемы III проявляется и во втором периоде строительства. К началу проведения горизонтальных и наклонных выработок ни один из упомянутых 109 стволов не был оснащен постоянным оборудованием. В ходе второго периода строительства, а чаще всего перед сдачей шахты в эксплуатацию на каждом стволе затрачивали дополнительно до 18 мес для выполнения работ по сооружению постоянного копра, монтажу подъемных машин, навеске подъемных сосудов, монтажу обменных устройств и загрузочно-разгрузочного оборудования, навеске постоянных трубопроводов и прокладке постоянных силовых и контрольных кабелей.

Приведенные данные требуют ограничения области применения рассматриваемой технологической схемы сооружения стволов.

Схема III рекомендуется при строительстве вентиляционных и воздухоподающих стволов, на которых проходческий копер остается постоянным.

Схема IV — строительство ствола шахты бескопровым способом. Схема имеет целью сократить срок строительства шахты путем совмещения проходки ствола со строительством постоянного копра и надшахтного здания.

Определенный опыт бескопровой проходки приобретен в 1960 г. при сооружении ствола на шахте «Комсомолец» в Донбассе, где к функциям проходческого копра приспособили устье ствола на глубину 30 м от поверхности. На нулевой отметке устье перекрыли сплошным полком, а на глубине 4 м устроили площадку под шкивы подъемной установки, проходческого полка и спасательной лестницы. Для упрощения оснащения ствола все трубы подвешивали к расстрелам армировки (ствол проходили с одновременным армированием). Разгрузочную площадку установили на глубине 22 м, а еще ниже (на глубине 27 м) оборудовали посадочную площадку для проходчиков. Здесь же происходила загрузка скипа, которым выдавали породу на поверхность по наклонной выработке. Опыт показал, что такая бескопровая схема сооружения ствола имеет следующие недостатки: значительный объем работ по оснащению ствола в подземных условиях; необходимость в перегрузке породы и дополнительных временных сооружениях для выдачи ее на поверхность: ограниченное применение бескопрового способа при проходке устья в трудных горно-геологических условиях; затруднения в использовании постоянной подъемной машины для проходческих целей.

Возможен вариант бескопровой проходки технологической части при помощи передвижных подъемных машин, стреловидной подвески подшкивных площадок (комплексы КС-3, ПК-1 и др.) над стволом и последующей надвижки металлического укосного или башенного копра. Такой вариант при хорошей подготовке может обеспечить сокращение затрат времени на оснащение ствола.

Выбор того или иного варианта бескопровой проходки части ствола или на полную глубину при отсутствии опыта их практического применения требует детального проектирования и технико-экономического сравнения с другими возможными схемами.

Схемы строительства стволов сравнивают по показателям продолжительности, скорости, стоимости, приведенным затратам.

Продолжительность строительства ствола шахты t_1 — это время выполнения комплекса работ, относящихся только к стволу, от начала оснащения проходки до установки постоянного оборудования и сдачи в эксплуатацию в полном соответствии с техническим проектом.

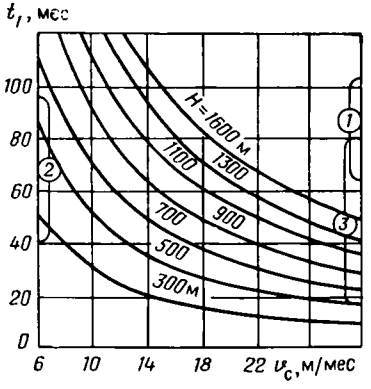


Рис. 40. Зависимость продолжительности t_l и скорости v_c строительства стволов от их глубины и назначения:

1—область главных стволов (I схема); *2* — область вспомогательных стволов (I схема); *3*— область вентиляционных и воздухоподающих стволов (II схема)

Строительство ствола шахты в один этап по схемам I и II предусматривает проходку ствола с постоянного копра и завершается к началу проведения горизонтальных и наклонных выработок установкой постоянного оборудования в соответствии с техническим проектом. В этом случае t_1 можно определить по формуле (6.2) и по графику (рис. 40).

Для предварительных расчетов при схемах I и II сооружения стволов $t_о$ и $t_{пер}$ можно принимать по данным практики, сведенным в табл. 8.3, а $t_{пер}$, $t_а$ и $t_к$, кроме того, определять по нормативным или расчетным скоростям ведения работ:

$$t_{пр} = \frac{H}{v_{пр}}; \quad t_а = \frac{H}{v_а}; \quad t_к = \sum \frac{W_к}{v_к},$$

где H — глубина ствола с зумпфом без учета технологической части, м; $v_{пр}$ — средняя техническая расчетная или нормативная скорость проходки ствола, м/мес; $v_а$ — средняя техническая расчетная или нормативная скорость армирования ствола, м/мес; $W_к$ — объем сопряжения или приствольных камер, м^3 в свету; $v_к$ — средняя техническая расчетная или нормативная скорость строительства сопряжения или приствольных камер, м^3 в свету/мес.

В табл. 8.3 $t_о$ учитывает сооружение технологической части и монтаж комплекса оборудования для проходки самого ствола, в табл. 8.4 $t_о$ учитывает только оснащение поверхности к проходке технологической части и самого ствола.

Более точно $t_{пр}$ и $t_к$ можно определить на основе отдельных проектов.

Расчетные величины $t_о$ и $t_{пер}$ получают построением линейных или сетевых графиков в соответствии с проектом строительства

Таблица 8.3

Глубина ствола, м	Диаметр ствола, м	Продолжительность оснащения ствола, (мес.) при схемах		Продолжительность переоснащения ствола (мес.) при схемах	
		I	II	I	II
До 600	До 6	—	5—7	—	3—4
600—900	6,5—7,5	8—10	—	3—4	—
Свыше 900	8,0—8,5	10—12	—	4—6	—

ствола на основе объемов работ (по видам), норм выработок и числа рабочих. Строительство ствола шахты в два этапа по схеме III предусматривает проходку ствола с временного копра (I этап) и завершается переходом на постоянный копер и другое постоянное оборудование к началу проведения горизонтальных и наклонных выработок (II этап).

Общий вид формулы (6.2) для определения продолжительности сооружения ствола t_1 остается прежним при новой качественной и количественной оценке слагаемых $t'_о$ и $t'_{пер}$: $t'_о$ — продолжительность оснащения ствола к проходке с временного копра, включающая строительство зданий и монтаж подъемных машин и проходческих лебедок, монтаж проходческого копра, строительство и монтаж зданий общего назначения, оснащение и проходку технологической части, монтаж забойного проходческого оборудования в стволе, мес; $t'_{пер}$ — затраты времени на демонтаж проходческого копра, надвижку металлического копра на устье или сооружение башенного копра, окончание монтажа металлического копра и постоянной подъемной машины к нему или полный монтаж многоканатной подъемной машины, на монтаж оборудования для обмена вагонеток и на навеску клетей во вспомогательных стволах, на монтаж загрузочно-разгрузочных устройств и на навеску скипов в главных стволах, мес.

Для предварительных расчетов технологии строительства ствола по схеме III $t'_о$ и $t'_{пер}$ можно принимать по табл. 8.4.

Затраты времени $t'_о+t'_{пер}$ по схеме III превышают те же затраты по схеме I: при башенных копрах — на один год и более, а по схеме II, т. е. при постоянных металлических копрах, — на 3—4 мес.

Таблица 8.4

Глубина ствола, м	Диаметр ствола, м	Продолжительность оснащения ствола (мес.) при копре		Продолжительность переоснащения ствола (мес.) при копре	
		металлическом	башенном	металлическом	башенном
До 600	До 6	8—10	—	4—5	—
600—900	6,5—7,5	—	10—12	—	14—16
Свыше 900	8,0—8,5	—	10—13	—	16—20

Схемы строительства главных стволов		Шахты	Стволы
проектные	фактические		
Шахты строительства 1961-1975 гг.			
I а	I а	„Красноармейская – Капитальная"	Скиповой Клетевой
I г	I г	„Прогресс" Им. Скочинского „Октябрьский рудник"	Скиповой Клетевой Скиповой Скиповой Клетевой
I г	I а	№ 32 „Вентиляционная" Им. Скочинского	Скипо-клетевой Клетевой
III г	III г	„Южно-Донбасская" № 1	Скиповой Клетевой
Шахты закладки 1974-1975 гг.			
I в	I г	„Ждановская – Капитальная" № 1	Скиповой Клетевой
I г	I г	Им. М.И. Калинина	Вспомогательный № 3
III г	I г	„Южно-Донбасская" № 3 „Красноармейская – Западная" № 1	Клетевой Клетевой
III г	III г	„Южно-Донбасская" № 3 „Красноармейская – Западная" № 1	Скиповой Скиповой

Рис. 41. Сопоставление схем строительства центральных стволов шахт по проектам Донгипрошахта

Практика последних 15 лет (рис. 41) приводит к выводу, что на центральных стволах целесообразно применять схему строительства II*г* с наземной установкой временных (преимущественно передвижных) подъемных установок даже при глубине ствола более 1000 м.

Строительство ствола шахты в три этапа применяли на строительстве шахт по схеме III. Дополнительным этапом являлось переоборудование бадьевых подъемов на временные клети с временными приемными площадками. Горизонтальные и наклонные выработки проводили с временных копров на временных клетевых подъемах. Продолжительность строительства ствола по схеме III при трех этапах работ увеличивается по сравнению с вариантом двух этапов на 4—6 мес.

Меньшая производительность временных клетевых подъемов по сравнению с постоянными ограничивает развитие горных работ как по числу действующих забоев, так и по скорости их проведения.

Скорость строительства ствола шахты для сравнения схем определяется из выражений

$$v_c = H/t_1 \text{ и } v'_c = k_c v_т,$$

где H — глубина ствола, м; t_1 — продолжительность строительства ствола шахты, мес.; k_c — коэффициент отношения скорости стро-

ительства ствола к скорости проходки; $v_т$ — техническая скорость проходки ствола, м/мес.

Стоимость строительства ствола определяется сводной сметой и складывается из стоимости проходки технологической части (устья) и самого ствола с учетом общешахтных и накладных расходов, а также отдельных смет на все виды работ по оснащению ствола к проходке и переоборудованию.

8.4. Проектирование оснащения ствола

Проектирование оснащения ствола включает проектирование расположения проходческого оборудования в стволе, составление ситуационного плана размещения проходческих лебедок и другого оборудования на поверхности, проектирование строительных генеральных планов каждой площадки в первом и втором периодах строительства.

Работы по оснащению ствола к проходке и переоборудованию к началу второго периода строительства наносят на сводный график сооружения ствола (см. рис. 38).

При проектировании оснащения ствола к проходке необходимо стремиться к максимальному применению постоянного оборудования (копров, подъемных машин), а также временного сборно-разборного или передвижного оборудования (подъемных машин, лебедок, вентиляторных установок, компрессорных, котельных, адмбыткомбинатов, электроподстанций).

Расположение проходческого оборудования в стволе, подъемных машин и лебедок на поверхности проектируют после детальной разработки технологии проходки, выбора и обоснования технологической схемы сооружения ствола. К исходным данным для проектирования относят перечень и характеристику всего оборудования, которое будет размещено в стволе на период его проходки и армирования вплоть до переоборудования ствола на постоянные подъемные сосуды.

Расположение проходческого оборудования в стволе проектируют одновременно с ситуационным планом расположения подъемных машин и лебедок на поверхности из условия удобства эксплуатации оборудования и использования минимального числа канатов в стволе и проходческих лебедок на поверхности. Во избежание ошибок и с целью минимального объема работ по переоборудованию при переходах от проходки ствола к его армированию расположение проходческого оборудования в стволе и на поверхности увязывают с конструированием этажей подвесных полков и полков-кареток, нулевой рамы, разгрузочной и подшкивной площадок копра.

При проектировании расположения проходческого оборудования в стволе необходимо, чтобы обязательно соблюдались следующие условия:

бадьи породных подъемных установок располагать по возможности ближе к центру ствола, что обеспечивает больше места для перемещения проходчиков по периметру ствола на рабочем полке и лучшую организацию погрузки породы в забое ствола, однако расстояние между бадьями должно быть не менее 1400 мм для размещения подвески породопогрузочного комплекса с механизированным вождением грейфера по забою;

согласно § 317 ПБ, зазор между движущимися бадьями и выступающими частями хомутов трубопроводов должен быть не менее 400 мм, а зазор между стенками раструба проходческого полка и выступающими частями движущейся направляющей рамки бадьи должен быть не менее 100 мм;

проходческие бадьи, трубопроводы и другое оборудование по возможности располагать между расстрелами армировки, чтобы они могли быть использованы в процессе армирования ствола и перехода на временные клети без перестановки шкивов и других работ по переоснащению;

для уменьшения числа проходческих лебедок на поверхности:

а) трубы всех назначений желательно подвешивать не на канатах, а к стенам ствола (при последовательном выполнении работ по проходке и армированию ствола) (рис. 42) или к расстрелам (при одновременной проходке и армировании ствола);

б) направляющие канаты использовать для подвески полка — каретки, передвижной опалубки;

трубы всех назначений целесообразно располагать с учетом возможности их осмотра и проведения мелкого ремонта с бадей или спасательной лестницы;

6) спасательную лестницу располагать поближе к крепи ствола. Размеры проемов должны обеспечивать свободный проход лестницы через полки и перекрытия ствола;

7) при выборе места расположения подвесных насосов учитывать минимальную длину става трубопровода в перекачную камеру или для сброса воды на поверхности;

кабели взрывания, оснащения, сигнализации и телефонной связи подвешивать на отдельных канатах для удобства их эксплуатации (возможно подвешивание и на одном канате);

по оси ствола в пределах проходческого полка оставлять свободное пространство диаметром 200—300 мм, огражденное раструбом для пропуска центрального отвеса;

в случае применения погрузочных грейферов с ручным вождением забой ствола условно разделять на секторы по числу грейферов, а подвешивать их по возможности в центре каждого сектора;

проходческое оборудование в стволе и проходческие лебедки на поверхности располагать с учетом симметричной нагрузки на копер;

расположение проходческого оборудования в стволе должно учитывать целесообразное размещение балок подвесного полка,

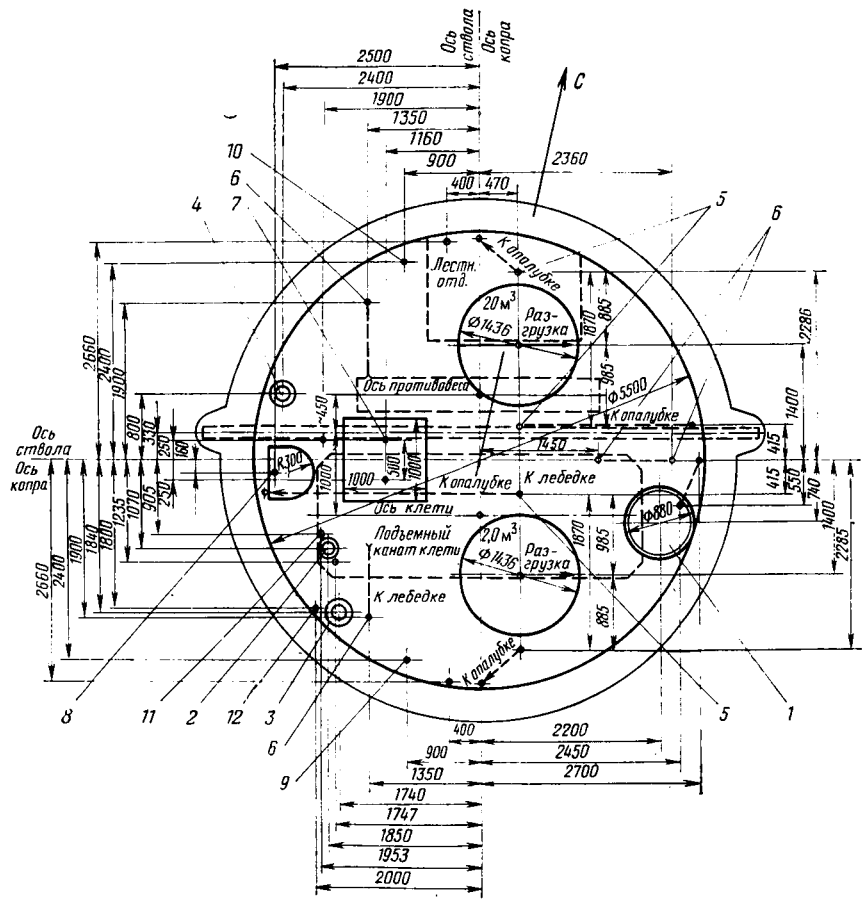


Рис. 42. Схема расположения проходческого оборудования в поперечном сечении вентиляционного ствола при подвеске секционной опалубки на направляющих канатах:

1 — труба вентиляции; *2* — трубы для спуска бетонной смеси; *3* — труба сжатого воздуха; *4* — труба водоотлива; *5*— направляющие канаты (канаты секционной опалубки) диаметром 30 мм; *6* — канат подвесного полка диаметром 45 мм; *7* — канат подвесного насоса диаметром 30 мм; *8* — канат спасательной лестницы диаметром 20 мм; *9*—канат группы кабелей диаметром 22 мм; *10* — канат кабеля взрывания диаметром 20 мм; *11* — канат подвески труб для спуска бетонной смеси диаметром 38 мм; *12* — канаты маневровые для наращивания труб диаметром 22 мм

нулевой рамы, разгрузочной и подшкивной площадок; т. е. обеспечивать их прочную конструкцию;

расположение проходческого оборудования в стволе должно обеспечивать свободную и удобную подвеску полка и опалубки;

при проектировании расположения проходческого оборудования в стволе учитывать рациональное размещение подъемных машин и лебедок на поверхности.

Расстояние между направляющими канатами для прохода бадьи принимается в соответствии с типом и вместимостью бадей. Минимальная величина зазора между средними направляющими канатами должна быть, согласно § 317 ПБ, не менее 300 мм при глубине ствола $H=400$ м. В стволах большей глубины величина зазора равна $250+H:3$ (мм). Полок-каретку подвешивают на четырех ветвях двух цельных или счаленных канатов.

Секционную опалубку можно подвешивать на направляющих канатах во всех случаях с применением отклоняющих блочков на нижнем этаже подвесного полка.

При наличии в стволе 3—4 бадей направляющие канаты могут быть использованы для подвески одновременно полка-каретки и секционной опалубки.

Если направляющие канаты не используются для подвески оборудования в стволе, то для них на поверхности предусматривают натяжное устройство при помощи контргруза, подвешенного на специальном блоке.

Стальные канаты, применяемые на всех шахтных установках, должны отвечать требованиям действующих ГОСТов или ТУ, согласованных с МакНИИ (§ 348 ПБ).

Канаты для подвески оборудования в стволе подбирают по расчетной массе 1 м каната и проверяют по запасу прочности.

Масса 1 м каната до глубины 600 м подсчитывается по формуле

$$P_к=\frac{kG}{n\left(\frac{\sigma\cdot 10^6}{z\gamma_0}-H_0\right)},\ \text{свыше 600 м}\ P_к=\frac{kG}{n\frac{\sigma\cdot 10^6}{z\gamma_0}}.$$

где $k=1{,}3$ — коэффициент перегруза; G — масса проходческого оборудования, подвешиваемого на канатах, кг; n — число канатов подвески оборудования; σ — предел прочности проволок каната при растяжении (для подвески оборудования $\sigma=130\div160$ кг/мм²); γ_0 — фиктивная плотность каната (для открытых канатов $\gamma_0=9{,}4\cdot10^3$ кг/м³, для закрытых $\gamma_0=8{,}5\cdot10^3$ кг/м³); z — запас прочности каната (принимается согласно § 350 ПБ); H_0 — максимальная длина отвеса каната, м.

Принятые по расчету канаты проверяют по запасу прочности в самом нижнем поперечном сечении (без учета массы каната).

Максимальное натяжение направляющих канатов принимается из расчета 1 т на каждые 100 м отвеса каната.

Проходческие лебедки подбирают в соответствии с их назначением, указанным в технической характеристике, по статическому натяжению каната на барабане и канатоемкости барабана с учетом дозволенного ПБ числа слоев навивки каната на барабан. Статическое натяжение каната на барабане складывается из массы оборудования и каната.

Ситуационный план расположения лебедок на поверхности вокруг ствола проектируют после выбора проходческих лебедок.

Общими требованиями к проектированию ситуационного плана являются следующие:

1) временное оборудование (подъемные машины, проходческие лебедки) по возможности не размещать на местах, отведенных генеральным планом поверхности шахты под постоянные здания, сооружения и сети;

2) со стороны разгрузочного лотка лебедки устанавливают на расстоянии не менее 10—15 м от копра; со стороны разгрузки автосамосвалов в приемную воронку бетонопровода это расстояние должно быть не менее 10—20 м (с учетом рельефа местности);

3) лебедки большой грузоподъемности (свыше 18 т) относят подальше от ствола, так как их размещают в зданиях, а впереди них (ближе к стволу) ставят открытые лебедки малой грузоподъемности. На ситуационный план и стройгенплан наносят основные размеры в плане лебедки при ее открытой установке или размеры здания, в котором она размещается. Подъемные машины, лебедки должны быть ориентированы размерами от осей барабанов к осям ствола. Поперечное сечение, ситуационный план или стройгенплан должны быть ориентированы относительно стран света стрелкой, обозначающей север, проведенной через ось ствола и обращенной в верхнюю часть чертежа;

4) расположение подъемных машин и лебедок проверяют по длине струны и углу отклонения (девиации) каната. Длина струны каната во избежание его раскачивания при работе не должна превышать 65 м, а угол наклона ее к горизонту — не менее 30°. Кроме того, предельное расстояние между осью барабана и осью отвеса каната в стволе ограничивается углом отклонения (девиации) каната, который для подъемных машин не должен превышать 1°30′, а для проходческих лебедок 2°30′. Если угол девиации превышает норму, то применяют установку временных реборд, суживающих барабан, при условии соблюдения его канатоемкости и навивки каната в один слой;

5) при установке лебедки под углом к оси копра стремятся, чтобы канат не попал на его угол;

6) расстояние между фундаментами открытых проходческих лебедок равно 1,0—1,5 м. Со стороны электродвигателя это расстояние должно быть не менее 1,5 м;

7) при использовании постоянного металлического копра постоянную подъемную машину располагают со стороны укосины на месте, предусмотренном генпланом поверхности. В случае применения еще и временной подъемной машины ее лучше располагать с противоположной стороны с устройством временной подшкивной площадки и временной укосины копра. Проходческие лебедки располагают со стороны инвентарных металлоконструкций, усиливающих копер.

На рис. 43 показан ситуационный план расположения подъемной машины и проходческих лебедок применительно к расположению проходческого оборудования в стволе (см. рис. 42). Вентиляционный ствол сооружается с временного проходческого копра.

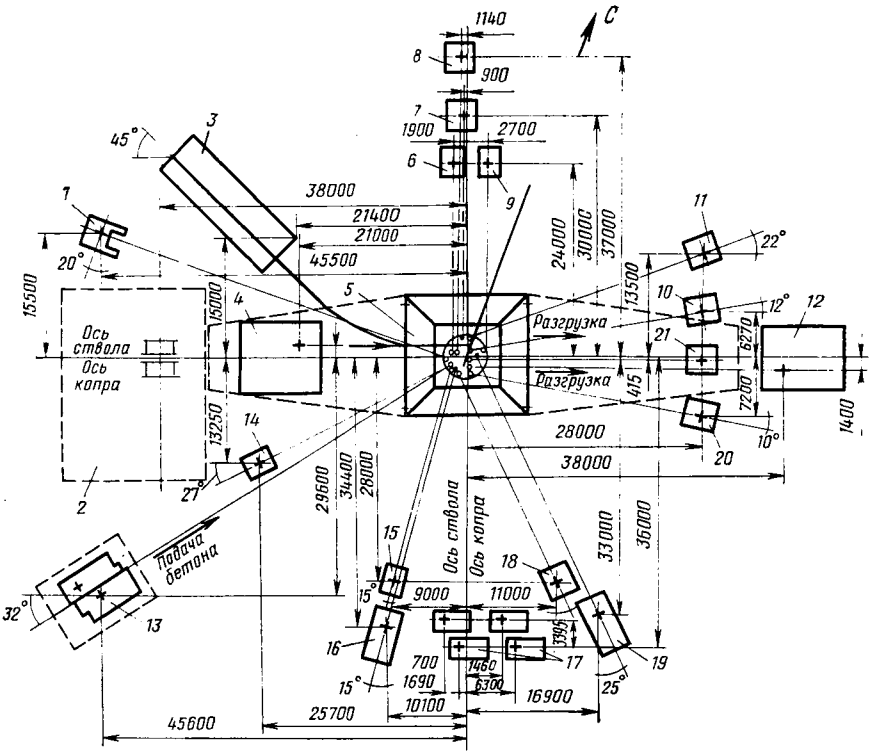


Рис. 43. Ситуационный план расположения подъемной машины и лебедок при проходке вентиляционного ствола:

1 — лебедка спасательной лестницы; *2* — постоянная подъемная машина; *3* — здание бурильной установки БУКС-1 м; *4* — передвижная подъемная машина ППМ-2×1,5; *5* — копер; *6* — лебедка наращивания труб водоотлива; *7* — лебедка кабеля взрывания; *8* — лебедка подвесного насоса; *9* — лебедка наращивания труб вентиляции; *10* — лебедка группы кабелей; *11* — лебедка направляющего каната и подвески секционной опалубки; *12* — передвижная подъемная машина ППМ-2×1,5; *13* — лебедка подвески труб для спуска бетонной смеси; *14* — лебедка подвески лотка для подачи бетонной смеси; *15* — лебедка наращивания труб сжатого воздуха; *16* — лебедка направляющего каната и подвески секционной опалубки; *17* — вентиляторная установка; *18* — лебедка наращивания труб для спуска бетонной смеси; *19* — лебедка подвески проходческого полка; *20* — лебедка механической сигнализации; *21* — лебедка центрального отвеса

Как видно на плане, разгрузка бадей производится в одну сторону, что требует устройства одного породного бункера с затвором. Возможен вариант разгрузки бадей в два бункера. Второй вариант применяют при большой производительности подъемов, что соответственно требует увеличенных размеров бункеров. Если производительность подъема и вместимость бункера приведены в соответствие, то предпочтительно иметь один бункер с разгрузкой бадей в одну сторону. Во всех случаях вместимость бункера на копре должна быть увязана с производительностью подъема, вместимостью и производительностью средств транспорта породы на поверхности.

