Министерство угольной промышленности СССР
Печорский научно-исследовательский угольный институт
(ПечорНИУИ)

Согласовано

с главным инженером
Управления Печорского
округа Госгортехнадзора
СССР

II июня 1969 г.

Утверждено

главным инженером комбината
Воркутауголь

II июня 1969 г.

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ И СПОСОБАМ КРЕПЛЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ И ПОЛЕВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ШАХТ ВОРКУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Воркута 1969

gost.e-ecolog.ru

Временное руководство составлено по результатам научно-исследовательских работ, выполненных в 1967-1968 гг. ПечорНИИУ по исследованию проявлений горного давления в капитальных и подготовительных выработках шахт Воркутского месторождения.

Временное руководство предназначено для практического использования при выборе рациональных мест расположения и способов крепления капитальных и полевых горных выработок глубоких шахт Воркутского месторождения.

В отдельных случаях могут допускаться обоснованные отступления от основных положений временного руководства.

Временное руководство составлено без учета самовозгорания угля в шахте.

В приложении к Временному руководству дан краткий отчет работы, выполненной ПечорНИИУ в 1967-1968 гг. по теме "Разработка практического руководства и внедрение технических предложений по условиям поддержания капитальных и полевых выработок на Воркутском месторождении."

Временное руководство составили инженеры Г.Г. Горный, А.Д. Руппель, М.И. Богданов, В.Н. Левчук, Д.И. Добрица, В.П. Шишкин.

Введение

Интенсивная отработка Воркутского месторождения привела к быстрому нарастанию глубины разработки, вследствие чего ощутимее стало оказываться вредное проявление глубинных факторов. Из комплекса природных факторов, осложняющих отработку угольных пластов на больших глубинах, наименее изученным является горное давление, ибо до сих пор еще нет общепризнанной научно обоснованной теории горного давления, единства мнений в отношении режима работы крепи, а существующие рекомендации по определению ее параметров не всегда являются достоверными.

Важнейшим вопросом при отработке глубоких горизонтов является безремонтное поддержание капитальных и полевых выработок. Рациональное расположение и правильно выбранная крепь капитальных и полевых выработок служат основой их безремонтному поддержанию.

В настоящее время по Воркутскому месторождению более 40% угля добывается на глубинах, превышающих 500 м. На реконструируемых шахтах № 5/7, 18 и 40 "Капитальные" глубина ведения горных работ достигает 670-810 м.

Значительное увеличение глубины залегания подготовительных выработок не могло не отразиться на их состоянии. Крепь этих выработок и меры охраны, принятые, в основном, по аналогии с видами крепи и мерами охраны, принятыми на меньших глубинах, в ряде случаев не обеспечивают их устойчивого состояния, крепь деформируется зачастую вскоре после ее возведения вне зоны влияния очистных работ.

Проектные организации и производственники не располагают необходимыми данными для определения благоприятных условий работы крепи, выбора рациональных мест расположения полевых выработок, тип крепи и способов охраны их от усиленного горного давления.

Все это приводит к излишним затратам средств на перекрепление выработок. Кроме того, при нарушении крепи откаточных выработок значительно осложняется работа подземного транспорта, затрудняется вентиляция, а передвижение людей по выработкам становится небезопасным.

В течение 1965-1968 гг. ПечорНИИУИ проводились исследования по определению величин и характера смещения пород контура крепи, а также отпора крепи в капитальных и полевых выработках в различных горногеологических и горнотехнических условиях.

Наряду с шахтными (натурными) наблюдениями проведены лабораторные исследования методом моделирования на эквивалентных материалах и исследования физико-механических свойств окружающих выработку пород в местах заложения наблюдательных станций, по кернам из специально пробуренных разведочных скважин.

Основные положения по рациональному расположению и способам крепления капитальных и полевых горных выработок глубоких горизонтов шахт Воркутского месторождения

I.00. Расположение и охрана капитальных выработок

I.0I. Выработки околоствольных дворов располагать вне зоны влияния очистных работ, и, по возможности, в устойчивых монолитных породах.

В случае невозможности заложения выработок околоствольного двора в устойчивых породах располагать их вкрест простирания пород; при этом сопряжения выработок со стволами предусматривать в наиболее устойчивых породах.

I.02. Околоствольные выработки, кроме выработок, в которых расположены опрокидыватели и разгрузочные ямы при скиповых стволах, располагать от ствола и друг от друга на расстоянии, равном 6-кратной ширине выработки вчерне, но не менее 25 м.

Сопрягающиеся выработки следует располагать под возможно большим углом, но не менее 45^{0}.

I.03. Временные околоствольные выработки, расположенные ближе 25 м от действующих, должны быть заложены породой на тощем цементном растворе. При погашении горизонтов околоствольные выработки закладывать породой на длину 25-30 м от стволов.