Оснащение ствола — сложный комплекс различного вида работ (строительных, горных, монтажных и специальных), занимающий до 30—40% времени продолжительности его сооружения. Для сокращения затрат времени целесообразно вести работы по отдельному линейному или сетевому графику оснащения ствола, который при рабочем проектировании (на стадии ППР) вливается в общий график сооружения ствола и строительства всего предприятия.

Исходными данными для построения линейного или сетевого графика оснащения ствола являются: нормативный или заданный срок оснащения, объемы строительных, горных, монтажных и других видов работ; данные о возможных трудовых и материально-технических ресурсах; титульный список постоянных зданий и сооружений; проекты проходки ствола и его технологической части с обоснованием скорости проходки и применяемого забойного оборудования; ситуационный план расположения проходческого оборудования на поверхности (проходческих лебедок, подъемных машин, вентиляторов); стройгенплан размещения на поверхности постоянных или временных зданий и сооружений общего назначения, используемых для проходки стволов (АБК, зарядной будки, компрессорной, котельной, электроподстанции, отстойника шахтных вод); проекты постоянных и временных зданий и сооружений, используемых при сооружении стволов шахты; перечень, типы и сроки поставки серийного оборудования (подъемные машины, компрессор, котлы, электрооборудование подстанций, оборудование ламповой лебедки, проходческие комплексы); перечень, типы и сроки поставки индивидуального оборудования и металлоконструкций (копры, подшкивные площадки, разгрузочные станки, нулевые рамы, скреперные установки для очистки отстойников шахтных вод, подвесные полки и полки-каретки, секционные опалубки, оборудование для спуска бетона); перечень, типы и сроки поставки подъемных и проходческих канатов, труб всех назначений, кабелей и других дефицитных материалов.

При построении графика оснащения ствола учитывают следующие основные требования: строительно-монтажные работы выполняют в течение не менее двух смен в сутки; строительную площадку обеспечивают необходимым числом рабочих, материалами, строительными механизмами, оборудованием и автотранспортом с учетом рационального их распределения по объектам критического пути; проходку технологической части стволов начинают на первом этапе оснащения и заканчивают монтаж проходческих комплексов в забое ствола одновременно с завершением всего объема работ по оснащению; проходку технологической части разделяют на фазы, а продолжительность выполнения работ по фазам и в целом по технологической части ствола определяют специальным проектом производства работ.

Продолжительность выполнения отдельных строительно-монтажных работ (в мес.) при строительстве основных объектов ос-

нащения стволов для проходки можно принимать по данным комбината Донецкшахтострой:

Строительство комплекса подъемной машины с цилиндрическими барабанами диаметром от 3 до 6 мм	6
В том числе:	
строительство фундамента и здания со сдачей под монтаж	3
монтаж подъемной машины с электрической частью	2
отделка машинного зала и наладка подъемной машины	1
Возведение железобетонного башенного копра:	
до отм. +40 м (с фундаментом)	4
до отм. +40 м на проектную высоту со сдачей под монтаж постоянного оборудования, монтаж проходческих металлоконструкций в нижней части копра (нулевой рамы, разгрузочного станка и подшкивной площадки)	4
монтаж многоканатных подъемных машин с электрической частью	2,5
отделка машинного зала и наладка многоканатных подъемных машин	1
Строительство и монтаж компрессорной установки	3—6
В том числе:	
строительство зданий и фундаментов со сдачей под монтаж	1,5—2,5
монтаж компрессоров	1,0—2,5
отделка помещений и наладка компрессоров	0,5—1,0
Монтаж проходческого копра	3
В том числе:	
строительство фундаментов под копер (выполняют до поступления копра на площадку)	0,5
монтаж копра с подшкивной площадкой, разгрузочным станком и нулевой рамой	1,5
покрытие копра шифером и устройство полов внутри копра	0,5
монтаж освещения, силовых и сигнальных кабелей, опробование ляд, затворов, лебедок и пускателей	0,5

8.5. Проектирование строительства технологической части ствола

Технологической частью (технологическим отходом) называют минимальный участок ствола от поверхности на глубину, необходимую для монтажа и безопасной эксплуатации комплекса забойного оборудования, обеспечивающего начало работ по проходке самого ствола с заданной скоростью. Технологическая часть совпадает с устьем, однако чаще бывает значительно глубже. Устье является конструктивной частью ствола, а глубину его обычно связывают с мощностью наносов и заглублением в плотные наносные или коренные породы на 2—3 м, а также с примыкающими каналами различного назначения и фундаментами надствольных сооружений.

Глубину технологической части принимают в зависимости от схемы проходки ствола и применяемого комплекса забойного оборудования: не менее 30 м — при совмещенной схеме и погрузочных машинах с механическим вождением; 70—100 м — при параллельно-щитовой схеме проходки ствола и соответствующих комплексах проходческого оборудования.

В комплекс работ по строительству технологической части ствола входят: оснащение поверхности для проходки технологической части; проходка технологической части; демонтаж оборудова-

ния, применявшегося только для проходки технологической части; монтаж комплекса забойного оборудования и другие подготовительные работы, обеспечивающие начало проходки ствола с заданной скоростью. Окончание оснащения поверхности для проходки самого ствола должно совпадать с завершением сооружения технологической части.

При анализе приведенного перечня работ возникает потребность сократить их объем, относящийся к сооружению технологической части, путем максимального использования оснащения и забойного оборудования, предназначенного для проходки самого ствола. В связи с этим проект строительства технологической части имеет подчиненное значение и выполняется после выбора схемы сооружения всего ствола и детальной разработки технологии его проходки.

В задачу проектирования строительства технологической части входят выбор и разработка схемы сооружения этой части ствола с соответствующим оснащением поверхности и забоя вплоть до получения технико-экономических показателей и изготовления общих видов чертежей. На стадии ППР детализируется расчет организации работ, уточняются технико-экономические показатели и разрабатываются рабочие чертежи.

Выбор схемы строительства технологической части нельзя ограничить взаимосвязью работ по выемке породы и возведению крепи (последовательной, совмещенной и др.). Наряду с этим важно учитывать оборудование подъема и оснащение поверхности, определяющие величину грузопотока породы из забоя.

Схему строительства технологической части ствола выбирают в зависимости от следующих исходных данных: диаметра ствола и глубины технологической части; геологического разреза наносных и коренных пород и их характеристики по крепости, водоносности и газоносности; конструкции устья ствола со всеми примыкающими выработками; материала и типа крепи; технологической схемы сооружения ствола и возможности использования при проходке технологической части ствола постоянного копра и постоянных подъемных машин; технологической схемы и оборудования проходки ствола.

По современному развитию горнопроходческой техники можно указать пять схем строительства технологической части стволов шахт в обычных горно-геологических условиях, которые, согласно классификации (рис. 44), разделены на бескопровые (две схемы) и копровые (три схемы).

Для бескопровой проходки технологической части ствола созданы и применяются следующие установки: КПШ-1, КПШ-2, НПУ, ПК-1, ПУ, ППУ-1 и др.

I — последовательная схема строительства технологической части ствола. Выемку породы и возведение временной крепи производят на всю глубину или звеньями с последующим возведением постоянной крепи снизу вверх.

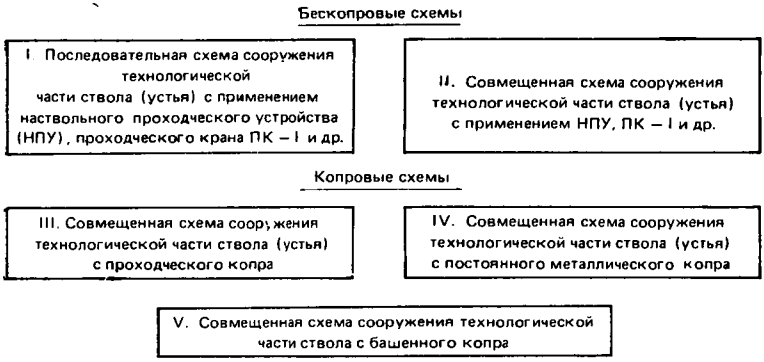


Рис. 44. Классификация схем строительства технологической части стволов шахт и рудников

Комплекс оборудования КПШ-2 предназначен для проходки устьев диаметром в свету 4—8,5 м и глубиной до 50 м, а комплекс КПШ-3 — при тех же диаметрах стволов глубиной до 45 м.

Один проходческий кран ПК-1 в комплексе с другим оборудованием можно применить для строительства технологической части стволов диаметром 4,5—6 м в свету на глубину 100—150 м, а два крана — при диаметрах 6,5—8,5 м на ту же глубину.

Область применения схемы I ограничена в связи с малой скоростью проходки (до 20 м/мес) и ненадежностью временной крепи в слабых наносных породах. Схема может быть применена при последующем креплении ствола монолитной железобетонной крепью. Кольца временной крепи, как правило, оставляют в бетоне. Достоинство схемы — малый объем подготовительных работ.

Недостатки схемы — низкие технико-экономические показатели строительства технологической части (устья), и в первую очередь самая низкая скорость проходки; существенное усложнение работ и увеличение их трудоемкости в связи с возведением временной крепи; ненадежность временной крепи в слабых наносных породах; сложность обеспечения безопасности работ (особенно при спуске и подъеме людей); большие затраты времени на переход к проходке ствола.

II — совмещенная схема строительства технологической части (устья) ствола. Выемку породы производят совместно с возведением постоянной крепи на забое (рис. 45). Постоянная крепь может быть железобетонная тюбинговая или бетонная, возводимая при помощи передвижной опалубки. Кроме того, в практике сооружения устьев стволов шахт схема II имела применение при возведении комбинированной крепи взамен монолитной железобетонной: сверху вниз устье проходили по совмещенной схеме и крепили железобетонными или металлическими тюбингами на всю его глубину, к тюбингам вязали арматуру, а снизу вверх выставляли опалубку и укладывали бетон. Применение такой схемы по-

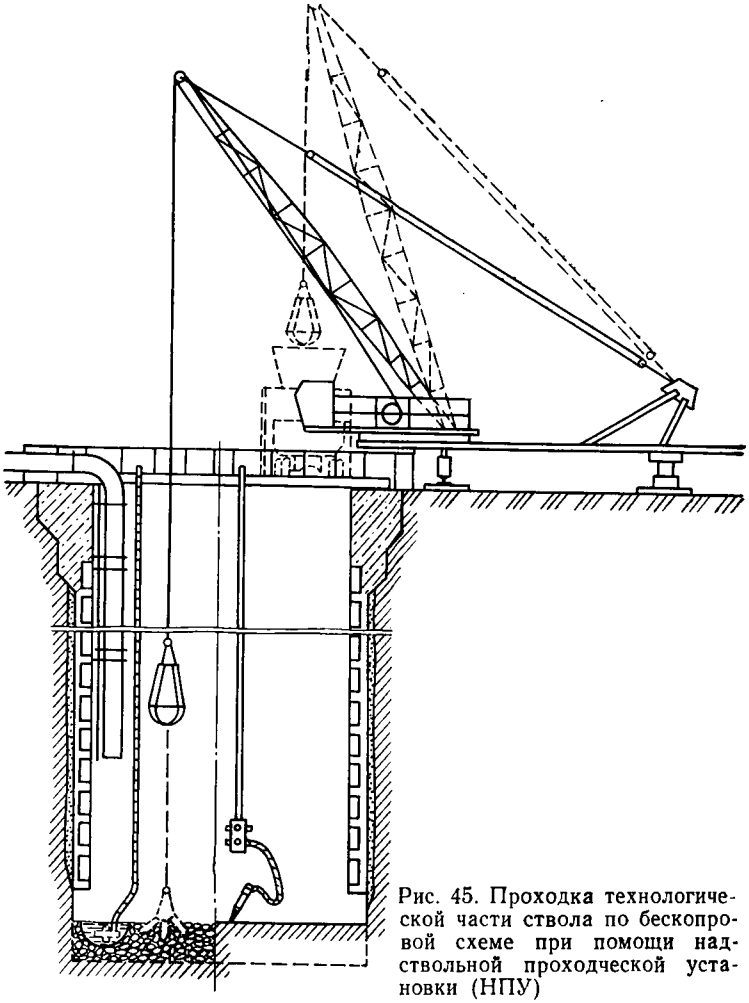


Рис. 45. Проходка технологической части ствола по бескопровой схеме при помощи надствольной проходческой установки (НПУ)

зволило избежать возведения временной крепи и значительно улучшить надежность крепи и выполнения работ.

Схема II может быть применена при последующем бескопровом строительстве ствола и при проходке ствола с постоянного копра, если последний не может быть использован при проходке технологической части (очень слабые породы, требующие специальных способов проходки устья, несвоевременная поставка металлического постоянного копра и т. п.).

Достоинства схемы: малый объем подготовительных работ по оснащению; большая надежность работ по сравнению со схемой I в связи с отсутствием временной крепи.

Недостатки схемы: малая скорость проходки технологической части; большие затраты времени при переходе к проходке самого ствола (монтаж копра, нулевой рамы, оборудования в стволе).

III — совмещенная схема строительства технологической части (устья) ствола с проходческого копра. Выемка породы и возведение постоянной железобетонной тюбинговой и бетонной крепи производятся совместно на забое.

III схема применяется преимущественно при проходке с временного копра всего ствола (применение предыдущих схем нецелесообразно, а строительство ствола с постоянного копра нежелательно или невозможно). Применение временного копра для проходки только технологической части ствола на несколько месяцев увеличит срок сооружения ствола и должно быть обосновано технико-экономическим расчетом. Схему целесообразно применять при проходке вентиляционных и воздухоподающих стволов, когда временный копер остается постоянным на весь срок службы ствола.

Достоинства схемы III: обеспечивается более высокая скорость проходки по сравнению со схемами I и II; не ограничена глубина технологической части ствола; повышается надежность сооружения и улучшается безопасность работ (особенно по спуску и подъему людей).

Недостатки схемы: увеличивается продолжительность подготовительного периода в связи с монтажом и демонтажом проходческого копра и другого оборудования; требуется завершение работ по строительству подъездных дорог, электроснабжению и водоснабжению.

IV — совмещенная схема строительства технологической части ствола с постоянного металлического копра. Выемка породы и возведение постоянной крепи (железобетонной тюбинговой или бетонной) производятся совместно на забое устья. В данном случае лучше применять временную передвижную подъемную установку или одну из тех (постоянных или временных) подъемных машин, которые в дальнейшем будут использованы для сооружения ствола шахты.

Применение схемы возможно при использовании постоянного металлического копра для проходки ствола до конечной глубины.

Достоинства схемы: обеспечивается высокая скорость проходки; может быть получена самая высокая скорость сооружения ствола (монтаж и демонтаж временного копра исключается); минимальные затраты времени на переход от строительства технологической части к проходке ствола.

Недостатки схемы: возможный перекос постоянного копра в аварийных случаях, связанных с выпуском или обрушением слабых пород, и выполнение большого комплекса подготовительных работ, что задерживает начало горных работ.

V — совмещенная схема строительства технологической части ствола с башенного копра. Сущность, область применения, достоинства и недостатки схемы совпадают с предыдущей схемой.

Схемы IV и V строительства технологической части стволов шахт получили в последние годы широкое применение.

Эффективный вариант схемы строительства технологической части (устья) ствола выбирается по критериям продолжительности, скорости и стоимости сооружения с обязательным учетом факторов безопасного и безаварийного ведения работ.

Продолжительность строительства технологической части (устья) ствола — показатель сравнения, позволяющий выбрать технологию с более короткими сроками производства всего комплекса работ.

Оценка варианта строительства технологической части ствола по продолжительности может быть получена на основе следующего математического выражения:

$$t_т = t_{т.о} + \frac{H_т}{v_т} + t_{т.п},$$

где $t_т$ — продолжительность строительства технологической части ствола от начала его оснащения до начала работ по проходке самого ствола, мес.; $t_{т.о}$ — продолжительность последовательно выполняемых подготовительных работ и работ по оснащению, относящихся только к технологической части ствола, мес.; $t_{т.п}$ — продолжительность работ по окончанию оснащения ствола и переходу от проходки технологической части к проходке самого ствола, мес.; $H_т$ — глубина технологической части (устья), м; $v_т$ — средняя скорость проходки технологической части по сравниваемому варианту, м/мес.

Значения $t_{т.о}$ и $t_{т.п}$ определяют с учетом следующих данных для двух вариантов:

а) для схем I и II $t_{т.о}=1\div2$ мес. в случаях сооружения ствола на действующей шахте, где есть АБК, котельная, электроподстанция или когда все необходимое оборудование передвижное;

б) $t_{т.о}=6\div9$ мес. в случае сооружения ствола на отдаленной площадке и необходимости строительства и монтажа зданий и сооружений общего назначения (АБК, котельной, электроподстанции, компрессорной, механической мастерской, зарядной будки).

Продолжительность переоснащения $t_{т.п}$ проходки технологической части по схемам I и II к проходке самого ствола с металлического копра для варианта «а» составит 5—7 мес., для варианта «б» — 1—2 мес., а с башенного копра — соответственно 13—18 и 0,5—1,5 мес. Скорость проходки технологической части ствола определяется расчетом.

Скорость строительства технологической части (устья) ствола — важный показатель оценки варианта схемы, который определяется из выражения

$$v_{т.с}=H_т/t_т.$$

Предпочтение отдается варианту, обеспечивающему бóльшую скорость при безопасных и безаварийных условиях ведения работ.

Стоимость проходки технологической части (устья) ствола как критерий выбора вариантов схем предусматривает определение и сравнение стоимости проходки 1 м^3 по полной стоимости.

Оценка схемы строительства технологической части ствола по стоимости может быть получена в результате сравнения смет, составленных с учетом затрат на подготовительные работы, оснащение и проходку, а также на работы по переоснащению забоя к проходке самого ствола.

Графическая часть проекта: ситуационный план, стройгенплан, схема проходки технологической части по фазам с продольными и поперечными разрезами, график сооружения.

8.6. Проектирование строительства сопряжения ствола с околоствольным двором

Проходка ствола шахты технологически связана с сооружением сопряжения, однако в комплексе работ по сопряжению включают выемку породы и возведение крепи только в объеме выработок околоствольного двора. Строительство сопряжения необходимо производить на длину не менее 10 м от ствола. Иногда в комплекс работ по сооружению сопряжения включают проходку примыкающей к нему камеры ожидания. В камере ожидания до начала проходческих работ в околоствольном дворе размещают временные водоотливные установки и электроподстанцию.

Объемы сопряжений по сравнению с объемами стволов шахт незначительны, однако вследствие некоторых специфических особенностей сооружение сопряжения имеет значительные трудности и занимает от 1 до 3 мес. Количество выдаваемой за месяц породы из забоя ствола диаметром 8 м в свету при скорости проходки 75 м/мес равно 4950 м^3 в массиве, а из забоя сопряжения — в среднем 300 м^3. Затраты труда (в человеко-сменах) на 1 м^3 сопряжения в свету в 10—12 раз больше, чем затраты труда на 1 м^3 ствола.

Первой и наиболее важной особенностью, затрудняющей сооружение сопряжения, являются большие обнажения горных пород в связи со значительными пролетом и высотой сопряжения.

Второй особенностью следует считать разнообразие и сложность конструкций сопряжения.

Третья особенность работ по строительству сопряжений выражается с потребности горизонтального перемещения породы и материалов на расстояние не менее 10 м, что усложняет производство работ, так как ствол оснащен средствами вертикального транспорта. В связи с этой особенностью необходимо применение малогабаритных погрузочно-доставочных машин типа ПДВ-2 и пневмотранспортирования бетонной массы за опалубку.

Четвертой особенностью работ по строительству сопряжений является необходимость (в большинстве случаев) временных устройств, а также переоборудования устройств, применяющихся при проходке ствола.

К исходным данным при проектировании сооружения сопряжений относятся: полный комплект чертежей сопряжения с продольными и поперечными разрезами, размеры сопряжения и крепи с таблицей объемов работ по конструктивным элементам, характеристика пересекаемых горных пород, технологическая схема проходки ствола и применяемое в стволе оборудование, заданные (нормативные) сроки и скорость производства работ.

Схему строительства сопряжения выбирают на основе его конструкции, размеров, материала и типа крепи, характеристики пересекаемых пород, технологии и оборудования проходки ствола шахты.

Целесообразная схема сооружения сопряжения должна в максимальной степени удовлетворять следующим требованиям:

строительство сопряжения должно выполняться одновременно с проходкой ствола с наибольшим совмещением работ по выемке породы и возведению крепи в забоях ствола и околоствольной выработки;

размеры обнажений горных пород в процессе рассечки, а также промежутки времени от образования обнажений до возведения постоянной крепи должны быть минимальными. При выполнении этого условия не развивается деформация пород, окружающих выработку, и предупреждается их обрушение;

технологическая схема должна обеспечивать высокую безопасность и простоту организации, а также более широкий фронт работ, достаточно высокую скорость проходки и снижение стоимости сооружения сопряжения.

Наибольшее применение в отечественной практике шахтного строительства имеют схемы сооружения сопряжения, которые можно подразделить на четыре группы: сплошным забоем; с выемкой породы слоями сверху вниз; с выемкой породы слоями снизу вверх; с выемкой породы независимыми забоями.

Схему строительства сопряжения сплошным забоем применяют в устойчивых породах, допускающих значительные обнажения. По сравнению с другими эта схема проста и обеспечивает лучшие технико-экономические показатели проходки. В качестве примера можно привести эффективную проходку сопряжения воздухоподающего ствола шахты «Ждановская-Капитальная» № 1 при помощи комбайна ПК-9р.

В породах средней устойчивости и крепости применяют в большинстве случаев схему рассечки с выемкой породы слоями сверху вниз.

Более простой вариант этой схемы предусматривает максимальное совмещение работ по проходке ствола и околоствольной выработки. Сопряжения проходят в два слоя, выполняя все работы в четыре фазы: I — выемка породы и возведение временной крепи в верхнем слое; II — возведение постоянной крепи в верхнем слое; III — выемка породы и возведение временной крепи в нижнем слое; IV — возведение постоянной крепи нижнего слоя сопряжения и ствола.

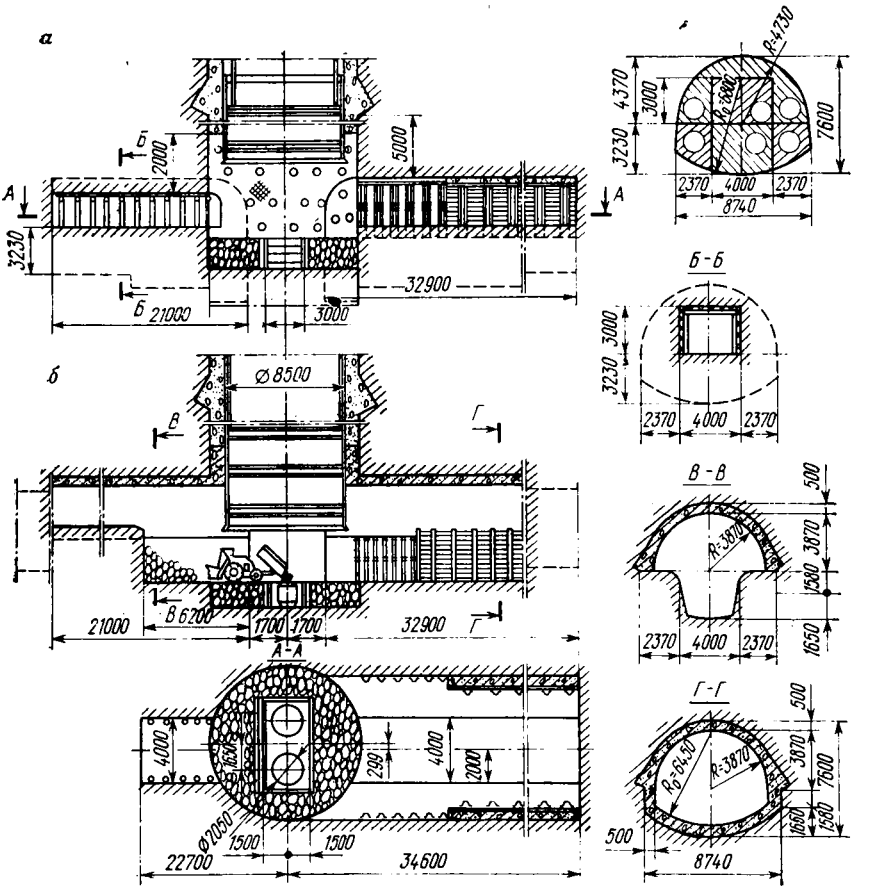


Рис. 46. Схема строительства сопряжения ствола с горизонтальной выработкой околоствольного двора слоями сверху вниз с проведением по своду сопряжения предварительной выработки:

а — схема рассечки; *б* — схема производства работ

Применение данной схемы обеспечивает повышенную безопасность работ под прикрытием постоянной крепи свода, широкий фронт работ, механизацию работ по уборке и транспортированию породы из забоя околоствольной выработки при помощи погрузочно-доставочной машины ПДВ-2, механизацию укладки при помощи пневмобетоноукладчика бетонной массы за опалубку, максимальное использование проходческого оборудования.

На рис. 46 показан более сложный вариант этой же схемы. Здесь верхний слой сопряжений не раскрывают сразу на все сечение. Вначале проходят выработку минимального поперечного сечения в замке свода с целью разведки устойчивости и выбросоопасности пород. Передовая выработка позволяет разгрузить напря-

женность пород в некотором контуре вокруг нее, предотвратить или по крайней мере уменьшить размер внезапного выброса.

Графическая часть проекта включает схему сооружения сопряжения по фазам с продольными и поперечными размерами, видами в плане, конструктивными деталями крепи, устройствами и приспособлениями для рассечки и график сооружения сопряжения. Масштабы чертежей 1 : 100, 1 : 50.

8.7. Проектирование строительства приствольных камер скипового ствола

Со скиповым стволом сопрягается ряд выработок малых и больших поперечных сечений. Выработки малого сечения, например вентиляционный канал, ходок для чистки зумпфа, без затруднений проходят одновременно со стволом на длину не менее 3 м.

Большие затруднения возникают при проходке приствольных камер загрузочных станций, в которых размещают устройства для загрузки скипов углем или породой. В плане размеры этих камер достигают 6×7 м, а по высоте — 17 м. В комплекс работ по проходке приствольных камер включают выемку породы и возведение крепи в пределах камеры, технологически связывая ее сооружение с проходкой ствола. Как показано на рис. 47, в комплекс работ вошли выработки для размещения конвейера и питателя (II этап), ходок при бункере и сам бункер (III этап). Целесообразна проходка бункера сверху вниз по комбинированной технологии из камеры опрокидывателя со спуском породы по ходку при бункере или по скважине. Скважину диаметром 1 м бурят снизу вверх бурильной установкой «Стрела», после чего бункер вместе с ходком расширяют с применением БВР сверху вниз и породу сбрасывают в скважину.