I.04. При вскрытии горизонтов наклонными стволами или уклонами, капитальные горные выработки (камеры центральной подземной подстанции, насосов главного водоотлива, зарядной и др.) надлежит, как правило, располагать в наиболее устойчивых породах почвы нижнего пласта.

По возможности эти выработки следует проходить после предварительной отработки вышележащего пласта над участком их расположения. Ширину вынимаемой полосы пласта принимать не менее 40 м от нормали, проведенной через контур выработки к пласту.

I.05. При вскрытии выработками околоствольного двора пластов, опасных по горным ударам, необходимо применять меры безопасно-

сти в соответствии с "Инструкцией по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по горным ударам", изданной ВНИМИ в 1967 г.

I.06. Охрану околоствольных выработок осуществлять целиками с размерами, определяемыми в соответствии с табл. I.

I.07. Целики для охраны околоствольных выработок, расположенных за пределами охранных целиков под промплощадку, не оставлять:

при расположении выработок ниже разрабатываемого пласта на расстоянии по нормали более I00 м при неустойчивых и средней устойчивости породах и более 50 м при устойчивых вмещающих породах. Эти предельные расстояния в зависимости от податливости крепи выработок могут быть уменьшены соответственно до 50 и 30 м при ограниченно податливой крепи (тюбинговой) и до 25 и I5 м при податливой крепи (металлической арочной);

при расположении выработок выше разрабатываемого пласта на расстоянии по нормали более 250 мощностей пласта.

2.00. Расположение и охрана полевых выработок

2.0I. Магистральные откаточные и вентиляционные штреки, наклонные панельные выработки и фланговые вентиляционные сбойки проводить групповыми в устойчивых мощных породах почвы нижнего рабочего пласта свиты, не приме..ля специальных мер по разгрузке породного массива от горного давления.

Расстояние по нормали до пласта должно составлять не менее I5 м при креплении податливой крепью.

При отсутствии в почве пластов устойчивых пород, магистральные штреки и панельные наклонные выработки проводить в почве нижнего пласта на расстоянии I0-I5 м от него и разгружать от горного давления путем выемки над выработками полосы угля до начала очистных работ

Ширину вынимаемой полосы для разгрузки породного массива принимать на 40 м больше расстояния между крайними выработками (по 20 м в каждую сторону).

Таблица I

Место заложения околоствольных выработок	Размеры целиков, м	
	по простиранию	вкрест простирания
В плоскости пласта		
В породах неустойчивых и средней устойчивости	100–70 м от охраняемой выработки	100–70 м в плоскости пласта от охраняемой выработки
В устойчивых породах	70–50 м от охраняемой выработки	70–50 м в плоскости пласта от охраняемой выработки
Ниже разрабатываемого пласта (надработка)		
В породах неустойчивых и средней устойчивости на расстоянии по нормали от разрабатываемого пласта менее 100 м	100–70 м в плоскости пласта от вертикальных линий, проведенных через охраняемую выработку	100–70 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом ω
В устойчивых породах на расстоянии по нормали от разрабатываемого пласта менее 50 м	70–50 м в плоскости пласта от вертикальных линий, проведенных через охраняемую выработку	70–50 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта линией, проведенной через охраняемую выработку под углом ω
Выше разрабатываемого пласта (подработка)		
В породах неустойчивых и средней устойчивости на расстоянии по нормали от пласта менее 250 мощностей пласта	100–70 м от вертикальной линии, проведенной через охраняемую выработку	100–70 м в плоскости пласта от точки пересечения пласта нормалью, проведенной через охраняемую выработку
В устойчивых породах на расстоянии по нормали от пласта менее 250 мощностей пласта	70–50 м от вертикальной линии, проведенной через охраняемую выработку	70–50 м от точки пересечения пласта нормалью, проведенной через охраняемую выработку

Примечание: Угол ω откладывается от горизонтальной линии, направленной в сторону падения пласта и равен $110^{\circ} - \alpha$ у нижней границы околоствольного целика и $70^{\circ} - \alpha$ в верхней границы околоствольного целика;
α – угол падения пласта.

Расстояние между групповыми выработками принимать во всех случаях не менее 20 м.

На западном крыле месторождения, где защитным пластом является пласт Пятый, допускается указанные выработки проходить по пласту Восьмому с дальнейшей надработкой их пластом Пятым.

2.02. При залегании пласта в устойчивых породах допускается проведение главных откаточных и вентиляционных штреков по нижнему пласту свиты без применения специальных мер по разгрузке их от горного давления. Охрану таких выработок производить целиками угля.

Размер целиков принимать в соответствии с табл. 2.

При наличии в кровле пласта монолитных песчаников более 10 м, залегающих на расстоянии менее 5 м от кровли пласта, а также при угле падения пласта более 30^0 размеры целиков у штреков, принятые в табл. 2, следует увеличить на 20%.