Особенности работ, исходные данные и порядок проектирования совпадают с соответствующими материалами при сооружении сопряжения ствола с околоствольным двором.

В настоящее время приствольные камеры скиповых стволов довольно часто проходят одновременно со стволом слоями сверху вниз, опирая постоянную крепь каждого слоя самой камеры на башмаки. В ненадежных для опоры породах по врубу под башмак бурят через 1,5—2 м шпуры на глубину 1—1,2 м и заводят в них металлические колья из арматурной стали диаметром 25—30 мм.

Как видно из схемы (см. рис. 47), проходка комплекса камер разделена на семь этапов. Каждый этап состоит в основном из двух фаз: 1 — выемка породы и возведение временной крепи, 2 — возведение постоянной крепи. Только на IV этапе работы выполняют в несколько фаз.

8.8. Проектирование работ по переходу от первого ко второму периоду строительства

Работы по переходу от сооружения стволов к проведению горизонтальных и наклонных выработок разделяются на относящиеся к каждому стволу в отдельности и общешахтные.

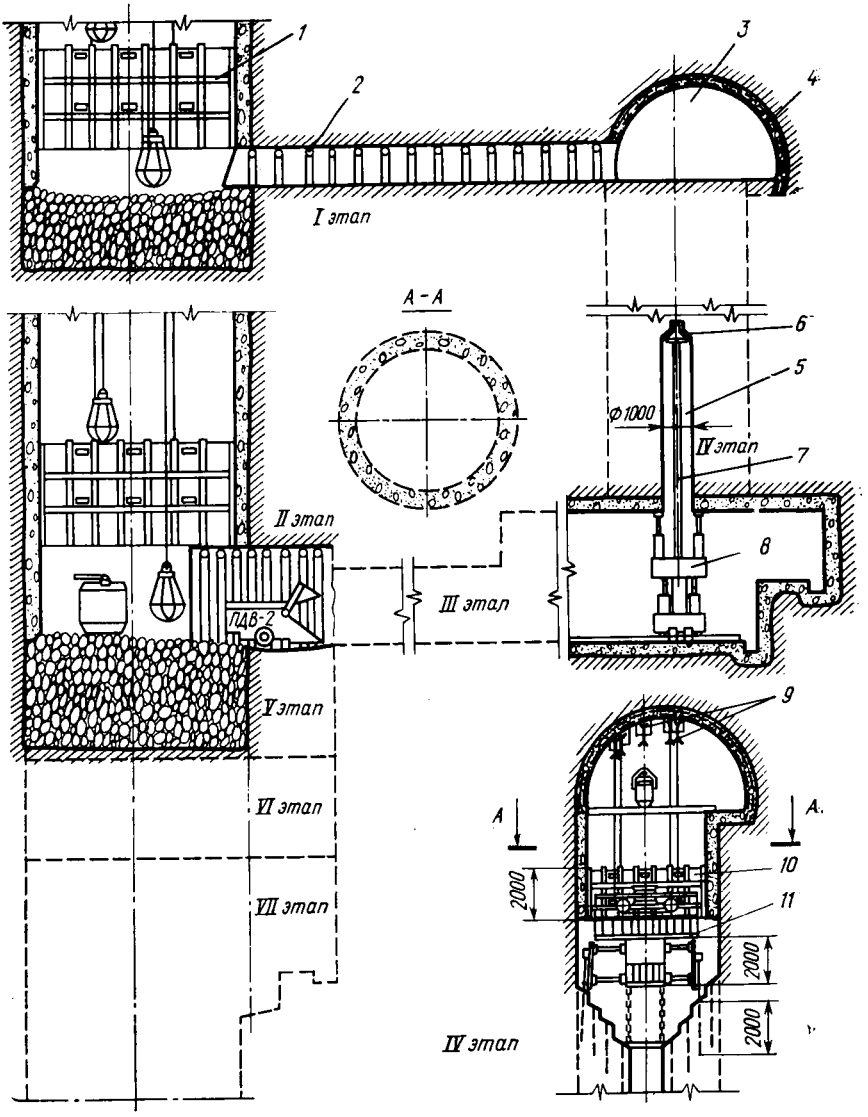


Рис. 47. Схема проходки приствольной камеры скипового ствола слоями сверху вниз в комплексе с другими выработками загрузочной станции:

1 — стволовая передвижная опалубка; *2* — временная транспортная сбойка между стволом и камерой опрокидывателя; *3* — камера опрокидывателя околоствольного двора; *4* — арки в крепи для крепления шкивов и подвески проходческого оборудования бункера; *5* — скважина для выпуска породы; *6* — бур; *7* — буровая штанга; *8* — буровая установка типа «Стрела» или др.; *9* — шкивы для подвески оборудования; *10* — передвижная опалубка бункера; *11* — подвесной полок с бурильными установками

Переходные работы на каждом стволе в отдельности возможны в двух вариантах: *по переходу от сооружения ствола к проведению горизонтальных выработок*; *по переходу от проходки ствола к проведению горизонтальных выработок.*

Первый вариант переходных работ исходит из положения полного окончания работ по сооружению ствола в соответствии с техническим проектом, которые завершаются демонтажом всего проходческого оборудования на поверхности и в стволе. Из проходческого оборудования в начальной стадии второго периода могут быть использованы трубы вентиляции, сжатого воздуха и цементационные.

К заключительным работам сооружения вспомогательных (клетевых) стволов относятся: установка стопорных устройств клети на нулевой отметке и на горизонтах, навеска клетей, оборудование обменных пунктов откатки на поверхности и на горизонтах, устройство ограждений ствола, прокладка трубопроводов и кабелей, устройство сигнализации и связи. Вентиляционную сбойку с главным стволом желательно пройти еще на бадьевых подъемах. Продолжительность этих работ 3—4 мес.

На главных (скиповых) стволах монтируют дозирующие и загрузочные устройства на горизонте, разгрузочные устройства в копре, навешиваются скипы, прокладывается сигнализация.

Первый вариант перехода обязателен на вспомогательных (клетевых) стволах, т. е. на тех стволах, на которые направлен основной грузопоток с самого начала второго периода строительства шахты на основном горизонте.

Строительство ствола в полном объеме технического проекта обеспечивает максимальную величину грузопотока, что, в свою очередь, создает наиболее благоприятные условия по развитию горнопроходческих работ на горизонте и достижению максимальных скоростей проведения горных выработок.

Второй вариант переходных работ предусматривает эксплуатацию ствола с частичным применением временного проходческого оборудования (проходческого копра, временных подъемных комплексов с бадьями или временными клетями).

Опытом строительства шахт в Донецком и других бассейнах установлена целесообразность применения второго варианта переходных работ на вентиляционных и воздухоподающих стволах, так как применение временного однобадьевого подъема с бадьями вместимостью 5,5 м^3 и клетевого подъема с одноэтажной или двухэтажной клетью (см. рис. 28) обеспечивает достаточный разворот горнопроходческих работ со стороны этих стволов.

Таким образом, второму варианту присущи две схемы перехода и возможные их области применения.

Схема I — переход к проведению горизонтальных выработок с применением бадьевых подъемов. Копер временный или постоянный. Направляющие временные канатные или постоянные жесткие.

На поверхности переоборудование не требуется. В стволе на горизонте околоствольного двора сооружается временный бункер для загрузки бадей. К бункеру подводят рельсовые пути таким образом, чтобы применить опрокидыватель с питателем и дозирующим устройством загрузки бадьи.

Использование схемы возможно в вентиляционных и воздухоподающих стволах для выдачи породы и угля. Частично эта схема может быть применена на главных (скиповых) стволах для проведения возможно большего объема сложных, примыкающих к стволу выработок и вентиляционной сбойки с вспомогательным стволом. В дальнейшем переоборудование скипового ствола совмещается с монтажом оборудования в загрузочной станции и в камере опрокидывателя и толкателя для обеспечения полной готовности ствола к приему груза.

Схема II — переход к проведению горизонтальных выработок с применением временного клетевого подъема. Копер временный или постоянный. Направляющие временные канатные или постоянные жесткие.

Использование схемы II возможно на вентиляционных и воздухоподающих стволах, где клетевые подъемы, при наличии бадьевых подъемов для выдачи горной массы, выполняют вспомогательные функции (спуск, подъем людей, спуск материалов и оборудования и др.).

Возможно использование клетевого подъема и для выдачи горной массы, что требует установки на поверхности опрокидывателя (с бункером или без него), имеющего достаточную производительность для использования клетевой подъемной установки.

Целесообразно применение схемы II для выполнения небольшого объема горных работ (1—2 тыс. м^3) ввиду больших удельных расходов по временному переоборудованию ствола на 1 м^3 выданной породы.

К переходным работам общешахтного характера относятся: переоборудование вентиляции забоев стволов на проветривание забоев горизонтальных выработок, например путем перехода на общешахтное проветривание через вентиляционную сбойку между стволами; переоборудование транспорта породы от ствола в отвал и подачи к стволу материалов и оборудования; подготовка источников питания и прокладка линий снабжения забоев горизонтальных выработок электроэнергией и сжатым воздухом; оборудование на основном горизонте временной электроподстанции и временной водоотливной установки; окончание строительства административно-бытового комбината, механических мастерских и других служб, призванных обеспечить нормальный разворот работ по строительству шахты; подготовка и осуществление мероприятий по технике безопасности, промсанитарии, гигиене труда и специальных мероприятий.

Технология строительства шахты при переходе от строительства стволов шахты к проведению горизонтальных выработок проектируется с учетом следующих требований.

1. Работы по переходу на каждом стволе в отдельности должны производиться с минимальными сроками простоев подъемных установок.

2. Переоборудование вспомогательных и главных стволов шахты должно быть смещено во времени таким образом, чтобы горнопроходческие работы в целом по шахте не прерывались и не прекращалась выдача породы.

3. На постоянные подъемные сосуды в первую очередь переоборудуется вспомогательный ствол; главный ствол должен быть введен в эксплуатацию к тому моменту разворота работ на основном горизонте, когда вспомогательный ствол уже не обеспечивает по своей пропускной способности дальнейшего развития горнопроходческих работ.

4. При проектировании и переоборудовании подъемных установок надо исходить из максимально возможного грузопотока породы, материалов и оборудования, а проектирование числа одновременно действующих забоев и скорости их проведения необходимо согласовывать с производительностью работающих подъемных установок.

5. В главном стволе в первую очередь включают в работу породный подъемный комплекс; при отсутствии отдельного породного комплекса для выдачи породы приспосабливают угольный подъемный комплекс.

6. Эффективность работы скипового породного подъема зависит от производительности средств транспорта породы на поверхности, поэтому следует рассмотреть целесообразность одновременного с подъемом ввода в работу поверхностного постоянного породного технологического комплекса от ствола до отвала.

7. Вентиляционную сбойку между стволами целесообразно проектировать по постоянным выработкам и проходить со стороны главного и вспомогательного стволов.

Вентиляционные сбойки и запасные выходы проходят в первую очередь со стороны вентиляционных и воздухоподающих стволов по кратчайшему пути согласно плану горнопроходческих работ.

8. Временную электроподстанцию с водоотливным комплексом лучше располагать в камере ожидания. Камеру ожидания для этой цели следует проходить одновременно со строительством ствола. В качестве водосборника можно использовать зумпф клетевого ствола и зумпф скипового ствола совместно с зумпфовыми насосами.

Использование зумпфов в качестве временных водосборников затруднено тем, что они часто засоряются и имеют недостаточный объем из-за малой глубины всаса (до 3,5 м). На глубоких стволах, переоборудованных на постоянные подъемы (многоканатные или со шкивами трения), использование зумпфов вообще невозможно в связи с применением хвостовых канатов и большой глубиной самих зумпфов. В таких случаях временные насосные установки можно помещать в приствольных камерах, расположенных ниже основного горизонта на 12—15 м.

Практикой установлена целесообразность при любых стволах, с которых проводят горизонтальные выработки, устраивать временные водосборники объемом 75—100 м^3 (выработки длиной 15—20 м).

8.9. Сводный проект строительства ствола

Сводный ППР по строительству ствола включает все вопросы, относящиеся к порядку его проектирования в обычных горно-геологических условиях, а также отдельные проекты, составленные на проходку участков ствола специальными способами, на проведение мероприятий, связанных со вскрытием газоносных и выбросоопасных пластов угля, пород и др. Каждый проект, входящий в состав сводного проекта сооружения ствола, должен завершаться определением объемов, сроков и стоимости выполнения работ.

На основе сроков работ по отдельным проектам и стадиям проектирования составляют сводный график сооружения ствола (см. рис. 38). Как видно из графика, продолжительность сооружения главного ствола составляет 42 мес., вспомогательного — 36 мес. Скорость сооружения главного ствола составляет 25,8 м/мес, вспомогательного — 28,8 м/мес.

Графическая часть ППР по строительству вертикального ствола включает следующие чертежи: поперечное сечение ствола с размещением проходческого оборудования; ситуационный план; стройгенплан; продольный разрез по стволу с размещением проходческого оборудования; площадочные сети электроснабжения, водоснабжения, связи, воздухопроводов и отвода шахтных вод; подшкивная площадка копра (общий вид и детали); разгрузочный станок копра (общий вид и детали); открывание ляд разгрузочного станка. Нулевая проходческая рама (общий вид и детали); схемы открывания ляд нулевой рамы; планы верхнего и нижнего этажа полка-каретки. Разрезы и детали; общий вид и схемы пневмосистемы и гидросистемы полка-каретки; металлическая секционная опалубка; графики организации работ и паспорта буровзрывных работ по породам различной крепости; паспорта норм и расценок в соответствии с крепостью пересекаемых пород; график сооружения ствола, специальные виды работ по цементации, вскрытию газоносных пластов или пород, опасных по внезапным выбросам.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВТОРОГО ОСНОВНОГО ПЕРИОДА СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

9.1. Проектирование строительства околоствольного двора

Строительство околоствольного двора включает комплекс работ, связанных со строительством протяженных выработок, сопряже-

ний, камер и монтажом технологического оборудования. Продолжительность и другие показатели строительства околоствольного двора определяются технологией и сроками проведения отдельных выработок, а также порядком и фронтом развития проходческих и монтажных работ.

В ПОС технологию проведения отдельных выработок иногда не разрабатывают, а сроки их сдачи определяют по установленным нормативам, на основе которых составляют календарный план и график, устанавливающие порядок строительства выработок и число одновременно действующих забоев, потребность в материально-технических ресурсах с распределением по годам (месяцам) строительства, а также сроки поставки технологического оборудования. Если учесть, что некоторые выработки околоствольного двора попадают в цепь главного направления, то разработка технологии и расчетное обоснование сроков их сооружения имеют существенное значение в ПОС. Кроме того, необходимо учитывать, что своевременный ввод в эксплуатацию ряда комплексов околоствольного двора (комплекс водоотлива, электроподстанция, гараж-зарядная, склад ВМ, комплекс загрузочного устройства породного скипового подъема) оказывает существенное влияние на срок начала и объем максимального разворота по строительству предприятия.

Выработки околоствольного двора в цепи главного направления, а также перечисленные комплексы являются первоочередными объектами для разработки ППР.

К исходным данным при проектировании строительства околоствольного двора относятся: чертеж плана околоствольного двора со всеми размерами, разрезами и сечениями выработок; объемы работ по конструктивным элементам с указанием пикетов (пунктов обмера); данные по пропускной способности околоствольного двора и основному технологическому оборудованию; производительность постоянных средств транспорта; геологический разрез пород в пределах околоствольного двора: заданные или нормативные (оптимальные) скорости проведения выработок главного направления и сроки готовности основных комплексов околоствольного двора к максимальному развороту работ согласно разработанной технологической схеме строительства шахты или рудника.

Проектирование строительства околоствольного двора ведут в следующем порядке.

1. Устанавливают скорости строительства выработок околоствольного двора на основе детальной разработки технологии их проведения по процессам с выбором и обоснованием проходческого оборудования. Месячные нормативы устанавливаются в зависимости от конструктивной сложности выработки, характеристики трудоемких процессов. Нормативную скорость проведения протяженных выработок принимают до 1000 м^3/мес в свету, скорость на главном направлении устанавливают 600 м^3/мес, в остальных случаях — 500 м^3/мес.

Месячные нормативы и расчет скоростей проведения выработок необходимо увязывать с характеристикой пересекаемых пород, для чего на план околоствольного двора наносят геологический разрез. Согласно схеме (рис. 48), геологический разрез пород по стволу, сделанный по падению, переносят на горизонтальную линию, проведенную через ствол вкрест простирания пород. На схеме эта линия совпадает с квершлагом — главной откаточной выработкой околоствольного двора. От точек пересечения линий падения пород с квершлагом проводят линии простирания различных пород через весь околоствольный двор. Если горизонтальная линия, проведенная вкрест протирания пород, не совпадает с главной откаточной выработкой, то ее ориентируют относительно направления север — юг.

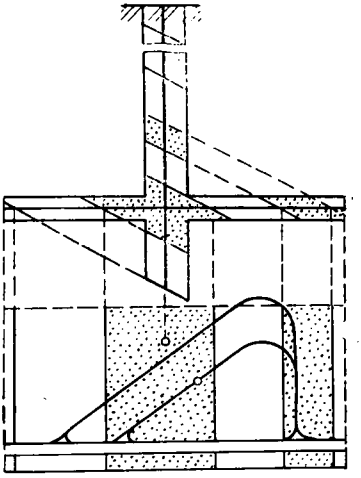


Рис. 48. Пример нанесения геологического разреза по стволу на план околоствольного двора

2. Строят календарный план (рис. 49) и график* (рис. 50) строительства околоствольного двора. Порядок проведения отдельных выработок на календарном плане устанавливают по их значимости в обеспечении максимального развития работ по строительству предприятия. В первую очередь планируют проведение выработок в цепи главного направления на выход к пластам угля. Обычно в эту цепь входят грузовая и порожняковая части ветви вспомогательного ствола, затем главная откаточная выработка в пределах околоствольного двора.

Забои на главном направлении комплектуют лучшими проходческими бригадами и самым совершенным проходческим оборудованием. Эти бригады оставляют на главном направлении при выходе их за пределы околоствольного двора и обеспечивают всеми необходимыми материально-техническими ресурсами.

Каждая проходческая бригада в местах пересечения или сопряжения выработок обязана делать засечки ответвлений выработок на длину не менее 3 м и укладывать в этом месте стрелочные переводы, что должно учитываться при составлении плана. На главном направлении с целью сокращения срока строительства сложные узлы и пересечения оставляют на прочной временной крепи. Постоянную крепь возводят бригады второстепенного направления, которые подходят к этим узлам другими забоями или начинают от них проведение примыкающих выработок.

---

* Календарный план и график сооружения околоствольного двора являются продолжением графика сооружения стволов, показанного на рис. 38.

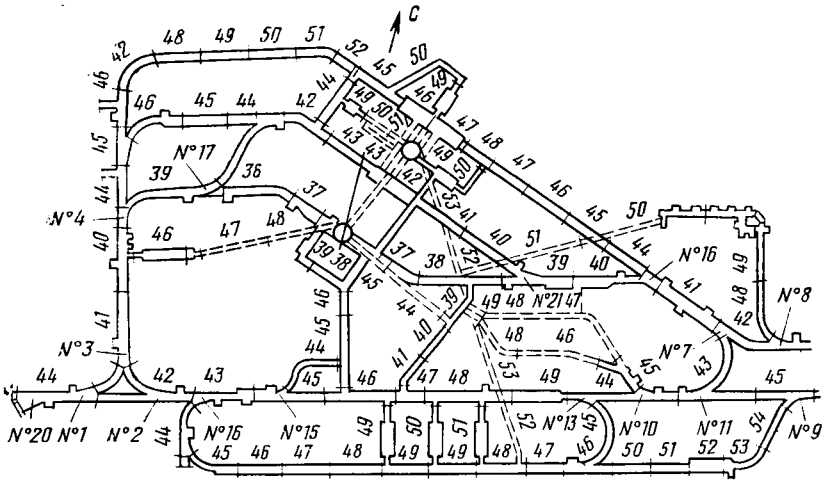


Рис. 49. Календарный план строительства околоствольного двора центральнсго блока условной шахты

Показатели	Номер бригад	Объем работ, м	Объем работ, м³	Скорость проведения, м³/мес	Время, мес	4-й год	5-й год
главного направления к северным лавам по пластам l_7 и l_3; грузовая часть ветви вспомогательного ствола с сопряжениями №17,4 и грузовая ветвь околоствольного двора с сопряжениями №3,2,16,1,20	1*	448	5200	500 1000	7		
главного направления к южным лавам по пластам l_7 и l_3; порожняковая часть ветви вспомогательного и главного стволов с сопряжениями № 21,6,7,8	2	310	4900	500 1000	6		
Заезд на магистральный штрек и на штрек с сопряжениями № 11,10,13	3	200	2250	500 1000	2,5		
Камера постоянной электроподстанции и главного водоотлива	4	94	1300	500	2,5		
Магистральный штрек для обеспечения круговой откатки от сопряжения № 15 до сопряжения № 13	5	178	3800	500 1000	5		
Остальные выработки околоствольного двора. Монтажные работы	4,5,6,7,8		35550	500 1000	13,5		
Объем в свету, м³ Стоимость, тыс. руб.				55000 6500		40745 4815	14326 1685

Примечание. Бригады 1,2 и 3 проходят далее выработки главного направления

Рис. 50. Упрощенный календарный график строительства околоствольного двора центрального блока условной шахты

Как только позволит развитие фронта работ на главном направлении, вводят в число действующих встречные забои на главной откаточной магистрали. Ставится задача образовать замкнутое кольцо выработок, примыкающих к вспомогательному стволу, для организации круговой откачки грузов и более эффективного использования электровозов. Одновременно вводят в работу забои для проведения основных комплексов околоствольного двора: камеры водоотливной установки и электроподстанции, камеры гаража и зарядки электровозов, комплекс выработок ветви породного скипового подъема и склада ВМ. Быстрейший ввод в эксплуатацию выработок скиповой породной ветви околоствольного двора преследует две цели — направить струю воздуха между стволами через сеть постоянных выработок и перекрыть временную вентиляционную сбойку, что позволит расширить фронт установки вентиляторов местного проветривания; подготовить комплекс камер и технологического оборудования скипового породного подъема к началу поступления максимального грузопотока горной массы при развороте работ в пределах шахтного поля. Очередность проведения остальных выработок устанавливают из условия равномерного разворота работ до максимального числа забоев.

Следует различать две стадии строительства околоствольного двора: I — число забоев максимальное, но кольцо выработок, примыкающих к вспомогательному стволу, еще не замкнуто (рис. 51); II — кольцо выработок, примыкающих к вспомогательному стволу, замкнуто, организована круговая откатка грузов, временная вентиляционная сбойка перекрыта, число действующих забоев максимальное (рис. 52) *.

3. Производят проверочные расчеты при максимальном числе одновременно действующих забоев на I и II стадиях сооружения околоствольного двора по производительности подъема и горизонтального транспорта, по вентиляции, электроснабжению и материально-техническому обеспечению.

Исходными данными к проверочному расчету электровозной откатки при сооружении околоствольного двора являются: календарный план с указанием забоев при их максимальном числе на I и II стадиях; длины откаточных участков и максимальный грузопоток (т/ч) из каждого забоя; схемы расположения и профиля путей с указанием пунктов погрузки или составления поездов; тип и вместимость вагонетки, категория шахты по газу.

При расчете электровозной откатки в околоствольном дворе исходят из условия обеспечения подъемов выдачи грузопотока горной массы из всех действующих забоев:

$$P_{п} \geqslant k \Sigma p_i, \qquad (9.1)$$

где $P_{п}$ — техническая производительность подъема по выдаче горной массы, т/ч; Σp_i — суммарный грузопоток горной массы при

* Рис. 51 и 52 сделаны применительно к околоствольному двору, приведенному на рис. 49.

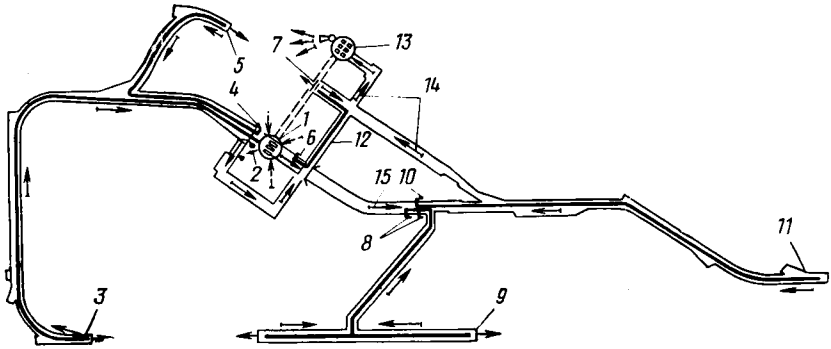


Рис. 51. Схема проветривания забоев в I периоде строительства околоствольного двора:

1 — воздухоподающий (вспомогательный) ствол; *2* — вентилятор для проветривания забоя; *3*; *4* — вентилятор для проветривания забоя; *5*; *6* — вентилятор для проветривания забоя *7*; *8* — вентилятор для проветривания забоя *9*; *10* — вентилятор для проветривания забоя *11*; *12* — вентиляционная сбойка между стволами; *13* — главный ствол; *14* — направление исходящей струи воздуха; *15* — направление свежей струи воздуха

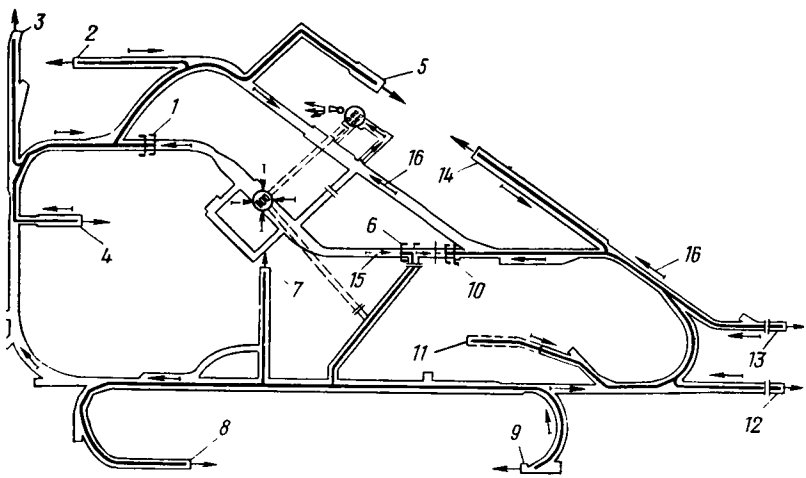


Рис. 52. Схема проветривания забоев во II периоде сооружения околоствольного двора:

1 — вентиляторы для проветривания забоев *2*, *3*, *4* и *5*; *6* — вентиляторы для проветривания забоев *7*, *8* и *9*; *10* — вентиляторы для проветривания забоев *11*, *12*, *13* и *14*; *15* — направление свежей струи воздуха; *16* — направление исходящей струи воздуха

максимальном числе действующих забоев на I или II стадии сооружения околоствольного двора, т/ч; k — коэффициент неравномерности поступления груза из забоев (k=1,2).

Грузопоток из забоя (т/ч) рекомендуется определять по максимальной производительности погрузочных машин в каждом забое Σp_{max} с учетом коэффициента k_1=0,7÷0,8, учитывающего неравномерность выхода горной массы из забоя:

$$p_i = k_1 \Sigma p_{max}. \tag{9.2}$$

Исходя из категории шахты по газу или пыли, грузопотока $k\Sigma p_i$ и числа забоев, принимают тип локомотива (электровоза) и по таблицам (графикам) ориентировочной области применения электровозов различного типа определяют вес груженого состава zG (где z — число вагонеток в составе; G — полезный вес вагонетки, тс).

Скорость движения электровоза с груженым составом принимают v'=1 м/с, а без состава и с порожняком v''=1,5 м/с. Продолжительность маневров на конечных пунктах θ=20 мин.

Среднюю продолжительность рейса электровоза (мин) определяют по формулам:

с груженым составом

$$t_{гр} = \frac{0{,}8L}{60v'} + \frac{0{,}2L}{60v'/2};$$

с порожним составом

$$t_{пор} = \frac{0{,}8L}{60v''} + \frac{0.2L}{60v''/2}, \tag{9.3}$$

где L — длина пути транспортирования, м.

На нескольких действующих забоях расчет ведут по средневзвешенной длине откатки $L_{ср}$:

$$L_{ср} = \frac{p_1L_1 + p_2L_2 + \ldots + p_nL_n}{p_1 + p_2 + \ldots + p_n}, \tag{9.4}$$

где p_1, p_2, ..., p_n — грузопотоки из забоев, т/ч; L_1, L_2, ..., L_n — длины откаточных участков, м.

Полное среднее время рейса

$$t_{р.ср} = t_{гр} + t_{пор} + \theta_1 + \theta_2, \tag{9.5}$$

где θ_1 и θ_2 — продолжительность маневров на конечных пунктах, мин.

Действительная производительность электровозной откатки (т/ч)

$$Q_в = \frac{60}{t_{р.ср}} zG. \tag{9.6}$$

Необходимое число действующих локомотивов

$$n = k\Sigma p_i / Q_в.$$

Для организации четкой работы транспорта и определения минимальной продолжительности $t_{р.ср}$ строят график движения электровозов, представляющий собой план согласованной работы во времени и в пространстве. Большое значение имеет организация работы транспорта по графику при одновременной работе максимального числа забоев.

В тех случаях, когда проходческие забои обслуживаются несколькими электровозами, составляют сначала графики работы по каждому откаточному участку, а затем на их основе — общешахтный.

При строительстве околоствольного двора, в связи с несложной схемой откатки и небольшим числом обращающихся поездов, работа электровозов может быть спланирована более упрощенно, например в виде плана почасовой подачи порожняка. Для этого в таблицу заносят пункты подачи порожняка, сменный грузопоток, продолжительность рейса, число порожних вагонеток, подаваемых определенным электровозом в течение каждого часа.

На I стадии строительства околоствольного двора обмен составов у вспомогательного ствола производят с обеих сторон ствола. В этом случае расчет транспорта должен исходить из часового грузопотока $\Sigma p'_i$ с одной стороны и $\Sigma p''_i$ с другой стороны ствола. На этой стадии транспортные средства работают независимо друг от друга, а поэтому использование их во времени недостаточное.

Во II стадии строительства околоствольного двора транспорт рассчитывают исходя из общего грузопотока Σp_i. Откатка грузов осуществляется одними и теми же электровозами, а сменная производительность всех проходческих бригад при налаженном транспорте определяется производительностью подъема.

Расчет проветривания забоев на I и II стадиях сооружения околоствольного двора производится по методике, изложенной в разд. 10.1.

Потребность в материально-технических ресурсах определяют в ПОС по нормативам, а в ППР — прямым счетом по выработкам, на которые делают детальный расчет технологии проходки, а по остальным — на основе нормативов.

В соответствии с календарным или сетевым графиком потребности в материально-технических ресурсах на каждый забой сводят по месяцам, соблюдая равномерный рост потребности по мере развития работ в околоствольном дворе и постепенный перевод бригад и ресурсов на забои подготовительных выработок по мере завершения этих работ.

9.2. Проектирование строительства горизонтальных и наклонных горных выработок

Строительство любой горизонтальной или наклонной горной выработки включает комплекс работ, обеспечивающих готовность выработки к сдаче в эксплуатацию. Проведение выработки составляет основной элемент ее строительства.

Продолжительность строительства выработки $t_{с.в}$ представляет собой сумму:

$$t_{с.в}=t_п+t_{т.ч}+t_{пр}+t_з, \qquad (9.7)$$

где $t_п$ — продолжительность подготовительных работ; $t_{т.ч}$ — время на проведение технологической части выработки длиной 10—30 м и установку в ней проходческого оборудования для начала нормальной работы в забое; $t_{пр}$ — время на проведение и крепление выработки с намеченной (расчетной) скоростью; $t_з$ — продолжительность заключительных работ.

В состав подготовительных работ должны входить: прокладка к забою линий снабжения электроэнергией или сжатым воздухом, связи оснащения и водоснабжения для орошения; оборудование подземного транспорта; устройство водоотвода или водоотлива; установка вентилятора частичного проветривания и прокладка вентиляционного трубопровода; устройство заслонов инертной пыли и проведение других мероприятий в соответствии с действующими ПБ, подготовка к работе проходческого оборудования в забое, заготовка элементов временной и постоянной крепи. Специфика подготовительных работ при проведении наклонной горной выработки относится в основном к оборудованию подземного транспорта лебедками или конвейерами. Обычно в практике $t_п=0{,}5\div1$ мес. При использовании для проведения наклонных выработок постоянных лебедок $t_п$ может достигать 2 мес, и определяется расчетом.

Время на проведение технологической части выработки и установку проходческого оборудования:

$$t_{т.ч}=\frac{L_{т.ч}}{v_{т.ч}}+t_м, \qquad (9.8)$$

где $L_{т.ч}$ — длина или объем технологической части выработки, м или м^3; $v_{т.ч}$ — скорость проведения технологической части выработки, м/мес или м^3/мес; $t_м$ — время установки проходческого оборудования и приведение его в рабочее состояние, мес.

Самым продолжительным элементом проведения выработки является $t_{пр}$ — проведение ее основной части:

$$t_{пр}=(L_в-L_{т.ч})/v_{пр}, \qquad (9.9)$$

где $L_в$ — полная длина выработки, м; $v_{пр}$ — скорость проведения и крепления выработки, м/мес.

К заключительным работам относятся: демонтаж проходческого оборудования и подготовка выработки к сдаче в эксплуатацию (перестилка и балластировка рельсового пути, установка конвейерной линии, ремонт крепи и побелка). В среднем $t_з=0{,}5\div1{,}5$ мес.

Способ проведения выработки, применяемое в забое оборудование, горно-геологические и горнотехнические условия в значительной мере предопределяют объем и продолжительность подготовительных и заключительных работ. В свою очередь, величина

этих дополнительных затрат времени, отнесенная на единицу (м или м^3) выработки, зависит от длины или объема выработки.

К основным исходным данным при проектировании строительства горизонтальной или наклонной выработки относятся: ситуационный план расположения проектируемой выработки со всеми примыкающими и в первую очередь магистральными выработками, который позволяет запроектировать транспорт, вентиляцию, водоотлив, энергоснабжение, связь и мероприятия по безопасному ведению работ; геологические, гидрогеологические и физико-механические данные о пересекаемых породах; техническая характеристика выработки (поперечные размеры и сечение выработки в свету и в проходке); длина выработки; объемы работ по конструктивным элементам; расположение оборудования в сечении выработки на период эксплуатации; материал, тип и размеры крепи; характеристика постоянного транспортного оборудования в выработке; заданная скорость сооружения или проведения выработки.

Порядок проектирования сооружения горизонтальной или наклонной выработки предусматривает прежде всего разработку проекта проведения ее основной, а затем технологической части и завершается построением сводного графика, учитывающего весь комплекс подготовительных, основных и заключительных работ.

Технологию выемки горных пород при проведении выработок выбирают в зависимости от крепости пересекаемых пород и характеристики применяемого оборудования.

Погрузочные машины и проходческие комбайны следует применять в комплексе с удлиненными перегружателями или забойными конвейерами, обеспечивающими загрузку состава вагонеток без расцепки.

При загрузке составов вагонеток по частям обмен вагонеток на разминовке и под погрузкой должен быть механизирован. Проходческие комбайны, комплексы оборудования и машины для механизации отдельных работ в забое выработки выбирают в зависимости от заданной скорости проведения, крепости и способа выемки пород, размеров поперечного сечения и длины выработки. Для проведения горизонтальных и наклонных выработок по углю и слабым породам с коэффициентом крепости $f \leqslant 4$ подбираются проходческие комбайны.

При буровзрывном способе выемки породы и длине горизонтальных и наклонных выработок свыше 150—200 м рекомендуется применение комплексов проходческого оборудования.

Объем комбайнового проведения горных выработок в двенадцатой пятилетке должен быть доведен до 50% при одновременном повышении месячной скорости и производительности труда проходчиков.

На рис. 53 показана технологическая схема комбайнового проведения выработки, в которой применены предохранительный призабойный щит, телескопический монорельс для доставки и установки крепи и телескопический вентиляционный трубопровод.

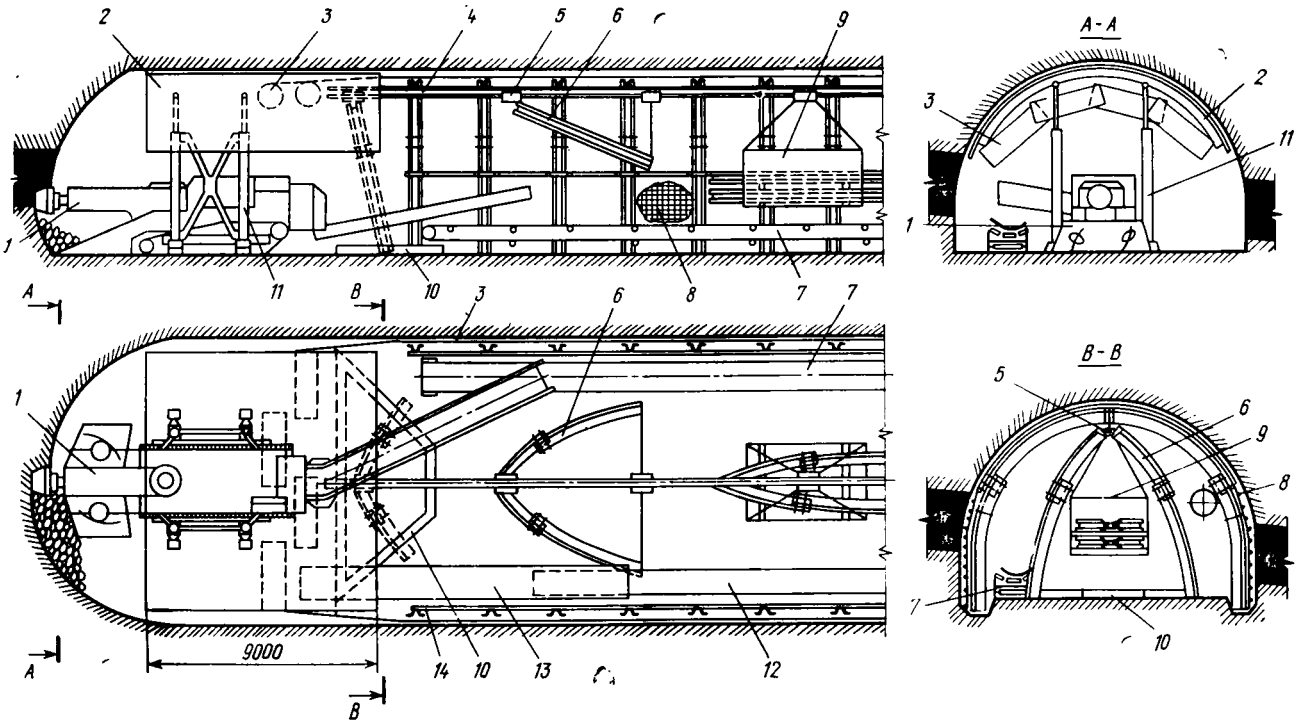


Рис. 53. Технологическая схема проведения горной выработки с применением предохранительного шита и совмещением выемки породы (угля) с возведением крепи:

1 — проходческий комбайн 4ПП-2; *2* — предохранительный щит; *3* — затяжка из металлической сетки или стеклоткани; *4* — телескопический монорельс; *5* — тележка монорельса; *6* — трехшарнирная арка крепи (податливая или жесткая); *7* — ленточный конвейер 1ЛТП-80; *8* — металлическая решетчатая затяжка; *9* — контейнер с арками; *10* — распорная плита; *11* — гидростойки щита; *12* — вентиляционный трубопровод; *13* — телескопическое звено вентиляционной трубы; *14* — межрамные соединительные планки

Призабойный предохранительный щит изготавливают из листовой стали толщиною 5 мм с ребрами жесткости (продольными и поперечными). Щит опирается на четыре гидростойки, закрепленных на опорных устройствах комбайна. При работе исполнительного органа комбайна щит распирается между кровлей и почвой, предохраняя рабочих от возможного падения кусков породы, а также обеспечивая надежную опору комбайна при разрушении забоя.

Во время передвижения комбайна на новую заходку щит слегка опускается, а нижние опоры приподнимаются. Эти перемещения вводятся в программу автоматизированного управления комбайном. На щите подвешиваются рулоны затяжки кровли из стеклоткани или из металлической сетки. Таким образом, комбайн перемещает (растягивает) конвейер, монорельс, вентиляционную трубу, распорную раму крепи и затяжку. Установка трехшарнирной арки: ножки арки фиксируются на нужном расстоянии установкой распорного бруса на почве, после чего замок арки подтягивается назад до упора с верхней соединительной планкой между арками. Арка устанавливается под щитом, а затем расклинивается в кровле и боках.

Применение щита, трехшарнирной арки, телескопических конвейера, монорельса и вентиляционного трубопровода обеспечивает почти непрерывную работу комбайна, а следовательно, увеличение средней скорости проведения в 4—5 раз, максимальной до 20 000 м³/мес (2000 м/мес) и производительности труда в 3—4 раза.

Весьма актуален вопрос о добыче и использовании угля от проведения пластовых выработок при строительстве, реконструкции и эксплуатации шахт. До сих пор уголь в забоях пластовых выработок при строительстве и реконструкции шахт смешивается с породой и одним грузопотоком направляется в отвал. Теряются сотни тысяч тонн уже добытого угля на миллионы рублей. Разработаны достаточно надежные схемы раздельной выемки угля и породы. Окончательное решение задачи заключается в раздельной погрузке угля и породы в вагонетки, выдаче их на поверхность и разгрузке. Объем добычи угля из забоев пластовых выработок и стоимость его реализации можно определить по номограмме (рис. 54).

В настоящее время достигнута высокая степень механизации возведения бетонной крепи способом опалубочного и безопалубочного бетонирования.

При опалубочном бетонировании рекомендуется применение передвижных и сборно-разборных инвентарных опалубок в комплексе с пневмобетоноукладчиками бетонной смеси.

Большую перспективу имеет безопалубочное крепление горных выработок способом набрызга бетонной смеси. Перспектива развития этого способа относится к подбору высокопрочных бетонов и других материалов, способных достаточно быстро схватываться и твердеть, и к полной механизации и даже автоматизации работ по возведению крепи-оболочки горной выработки. В комбинации с анкерной или арочной металлической крепью и затяжкой из сталь-

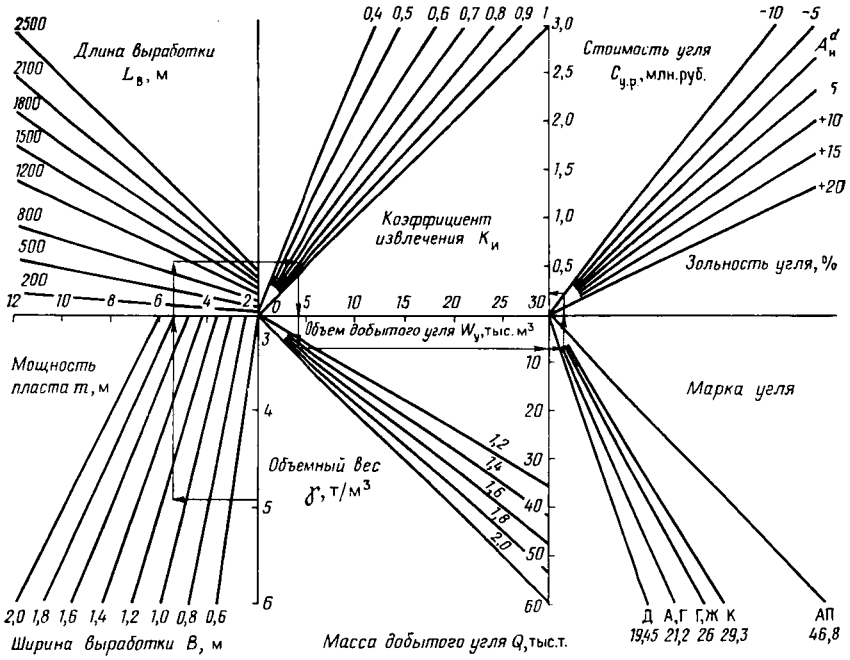


Рис. 54. Номограмма для определения объема, массы и стоимости извлекаемого угля при проведении пластовых горных выработок

ной сетки с последующим набрызгом бетонной смеси может быть достигнута достаточно высокая несущая способность крепи.

Расчет технических показателей сооружения горизонтальных выработок и построение графика организации работ изложены в разделе 9.4, а экономических показателей — в разделе 11.

Графическая часть ППР по строительству горизонтальной или наклонной выработки включает следующие чертежи: выкопировка из плана горных работ места расположения проектируемой и примыкающей к ней выработок с указанием транспортных и других коммуникаций, а также вентиляции и количества проходящего по выработкам воздуха; поперечное сечение выработки в эксплуатации с размещением транспортного оборудования со всеми размерами; продольный разрез, план и поперечные разрезы в наиболее характерных сечениях с размещением проходческого оборудования и необходимыми размерами; паспорт буровзрывных работ, включающий схему расположения шпуров в трех проекциях; спецификация проходческого оборудования в забое; график организации работ в забое и график выходов проходчиков; таблица технико-экономических показателей проведения горной выработки.

9.3. Проектирование проходки камеры

Содержание проекта строительства камеры и порядок его разработки те же, что и при сооружении горизонтальной или наклонной

выработки (см. 9.2), тем более если камеру проводят полным сечением. Показатели проекта по сооружению камеры рассчитывают на 1 м^3 камеры в свету.

По формуле (9.7) определяют продолжительность строительства камеры. При этом технологической частью, обеспечивающей монтаж проходческого оборудования и начало нормальной работы по проведению камеры, могут быть: часть камеры; выработка, пройденная в пределах поперечного сечения камеры; временная или постоянная выработка, примыкающая к камере.

Порядок проектирования строительства и проходки камеры предусматривает первым пунктом выбор технологии, технологической схемы проходки камеры и проходческого оборудования забоя. Если учесть, что камеры стремятся располагать в прочных, устойчивых горных породах, то технологию, как правило, применяют буровзрывную.

При выборе технологической схемы проходки камеры учитывают: устойчивость горных пород; размеры поперечного сечения; возможность и целесообразность проведения транспортных выработок; применяемое проходческое оборудование в забое. При этом следует учесть требования, предъявляемые к самой схеме.

Схемы проходки камер площадью поперечного сечения более 20 м^2 можно объединить в три группы:

I — полным сечением; II — слоями (сверху вниз или снизу вверх); III — комплексом независимых забоев или выработок.

Проходку камер полным сечением (I группа) применяют в устойчивых породах, позволяющих обнажить забой сразу по всей площади поперечного сечения. Указать точно область применения той или иной схемы проведения по критериям устойчивости обнажений (размеры выработки, прочность, коэффициент крепости пород и др.) не представляется возможным. Некоторые породы с малым коэффициентом крепости (каменная соль, углистые сланцы и др.) допускают большие обнажения вследствие их вязкости и плотности.

Например, при разработке каменной соли образуются камеры площадью поперечного сечения до 600 м^2 и длиной более 1,5 км, не требующие крепления. Наряду с этим в крепких и даже очень крепких породах обнажения могут быть неустойчивыми ввиду значительной трещиноватости и неплотности всего массива, что может привести к вывалам отдельных кусков или обрушениям пород в больших объемах. Поэтому устойчивость обнажений можно характеризовать только комплексом физико-механических свойств пород.

Схемы проходки камер полным сечением, по сравнению со схемами II и III групп, менее сложны и обеспечивают более высокие технико-экономические показатели. Наибольшей простотой отличается схема проходки сплошным (отвесным) забоем. Однако и в этом варианте с увеличением высоты камеры возникают трудности при бурении шпуров, оборке забоя и возведении крепи. Применение громоздких передвижных подрештовок и буровых рам при

малой длине камеры нецелесообразно, а устройство сборно-разборной подрештовки требует значительной дополнительной затраты времени и труда. Поэтому при проходке камер высотой более 5—6 м и длиной менее 50—60 м забою придают потолкоуступную или почвоуступную форму. Высоту и опережение уступов выбирают из условия минимальной трудоемкости работ по зачистке уступов от взорванной породы и обеспечению безопасности труда в забое.

Схемы проходки камер слоями (II группа) применяются в породах средней устойчивости при больших размерах камер. Преимущественное применение имеет схема проходки камер слоями сверху вниз. Проходка и крепление верхнего слоя по сводчатой части камеры обеспечивают высокую безопасность работ в нижних слоях. Применение схемы ограничивается в основном технико-экономической целесообразностью проведения временной транспортной выработки в сводчатую часть камеры.

Возможны варианты проходки верхнего слоя камеры сразу на полное сечение или с предварительным проведением по своду выработки малого сечения. Второй вариант применяют при значительной длине камеры для предварительной разведки пород на устойчивость и выбросоопасность, а также для улучшения проветривания и образования запасного выхода.

Проходку нижней части камеры под прикрытием постоянной крепи свода осуществляют горизонтальными слоями, вертикальными уступами или сплошным забоем.

Схемы проходки камер комплексом независимых забоев или выработок (III группа) применяют в слабых и малоустойчивых породах. Число независимых забоев или отдельных выработок, проводимых предварительно на всю длину камеры, находится в обратной зависимости от устойчивости пород и в прямой — от поперечных размеров камеры. Все сводится к тому, чтобы одновременно обнажаемый забой с уменьшением устойчивости пород имел возможно малое сечение. При этом увеличивается число таких забоев, усложняется схема проходки камеры, увеличиваются продолжительность и стоимость ее сооружения, однако повышаются надежность и безопасность работ.

Большую часть независимых забоев или выработок проводят по контуру камеры, используя их для возведения постоянной крепи (обделки). Внутри камеры оставляют нетронутый массив — опорное ядро.

Проходку камер по схемам II и III групп разделяют на этапы и фазы, а все необходимые расчеты выполняют в порядке, изложенном в разд. 9.4 и 9.5. Завершается проект определением продолжительности сооружения камеры, производительности труда проходчиков и полной стоимости 1 м^3 в свету.

В условиях возможного применения двух и более вариантов схему проведения камеры выбирают методом технико-экономического сравнения.

9.4. Метод анализа технологии проведения и строительства горной выработки и расчета основных технико-экономических показателей

Сущность этого метода заключается в детальном обосновании, принятой технологии проведения и строительства выработки с расчетами и анализом по проходческим процессам, построении графика организации проходческих работ в забое и детализированного графика сооружения всей выработки. Точность расчетов и качество анализа зависят от полноты и достоверности исходных данных на каждый забой.

К основным исходным данным при расчете относятся: ситуационный план расположения проектируемой выработки со всеми примыкающими и в первую очередь магистральными выработками, который позволяет проанализировать транспорт, вентиляцию, водоотлив, энергоснабжение, связь и мероприятия по безопасному ведению работ; геологические, гидрогеологические и физико-механические данные о пересекаемых породах; техническая характеристика выработки (поперечные размеры и сечение выработки в свету и в проходке); длина выработки; объемы работ по конструктивным элементам; расположение оборудования в сечении выработки на период эксплуатации; материал, тип и размеры крепи; заданная скорость сооружения и проведения выработки; детальное описание технологии проведения выработки по процессам и применяемое проходческое оборудование.

Метод анализа технологии проведения горной выработки и расчета основных технических и экономических показателей проводится в следующем порядке.

Рассчитывается коэффициент подрывки

$$k_п = S_{пор}/S_{пр}, \qquad (9.10)$$

где $S_{пор}$ — площадь породного забоя в проходке, м^2; $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2.

При проходке квершлагов, штолен и других выработок, имеющих однородные породы в забое, коэффициент подрывки $k_п=1$, что свидетельствует о максимальной трудоемкости разрушения массива по этому фактору.

При проведении штреков по тонким пластам угля и других выработок по неоднородным породам $k_п<1$ и с его уменьшением снижается трудоемкость работ, хотя в определенной степени организация труда в забое усложняется, так как вначале производят выемку угля одной или двумя заходками, а затем выемку породы.