2.03. Окончательный выбор расположения магистральных или главных откаточных и вентиляционных штреков должен производиться на основе детального технико-экономического расчета.

Таблица 2

Размер предохранительных целиков откаточных пластовых штреков

Мощность пласта, м	Размер целика, м при глубине расположения штрека, м					
	400		600		800	
	металлическая арочная крепь	деревянная крепь	металлическая арочная крепь	деревянная крепь	металлическая арочная крепь	деревянная крепь
до 1,7	20	25	30	35	35	40
1,7-2,9	20	30	30	40	40	50
более 2,9	30	40	40	50	50	60

2.04. Во избежание вредного влияния опорного давления околоштрековых целиков на полевой штрек, его следует располагать за граничными плоскостями, проведенными через верхнюю и нижнюю границы целиков перпендикулярно плоскости пласта на расстоянии от них определенной зоной бокового распора.

При этом расстояние от пластового штрека до полевого определяется выражением

$$X_{min} \geq \frac{\ell_к}{\cos\alpha} + n$$ при угле падения пласта до 60^0,

где $\ell_к$ – размер целика над откаточным пластовым штреком;

α – угол падения пласта;

n – зона влияния бокового распора.

Схема определения местоположения полевых штреков показана на рис. I.

Для глубин 500–600 м величину зоны влияния бокового распора можно принимать: 6 м – при расположении выработок в прочных породах, 8м – при расположении выработок в породах средней прочности и 10 м – при расположении выработок в слабых породах.

2.05. Для устранения взаимного влияния друг на друга полевой и пластовой выработки расстояние между ними должно быть не менее 3–5 пролетов наиболее широкой выработки в зависимости от прочности окружающих пород, но не менее I2 м.

2.06. При расположении полевого штрека в кровле разрабатываемого пласта он должен находиться от пластового штрека на расстоянии:

$$X \geq \frac{\ell_o - \ell_к}{\cos\alpha}$$ при угле падения пласта до 60^0,

где ℓ_o – зона интенсивного смещения, определяется из рис. 2.

$\ell_к$ – размер по восстанию охранного целика у откаточного штрека, м;

α – угол падения пласта, град.