Рассчитывается площадь забоя выработки на одного проходчика:

$$S = S_{св} n_{см}/n_{сут}; \quad S = S_{св}/n_{зв}, \qquad (9.11)$$

где S — площадь забоя выработки в свету на одного проходчика, м^2; $S_{св}$ — площадь поперечного сечения выработки в свету, м^2; $n_{см}$ — число сменных звеньев бригады или число рабочих смен в

Форма 1

Номер забоя	Шахта	Участок	Пласт	Наименование выработки и ее шифр	Площадь поперечного сечения, м²		Площадь забоя в проходке, м		Мощность пласта общая/полезная, м	Коэффициент подрывки	Коэффициент крепости	Тип крепи (расстояние между рамами, м)	Тип и количество механизмов	Норматив проведения, м/мес	
					в свету	в проходке	угольного	породного						заданный	расчетный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Продолжение формы 1

Фактическая скорость		Отработано чел.-смен фактически	Суточный явочный состав бригады	Площадь забоя на одного проходчика, м	Комплексная норма выработки, м/чел-смену	Комплексная производительность труда		Средний заработок одного проходчика, руб.	Средняя стоимость выработки по зарплате		Фактическая стоимость проведения	
м/мес	м³ в свету/мес					м/чел-смену	м³/чел-смену		руб/м	руб/м³ в свету	м	м³ в свету
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Окончание формы 1

Сменная стоимость проведения		Глубина работ, м	Угол падения пород, градус	Фактическая стоимость поддержания 1 м, руб.	Объем перекрепления выработки, м	Дополнительные данные по штрекам				
м	м³ в свету					Длина лавы, м	Подвигание лавы, м/мес	Средне-суточная добыча, приходящаяся на 1 м, т	Способ охраны штрека со стороны падения	Со стороны восстания длина целика или бутовой полосы
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

сутках по проведению выработки; $n_{сут}$ — численность проходческой бригады; $n_{зв}$ — численность проходческого (сменного) звена.

Площадь забоя, приходящаяся на одного проходчика, характеризует соотношение между численным составом проходческой бригады и конечными технико-экономическими показателями: скоростью проведения, производительностью труда, расходами по заработной плате и стоимостью проведения 1 м или 1 м^3 выработки.

Сравнение и анализ основных технико-экономических показателей проведения выработок, сведенных в форму 1, позволяют установить влияние площади забоя на одного проходчика, на скорость проведения, производительность труда и другие показатели. Уменьшение площади забоя на одного проходчика требует проведения конкретных мероприятий по улучшению организации труда и более полному использованию проходческой техники.

Величина комплексной нормы выработки влияет на заработную плату и другие показатели проведения выработки. Расчет комплексной нормы выработки производят по объемам работ на 1 м или на цикл. Объемы работ на цикл определяются по всем нормируемым работам:

$$W_б = Nl;\ W_п = S_{пр} l_\eta;\ W_{кр} = l_\eta / L;\ W_{н.п} = l_\eta;\ W_{у.к} = l_\eta, \qquad (9.12)$$

где $W_б$ — объем работ по бурению, м; N — число шпуров; $W_п$ — объем работ по погрузке породы или угля, м^3 в массиве; $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2; l_η — глубина заходки, м; $W_{кр}$ — объем работ по креплению, рам; L — расстояние между рамами крепи, м; $W_{н.п}$ — объем работ по настилке пути, м; $W_{у.к}$ — объем работ по устройству канавки, м.

Объемы работ и соответствующие нормы выработки, принятые по действующему нормировочнику, заносят в форму 2. Трудоемкость каждого вида работ (b_i) определяют делением объема работ на установленную норму выработки и суммируют по всему проходческому циклу. Комплексная норма выработки члена проходческой бригады (м/чел-смену)

$$H_к = \frac{l_\eta}{\Sigma b_i}. \qquad (9.13)$$

Форма 2

Вид нормируемых работ в забое	Единица измерения	Объем работ на цикл	По нормировочнику	Коэффициент отклонения от нормы выработки	Устанавливаемая норма	Основание к установлению нормы выработки	Число человеко-смен за цикл	Тарифная ставка по видам работ, руб.	Расценка на цикл, руб.
		W_i	H_i	k_i	$k_i H_i$		$b_i = \frac{W_i}{k_i H_i}$	a_i	$a_i b_i$
							Σb_i		$\Sigma a_i b_i$

Численный состав проходчиков на выполнение проходческого цикла работ определяют округлением Σb_i в меньшую сторону до целого числа n. В дальнейших расчетах учитывают коэффициент перевыполнения комплексной нормы выработки $k_к = \Sigma b_i / n$ в пределах 1,02—1,06. Например, по расчету $\Sigma b_i = 8{,}5$ принятый состав звена на один цикл $n = 8$ и $k_н = 8{,}5/8 = 1{,}06$. Если принять $n = 9$ человек, то мы зададим режим работы с невыполнением нормы выработки $k_н = 8{,}5/9 = 0{,}95$. В расчетах наряду с $k_н$ учитывают плановый коэффициент повышения производительности труда $k_д$ в пределах 1,02—1,09. Вообще коэффициент перевыполнения нормы выработки $k_н k_д$ планируется в пределах 1,04—1,08.

Таким образом, расчетная или плановая производительность труда (м/чел-смену или м/выход)

$$P_н = k_н k_д H_к. \tag{9.14}$$

Фактическая производительность труда члена комплексной проходческой бригады

$$P_ф = \frac{v_ф}{\Sigma b_ф}; \quad P_ф' = \frac{v_ф S_{св}}{\Sigma b_ф}, \tag{9.15}$$

где $v_ф$ — достигнутая фактическая скорость проведения выработки, м/мес; $\Sigma b_ф$ — суммарное фактическое число чел.-смен (выходов) в течение месяца; $S_{св}$ — площадь поперечного сечения выработки в свету, м^2.

Вычисление $P_н$ (плановой производительности труда) введено в программы для расчета нормативной скорости проведения полевых и пластовых выработок по формуле (9.17).

График организации проходческих работ в забое строят на основе принятой технологии проведения выработки. При менее совершенной технологии проведения основные проходческие процессы (бурение шпуров, погрузка породы, крепление, настилка пути) выполняются последовательно, при более совершенной технологии стремятся совместить выполнение ряда трудоемких процессов, например совместить бурение шпуров с креплением и настилкой пути, погрузку породы с подноской элементов крепи и частично с бурением шпуров и др. Заряжание шпуров, взрывание зарядов и проветривание с другими процессами не совмещают и выполняют последовательно, как правило, между сменами.

Затраты времени на выполнение каждого процесса, занесенного в таблицу по форме 2 при последовательном выполнении работ, рассчитывают по формулам

$$t_i = \frac{\alpha W_i t_{см}}{k_i H_i n_i} \text{ или } t_i = \frac{\alpha b_i t_{см}}{n_i}, \tag{9.16}$$

где α — коэффициент, учитывающий затраты времени на ненормируемые процессы (заряжание, взрывание, проветривание), на перерыв для принятия пищи и отдыха, а также на резерв времени в пределах 0,05 Тц; n_i — численность проходчиков, занятых на

выполнении данного процесса;

$$\alpha = (T_ц - T_1)/T_ц,$$

где $T_ц$ — продолжительность проходческого цикла, ч; T_1 — продолжительность ненормируемых затрат времени, ч.

Затраты времени на выполнение нормируемых процессов из таблицы, приведенной по форме 2, при частичном или полном совмещении определяют в человеко-часах по формулам (9.16), не подставляя число проходчиков n_i. Расстановку проходчиков выполняют непосредственно при построении графика организации работ таким образом, чтобы затраты в человеко-часах на графике совпали с расчетным числом.

Для оформления паспорта норм и расценок заполняют две последние колонки таблицы по форме 2. Тарифные ставки по видам работ подставляют в таблицу соответственно составу звена проходчиков по разрядам, указанным в нормировочнике к каждой норме выработки. Если в нормировочнике указан состав звена из двух и более различных разрядов, то в таблицу подставляют среднеарифметическую величину соответствующих тарифных ставок.

Сумма $\Sigma a_i b_i$ (см. форму 2) представляет собой прямую сдельную расценку по заработной плате в рублях объема работ за цикл, равного $l\eta$.

Расчет норматива проведения выработки на основе комплексной нормы выработки и численного состава бригады производится по формулам

$$v_р = kH_к mn_{сут} \text{ или } v_р = P_н mn_{сут}; \quad (9.17)$$

$$v_р' = S_{св} kH_к mn_{сут}, \quad (9.18)$$

где k — плановый коэффициент перевыполнения комплексной нормы выработки; $H_к$ — комплексная норма выработки, м или на выход; m — число рабочих дней в месяце, затрачиваемых на проведение выработки; $n_{сут}$ — суточный явочный состав проходческой бригады.

Методика расчета норматива по комплексной норме выработки и численному составу бригады должна быть положена в основу планирования горнопроходческих работ. Здесь важно установить правильное соотношение между заданным и расчетным нормативами, а также между технической и достигнутой фактической скоростями проведения и возможные резервы (форма 3).

Расчет зависимости скорости проведения выработки от площади забоя на одного проходчика производится по формулам

$$v_р = \frac{kH_к mS_{св} n_{см}}{S}; \quad (9.19)$$

$$v_р' = \frac{kH_к S_{св}^2 n_{см}}{S}, \quad (9.20)$$

где S — площадь забоя в свету на одного проходчика, м^2.

Форма 3

Шахта	Выработка	Норматив проведения								Фактическая скорость				Техническая скорость (расчетная)							
		м/мес				м³/мес								по нормам на процессы				по производительности машин			
		заданный на шахте	%	расчетный	%	заданный на шахте	%	расчетный	%	м/мес	%	м³/мес	%	м/мес	%	м³/мес	%	м/мес	%	м³/мес	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Данной методикой можно пользоваться для расчета скорости проведения выработки при известном S и наоборот. Для определенных условий могут быть построены графики $v_р = f(S)$ оптимальной площади забоя на одного проходчика.

Проведенные исследования фактических материалов показывают, что $S < 1$ м² приводит к снижению производительности труда проходчиков.

Годовой объем проведения горизонтальных и наклонных горных выработок в угольной промышленности страны возрастает, в связи с чем остается актуальным вопрос определения резервов повышения скорости их проведения. Важно определить возможность, степень технической готовности и наличие резервов в технологии проведения горизонтальных и наклонных выработок при увеличении их протяженности и площади поперечного сечения. Актуальность данной проблемы подтверждается тем, что среднемесячные скорости некоторой категории горизонтальных и наклонных выработок за последние годы не возрастают, а снижаются.

Для решения поставленной задачи применяются аналитический и графоаналитический методы расчета технической скорости проведения горных выработок в зависимости от сечения выработки, крепости пересекаемых пород, применяемого оборудования и числа проходчиков в забое.

Скорость проведения рекомендуется определять двумя методами: по численности проходческой бригады, нормам выработки или нормам времени; по типу, числу и производительности машин в забое.

При решении задачи применительно к буровзрывной технологии техническую скорость проведения выработки рекомендуется определять по формуле (8.9).

При расчете скорости (м³/мес) проведения выработки в числитель формулы подставляют $S_{св}$:

$$v_т' = \frac{t_р m l \eta S_{св}}{T_ц}. \qquad (9.21)$$

Продолжительность проходческого цикла при известной численности проходчиков на цикл и их расстановке по процессам для выработок типа квершлагов и полевых штреков определяется по формуле

$$T_ц = \frac{NlB_б}{n_б} + \frac{Nlt_з}{n_з} + t_п + \frac{l\eta S_{пр}B_п}{n_п} + \frac{l\eta k_с B_{кр}}{Ln_{кр}}, \qquad (9.22)$$

где N — число шпуров; $B_б$ — норма времени на 1 м шпура, ч; $n_б$ — численность бурильщиков; $t_з$ — затраты времени на заряжание и забойку 1 м шпура, ч; $n_з$ — численность проходчиков на заряжании шпуров; $t_п$ — затраты времени на проветривание забоя, ч; $S_п$ — площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2; $B_п$ — норма времени на погрузку 1 м^3 породы в целике, ч; $n_п$ — численность проходчиков при погрузке породы машинами; $k_с$ — коэффициент совмещения работ по креплению; $B_{кр}$ — норма времени на установку одной арки, ч; L — расстояние между арками, м; $n_{кр}$ — численность проходчиков, занятых на креплении.

В формуле (9.22) предусмотрено последовательное выполнение процессов бурения, заряжания и взрывания, проветривания и погрузки породы, частичное совмещение процесса крепления и полное совмещение настилки пути, устройства канавки и возможных других процессов проходческого цикла.

Имея в виду случай, когда число проходчиков на выполнение одного проходческого цикла n известно, а эффективная расстановка проходчиков по процессам неясна, продолжительность (ч) проходческого цикла можно определять по формуле

$$T_ц = \frac{l}{n}\left(NB_б + Nt_з + \eta S_{пр}B_п + \frac{\eta k_с B_{кр}}{L} + \eta B_н + \eta B_к\right) + t_п, \qquad (9.23)$$

где $B_н$ — норма времени на настилку пути, ч; $B_к$ — норма времени на устройство водоотливной канавки, ч.

Формула для расчета технической скорости (м^3/мес) проведения полевой выработки по нормам времени и составу звена на выполнение одного проходческого цикла имеет следующий окончательный вид:

$$v_т = \frac{t_р ml\eta S_{св}}{\frac{l}{n}\left(NB_б + Nt_з + \eta S_{пр}B_п + \frac{\eta k_с B_{кр}}{L} + \eta B_н + \eta B_к\right) + t_п}. \qquad (9.24)$$

Формула для расчета технической скорости (м^3/мес) проведения полевой выработки по числу и производительности применяемых проходческих машин в забое

$$v_{т.м} = \frac{t_р ml\eta}{\frac{Nl}{m_б v_б} + \frac{Nlt_з}{n_з} + t_п + \frac{l\eta S_{пр}k_р}{m_м P_п} + \frac{l\eta k_с B_{кр}}{Ln_{кр}}}, \qquad (9.25)$$

где $m_б$ — число бурильных машин, одновременно работающих в забое; $v_б$ — техническая скорость бурения шпуров с учетом коэффициента использования бурильной машины во времени, м/ч;

$k_р$ — коэффициент разрыхления пород; $m_м$ — число погрузочных машин, одновременно работающих в забое; $P_п$ — техническая производительность погрузочной машины с учетом коэффициента использования погрузочной машины во времени, м³/ч в разрыхленном состоянии.

На кафедре строительства шахт Донецкого политехнического института составлен ряд прикладных программ. Программами предусмотрено вычисление комплексной нормы выработки, скоростей проведения, строительства и возможного резерва их повышения для полевых и пластовых, горизонтальных и наклонных горных выработок.

Для примерного расчета приняты следующие два варианта буровзрывной технологии и технических условий применительно к породам средней крепости ($f=4\div6$):

погрузка взорванной породы производится двумя погрузочными машинами 2ППН-5 на перегружатель, бурение шпуров — молотками ПР-24Л, крепь — арочная трехзвенная из спецпрофиля;

погрузка взорванной породы производится двумя буропогрузочными машинами 2ПНБ-2 на перегружатель, крепь — арочная трехзвенная из спецпрофиля.

Результаты расчета технической скорости проведения выработок для двух наборов (комплектов) проходческого оборудования представлены на рис. 55. Анализ данных расчета позволяет сделать следующие выводы.

При широком использовании современной проходческой техники, и в первую очередь погрузочных машин 2ПНБ-2 и 2ППН-5, имеем двукратный резерв скорости проведения, рассчитанный по нормам времени и нормативному числу проходчиков, и 6—8-кратный резерв по техническим возможностям современной проходческой техники по сравнению со средней достигнутой скоростью (70 м/мес).

Для использования имеющихся резервов требуется дальнейшее совершенствование технологии проведения

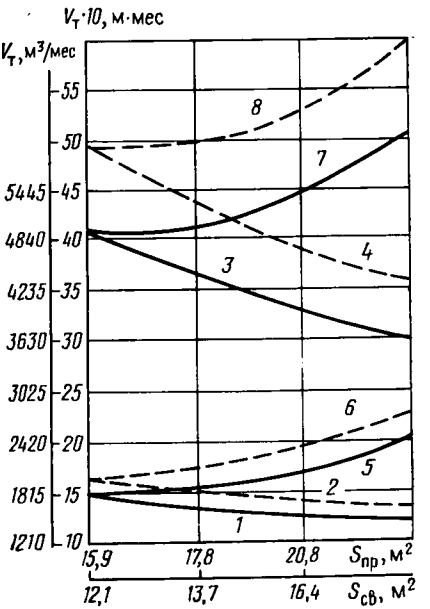


Рис. 55. Зависимость расчетной технической скорости проведения полевых горизонтальных горных выработок от площади сечения выработки в свету (проходке):

при машинах 2ППН-5, ПР-24Л по нормам времени и числу проходчиков (*1* — м/мес, *5* — м³/мес); по технической производительности машин и механизмов (*3* — м/мес, *7* — м³/мес); при машинах 2ПНБ-2, БУ-1 по нормам времени и числу проходчиков (*2* — м/мес, *6* — м³/мес); по технической производительности машин и механизмов (*4* — м/мес, *8* — м³/мес)

торизонтальных выработок, которое должно идти по линии более полной эксплуатации современной проходческой техники, механизации крепления и других ручных процессов, а также снижения затрат времени на вспомогательные операции.

Погрузочная машина 2ПНБ-2 с навесным оборудованием для бурения шпуров имеет в 2,5 раза большую производительность по погрузке, чем машина 2ППН-5, однако разница в скоростях проведения для обеих машин, рассчитанная по нормам времени (кривые *1*, *2*, *5* и *6*), имеет разрыв всего 10—15%, а по производительности машин — до 20%, что характеризует значительное снижающее влияние таких немеханизированных процессов, как крепление и в меньшей степени настилка пути и др.

С увеличением поперечного сечения скорость проведения выработок в линейных единицах (м/мес) снижается, однако менее интенсивно, чем повышение скорости в объемном измерении ($м^3$/мес).

В настоящее время нормативная скорость проведения горизонтальных и наклонных выработок планируется в метрах в месяц довольно часто независимо от сечения, что приводит к значительному неучтенному увеличению объема работ, измеренного в кубических метрах. В последние годы на эксплуатируемых и строящихся шахтах Донбасса уголь добывается на больших глубинах, что сопровождается увеличением поперечных сечений горных выработок, а измерение их скорости проведения производится в метрах за месяц, что является тормозом в совершенствовании системы планирования и учета труда.

Целесообразно измерять скорость проведения горных выработок в объемных единицах ($м^3$/мес), тем более что для расчета производительности подъема и труда проходчиков приходится использовать именно этот измеритель.

Расчет технической скорости проведения штреков и других выработок по тонким пластам угля по нормам выработки и числу людей в забое производится по формуле

$$v_т = \frac{t_р m l_п \eta_п}{\frac{N_у l_у}{H'_{б.у} n_{б.у}} + \frac{N_у l_у t_{з.у}}{n_{з.у}} + t_{пр.у} + \frac{S_у l_у \eta_у}{H_у' n_у} + \frac{N_п l_п}{H'_{б.п} n_{б.п}} + \frac{N_п' l_п t_{з.р}}{n_{з.п}} + t_{пр.п} + \frac{S_п l_п \eta_п}{H_п' n_п} + \frac{k_1 l_п \eta_п}{L H'_{кр} n_{кр}} + \frac{k_2 l_п \eta_п}{H_н' n_н} + \frac{k_3 l_п \eta_п}{H_к' n_к}}, \quad (9.26)$$

где $t_р$ — число рабочих часов в сутках на проведение выработки, ч; m — число рабочих дней в месяце; $l_п \eta_п$ — глубина заходки по породе, м; $N_у$ — число шпуров по углю; $l_у$ — глубина шпуров по углю, м; $H_{б.у}$ — часовая норма бурения шпуров по углю, м; $n_{б.у}$ — численность проходчиков, занятых на бурении по углю; $t_{з.у}$ — время заряжания и забойки 1 м шпура по углю, ч; $n_{з.у}$ — численность рабочих, занятых на заряжании шпуров по углю; $t_{пр.у}$ — продолжительность проветривания после взрывания по углю, ч;

$S_у$ — площадь угольного забоя в проходке, м^2; $\eta_у$ — к. и. ш. по углю; $H_у$ — часовая норма погрузки угля на одного проходчика, м^3; $n_у$ — численность проходчиков, занятых на погрузке угля; $t_{пр.п}$ — продолжительность проветривания породного забоя, ч; $N_п$ — число шпуров по породе; $H'_{б.п}$ — часовая норма бурения шпуров по породе; $n_{б.п}$ — численность проходчиков, занятых бурением шпуров по породе; $S_п$ — площадь породного забоя, м^2; $H'_п$ — часовая норма выработки по погрузке породы, м^3; $n_п$ — численность проходчиков, занятых на погрузке породы; k_1 — коэффициент совмещения крепления с другими процессами; L — расстояние между рамами, м; $n_{кр}$ — численность проходчиков, занятых на креплении; $H_{кр}$ — часовая норма выработки по возведению крепи, рам; $H'_н$ — часовая норма выработки по настилке пути, м; $n_н$ — численность проходчиков, занятых настилкой пути; k_2 — коэффициент совмещения настилки пути с другими процессами; k_3 — коэффициент совмещения устройства канавки с другими процессами; $H'_к$ — часовая норма выработки на устройстве канавки, м; $n_к$ — численность проходчиков, занятых устройством канавки.

Месячную скорость проведения выработки проходческим комбайном с исполнительным органом избирательного действия можно рассчитывать по двум формулам:

при транспортировании горной массы от комбайна в вагонетках

$$v_{т.к} = \frac{t_{см} n_{см} m}{\dfrac{1}{\dfrac{3600 d Q v_п k_э}{S_ч}} + \dfrac{S_ч k_р (l_о/v_{гр} + l_о/v_п + \theta)}{3600 V_с} + \dfrac{k_1 t_{см}}{L H_{кр} n_{кр} k_м}}; \qquad (9.27)$$

при транспортировании горной массы от комбайна скребковым конвейером

$$v_{т.к} = \frac{t_{см} n_{см} m}{\dfrac{1}{\dfrac{3600 d Q v_п k_э}{S_ч}} + \dfrac{t_{см}}{l_р H_р n_р} + \dfrac{k_1 t_{см}}{L H_{кр} n_{кр} k_м} + \dfrac{k_у t_{см}}{H_м n_м}}, \qquad (9.28)$$

где d — толщина вынимаемого слоя угля или породы при поперечном перемещении головки (фрезы) проходческого комбайна, равная наибольшему диаметру головки или ее части, что зависит от крепости массива, м; Q — величина заглубления головки (фрезы) комбайна в массив, равная длине головки или ее части в зависимости от крепости вынимаемого угля и породы; $v_п$ — скорость поперечного перемещения головки комбайна, м/с; $k_э$ — коэффициент непрерывности работы комбайна, учитывающий все технологические простои, связанные с его обслуживанием; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; k_1, k_2, k_3 — коэффициенты совмещения проходческих процессов соответственно по креплению, настилке и устройству канавки; $k_р$ — коэффициент разрыхления угля или породы; $l_о$ — длина откатки состава вагонеток от комбай-

на, м; $v_{гр}$, $v_п$ — скорость движения соответственно груженого и порожнего составов, м/с; θ — продолжительность маневрирования состава, с; $V_с$ — объем горной массы в составе в разрыхленном состоянии, м^3; $k_м$ — коэффициент, учитывающий механизацию возведения крепи; $H_м$ — сменная норма выработки на наращивание монорельсового (подвесного) транспортного устройства, м; $n_м$ — численность проходчиков, занятых наращиванием монорельсового (подвесного) транспортного устройства; L — расстояние между рамами крепи, м; $H_{кр}$ — норма выработки на одного крепильщика в смену, рам/чел-смену; $n_{кр}$ — численность крепильщиков; $l_р$ — длина рештака, м; $H_р$ — норма выработки по наращиванию рештаков, шт./чел-смену; $n_р$ — численность проходчиков, занятых наращиванием рештаков; $k_у$ — коэффициент совмещения процесса наращивания монорельсового (подвесного) транспортного устройства.

Сравнение скоростей комбайнового проведения выработок $v_к$, $v_{т.к}$ с фактической $v_ф$ и расчетной нормативной $v_р$ позволяет выявить резервы повышения скорости, и особенно между краевыми значениями $v_ф$ и $v_{т.к}$. Детальным анализом формул (9.20)—(9.31) можно определить пути и разработать мероприятия использования резервов наращивания скорости проведения выработок.

Для дальнейшего более глубокого анализа технологии проведения горных выработок рассчитывают и сравнивают величины грузопотока горной массы из забоя, удельные затраты времени и труда. Анализ проводится на основе расчетных или анкетных фактических данных, а также хронокарт не менее чем по 2—3 сут.

Величину грузопотока горной массы из забоя (м^3/ч) определяют по формулам:

$$P_{max}=n_м P_п; \quad (9.29)$$

$$P'=kn_м P_п; \quad (9.30)$$

$$P_{ср}=v_ф S_{пр} k_р/mt_с, \quad (9.31)$$

где $P_п$ — техническая производительность проходческого комбайна по погрузке или погрузочной машины, м^3/ч горной массы в разрыхленном состоянии; $n_м$ — число комбайнов или погрузочных машин, работающих непосредственно в забое выработки; k — коэффициент отношения суммарной продолжительности процесса погрузки породы к продолжительности цикла; $v_ф$ — фактическая среднемесячная или расчетная скорость проведения выработки, м/мес; $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2; $k_р$ — коэффициент разрыхления породы; m — среднее число рабочих дней в месяце; $t_с$ — среднее число рабочих часов в сутках по проведению выработки.

Величина P_{max} необходима для расчета и проверки производительности средств транспорта горной массы из забоя выработки, которые должны быть подобраны из условия обеспечения работы

погрузочной машины на полную производительность. Величина P' характеризует выход горной массы из забоя в среднем за цикл, а $P_{ср}$ — за месяц.

Разность $P_{max}—P'$ характеризует резерв наращивания грузопотока в течение проходческого цикла за счет сокращения затрат времени на все проходческие процессы и операции, включая процесс погрузки породы. В идеале проведение выработки представляется как непрерывный процесс отделения породы и непрерывный поток горной массы из забоя. Сокращение затрат времени при одновременном наращивании грузопотока можно получить только путем совершенствования всех процессов проходческого цикла, в первую очередь комплекса буровзрывных работ и крепления выработки.

Разность $P'—P_{ср}$ представляет собой резерв для наращивания грузопотока горной массы в течение месяца путем увеличения числа циклов, снижения простоев и других непроизводительных затрат времени. Выявление и использование резервов времени на выемку породы — основная задача анализа.