Рис. I. Схема определения местоположения полевых штреков

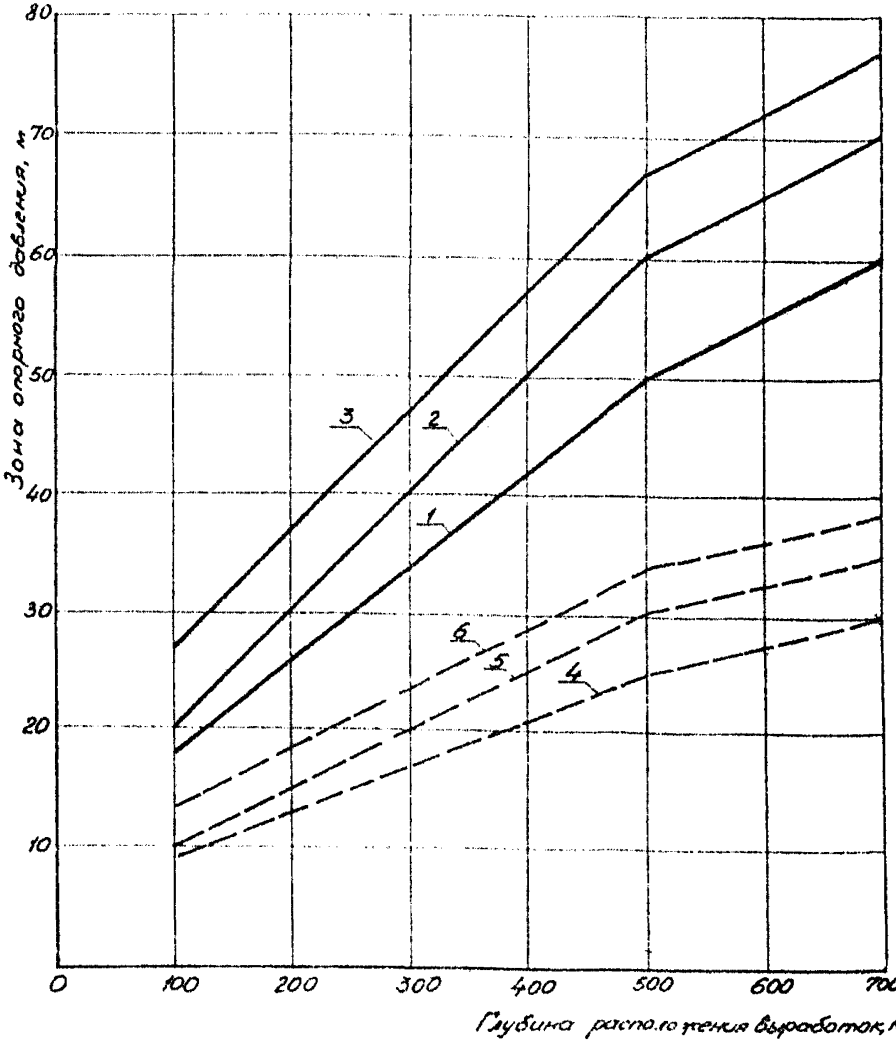


Рис. 2. Графики зон опорного давления и интенсивного смещения. Зоны опорного давления при мощности пласта: I–до I,7 м; 2–от I,7 до 2,9 м; 3–более 2 м. Зоны интенсивного смещения при мощности пласта:4–до I,7 м; 5–от I,7 до 2,9 м; 6–более 2,9 м

При расположении полевого штрека в кровле разрабатываемого пласта, под ним должен быть оставлен целик угля по восстанию и по падению не менее величины зоны интенсивного смещения.

3.00. Крепление капитальных выработок (околоствольные выработки и квершлаги)

3.01. Проектирование крепей капитальных горных выработок должно производиться с учетом физико-механических свойств пород, в которых располагаются выработки.

Данные о физико-механических свойствах пород принимать из геологических отчетов, выполняемых геологоразведочными организациями.

Изучение физико-механических свойств пород производить в пределах толщи пород междупластия и на 50 м ниже и 100 м выше разрабатываемых пластов.

3.02. До накопления данных о физико-механических свойствах пород, при проектировании горных выработок, проводимых на глубине 600-1000 м в умеренно-трещиноватых породах и на глубине 1200 м в породах не ослабленных трещинами, относить:

к устойчивым - породы, имеющие предел прочности на сжатие более 900 кг/см^2, и которые на данной глубине под влиянием возникающих вокруг выработки напряжений не претерпевают неупругих деформаций;

к средней устойчивости - породы, имеющие предел прочности на сжатие 600-900 кг/см^2, которые претерпевают относительно небольшие неупругие деформации;

к неустойчивым - породы, имеющие предел прочности на сжатие менее 600 кг/см^2, которые претерпевают значительные неупругие деформации.

Существенно ослабленные трещинами породы на больших глубинах условно относить к неустойчивым.

Принятые прочностные характеристики пород определяются методом соосных пуансонов.

3.03. По прочностным свойствам породы, слагающие угленосную толщу Воркутинской мульды, характеризуется следующими данными:

песчаники – предел прочности на сжатие
с карбонатным цементом $\sigma_{сж}$=720–1795 кг/см^2;
с хлоритовым цементом $\sigma_{сж}$=640–1360 кг/см^2;
с глинистым цементом $\sigma_{сж}$=600–860 кг/см^2.

Алевролиты – предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$=540–1320 кг/см^2.
Аргиллиты – предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$=150–930 кг/см^2.
Величины модулей упругости изменяются в пределах:
песчаники – с карбонатным цементом от $3,12 \cdot 10^5$ до $5,9 \cdot 10^5$ кг/см^2; с хлоритовым цементом от $2,43 \cdot 10^5$ до $4,65 \cdot 10^5$ кг/см^2; с глинистым цементом от $1,88 \cdot 10^5$ до $2,44 \cdot 10^5$ кг/см^2 и имеют средние значения соответственно $4,26 \cdot 10^5$ кг/см^2, $3,55 \cdot 10^5$ кг/см^2 и $2,16 \cdot 10^5$ кг/см^2;
алевролиты – от $2,88 \cdot 10^5$ до $4,7 \cdot 10^5$ кг/см^2, среднее значение $3,56 \cdot 10^5$ кг/см^2;
аргиллиты – от $0,87 \cdot 10^5$ кг/см^2 до $3,37 \cdot 10^5$ кг/см^2, среднее значение $2,38 \cdot 10^5$ кг/см^2.

3.04. Крепление выработок околоствольных дворов, расположенных в устойчивых породах, предусматривать незамкнутыми жесткими крепями из монолитного бетона или железобетона, блоков или тюбингов без податливых прокладок. В породах средней устойчивости применять незамкнутые ограниченно-податливые крепи из бетонитов, блоков или тюбингов с податливыми прокладками. Допускать в породах средней устойчивости крепление околоствольных выработок жесткой крепью (монолитный бетон и др.).

В неустойчивых породах предусматривать замкнутые крепи с ограниченной податливостью из бетонитов, блоков или тюбингов с податливыми прокладками.

Допускать в неустойчивых породах крепление околоствольных выработок усиленной замкнутой монолитной железобетонной крепью, если это обосновывается технико-экономическими расчетами.