Интенсификация выхода горной массы из забоя зависит не только от уровня использования проходческой техники и организации работ, но и от производительности средств транспорта и материально-технического обеспечения. Довольно часто средства транспорта горной массы из забоя имеют недостаточную производительность, что служит причиной перебоев с подачей порожняка, крепежных и других материалов. По хронокартам 10—20% общего времени забои простаивают из-за отсутствия порожняка.

Удельные затраты времени на выемку 1 м³ горной массы

$$t_{уд}=T_{ц}/l_{зах}S_{св}, \qquad (9.32)$$

где $T_{ц}$ — продолжительность проходческого цикла, ч; $l_{зах}$ — глубина заходки, м; $S_{св}$ — площадь поперечного сечения выработки в свету, м².

Этот показатель (при наличии достоверных хронокарт по всему проходческому циклу) дает оценку технологической схеме проведения выработки, принятому комплексу оборудования и организации работ по сравнению с нормативной величиной или аналогичным показателем, полученным в других однородных забоях.

Удельные затраты времени на каждый проходческий процесс

$$t_{уд\ i}=t_i/l_{зах}S_{св}, \qquad (9.33)$$

где t_i — затраты времени на каждый проходческий процесс, ч.

По этому показателю подсчитывается структура (в процентах) затрат времени на выемку 1 м³ горной массы по каждому процессу, что позволяет сравнить и дать оценку технологическим схемам в настоящее время и в историческом аспекте, а также оценить процессы по затратам времени.

Особое внимание должно быть уделено затратам времени на процессы крепления выработки, бурения шпуров, заряжания и взрывания, а также проветривание забоя.

Анализ удельных затрат имеет цель выявить резервы времени по процессам и в целом по всему циклу.

Удельные трудозатраты на выемку 1 м³ горной массы (чел.-ч/м³):

$$t_{уд.т}=T_н n/l_{зах}S_{св};\quad t_{уд.т\,i}=t_{уд\,i}n_i/l_{зах}S_{св}, \tag{9.34}$$

где n — численность проходческой бригады; n_i — численность проходчиков, занятых на выполнении данного процесса.

Удельные стоимостные затраты на выемку 1 м³ горной массы

$$C_i=C/S_{св}, \tag{9.35}$$

где C — стоимость 1 м выработки в свету, полная или по элементам затрат: заработной плате, материалам, эксплуатации машин и механизмов.

По удельным трудовым и стоимостным затратам дается оценка технологии и организации работ в каждом забое, а также в сравнении между собой и другими, более прогрессивными забоями. Сравнительный анализ скоростей строительства и проведения горных выработок исходит из того, что строительство горной выработки включает комплекс работ, обеспечивающих готовность выработки к сдаче в эксплуатацию, а проведение выработки составляет основной элемент ее сооружения [см. формулы (9.7)—(9.9)].

Скорость строительства выработки (м/мес, м³/мес):

$$v_{с.в}=L_в/t_{с.в};\quad v'_{с.в}=L_в S_{св}/t_{с.в}. \tag{9.36}$$

Скорость проведения выработки:

$$v_{пр}=(L_в-L_{т.ч})/t_{пр};\quad v'_{пр}=(L_в-L_{т.ч})S_{св}/t_{пр}. \tag{9.37}$$

Сравнение скоростей строительства и проведения выработок позволяет определить резервы времени за счет сокращения продолжительности подготовительных и заключительных работ.

При подготовке выемочного поля определяющим показателем для выработок, лежащих на критическом пути, является скорость их строительства.

На основе полученных расчетных данных строится график строительства горной выработки.

9.5. Укрупненный метод проектирования технологии проведения и строительства горной выработки

Данный метод не требует детализированных расчетов по процессам проходческого цикла и выполняется в следующем порядке.

1. Выбирают схему строительства горной выработки.

2. Проектируют строительство выработки с разделением работ на ряд основных этапов и фаз в зависимости от конструкции выработки, крепости пород, технологии проходки и применяемого оборудования. Например, первый этап сооружения технологической части — проходка устья. Он подразделяется на ряд фаз: I фаза — строительство воротника (оголовка) устья; II фаза — проходка и крепление устья в наносах; III фаза — заглубление устья в коренные породы и устройство опорного башмака. Разделение на фазы связывают с возможными технологическими перерывами, вызванными монтажом оборудования, выполнением работ по специальным способам проходки и т. п.

Фазы проходки подразделяют на однородные работы, позволяющие применить к ним определенную норму выработки.

3. Определяют суммарные объемы однородных видов работ по каждой фазе. Некоторые объемы работ определяют на основе нормативов, например, по бурению шпуров на основе площади забоя на один шпур в зависимости от сечения, крепости пород и характеристики ВВ.

4. Подбирают состав бригады. Определяют трудоемкость работ (в человеко-сменах) и подсчитывают затраты времени на выполнение отдельных фаз проходки устья и всей технологической части ствола.

Состав бригады подбирается обычно из расчета 4,5 м² забоя ствола или устья на одного проходчика, а в горизонтальных и наклонных выработках — 1,5—2,5 м². Трудоемкость работ по проведению выработки сводят в таблицу по форме 4.

К нормам выработки учитываются поправочные коэффициенты на горнотехнические условия и коэффициент перевыполнения норм $k=1{,}03\div1{,}04$.

Время, затрачиваемое на каждую фазу работ, определяют делением трудоемкости работ в человеко-сменах на принятый состав бригады. Например, по первой фазе затрата времени в сменах составит

$$t^{\mathrm{I}}=\Sigma q_i^{\mathrm{I}}/n,$$

где n — численность проходческой бригады.

5. Подбирают оборудование для оснащения поверхности и составляют ситуационный план с учетом его развития при проходке самой выработки.

6. В соответствии с разработанной технологией проходки и схемой оснащения устанавливают перечень и объемы подготови-

Форма 4

Фазы и работы	Объем работы	Норма выработки	Число чел.-смен
	W_i	$H_i k_i$	$q_i=W_i/H_i k_i$
Итого по I фазе			Σq_i^{I}

тельных работ, относящихся к строительству данной выработки.

7. Строят линейный или сетевой график строительства выработки с учетом подготовительных работ, оснащения, проходки по этапам и фазам, а также технологических перерывов в горных работах, связанных с монтажом, например, нулевой проходческой рамы, или затрат времени на другие виды работ.

8. Составляют смету на строительство выработки в соответствии с проектом.

9. Определяют и сводят в таблицу технико-экономические показатели строительства выработки: скорость строительства, м³/мес (м/мес); скорость проходки, м³/мес (м/мес); производительность труда проходчика, м³/смену; месячная выработка строительно-монтажного рабочего, руб.; продолжительность строительства, мес; полная стоимость проходки 1 м³, руб.; стоимость проходки выработки, руб.

10. Выполняют чертежи: ситуационный план, схему проходки по этапам и фазам с продольными и поперечными разрезами, график сооружения. Масштабы чертежей: 1 : 200, 1 : 100, 1 : 50.

10. КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЕКТЫ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

10.1. Проектирование вентиляции при строительстве шахт или рудников

Проветривание горных выработок при строительстве шахты по количеству подаваемого воздуха, назначению и разветвлению вентиляционной сети, числу и характеру одновременно действующих забоев разделяется на следующие периоды:

первый — при проходке главных, вспомогательных, вентиляционных и других стволов до конечной глубины;

второй — при проведении выработок в пределах околоствольных дворов при центральных, вентиляционных и других стволах;

третий — при проведении цепи выработок на сбойку центральных стволов с вентиляционным горизонтом или вентиляционным стволом;

четвертый — при проведении подготовительных и нарезных выработок по пластам к сдаче шахты в эксплуатацию.

Все периоды взаимосвязаны, поэтому проект проветривания должен быть комплексным, т. е. предусматривать группирование отдельных периодов между собой и развитие проветривания по ходу строительства шахты, выбирая для разработки схем проветривания и расчетов наиболее сложные ситуации по календарному плану горнопроходческих работ.

При выборе вентиляторов и трубопроводов для первого периода проветривания предусматривают их применение по окончании проходки центральных стволов для проведения вентиляционной сбойки между стволами, а также временных камер элек-

троподстанции, водоотлива и других выработок, а по окончании проходки вентиляционных стволов — для проведения цепи выработок на сбойку с центральными или воздухопадающими стволами. Таким образом, проект первого периода проветривания должен охватывать начало второго периода на центральных стволах, а на вентиляционных — почти полностью второй и третий периоды проветривания.

Проект второго, третьего и четвертого периодов проветривания разрабатывают на основе календарного плана и графика горнопроходческих работ путем создания и постепенного развития сквозной струи воздуха за счет общешахтной депрессии. При этом стремятся, чтобы число и сменность временных вентиляторов общешахтного проветривания на поверхности и число вентиляторов местного проветривания под землей сводились к минимуму.

Порядок проектирования проветривания в любом периоде предусматривает в первую очередь расчет проветривания каждого действующего забоя. Забои капитальных и подготовительных выработок, как правило, проветривают по нагнетательной схеме подачи воздуха по трубопроводу от вентилятора, установленного на свежей струе. Конечный результат расчета вентиляции заключается в выборе трубопровода и вентилятора, отвечающих условиям задачи.

Выбранный вентилятор должен обеспечивать расчетную подачу $Q_в$ и давление $h_{ст}$ при наиболее высоком его к.п.д. Лучше подбирать регулируемые вентиляторы, режим работы которых меняют по мере увеличения длины выработки.

Для проветривания глубоких стволов (до 1400 м) больших диаметров (до 8 м), а также околоствольных и других выработок (при проходке их со стороны вентиляционного ствола) рекомендуется применять регулируемый вентилятор ВЦП-16. Вентилятор рассчитан на работу в стволах диаметром 8 м с металлическими трубопроводами диаметром 800 мм до глубины 800 м, диаметром 900 мм до глубины 1000 м, диаметром 1000 мм до глубины 1400 м.

После выбора вентилятора необходимо проверить выполнение требования, по которому подача вентилятора местного проветривания не должна превышать 70 % количества воздуха, который подается за счет общешахтной депрессии.

Данные расчета проветривания отдельных выработок сводят в форму 5 и 6 группируя их по периодам проветривания и этапам в соответствии с календарным планом горнопроходческих работ.

Проект проветривания забоя выработки иллюстрируют ситуационной схемой выработок с указанием направления движения струи воздуха общешахтного проветривания, количества воздуха, проходящего по выработке, на которой установлен вентилятор, места установки вентилятора и его основных технических данных.

Форма 5

Выработка	Номер пикета	Площадь поперечного сечения выработки в проходке, м²	Принятый расход ВВ, кг/м³	Глубина заходки, м	Максимальное количество одновременно взрываемого ВВ, кг	Максимальная длина тупиковой выработки, м	Количество воздуха, необходимого для проветривания забоя, м³/мин	Подача вентилятора	
								м³/с	м³/мин

Форма 6

Номер вентилятора	Место установки вентилятора	Проветриваемые выработки	Площадь поперечного сечения выработки в свету, м²	Подача вентилятора		Расчетная длина трубопровода, м	Диаметр труб, мм	Давление вентилятора, кгс/см²	Количество воздуха, проходящего по выработке в месте установки вентилятора, м³
				м³/с	м³/мин				

Во втором периоде проветривания создают общешахтную сквозную струю воздуха при помощи вентилятора, установленного на поверхности. Вначале струю воздуха замыкают через вентиляционную сбойку между стволами, затем по мере развития проходческих работ — через две выработки при шести действующих забоях и через кольцо выработок при максимальном числе действующих забоев.

При строительстве крупных предприятий, когда намечается выполнение большого объема горнопроходческих работ со стороны удаленного вентиляционного или воздухоподающего ствола, рядом с ним бурят вентиляционную скважину необходимого диаметра. Во втором периоде строительства проводят вентиляционную сбойку к скважине, а выход скважины на поверхность герметизируют и подсоединяют к ней вентилятор. Скважина обеспечивает хорошее проветривание за счет общешахтной депрессии. Она может быть использована в качестве запасного выхода, что позволяет увеличить фронт горнопроходческих работ.

Во втором, третьем и тем более четвертом периоде проветривания стремятся применять постоянный вентилятор главного проветривания. В том случае, когда это целесообразно или невозможно (например, во втором и третьем периодах на отнесенных вентиляционных стволах), применяют временный вентилятор, который подбирают по максимально необходимому расчетному количеству воздуха и депресии.

Необходимое количество воздуха на период проведения выработок околоствольного двора или далее на период проведения цепи капитальных и подготовительных выработок главного

направления определяют по формуле

$$Q_ш = k\Sigma Q_в p_у, \qquad (10.1)$$

где $k = 1{,}44$ — коэффициент, учитывающий возможную подачу вентилятора местного проветривания; $\Sigma Q_в$ — суммарная подача вентиляторов, находящихся одновременно в работе (определяется на основе расчетных данных, сведенных в табл. 10.1 и 10.2), м³/с; $p_у = 1{,}2$ — коэффициент утечек воздуха через вентиляционные устройства и перемычки.

Вентилятор общешахтного проветривания выбирают по расчетным величинам подачи, депрессии, а также по сопротивлению сети шахтных выработок или эквивалентному отверстию, на которое работает вентилятор, по формулам

$$Q_р = P_п Q_{общ}; \qquad (10.2)$$

$$h_р = k_п R_ш + R_{в.у} Q_р^2, \qquad (10.3)$$

где $Q_р$ — расчетная величина подачи вентилятора, м³/с; $P_п = 1{,}2$ — подсос воздуха; $Q_{общ}$ — максимальная величина $Q_ш$, т. е. общее количество воздуха, поступающего в шахту для проветривания выработок в период максимального развития горных работ, м³/с; $h_р$ — величина депрессии, Па; $k_п = \frac{1}{\left(1 + \frac{P_р}{100}\right)^2}$ — коэффициент подсоса воздуха; $R_ш$ — сопротивление шахтных выработок; $R_{в.у}$ — сопротивление вентиляторной установки.

10.2. Проектирование транспорта на поверхности

В задачу проекта строительства входит разработка технически целесообразных и экономически выгодных проектных решений по способам и средствам внутриплощадного транспортирования породы, угля, строительных материалов, изделий и конструкций.

В связи с большим грузопотоком наиболее важной является организация работ по транспортированию породы и полезного ископаемого, которая требует комплексного решения на весь срок строительства шахты или рудника с учетом очередности и периодов строительства, числа стволов и объема работ по выдаче на поверхность породы, угля или руды. Современные крупные шахты имеют до семи стволов, размещенных на значительном удалении один от другого, с объемом горных работ более 1 млн. м³.

В связи с этим требуют проектного обоснования: выбор места для отвала породы, способов и средств транспортирования породы от стволов в отвал в первом и втором периодах строительства; выбор места для складывания угля или руды, способов и средств транспортирования полезного ископаемого от стволов до склада и от склада к потребителю во втором периоде строительства; производительность и экономичность способов и

средств транспорта на поверхности в соответствии с максимальной величиной грузопотока и предполагаемым полным объемом выдачи породы и полезного ископаемого по каждому стволу.

Отвал породы на всех стадиях строительства шахты или рудника стремятся совместить с местом постоянного отвала, отведенного генеральным планом поверхности. Отклонения от этого правила допускают в тех случаях, когда выдаваемая от проходки стволов порода может быть использована для планирования строительной площадки, отсыпки насыпей и дамб различного назначения, засыпки расположенных вблизи балок и оврагов по согласованию с местной администрацией.

Лучшим способом транспортирования породы от ствола в отвал следует считать тот, который в конкретных условиях удовлетворяет требованиям по производительности и надежности, обеспечивает минимальные затраты на 1 $м^3$ породы и позволяет транспортировать породу в одно место как при проходке стволов, так и при проведении горизонтальных и наклонных выработок.

К возможным способам транспортирования породы в отвал в первом и втором периодах строительства горного предприятия относятся: локомотивный транспорт от ствола до бункера в комбинации с другими способами транспорта от бункера в отвал; временная подвесная канатная дорога; рельсовый и канатный терриконики; гидротранспорт (напорный и самотечный) и транспорт автосамосвалами.

Выбор того или другого способа транспортирования требует технико-экономического обоснования в каждом конкретном случае.

Опыт строительства шахт в настоящее время отдает предпочтение транспортированию породы в отвал автосамосвалами как в первом, так и во втором периоде строительства. В первом периоде, т. е. при сооружении стволов, по экономичности с этим способом может конкурировать только гидротранспорт, уступающий в надежности (особенно в зимнее время).

Транспортирование автосамосвалами по сравнению со всеми другими способами имеет неограниченную производительность, которая может быть приведена в соответствие с производительностью подъемов в любой отрезок времени путем изменения числа автосамосвалов или их грузоподъемности. Производительность транспортирования автосамосвалами зависит в основном от дальности перевозки и состояния дороги. Для перевозки породы автотранспортом требуется устройство дорог с твердым покрытием. При применении автосамосвалов грузоподъемностью 5—10 т покрытие дорог делают из железобетонных плит.

К началу второго периода строительства горного предприятия желательно ввести в эксплуатацию постоянную технологическую линию транспортирования породы в отвал. В первую очередь это относится к подвесной канатной дороге, сооружение которой может быть начато в подготовительный период. Основ-

ная часть канатно-подвесного комплекса породного отвала располагается за пределами шахтной площадки. Строительство и монтаж комплекса могут быть закончены к началу второго периода. В пределах шахтной площадки прокладывается временная транспортная линия от ствола к приемному пункту подвесной канатной дороги.

Временная транспортная линия у ствола, по которому выдается горная масса неопрокидными клетями в вагонетках, при любых способах транспортирования породы в отвал требует настилки рельсовых путей для обмена груженых вагонеток на порожние, разгрузки вагонеток, погрузки в вагонетки материалов и оборудования и подачи их к стволу для спуска в шахту.

Для разгрузки вагонеток в бункер применяют круговые и боковые опрокидыватели, а непосредственно в автосамосвал — боковые. Область применения боковых опрокидывателей не ограничена, и их использование не требует значительных дополнительных устройств, которые присущи круговым опрокидывателям. Боковые вагоноопрокидыватели вытесняют все другие устройства для разгрузки вагонеток в автосамосвалы.

Производительность средств транспорта породы на поверхности должна быть на 10—20 % выше суммарной максимальной производительности породных подъемных установок $\Sigma P_п$.

Грузоподъемность автосамосвалов принимается по наличному парку машин и проверяется по силе тяги автомобиля в соответствии с трассой. Для условий проходки стволов наиболее подходят автосамосвалы грузоподъемностью 6,7 и 10 т. К расчетному числу автосамосвалов добавляется резерв 20—30 %.

Автомобильную дорогу от ствола в отвал с разгрузочными площадками наносят на стройгенплан. Допустимая ширина полосы дороги при скорости движения до 36 км/ч — 3,5 м, до 53 км/ч — 3,75 м.

Производительность транспортной единицы подсчитывают из выражения

$$q = \frac{60p\varphi}{t_1 + t_2 + (t_{гр} + t_{пор})k}, \qquad (10.4)$$

где p — вместимость транспортной единицы, м^3; $\varphi = 0{,}85 \div 0{,}9$ — коэффициент заполнения; t_1 — время погрузки, мин; t_2 — время разгрузки, мин; $t_{гр}$ — время движения с грузом, мин; $t_{пор}$ — время движения порожняком, мин; $k = 1{,}1 \div 1{,}2$ — коэффициент, учитывающий маневры при загрузке и разгрузке.

Применительно к расчету транспорта автосамосвалами при проходке стволов $t_1 = 0{,}2 \div 0{,}5$ мин; $t_2 = 0{,}1 \div 0{,}3$ мин;

$$t_{гр} = \frac{60L}{1000v_{гр}}; \quad t_{пор} = \frac{60L}{1000v_{пор}}, \qquad (10.5)$$

где L — длина пути от ствола к стволу, м; $v_{гр}$ — скорость движения грузовой автомашины (в пределах стройплощадки $v_{гр} = 15$ км/ч, на перегоне при L до 1000 м $v_{гр} = 20$ км/ч; при L свы-

ше 1000 м $v_{гр}=25\div30$ км/ч); $v_{пор}$ — скорость движения порожней автомашины (в пределах стройплощадки $v_{пор}=15$ км/ч, на перегоне $v_{пор}=1{,}2\ v_{гр}$).

Исходя из максимальной величины грузопотока $P_т$, потребность в транспортных средствах определяют по формуле

$$n=P_т/q, \tag{10.6}$$

где q — производительность транспортной единицы, м³/ч.

Транспортирование породы автосамосвалами во втором периоде строительства рассчитывают аналогично, проверяя производительность электровозной или самокатной откатки и опрокидывателя.

Экономическое сравнение различных способов транспортирования породы производится по сумме всех видов затрат, отнесенной на 1 м³ породы в массиве, по формуле

$$a'=C'_{стр}/V_{общ}+C'_э n'/V_{общ}, \tag{10.7}$$

где $C'_{стр}$ — стоимость строительных работ при данной схеме транспортирования породы на поверхность, руб.; $C'_э$ — сметная стоимость эксплуатации машин и механизмов в смену, руб.; n' — число рабочих смен за весь срок эксплуатации установки; $V_{общ}$ — общий объем выданной породы, м³ в массиве.

10.3. Проектирование строительного генерального плана

Общая задача разработки стройгенплана заключается в обеспечении эффективной взаимосвязи строительно-монтажных работ на поверхности с принятой технологией строительства всей шахты или отдельного ее объекта по периодам и срокам, соответствующим утвержденному графику. По степени и точности разработки стройгенплан должен способствовать выполнению этого графика.

Разработка строительного генерального плана имеет следующие конкретные цели:

решить вопросы размещения на шахтной площадке временных зданий и сооружений общего назначения (АБК, котельной, компрессорной с градирней, электроподстанции, отстойника шахтных вод, зарядной будки), механизированных установок для производства строительных материалов и изделий (бетонно-растворного завода, полигона для изготовления крупных железобетонных изделий), временных производственных зданий и устройств (механических мастерских, промывочной, арматурного цеха), площадки для монтажа копра, укосины и других крупногабаритных конструкций, складов для хранения материалов, деталей и оборудования.

Размещение перечисленных объектов увязывается с генеральным планом постоянных зданий и сооружений и сроками их строительства, а также с ситуационными планами расположения

проходческого оборудования каждого ствола в стадии его проходки.

Выбор расположения временных зданий, сооружений и коммуникаций на площадке строительства должен обеспечивать: кратчайшие и экономичные перемещения материалов, строительных изделий и конструкций при минимальном числе перегрузок их; наименьшую протяженность трасс, экономичность сооружения и эксплуатации коммуникаций; высокую степень индустриализации строительства, возможность применения поточных методов, комплексной механизации и целесообразного совмещения строительных, монтажных и горных работ; полное соответствие требованиям техники безопасности, противопожарной охраны, промсанитарии и гигиены труда; удовлетворение бытовых нужд работающих на строительстве.

Для крупных шахт-новостроек или рудников, имеющих, кроме строительной площадки при центральных стволах, площадки при отнесенных вентиляционных и воздухоподающих стволах, составляется ситуационный план района строительства.

На ситуационный план района строительства наносят существующие и проектируемые горные предприятия, предприятия стройиндустрии и промышленности строительных материалов, населенные пункты, автомобильные, железные дороги и транспортные сооружения, инженерные сети и сооружения энергетического назначения. На плане условными обозначениями и цифровыми данными выделяются объемы внешних работ на каждую строительную площадку шахты или рудника (подъездные железные и автомобильные дороги, линии электропередач и связи, сети водоснабжения и т. п.).

Ситуационный план района составляют на основе материалов инженерно-изыскательских работ и технического проекта. Масштаб плана 1 : 10 000 или 1 : 25 000.

Стройгенпланы в ПОС разрабатывают по каждой строительной площадке шахты или рудника для подготовительного, первого (сооружение стволов) и второго (проведение горизонтальных и наклонных выработок) периодов строительства в масштабе 1 : 500.

При необходимости первым проектируют план подготовки и планировки строительной площадки с вертикальными разрезами, отметками поверхности и объемами перемещаемых или вывозимых грунтов. На план наносят разбираемые здания и сооружения, подлежащие корчеванию участки леса и т. п.

Общий принцип проектирования стройгенплана, например, для подготовительного периода предусматривает нанесение на топографический план строительной площадки различными условными обозначениями контуров в плане с основными размерами постоянных зданий и сооружений, которые будут возводить в подготовительном периоде и вводить в работу к началу первого периода.

В аналогичном порядке на стройгенплан наносят постоянные и временные автомобильные и железные дороги, коммуникации и другие объекты.

Современный уровень строительства требует выполнения всех работ нулевого цикла в подготовительном периоде. Проект работ нулевого комплекса содержит один или несколько (по стадиям развития работ) планов, которые составляют на основе генерального плана поверхности, и стройгенпланов на все периоды строительства с целью предупреждения прокладки траншей под временные или постоянные коммуникации по заасфальтированным проездам и т. п.

При проектировании стройгенпланов применяют нормы СНиП П-М.1—71 «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования», СНиП ПА.5—70 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений», нормы проектирования железных дорог, а также рекомендации справочника проектировщика. Автомобильные дороги промышленных предприятий проектируют согласно нормам СНиП П-Д.5—72.

Расположение временных зданий и сооружений относительно строящихся объектов или же действующих предприятий стройиндустрии, стран света и господствующих ветров, а также другие проектные решения стройгенпланов должны удовлетворять требованиям «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» (СН 245—74) с целью обеспечения наиболее благоприятных условий для естественного освещения, проветривания помещения и др.

11. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

11.1. Построение сводного календарного графика строительства горного предприятия

Построение сводного календарного графика строительства имеет следующие цели: установление оптимальной продолжительности строительства предприятия, а также сроков и последовательности сооружения отдельных комплексов и объектов; рациональное распределение по годам строительства объемов работ в физических измерителях, потребности в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах, капитальных вложений и стоимости строительно-монтажных работ.

Добавляя термин «календарный», имеют в виду привязку графика к установленному режиму работы на строительстве в календарных рабочих днях, а также к определенной дате начала (год, месяц, число) и соответствующей дате окончания строительства. Это позволяет установить календарные сроки строительства комплексов и объектов горного предприятия.

Сводные графики применяют линейные и сетевые. Обычно их строят путем соединения с взаимной увязкой ранее построенных графиков по периодам строительства (подготовительному, первому основному и второму основному) и видам работ (горнопроходческим, строительным и монтажным).