При применении в выработках околоствольных дворов жестких крепей из монолитного бетона, возведение крепи производить в два этапа (временная и постоянная). При этом постоянная крепь должна возводиться с отставанием от забоя выработки не менее чем на 25 м, но не ранее чем через месяц после проведения выработки. В качестве временной крепи следует применять металлическую арочную податливую крепь, которая в выработках пройденных в породах средней устойчивости и неустойчивых при возведении постоянной крепи оставляется в бетоне.

3.05. Крепление квершлагов на участках, находящихся в зоне влияния очистных работ, предусматривать податливой металлической или сборно-железобетонной рамной крепью; на участках квершлагов, расположенных вне зоны влияния очистных работ - жесткой или податливой металлической или сборно-железобетонной рамной крепью в зависимости от преобладания устойчивых или неустойчивых пород.

3.06. Крепление сопряжений стволов и примыкающих к ним участков выработок длиной 15-20 м, а также камер, сопрягающихся со стволами, предусматривать жесткой бетонной или железобетонной монолитной крепью.

3.07. Ограниченно-податливую крепь принимать с достаточным рабочим сопротивлением, соответствующим ожидаемой нагрузке на крепь.

Податливость крепи должна составлять 150-250 мм и достигаться включением в крепь податливых элементов, созданием податливого забутовочного слоя и другими способами.

Нагрузки на крепь принимать на основе имеющихся данных и экспериментального определения.

3.08. Податливость крепи сопрягающихся выработок принимать одинаковой. Выработки с податливой крепью, примыкающие к выработкам с жесткой крепью, на участках длиной 1,5-2 диаметра выработки вчерне крепить жесткой крепью.

3.09. Наружный контур монолитной бетонной крепи, а также сборной жесткой и ограниченно податливой крепи не должен иметь жесткого контакта с боковыми породами. Закрепленное пространст-

во необходимо заполнять мелкой породой или другим заполнителем.

3.10. При креплении выработок сборной жесткой или ограниченно-податливой крепью предусматривать заполнение закрепного пространства забутовкой из мелкой породы с тампонажем песчано-цементным или песчано-глинистым раствором.

4.00. Крепление полевых выработок

4.01. Полевые выработки крепить, как правило, металлическими или сборно-железобетонными крепями арочной или трапециевидной формы, в зависимости от горногеологических условий.

4.02. В качестве основной крепи принимать металлическую арочную из спецпрофиля трехзвеньевую или пятизвеньевую в зависимости от требуемой величины податливости крепи.

4.03. Трапециевидную податливую крепь, например, из железобетонных стоек и металлических шарнирных верняков, применять в выработках при плоском обнажении устойчивых пород кровли.

4.04. Полевые выработки, находящиеся в зоне влияния очистных работ, проводимые в породах средней устойчивости и неустойчивых крепить податливыми крепями (металлической арочной, трапециевидной или крепью замкнутой формы). При проведении полевых выработок по устойчивым породам допускать применение ограниченно податливой сборной железобетонной крепи (тюбинговой, крепи УТЭ и др.).

4.05. Для крепления полевых подготовительных выработок, проводимых в устойчивых породах вне зоны влияния очистных работ, допускать применение жестких крепей.

4.06. При глубине от поверхности более 500 м полевые выработки, пройденные вне зоны влияния очистных работ по средней устойчивости и неустойчивым породам, крепить податливой крепью.

4.07. Податливость и расположение подвижных соединений по контуру выработки должны выбираться с учетом направления сдви-

жения и величины смещения пород. Сопротивление соединений не должно превышать значений разрушающих нагрузок элементов крепи.

4.08. При проведении выработок форма выработки должна соответствовать форме крепи.

4.09. Замкнутую крепь предусматривать в основном, в панельных наклонных выработках, а также в коренных штреках при неустойчивых породах почвы, если по каким-либо причинам не может быть осуществлена охрана их методом разгрузки.

4.10. Начальное сечение выработок в свету, проводимых в неустойчивых и средней устойчивости породах, принимать с запасом на осадку по высоте не менее 300 мм.

Если выработка пройдена в устойчивых породах запас на осадку по высоте принимать не менее 200 мм.

Приложение

Краткий отчет по теме № 8 плана 1967-1968 гг. ПечорНИУИ "Разработка практического руководства и внедрение технических предложений по условиям поддержания капитальных и полевых выработок на Воркутском месторождении"

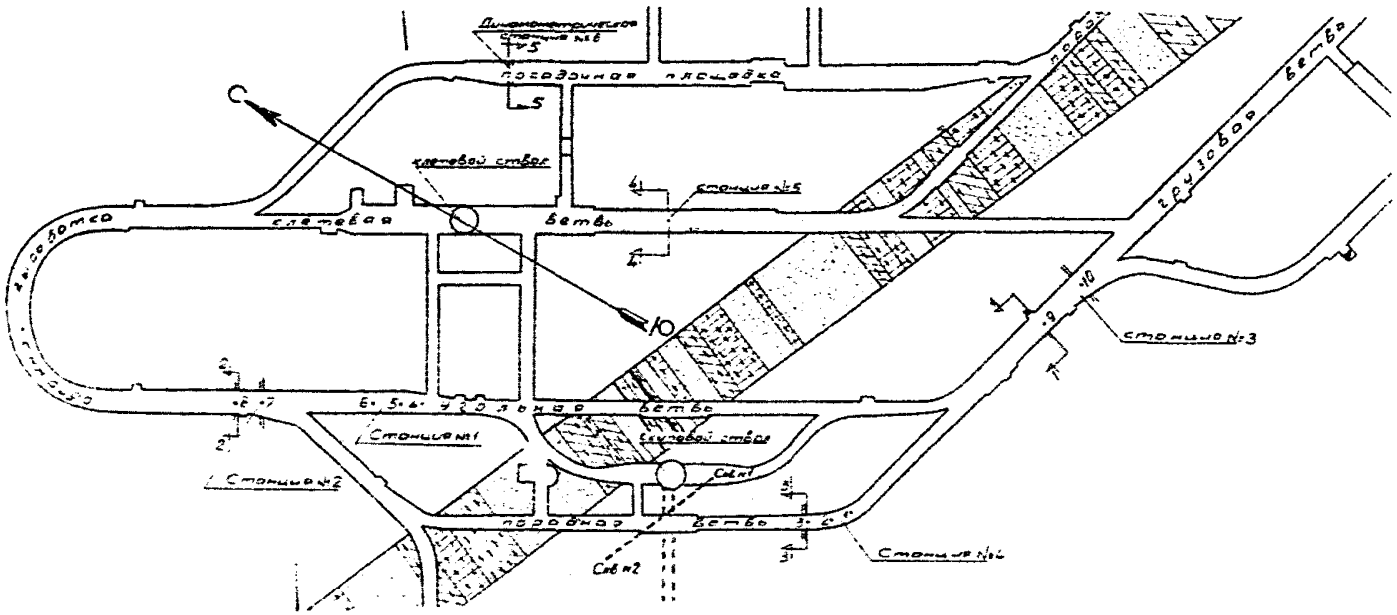
Обобщение результатов исследований проявлений горного давления в капитальных выработках

С переходом на глубины 600 м и более в капитальных выработках наблюдается деформация бетонной крепи вне зоны влияния очистных работ. Так, например на шахтах № 5/7 и 18 "Капитальные" в выработках околоствольного двора, пройденных соответственно на глубинах 690 и 810 м имеет место деформация бетонной крепи вскоре после ее возведения. В крепи образуются трещины в пяте и замке свода различных направлений - преимущественно вдоль пяты свода. Деформация монолитной бетонной крепи наблюдается как на сопряжениях выработок, так и в выработках двухпутевых и однопутевых.

Изучение характера и величины проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Воркутского месторождения производилось на 11 наблюдательных станциях - на девяти реперных и двух динамометрических, заложенных в выработках околоствольных дворов и главных откаточных квершлагах шахт № 18 и 40 "Капитальные" комбината Воркутауголь. Схема заложения наблюдательных станций в околоствольном дворе шахты № 18 "Капитальная" дана на рис. 3.

По всем замерным станциям проведены длительные инструментальные наблюдения.

Инструментальными наблюдениями, проведенными в 1965-1968 гг. установлено, что перераспределение напряженного состояния пород вокруг выработок происходит весьма интенсивно и длительное время. Наиболее интенсивное смещение пород контура выработок происходит в начальный период их проведения, особенно за первые 10 суток. За это время сближение кровли и почвы достигает 30-


С
Ю
Грузовой ствол
Клетевой ствол
Ствол №1
Ствол №2
Ствол №3
Ствол №4
Ствол №5
Ствол №6
Вентиляционный ствол
Вентиляционная площадка
Вентиляционная
Клетевая
Грузовая
Ветвь
Ветвь
Ветвь

40%, а через 30-35 суток после проведения выработки оно составляет около 70% общей величины сближения.

Максимальная интенсивность сближения кровли и почвы, зафиксированная за период наблюдений, достигла II,8-I2,2 мм/сутки в северной обгонной выработке горизонта - 620 м на шахте № I8 "Капитальная".

Интенсивность сближения пород контура выработок имеет затухающий характер и через 2,5-3,0 месяца на расстоянии 40-50 м от забоя, не превышает 0,I-0,2 мм/сутки. Наибольшая величина сближения пород кровли и почвы составляет около I70 мм за 3 года наблюдений.

Величина и интенсивность смещения пород контура выработки и крепи в северной обгонной выработке горизонта - 620 м шахты № I8 "Капитальная" даны на рис. 4.