Продолжительность строительства шахты, как правило, определяется продолжительностью горнопроходческих работ по цепи выработок главного направления. Поэтому основным элементом сводного графика строительства предприятия является график горнопроходческих работ с выделением цепи выработок главного направления, который строят на основе разработанной ранее схемы строительства шахты или рудника (см. разд. 6.5) и принятых

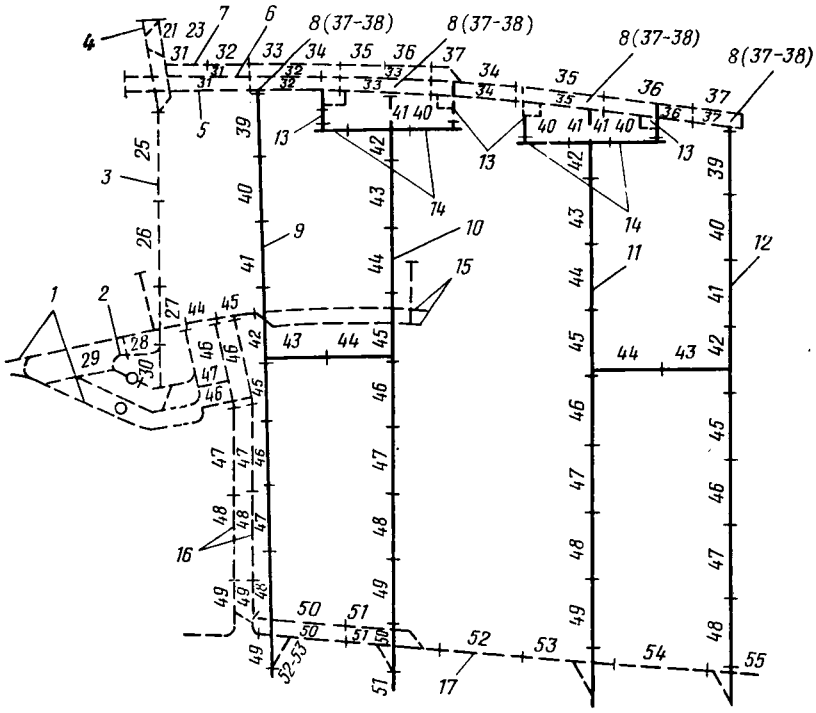
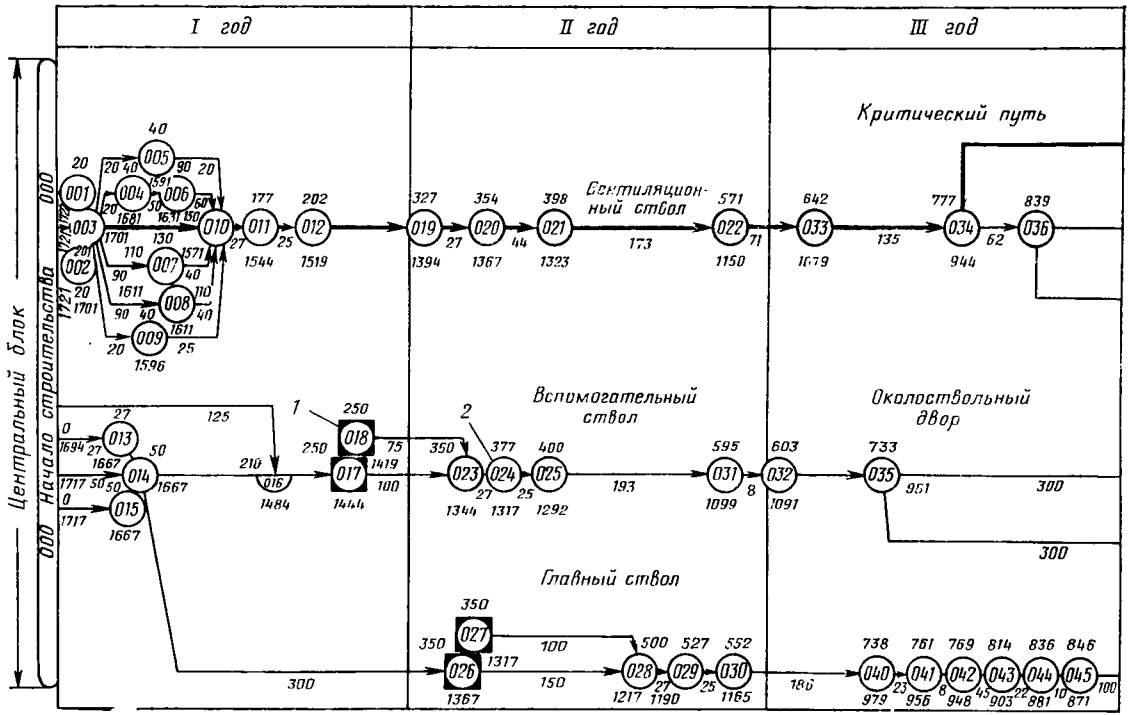


Рис. 56. Календарный план горнопроходческих работ по пласту l_7 центрального блока условной шахты:

1 — околоствольный двор основного горизонта, примыкающий к южным магистральным полевым откаточным штрекам; *2* — петлевая выработка околоствольного двора вентиляционного горизонта; *3* — грузовой квершлаг вентиляционного горизонта; *4* — вентиляционные квершлаги на пласт l_1; *5* — 1-й северный параллельный вентиляционный штрек; *6* — северный полевой вентиляционный штрек; *7* — 2-й северный параллельный вентиляционный штрек; *8* — камеры подъемных машин; *9* — конвейерная выработка 1-й южной спаренной лавы; *10* — конвейерная выработка северной спаренной лавы; *11* — конвейерная выработка 2-й северной спаренной лавы; *12* — конвейерная выработка 3-й северной лавы; *13* — вентиляционные квершлаги; *14* — спаренные лавы; *15* — северные магистральные полевые откаточные штреки; *16* — откаточные квершлаги на пласт l_1; *17* — северный полевой откаточный штрек пласта


I год
II год
III год
Центральный блок
000
Начало строительства
000
Критический путь
Вентиляционный ствол
Вспомогательный ствол
Околоствольный двор
Главный ствол

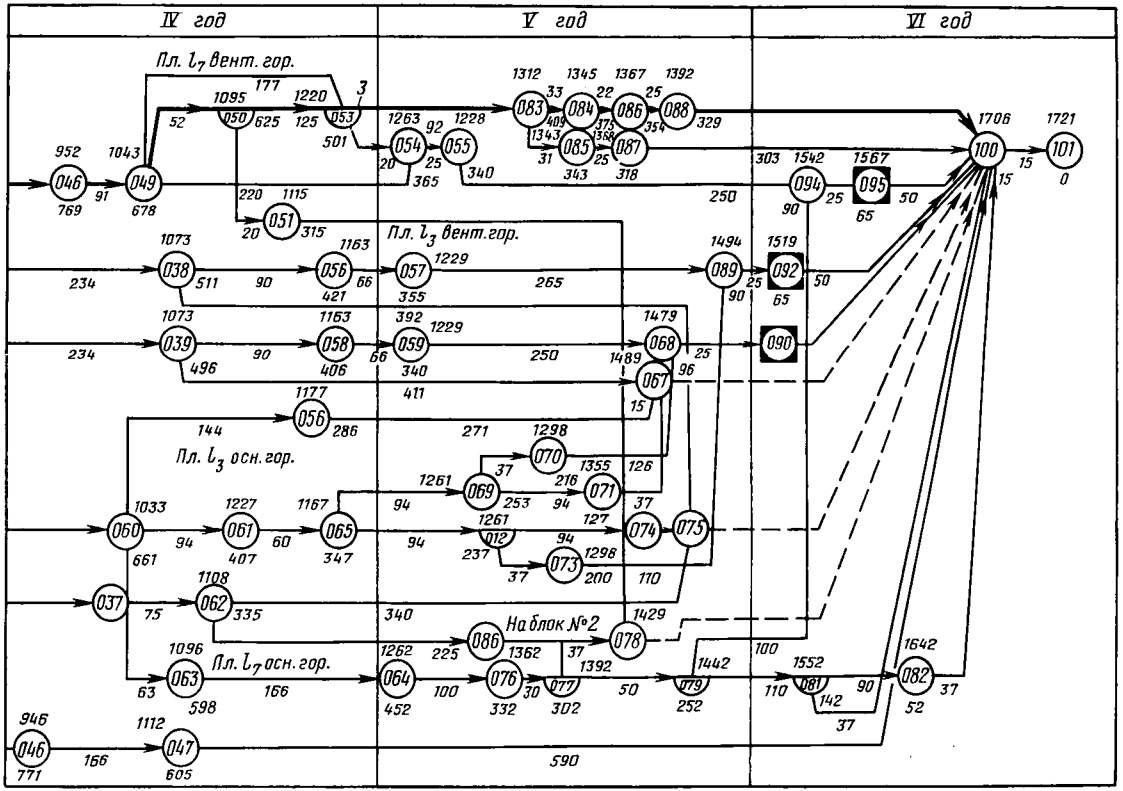


Рис. 57. Сетевой график строительства центрального блока условной шахты:

1 — условное обозначение события, к которому следует поставка оборудования; *2* — в кружке шифр события: сверху — сроки раннего начала и окончания работы (рабочие дни прямого счета), внизу — сроки позднего начала и окончания работы (рабочие дни обратного счета); *3* — промежуточное событие сводной укрупненной работы

или расчетных скоростей сооружения горных выработок. Для обеспечения заданного развития горных работ с горнопроходческим графиком увязывают строительные и монтажные работы.

Календарный график горнопроходческих работ складывается из построенных при разработке технологии сооружения отдельных выработок и их комплексов, графиков сооружения центральных, вентиляционных и воздухоподающих стволов; околоствольных дворов при центральных и других стволах; горизонтальных и наклонных (капитальных и подготовительных) выработок к сдаче предприятия в эксплуатацию.

Графики проведения горизонтальных и наклонных выработок по пластам составляют одновременно с календарными планами (рис. 56) как последнюю стадию общего календарного графика горнопроходческих работ на основе схемы строительства шахты с учетом первоочередного проведения горных выработок в цепи главного направления и максимально возможного числа одновременно действующих забоев по условиям транспорта, вентиляции, водоотлива, техники безопасности, достаточного и своевременного обеспечения рабочими кадрами, материальными и энергетическими ресурсами.

Сводный календарный график строительства шахты или рудника и все его составные графики должны обеспечивать равномерное нарастание объемов работ в физических единицах измерения и в денежном выражении по мере разворота строительства. Соответственно без скачков должны изменяться по годам (кварталам) строительства потребности в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах.

Для строительства центрального блока условной шахты с подготовкой пластов l_3 и l_7 по системе СПУ построен укрупненный сетевой график (рис. 57). Расшифровка работ сетевого графика приведена в табл. 11.1. Время выполнения работ определено по карточкам определителей работ и ресурсов.

Календарные сроки раннего и позднего начала и окончания любой работы определяются по календарной линейке, которая прилагается к графику на весь срок строительства.

Календарная линейка имеет сроки: месяц и год; календарные дни, куда заносят рабочие дни согласно календарю соответствующего года строительства; рабочие дни прямого счета и рабочие дни обратного счета.

Сетевым графиком предусматривается строительство шахты в основном двумя направлениями работ: со стороны центральных стволов — откаточные выработки основного горизонта на пласты l_3 и l_7, со стороны вентиляционного ствола — выработки вентиляционного горизонта на те же пласты и конвейерные выработки для нарезки спаренных южных и северных лав.

Критический путь сетевого графика совпал с цепью выработок главного направления со стороны вентиляционного ствола по наиболее удельным выработкам пласта l_7. Продолжительность

Таблица 11.1

Шифр работ		Работы и объекты строительства	Шифр работ		Работы и объекты строительства
Начало	Конец		Начало	Конец	
000	001	Водопровод и канализация	021	022	Порожняковая ветвь околоствольного двора вентиляционного ствола
000	002	ЛЭП, электроподстанция, телефонная связь	023	024	Строительство технологической части ствола
000	003	Автопроезды	024	025	Монтаж оборудования в забое для проходки ствола
003	004	Проходка и крепление воротника устья ствола	025	031	Проходка ствола с предварительной цементацией водоносных пород и армирование ствола
003	005	Устройство канавок для стока шахтных вод	031	032	Демонтаж проходческого оборудования
005	0010	Отстойник шахтных вод вместимостью 100 м³	027	028	Монтаж проходческого оборудования для проходки устья спецспособом
004	006	Монтаж проходческого копра	026	028	Монтаж подъемной машины
006	010	Монтаж проходческого оборудования в копре	028	029	Проходка технологической части ствола
003	010	Строительство фундаментов, зданий и монтаж проходческих лебедок	029	030	Монтаж оборудования в забое для проходки ствола
003	007	Монтаж фундамента под подъемную машину	030	040	Проходка ствола с предварительной цементацией пород из забоя, армирование ствола
007	010	Монтаж передвижной подъемной машины	014	026	Строительство башенного копра главного ствола
003	008	Строительство и монтаж зданий АБК, котельной, калориферной, зарядной будки и фундамента под вентилятор	040	041	Проходка камер породного загрузочного устройства
008	010	Монтаж оборудования АБК, котельной, калориферов и вентиляторов	041	042	Проходка зумпфа главного ствола
003	009	Теплосеть	022	033	Проходка сопряжений горизонтальных выработок
010	011	Проходка технологической части ствола	033	034	Грузовая ветвь околоствольного двора
011	012	Переоснащение для проходки самого ствола	034	036	Вентиляционный квершлаг вентиляционного ствола и сопряжения
000	013	ЛЭП, электростанция	034	048	Вентиляционные квершлаги на пласт
000	014	Бетонный завод	032	035	Переоснащение вспомогательного ствола для проведения горизонтальных выработок
000	015	Водопровод, канализация, строительство дорог	035	060	Проведение порожняковой части клетевой ветви околоствольного двора
014	017	Строительство башенного копра вспомогательного ствола	035	037	Проведение грузовой части клетевой ветви
000	016	Железнодорожные пути			
018	023	Монтаж оборудования для проходки устья спецспособом			
017	023	Монтаж подъемной машины			
012	019	Проходка ствола с предварительной цементацией из забоя			
019	020	Сооружение сопряжения			
020	021	Переоснащение ствола для проведения горизонтальных выработок			

Продолжение табл. 11.1

Шифр работ		Работы и объекты строительства	Шифр работ		Работы и объекты строительства
Начало	Конец		Начало	Конец	
037	062	Южные полевые магистральные штреки	065	075	Южный полевой откаточный штрек пластов l_3 и l_7
042	043	Проходка камеры угольного загрузочного устройства	072	074	То же
043	044	Сбойка между стволами	072	073	Заезд на конвейерную выработку
044	045	Демонтаж проходческого оборудования	073	089	Конвейерная выработка 1-й южной спаренной лавы
045	046	Переоснащение ствола	062	075	Конвейерная выработка 2-й южной спаренной лавы и камера подъемной машины
048	049	Заезд на квершлаг и узлы	062	080	Южные магистральные штреки 1-го горизонта
049	050	1-й северный параллельный и северный полевой вентиляционные штреки	060	063	Сопряжения
050	053	То же	063	064	Южный и северный откаточные квершлаги
049	053	2-й северный параллельный вентиляционный штрек	064	076	Сопряжения
049	054	Квершлаг	076	077	Северные полевые откаточные штреки на пласт
036	038	Южный полевой вентиляционный штрек с узлами	077	079	То же
036	039	Северный полевой вентиляционный штрек с узлами	079	081	« »
046	047	Монтаж оборудования	081	082	« »
050	051	Камера проходческой лебедки	082	100	Заезд на конвейерную выработку 3-й северной спаренной лавы
051	078	Конвейерная выработка 1-й южной спаренной лавы	077	078	Заезд на конвейерную выработку 1-й южной спаренной лавы
053	054	Вентиляционный квершлаг на 1-ю северную лаву	079	094	Заезд на конвейерную выработку 1-й южной спаренной лавы и конвейерная выработка
054	055	Дополнительная камера подъемной машины для проходки конвейерной выработки	083	085	Вентиляционный квершлаг на 2-ю северную спаренную лаву
055	094	Конвейерная выработка 1-й северной спаренной лавы	085	087	Дополнительная камера подъемной машины
053	083	1-й северный параллельный и северный полевой вентиляционные штреки	087	100	Конвейерная выработка 2-й северной спаренной лавы
083	084	То же	038	056	Вентиляционные квершлаги 1-й южной спаренной лавы
084	086	Вентиляционный квершлаг на конвейерную выработку 3-й северной спаренной лавы	056	057	Дополнительная выработка
086	088	Дополнительная камера для проведения конвейерной выработки	057	089	Конвейерная выработка 1-й южной спаренной лавы
088	100	Конвейерная выработка 3-й северной спаренной лавы	038	075	Конвейерная выработка 2-й спаренной лавы и камеры
			058	059	Дополнительная выработка

Окончание табл. 11.1

Шифр работ		Работы и объекты строительства	Шифр работ		Работы и объекты строительства
Начало	Конец		Начало	Конец	
059	068	Конвейерная выработка 1-й северной спаренной лавы	069	070	То же
039	067	Конвейерная выработка 2-й северной спаренной лавы и камера	070	038	Конвейерная выработка 1-й северной лавы
060	056	Северные полевые магистральные штреки 1-го горизонта	089	092	Нарезка 1-й южной спаренной лавы
056	067	Конвейерная выработка 2-й северной спаренной лавы и камера	092	100	Монтаж оборудования двух лав
060	061	Откаточный квершлаг на пласт l_3	068	090	Нарезка 1-й северной спаренной лавы
061	065	Сопряжения	090	100	Монтаж оборудования двух лав
065	069	Северный полевой откаточный штрек пласта l_3	094	095	Нарезка 2-й северной спаренной лавы
069	071	То же	095	100	Монтаж оборудования двух лав
071	067	Заезд на конвейерную выработку	047	100	Работа ствола по выдаче породы
			100	101	Сдача блока в эксплуатацию

строительства центрального блока по этому пути определялась в 1721 рабочий день. Продолжительность строительства блока по цепи выработок главного направления основного горизонта составила 1679 рабочих дней.

По линейным графикам (см. рис. 38, 50) и календарным планам (см. рис. 49, 56) продолжительность центрального блока определялась по цепи выработок главного направления основного горизонта и полевых откаточных выработок пласта l_7 и равнялась 1536 рабочих дней.

Продолжительность строительства по сетевому графику ближе к действительности, так как он построен на основе скоростей строительства горизонтальных и наклонных выработок, а линейный график — на основе скоростей проведения выработок, которые превышают скорости строительства на 10—20%.

Продолжительность строительства по сводному линейному или сетевому графику утверждается совместно с проектом и систематически контролируется в ходе работ при помощи систем АСУ или СПУ.

11.2. Проектирование материально-технического обеспечения строительства

Технический прогресс в строительстве (реконструкции) шахт во многом определяется уровнем материально-технического обеспечения и мощностью соответствующей базы строительства.

Материально-техническая база строительства представляет собой совокупность предприятий по изготовлению материалов, полу-

фабрикатов, строительных деталей и конструкций, а также хозяйств по ремонту оборудования. Материально-техническое обеспечение включает не только продукцию материально-технической базы, но и обеспечение строительной площадки машинами и транспортными устройствами, снабжение строительства электроэнергией, сжатым воздухом, водой, теплом и др.

Развитие материально-технической базы строительства предусматривает опережающий рост мощностей по сравнению с ростом объемов строительно-монтажных работ и максимальное использование единой системы предприятий и хозяйств строительной индустрии и промышленности строительных материалов в данном районе вне зависимости от ведомственной подчиненности. Себестоимость продукции предприятий и хозяйств зависит не только от мощности предприятий, но и от их специализации, организации, транспортных и других процессов.

В состав материально-технической базы строительства горных предприятий входят предприятия и хозяйства, обеспечивающие стройку основными материалами, бетонными и растворными смесями; различными железобетонными изделиями; арматурой для монолитных и железобетонных конструкций; деревянными деталями и изделиями; стальными конструкциями и крепями.

Предприятия и хозяйства — поставщики перечисленных ресурсов — могут иметь межрайонное, районное и местное (приобъектное) значение. Распределение продукции межрайонных и районных предприятий по специализации и объему планируется в соответствии с заказами, обоснованными проектами строительства и проектами производства работ. Местные (приобъектные) предприятия предназначаются для обеспечения крупной стройки теми или другими ресурсами при значительной удаленности районных предприятий и других строек.

Проектирование материально-технического обеспечения строительства и соответствующей базы основано на перспективных объемах капитальных вложений, в том числе объемах строительно-монтажных работ с распределением по годам строительства. В первом приближении годовые объемы работ устанавливают на основе норм продолжительности строительства. Более точно и окончательно продолжительность строительства и распределение капитальных вложений по годам определяют в ПОС на основе сводного линейного или сетевого графика строительства.

На основе годовых объемов капитальных вложений, объемов строительно-монтажных работ или объемов в физических единицах измерения определяют потребность в материально-технических ресурсах и решают вопрос о размещении заказов по ресурсам строительства на существующих межрайонных и районных предприятиях и хозяйствах с возможным их расширением. По тем ресурсам, заказы на которые разместить невозможно или экономически невыгодно, намечают строительство местных (приобъектных) баз, определяют необходимую их производительность, под-

бирают оборудование и проектируют их размещение на стройгенплане площадки.

Таким образом, исходными материалами для определения потребности строительства в материально-технических ресурсах и для проектирования соответствующей базы являются объемы работ.

Объемы работ по постоянным зданиям, сооружениям и горным выработкам шахты или рудника определяют на завершающем этапе технологического проектирования. На стадии технического проекта объемы работ по отдельным объектам, комплексам и всему предприятию выражают:

в рублях капитальных вложений (стоимости строительства), которые складываются в основном из стоимости устанавливаемого технического оборудования и стоимости строительно-монтажных работ;

в физических единицах измерения — тысячах кубических метров зданий, тоннах металлоконструкций, метрах или кубических метрах горных выработок.

На стадии рабочих чертежей объемы работ определяют в физических единицах измерения, группируя их по конструктивным элементам зданий (фундаментам, стенам, перекрытиям и т. п.), сооружений из металлоконструкций (станкам копра, укосинам, подшкивным площадкам) и горных выработок (выемке породы, выемке угля, постоянной крепи).

По горным выработкам объемы работ в техническом проекте указывают в метрах или кубических метрах по видам выработок (стволам, околоствольным дворам, камерам, горизонтальным и наклонным выработкам по породе и по углю), а в сметах — по укрупненным позициям. Кроме того, на стадии рабочих чертежей объемы горных работ подсчитывают по конструктивным элементам и заносят в таблицы.

В таблицах объемы указывают для каждого участка выработки, ограниченного пунктами измерений (пикетами), обозначенными на чертежах обычно треугольниками. Внутри треугольника проставляют порядковый номер пикета.

В проектах организации строительства и проектах производства работ объемы работ уточняют или определяют на начальном этапе проектирования, главным образом для временных зданий и сооружений и объектов собственного строительства.

При составлении ПОС в укрупненных измерителях используют объемы работ, указанные в техническом проекте в виде объемов капитальных вложений и стоимости строительно-монтажных работ.

Для более точных расчетов определяют отдельно объемы строительных, монтажных и горных работ, а также объемы работ по их видам (земляные работы, каменная кладка, устройства монолитных бетонных конструкций и т. п.).

Объемы работ по их видам и объектам строительства заносят в сводную ведомость с распределением по годам строительства.

Наряду с этим составляют отдельную ведомость объемов работ, выполняемых в подготовительный период. Номенклатуру работ по видам устанавливают в зависимости от характера строительства и применяемых основных строительных материалов, конструкций, изделий.

Объемы работ на стадии ПОС определяют по типовым или индивидуальным проектам аналогичных шахт, зданий и сооружений (постоянных и временных), а при отсутствии таковых — по действующим справочникам укрупненных показателей.

Исходными данными для определения объемов работ по их видам на основании нормативных укрупненных показателей могут быть стоимости строительно-монтажных работ по объектам, объемы зданий в тысячах кубических метров, протяженность выработок в метрах или их объем в кубических метрах.

При составлении ППР объемы работ подсчитывают по рабочим чертежам.

Возрастающий объем капиталовложений в развитие всех отраслей народного хозяйства страны, в том числе и в горнодобывающую промышленность, сокращение сроков строительства и повышение технико-экономических показателей требуют повышенной точности в определении потребности строек в материально-технических ресурсах и умелого распределения между стройками рабочих кадров. Правильное определение потребности в материально-технических ресурсах необходимо не только для составления заявок на объем работ будущего года, но и для контроля их расходования.

Потребность строительства (реконструкции) шахты или рудника в основных строительных материалах, полуфабрикатах и изделиях наиболее точно определяют методом прямого счета, т. е. путем выборок из рабочих чертежей каждого объекта строительства и суммирования по всему комплексу в целом с распределением по годам строительства в соответствии с календарным планом или сетевым графиком строительства.

При составлении ПОС потребность в основных материалах, полуфабрикатах и изделиях определяют по рабочим чертежам типовых или индивидуальных проектов аналогичных шахт, зданий и сооружений или по стоимости строительно-монтажных работ на основе «Сборника норм расходов материалов на 1 млн. руб. стоимости строительно-монтажных работ» и «Расчетных нормативов для составления проектов организации строительства».

Расчетные нормативы предназначены для определения потребности в энергетических, материально-технических ресурсах и транспортных средствах, объемов работ, затрат труда, расхода конструкций, изделий, полуфабрикатов и основных строительных материалов.

Нормативные показатели приведены для Донецкого, Кузнецкого, Карагандинского бассейнов и применяются с учетом переводных коэффициентов.

Расход основных материально-технических ресурсов на основе выбранных нормативных показателей

$$W_м = C_1 H'; \quad W_м = \frac{C_2}{1000} H'', \qquad (11.1)$$

где C_1 — стоимость строительно-монтажных работ по отдельному объекту, по году строительства или по строительству предприятия в целом, млн. руб.; H' — норма потребности ресурсов на 1 млн. руб. стоимости строительно-монтажных работ; C_2 — объем зданий, выработок, м^3; H'' — норма расхода материалов на 1000 м^3 зданий или объема горных выработок в свету.

До 1965 г. расчет потребности производился на основные шесть видов материалов: металл, цемент, лес, шифер, мягкую кровлю и стекло. В связи с упорядочением планирования и расхода материальных ресурсов и выходом новых норм расхода материалов на 1 млн. руб. стоимости строительно-монтажных работ, число наименований материалов и других ресурсов, распределяемых по фондам, превысило 80.

Потребность в основных материалах при составлении проектов производства работ подсчитывается путем выборок из рабочих чертежей данного объекта.