Из полученных материалов видно, что в выработках глубоких шахт происходит смещение окружающих пород внутрь выработки. Этот процесс начинается с момента обнажения забоя и длится продолжительное время. Наиболее интенсивное смещения пород контура выработок происходит в начальный период проходки. С удалением от действующего забоя интенсивность смещения затухает и через 2,5-3,0 месяца на расстоянии 40-50 м имеет незначительную величину.

Сближение боковых стенок выработок происходит аналогично сближению пород кровли и почвы, но величина сближения в 4-6 раз меньше в крепких породах и I,5-2,0 раза больше в очень слабых породах с $\sigma_{сж} \leq 300$ кг/см^2.

На интенсивность смещения пород контура и состояние крепи выработок большое влияние оказывает технология их проведения, которая с увеличением глубины заложения капитальных выработок практически не изменилась. До настоящего времени в выработках околоствольных дворов постоянная крепь из монолитного бетона, как правило, возводится до груди забоя, т.е. выработка проходится на временную крепь участками по I0-20 м, затем забой останавливается и на данном участке возводится бетонная крепь, начиная от забоя. При возобновлении взрывных работ в забое не выдерживаются сроки первоначального набора прочности бетона, что приводит к

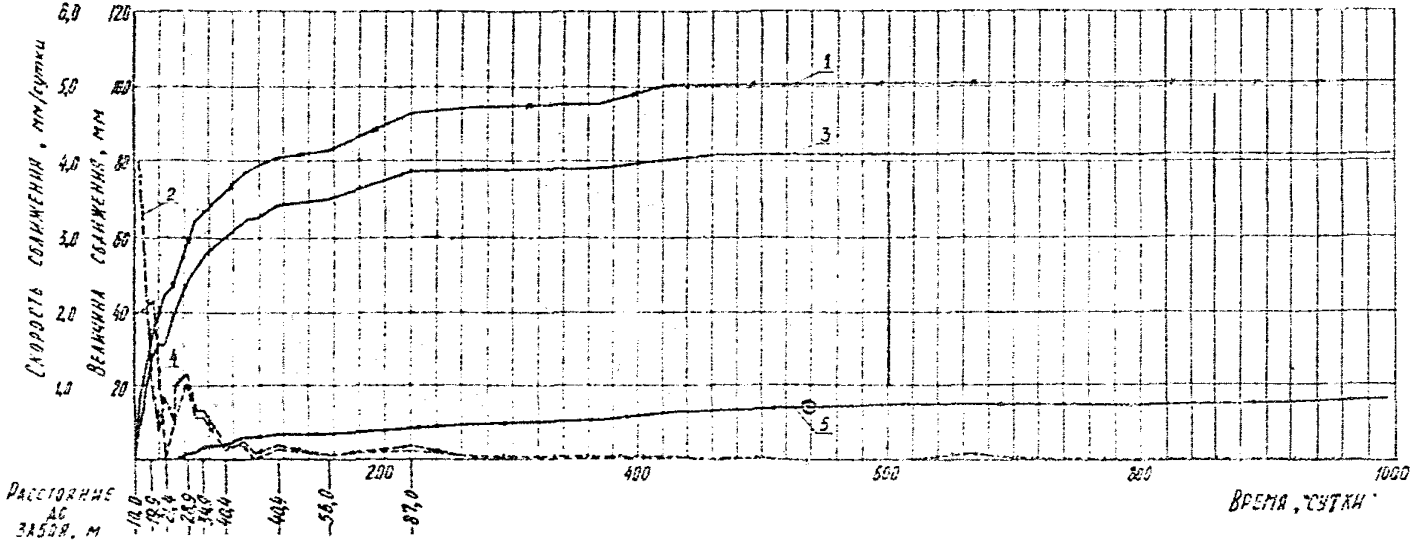


Рис. 4. Графики сближения пород контура и крепи в северной обгонной выработке околоствольного двора горизонта – 620 м на шахте № 18 "Капитальная": 1-величина сближения кровли и почвы; 2-скорость сближения кровли и почвы; 3-величина сближения свода крепи и почвы; 4 – скорость сближения свода крепи и почвы; 5 – величина сближения стенок крепи на уровне 0,7 м от почвы

образованию трещин деформации в бетонной крепи в стадии затвердения.

Сейсмические явления, вызываемые взрывными работами, способствуют смещению пород контура выработок. Влияние взрывных работ на интенсивность смещения пород контура выработок наблюдается на расстоянии 25-30 м от действующего забоя.

Остановка забоя на период возведения постоянной крепи приводит к снижению скорости сближения реперов кровли и почвы. С возобновлением работ скорость сближения возрастает.

Такое же влияние на смещение пород контура оказывают проходческие работы в параллельно проводимой выработке.