Потребность в материально-технических ресурсах наряду с указанными нормативными документами можно определять по действующим «Справочникам укрупненных показателей сметной стоимости и расхода ресурсов», «Укрупненным сметным нормам на здания и сооружения», «Показателям сметной стоимости и расхода ресурсов».

Среднесписочную потребность в рабочих кадрах в проекте строительства горного предприятия определяют делением стоимости строительно-монтажных работ в течение года на соответствующую выработку (производительность труда в денежном выражении) одного строительно-монтажного трудящегося. При известной стоимости строительных, монтажных и горных работ потребность в рабочих кадрах определяют по выработкам соответствующих профессий. Кроме того, потребность в рабочих кадрах по годам, объектам и по строительству шахты в целом определяют на основе нормативов или сметных норм затрат труда на укрупненный измеритель объема работ с учетом дополнительных затрат труда на обслуживание машин, на выполнение работ за счет накладных расходов и др.

Распределение потребности в рабочих кадрах по годам (кварталам) строительства должно предусматривать постепенный ее рост к максимальному развороту строительно-монтажных работ и снижение по мере завершения строительства.

В соответствии с потребностью в рабочих кадрах определяется необходимый жилой фонд с распределением по годам строительства из выражения

$$Q = Hk_1k_2k_3N_1 + Hk_1k'_2k'_3N_2, \qquad (11.2)$$

где H — норма жилой площади на одного трудящегося и члена

его семьи, м^2; $k_1=0{,}7\div0{,}9$ — коэффициент, учитывающий расселение рабочих на стороне; k_2 — коэффициент семейности (для подземных рабочих и ИТР $k_2=3$, для поверхностных $k_2=2{,}5$); k_3 — коэффициент, учитывающий списочный состав рабочих, ИТР и обслуживающего персонала (для подземных работ $k_3=1{,}2$, для поверхностных работ $k_3=1{,}15$); N_1 — численность рабочих на подземных работах; N_2 — численность рабочих на поверхностных работах.

Потребность в общежитиях для одиноких трудящихся определяют в размере 10—40% от Q в зависимости от района строительства.

Число рабочих и служащих, подлежащих перевозке к месту работы при удалении поселка от места работ свыше 3 км, для расчета автотранспорта принимают равным

$$N_{\text{пер}}=k_3N_1+k'_3N_2. \qquad (11.3)$$

11.3. Определение сметной стоимости проведения выработки прямым счетом по элементам затрат

Этот метод применяется обычно при разработке проекта производства работ на проведение горной выработки по процессам проходческого цикла и при детальном расчете сметы по прямым нормируемым (забойным) и общешахтным затратам.

Стоимость 1 м (с) или 1 м^3 (с′) выработки по прямым нормируемым (забойным) затратам определяется по следующим элементам затрат:

заработной платы

$$C_{\text{з}}=\frac{\Sigma a_ib_i}{l\eta};\quad C_{\text{з}}'=\frac{\Sigma a_ib_i}{S_{\text{св}}l\eta}; \qquad (11.4)$$

материалам

$$C_{\text{м}}=\frac{k\Sigma M_iz_i}{l\eta};\quad C_{\text{м}}'=\frac{k\Sigma M_iz_i}{S_{\text{св}}l\eta}; \qquad (11.5)$$

энергии

$$C_{\text{э}}=\frac{\beta k\Sigma W_i}{l\eta};\quad C_{\text{э}}'=\frac{\beta k\Sigma W_i}{S_{\text{св}}l\eta} \qquad (11.6)$$

$$\left(\text{здесь } W_i=\frac{\text{Э}_it_ik_1'k_2'}{\eta_{\text{д}}}\right);$$

амортизационным отчислениям

$$C_{\text{а}}=\frac{\Sigma A_it_i}{l\eta};\quad C_{\text{а}}'=\frac{\Sigma A_it_i}{S_{\text{св}}l\eta}, \qquad (11.7)$$

где a_i — тарифная ставка по каждому нормируемому процессу проходческого цикла, руб/чел-смену; b_i — затраты труда на каждый нормируемый процесс в течение проходческого цикла, чел-смен; M_i — объем расходуемых материалов с учетом полного

или частичного переноса стоимости в каждом проходческом цикле (взрывчатых веществ, крепежных материалов, рельсов, шпал, балласта и др.); z_i — цена единицы объема расходуемых в забое материалов в зависимости от их сортности, руб.; $k=1{,}1$ — коэффициент неучтенных (малоценных) материалов или других неучтенных затрат; β — цена 1 кВт·ч электроэнергии или 1 м^3 сжатого воздуха, руб.; W_i — затраты электроэнергии или расход сжатого воздуха каждой забойной машиной за время ее работы в одном проходческом цикле, кВт·ч (м^3); $Э_i$ — мощность машины (кВт) или расход сжатого воздуха (м^3/ч) каждым потребителем, установленным в забое; t_i — время работы каждого потребителя энергии в течение проходческого цикла, ч; $k'_1=0{,}8$ — коэффициент использования машины по мощности; $k'_2=0{,}8$ — коэффициент использования машины по времени; $\eta_д$ — к. п. д. (электродвигателя — 0,9, пневматического — 0,5); A_i — сумма амортизационных отчислений по каждой машине (используемой в забое выработки), учитывающая стоимость машины, затраты на транспорт от машинопрокатной базы до стройки и обратно, монтаж и демонтаж, затраты на учитываемые виды ремонтов и материалы, необходимые для обслуживания машины, руб/ч; t_i — время работы каждой машины в течение проходческого цикла, ч.

В последнее время элементы затрат на энергию и амортизационные отчисления учитываются одним показателем — стоимостью эксплуатации машин, которую можно определить по формулам

$$C_{э.м}=\frac{k\Sigma B_i t_i}{l\eta}; \quad C'_{э.м}=\frac{k\Sigma B_i t_i}{S_{св} l\eta}, \tag{11.8}$$

где B_i — полная стоимость эксплуатации забойной машины в течение часа, руб.

Стоимость 1 м или 1 м^3 выработки при однородных породах:

$$C=C_з+C_м+C_{э.м}; \quad C'=C'_з+C'_м+C'_{э.м}. \tag{11.9}$$

При проведении выработок по породам различной крепости (стволов, квершлагов), требующих применения различных способов производства работ, стоимость 1 м или 1 м^3 выработки определяется как сумма:

$$C=\sum_{i=1}^{i=n} C_i h_i; \quad C'=\sum_{i=1}^{i=n} C_i'' h'_i, \tag{11.10}$$

где C_i, C'_i — стоимость проведения 1 м (1 м^3) выработки на участках с различными коэффициентами крепости пород, требующими применения соответствующих норм, руб/м или руб/м^3; h_i, h'_i — участки выработок по длине или глубине, на которых следует учитывать соответствующие стоимости C_i, м.

Средняя стоимость проведения 1 м такой выработки

$$C_{ср}=\frac{C_1h_1+C_2h_2+\ldots+C_nh_n}{h_1+h_2+\ldots+h_n}. \tag{11.11}$$

Полная сметная стоимость проведения выработки:

$$C_с = C_{ср} k_о k_н k_{пл};$$

$$C'_с = C_{ср} S_{св} k_о k_н k_{пл}, \qquad (11.12)$$

где $k_о = (1+q/100)$ — коэффициент общешахтных расходов (услуг вспомогательных цехов) (здесь q — процент общешахтных расходов к прямым нормируемым, рассчитываемый по отдельной смете); $k_н = 1{,}268$ — коэффициент накладных расходов; $k_{пл} = 1{,}06$ — коэффициент плановых накоплений.

11.4. Составление сметы при проектировании технологии строительства шахт и рудников

Капитальные вложения на строительство нового или реконструкцию действующего горнодобывающего предприятия определяются в проекте сводной сметой. Структура затрат для условий Донбасса представлена в табл. 11.2.

Сводка затрат определяет стоимость строительства (реконструкции) предприятия и капиталовложения на жилищно-гражданское строительство, относящееся к данному предприятию.

Сводную смету и сводку затрат при строительстве предприятия очередями составляют на первую очередь промышленного и жилищно-гражданского строительства. Стоимость строительства последующих очередей определяют по укрупненным показателям в технико-экономической части проекта.

Сводная смета стоимости строительства предприятия составляется на основе следующей сметной документации:

смет, определяющих стоимость строительства комплексов или отдельных зданий и сооружений, стоимость отдельных видов строительных и специальных работ по зданию или сооружению (общестроительных, сантехнических и др.), а также общеплощадочных работ (вертикальная планировка территории, благоустройство и др.);

смет, определяющих стоимость горных выработок и составленных по единичным расценкам или по прейскурантам;

смет, определяющих размер затрат на приобретение оборудования для каждого объекта и стоимость работ по его монтажу;

смет на проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы.

В сводной смете стоимости строительства предприятия отдельной строкой предусматривается резерв на непредвиденные работы и затраты в процентах от стоимости строительства (до 10% к техническому проекту и 5% к технорабочему проекту).

Сметная документация на строительство (реконструкцию) шахты или рудника составляется с учетом требований инструкций и «Эталона технического проекта строительства (реконструкции) шахты без обогатительной фабрики».

Стоимость проведения горных выработок, строительства отдельных зданий, сооружений и производства отдельных видов

Таблица 11.2

Затраты	Структура затрат, %			
	строящихся шахт			реконструируемых шахт
	при схеме вскрытия блоками	при индивидуальной схеме вскрытия	в среднем по строящимся шахтам	
Часть I				
Глава 1. Подготовка строительства	0,23	0,22	0,22	0,34
Глава 2. Объекты основного производственного назначения — всего	67,88	67,75	67,82	66,7
В том числе:				
вскрытие месторождения, подготовка шахтного поля и линии очистных забоев	31,2	32,7	31,8	22,8
откатка в шахте	5,24	5,6	5,35	3,72
блок главного ствола	5,22	2,5	4,15	2,0
блок вспомогательного ствола	2,37	1,6	2,12	1,45
подъем	1,12	3,2	1,78	3,55
обогатительные сооружения и откатка на поверхности	1,88	1,6	1,82	5,87
погрузочно-складское хозяйство	0,25	0,35	0,3	1,71
Глава 3. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения — всего	7,46	8,45	7,76	9,55
В том числе:				
водоотлив	2,3	2,0	2,22	2,56
вентиляция	2,16	1,85	1,9	3,22
магазины и склады	0,45	0,65	0,51	0,61
административно-бытовой комбинат	1,76	2,58	2,1	1,88
техника безопасности и промышленная санитария	0,79	1,37	1,03	1,28
Глава 4. Объекты энергетического хозяйства — всего	4,38	4,1	4,29	5,28
В том числе:				
объекты паровой энергии	0,62	0,54	0,58	1,18
объекты пневматической энергии	0,82	0,73	0,81	1,4
электропередача и подстанции	2,94	2,86	2,9	2,8
Глава 5. Объекты транспортного хозяйства и связи	5,06	4,78	4,92	3,34
Глава 6. Внешние сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации	3,69	4,39	3,99	2,46
Глава 7. Благоустройство промышленной площадки	0,54	0,58	0,56	0,85
Глава 8. Временные здания и сооружения	4,0	3,3	3,8	4,98
Глава 9. Прочие работы и затраты	5,26	5,23	5,24	4,58
Итого по I части	98,5	98,8	98,6	98,18
Часть II				
Глава 10. Содержание дирекции строящегося предприятия	0,26	0,19	0,24	0,3

Окончание табл. 11.2

Затраты	Структура затрат, %			
	строящихся шахт			реконструируемых шахт
	при схеме вскрытия блоками	при индивидуальной схеме вскрытия	в среднем по строящимся шахтам	
Глава 11. Подготовка эксплуатационных кадров	0,1	0,41	0,35	—
Глава 12. Проектные и изыскательские работы	1,14	0,58	0,81	1,52
Итого по II части	1,5	1,18	1,4	1,82
Всего по I и II частям	100	100	100	100

работ на стадии проекта определяется в первую очередь по сметам, составленным на основе единых районных единичных расценок (ЕРЕР) и укрупненных единичных расценок (УЕР), привязанных к местным условиям строительства. Возможно использование смет типовых или повторно применяемых экономических индивидуальных проектов горных выработок, зданий и сооружений, на которые нет утвержденных единичных расценок или прейскурантных цен, при условии пересчета этих смет на местные цены и привязки проектов к местным условиям строительства.

Сметная стоимость объектов на поверхности шахты определяется с учетом подразделения строительных работ на общестроительные (строительство, переустройство и расширение постоянных и временных зданий и сооружений) и специальные (строительство гидротехнических сооружений, железных и автомобильных дорог, мостов, труб, тоннелей, наружных трубопроводов, промышленных печей и труб, а также сооружений связи).

Применяются следующие основные нормативные документы для определения стоимости строительных работ: прейскуранты цен на строительные работы для строительства и реконструкции шахт, строительные нормы и правила и единые районные единичные расценки на строительные работы.

В экономической части ПОС определяют затраты на временные здания и сооружения: подземные горные выработки временного назначения; временные приспособления для нужд строительства постоянных зданий и сооружений; временные склады, мастерские, построечные полигоны для изготовления крупных железобетонных деталей; временные железонодорожные пути и шоссейные дороги, линии связи; временные устройства для снабжения различными энергетическими ресурсами и сооружения для обслуживания строительного производства, подлежащие ликвидации по окончании строительства основных объектов; монтаж и демонтаж временного оборудования и механизмов, потребных для строи-

тельства поверхностных зданий и сооружений и проведения горных выработок; временные жилые и культурно-бытовые здания.

Состав и объем временных зданий и сооружений в каждом конкретном случае определяются проектом строительства. Затраты на строительство временных зданий и сооружений определяются по сметам или в процентах от общей стоимости работ и затрат по 1—7 главам сводной сметы. Метод определения затрат на временные здания и сооружения устанавливается для каждого строительства проектной организацией по согласованию с заказчиком и строительной организацией.

В стадии разработки проекта разделом «Организация строительства» предусматривается составление смет на общешахтные расходы, которые учитывают затраты на содержание и обслуживание комплексов подъема, транспорта, водоотлива, вентиляции, а также затраты на обслуживание ламповой, маркшейдерских работ, хранение и сопровождение взрывчатых материалов и др.

Строительство шахт по характеру общешахтных расходов делят на три перида.

I период охватывает проходку стволов, проведение приствольных камер, сопряжений стволов с околоствольными дворами и сбойки между центрально-сдвоенными стволами, предварительную цементацию пород (если она производится из забоя ствола), армирование стволов, прокладку постоянных трубопроводов и кабелей в стволе.

II период включает проведение всех остальных подземных выработок, подлежащих сдаче в эксплуатацию.

По отношению к прямым нормируемым затратам общешахтные расходы составляют для первого периода строительства 80—120%, для второго периода 70—100%.

III период по характеру и содержанию работ не отличается от II периода, но учитывает их выполнение после сдачи шахты в эксплуатацию. Установлен норматив общешахтных расходов на горнопроходческие работы, выполняемые на действующих шахтах, в размере 51%.

Сметы на общешахтные расходы составляются на основании следующих исходных данных, согласованных с заказчиком и подрядчиком: стоимости машино-смен горнопроходческого оборудования и общешахтных машин, соответствующих местным условиям строительства; календарного графика сооружения стволов; календарных графиков проведения горных выработок по подготовляемым пластам (только для II и III периодов строительства); календарного графика работы машин и механизмов; пояснительной записки оргстройпроекта с техническими обоснованиями выбора оборудования и механизмов, обеспечивающих выполнение объемов работ по календарным графикам проведения горных выработок.

11.5. Экономическая оценка проектов организации строительства и проектов производства работ

Экономическая оценка ПОС и ППР имеет целью определить дополнительные пути для сокращения срока и снижения стоимости строительства. Разработанные методики предусматривают возможность оценки отдельного проекта в процессе его выполнения и в законченном виде, а также нескольких вариантов проектов, причем один из них, как правило, принимается за эталон. Для повышения эффективности проектирования целесообразно прогнозировать качество проекта на отдельных этапах его выполнения, давая экономическую оценку возможным вариантам проектных решений.

Наиболее достоверная оценка проекта может быть получена при сравнении вариантов, разработанных для идентичных горнопроизводственных и других условий, с проектными показателями, рассчитанными по единой методике, и с использованием единых расчетных данных по нормам, нормативам, ценам и т. п.

Экономическая эффективность проекта определяется следующими основными исходными показателями: продолжительностью строительства, размером и распределением по годам строительства капитальных затрат и стоимостью основных производственных фондов строительной организации, необходимых для строительства. Таким образом, оценка проекта зависит от объективности определения исходных показателей в сравниваемых вариантах.

Методики оценки предусматривают сравнение исходных показателей по вариантам проекта с нормативными, между собой и с фактическими показателями, полученными на аналогичных стройках. Однако сравнение с фактическими показателями требует особого внимания к учету всех действующих факторов, и прежде всего к фактору времени, отражающему уровень развития производительных сил как в самой отрасли промышленности, так и в строительных организациях вообще и в конкретных организациях, которые строят и по сравниваемым вариантам проекта.

Экономическая эффективность ПОС, как и самого строительства по этому проекту, зависит главным образом от продолжительности строительства. Показатель продолжительности строительства аккумулирует в себе уровень развития производительных сил и производственных отношений.

Экономическую оценку ПОС можно получить в результате сравнения проектной или фактической продолжительности строительства с определенным эталоном продолжительности. Таким эталоном, как правило, является нормативная продолжительность.

Сокращение продолжительности строительства обеспечивает снижение стоимости предприятия за счет снижения условно-постоянных затрат и экономический эффект от досрочного ввода предприятия в действие. Все это, в свою очередь, зависит от уровня обеспеченности основными производственными фондами строительных организаций и степени использования этих фондов.

Варианты сравнивают и дают экономическую оценку ПОС

$$Э = \sum_{i=1}^{T} Е_н (k_i - k_i') + (Э_{у.п} + Э_д + Э_р), \qquad (11.13)$$

где Э — величина экономического эффекта, руб.; T — продолжительность строительства предприятия или объекта по варианту с большей ее величиной, лет; $Е_н$ — нормативный коэффициент эффективности строительства, который при выборе технических вариантов нового шахтного строительства равен 0,15 (обратная величина нормативному сроку окупаемости 7 лет); k_i и k'_i — среднегодовая стоимость основных производственных фондов по годам строительства, необходимых для осуществления по сравниваемым вариантам, руб.; $Э_{у.п}$ — эффект от сокращения условно-постоянных затрат, руб.; $Э_д$ — эффект от досрочного ввода в действие строящегося предприятия, руб.; $Э_р$ — эффект от более целесообразного распределения капитальных вложений, руб.

Эффект от снижения условно-постоянных затрат при сокращении продолжительности строительства определяется по формуле

$$Э_{у.п} = H \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right), \qquad (11.14)$$

где H — условно-постоянные затраты, руб.; T_1 — продолжительность строительства по норме, лет; T_2 — продолжительность строительства по сравниваемому варианту, лет.

К условно-постоянным отнесены затраты, зависящие от времени выполнения работ. Они содержатся в стоимости горных, строительных и монтажных работ. Например, в составе накладных расходов по строительно-монтажным работам условно-постоянная часть составляет 0,79, а пропорциональная объемам работ — 0,21, по горнопроходческим — соответственно 0,7 и 0,3; в составе общешахтных расходов условно-постоянная часть по горнопроходческим работам составляет 0,83; в составе прямых нормируемых (забойных) затрат условно-постоянная часть 0,15—0,18. Экономический эффект от сокращения продолжительности строительства предприятия по сравнению с действующими нормами

$$Э_д = Е_н Ф (T_1 - T_2), \qquad (11.15)$$

где Ф — сметная стоимость введенных в действие основных производственных фондов строящегося предприятия, руб.

Экономический эффект от более целесообразного распределения капитальных вложений по сравниваемым вариантам

$$Э_р = Е_н (K_1 T_1 - K_2 T_2), \qquad (11.16)$$

где K_1 и K_2 — средний за период строительства размер капитальных вложений соответственно по нормативу и по сравниваемому варианту, руб.;

$$K_{1,2} = \frac{K_1' + K_2' + \ldots + K_n}{n + 1},$$

где K'_1, $K'_2, \ldots, K'_n$ — нарастающие итоги капитальных вложений к концу 1-го, 2-го и т. д. календарных периодов за все время строительства, руб.

Если в ПОС предусматривается строительство предприятия в две или более очереди вместо строительства в одну очередь на полную мощность, то затраты, предусмотренные на более поздний период, должны быть приведены для сравнимости к текущему периоду по формуле $K_{пр}=K_t(1+E_н)^t$, где $K_{пр}$ — затраты, приведенные к текущему периоду, руб.; K_t — затраты, предстоящие через t лет, руб.; t — период отдаления затрат, лет.

Сравнение вариантов ППР с одинаковой продолжительностью строительства производится по формуле $Э=(C_1-C_2)+E_н(k_1+k_2)$, где C_1-C_2 — разность себестоимости строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам*; k_1-k_2 — разность стоимости основных и оборотных производственных фондов по сравниваемым вариантам. При различной продолжительности строительства по вариантам ППР учитывается эффект фактора времени в стоимостной форме по формулам (11.14)—(11.16).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Материалы* XXVII съезда КПСС. М., Политиздат, 1986.
2. *Ведомственные* нормы продолжительности оснащения стволов передвижным проходческим оборудованием и задела в строительстве. РД 12.13.034—85. Издание официальное. М., Минуглепром СССР, 1985.
3. *Временная* инструкция о составе и оформлении технологических рабочих чертежей угольной промышленности. ВНТП — 76. Разделы 1, 2, 3. М., изд. Минуглепрома СССР, 1976.
4. *Гузеев А. Г.* Проектирование строительства горных предприятий. М., Недра, 1980.
5. *Гузеев А. Г.* Основы проектирования технологии строительства и реконструкции шахт. М., Недра, 1972.
6. *Гузеев А. Г.* Рассечка сопряжений стволов шахт с околоствольными дворами. М., Госгортехиздат, 1960.
7. *Гузеев А. Г., Гудзь А. Г., Пономаренко А. К.* Технология строительства горных предприятий. Киев — Донецк: Вища школа, 1986.
8. *Инструкция* о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. СНиП 1.02.01—85. М., 1985.
9. *СНиП* 1.04.03—85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Т. I. М., Стройиздат, 1986.
10. *СНиП* IV—8—82. Правила разработки единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы. Сб. 35. Горнопроходческие работы. М., Стройиздат, 1983.
11. *СНиП* 3.01.01—85. Организация строительного производства. Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.
12. *СНиП* 3.02.03—84. Подземные горные выработки. Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.

* Учитываются затраты, величина которых меняется в зависимости от принятых решений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Раздел первый

ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. Организация проектирования 7

1.1. Общие сведения о проектных организациях 7
1.2. Заказчики проектов 8
1.3. Структура, планирование и финансирование работы проектных организаций 10
1.4. Технико-экономическое обоснование целесообразности проектирования и строительства горных предприятий 12
1.5. Комплексные проекты 13
1.6. Типовые проекты 14
1.7. Задание на проектирование 15
1.8. Определение стоимости проектно-изыскательских работ 16

2. Организация проектирования горных предприятий. Состав проектной документации 17

2.1. Стадии технологического проектирования 17
2.2. Проект шахты 19
2.3. Технические условия на проектирование 21
2.4. Рабочая документация 21
2.5. Проекты организации строительства горных предприятий 22
2.6. Проекты производства работ 27

3. Организация строительства и проектирования шахт. Исходные материалы и нормативы проектирования 28

3.1. Организация строительства и и проектирования шахт 28
3.2. Основные направления научно-технического прогресса в проектировании технологии эксплуатации и строительства шахт 31
3.3. Исходные материалы и нормативные документы проектирования . . 32

4. Методы решения проектных задач 37

4.1. Библиографический и описательный методы 37
4.2. Экспериментальный метод 38
4.3. Расчетные методы 39

5. Системы автоматизированного проектирования (САПР) и строительства горного предприятия (АСУП) 45

5.1. Назначение и содержание САПР 45
5.2. Принципы создания и назначение АСУП для строящихся горных предприятий 51
5.3. Сетевое планирование и управление 54

Раздел второй

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

6. Методы определения продолжительности строительства горных предприятий 69

6.1. Продолжительность строительства шахт 69

6.2. Методы определения продолжительности строительства горных предприятий 73
6.3. Нормативный метод определения продолжительности строительства горных предприятий 77
6.4. Методы определения продолжительности строительства горных предприятий по объему и скоростям проведения горных выработок . . . 87
6.5. Метод определения продолжительности строительства горных предприятий по технологической схеме строительства 88
6.6. Метод проверки продолжительности строительства горных предприятий по производственной мощности подрядных строительных организаций 111
6.7. Метод проверки продолжительности строительства горного предприятия по производительности подъемов 114
6.8. Проектирование подготовительного периода строительства горного предприятия 119

7. Проектирование технологии реконструкции шахт 122

8. Проектирование первого основного периода строительства шахты . . 127

8.1. Порядок проектирования строительства ствола 127
8.2. Проектирование проходки вертикального ствола 130
8.3. Выбор схемы строительства вертикального ствола 142
8.4. Проектирование оснащения ствола 152
8.5. Проектирование строительства технологической части ствола . . 159
8.6. Проектирование строительства сопряжения ствола с околоствольным двором 165
8.7. Проектирование строительства приствольных камер скипового ствола 168
8.8. Проектирование работ по переходу от первого ко второму периоду строительства 168
8.9. Сводный проект строительства ствола 173

9. Проектирование второго основного периода строительства горного предприятия 173

9.1. Проектирование строительства околоствольного двора 173
9.2. Проектирование строительства горизонтальных и наклонных горных выработок 180
9.3. Проектирование проходки камеры 185
9.4. Метод анализа технологии проведения и строительства горной выработки и расчета основных технико-экономических показателей 188
9.5. Укрупненный метод проектирования технологии проведения и строительства горной выработки 200

10. Комплексные проекты общестроительного характера 202

10.1. Проектирование вентиляции при строительстве шахт или рудников 202
10.2. Проектирование транспорта на поверхности 205
10.3. Проектирование строительного генерального плана 208

11. Технико-экономическая часть проекта технологии строительства горного предприятия 210

11.1. Построение сводного календарного графика строительства горного предприятия 210
11.2. Проектирование материально-технического обеспечения строительства 217
11.3. Определение сметной стоимости проведения выработки прямым счетом по элементам затрат 222
11.4. Составление сметы при проектировании технологии строительства шахт и рудников 224
11.5. Экономическая оценка проектов организации строительства и проектов производства работ 228

Список литературы 230