Величина смещения пород контура выработок, продолжающееся длительное время (3 года), зависит также от физико-механических свойств горных пород. В прочных породах (песчаниках) величина и интенсивность смещения значительно меньше (в I,5 раза), чем в слабых (аргиллитах), что видно из графиков, приведенных на рис. 5.

В результате исследования физико-механических свойств горных пород установлено, что с увеличением глубины разработки увеличиваются их прочностные характеристики.

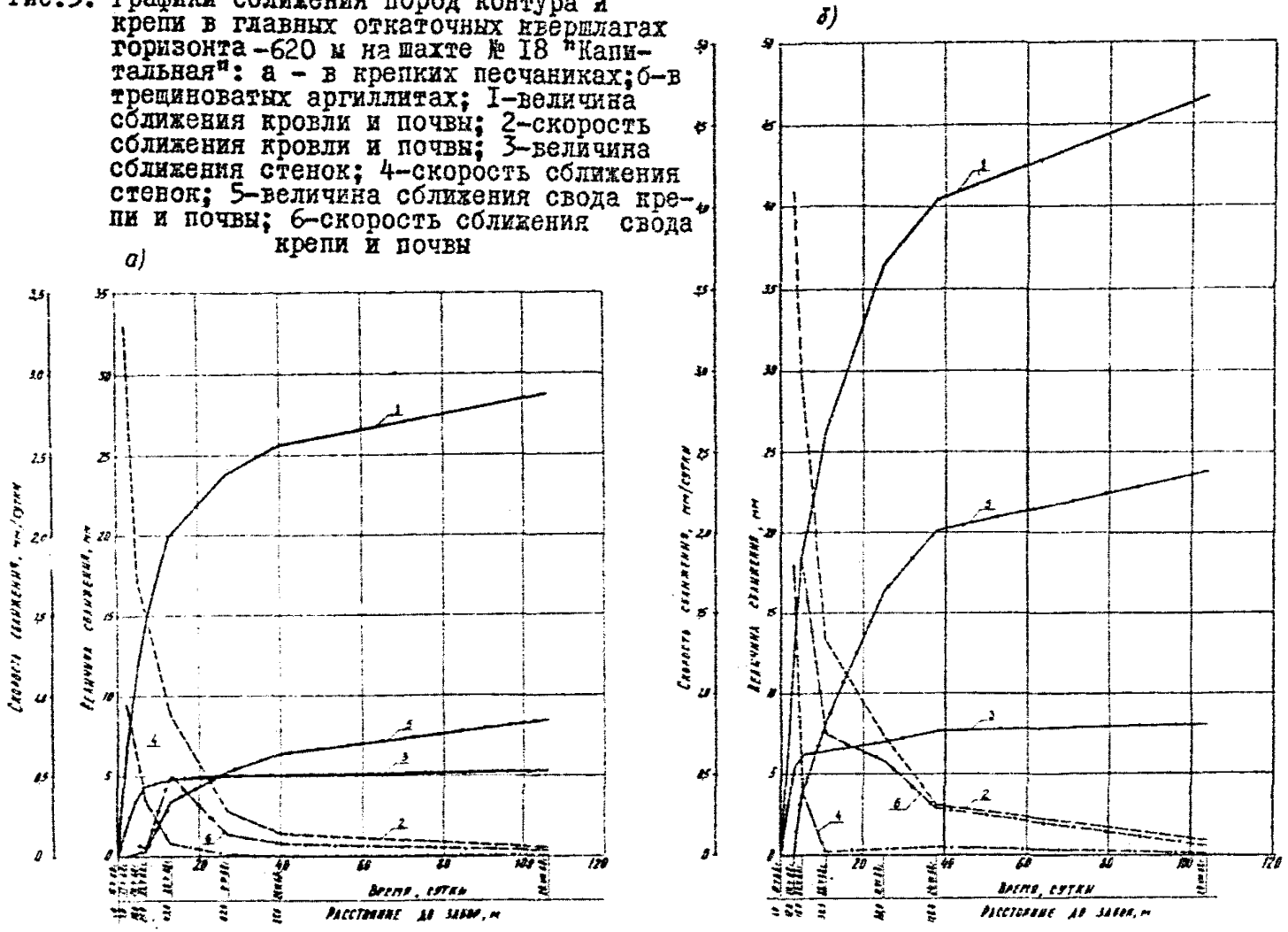
Из проведенных измерений на динамометрической станции, заложенной в монолитной бетонной крепи выработки околоствольного двора шахты № I8 "Капитальная", видно, что возрастание нагрузки на крепь протекает аналогично смещению пород контура и на нее также влияют взрывные работы.

Эпюра нагрузки на крепь дана на рис. 6.

Начало ведения проходческих работ после установки динамометрической станции характеризуется резким возрастанием нагрузки (до 7,73 т/м^2) при максимальной интенсивности I,02 т/м^2 в сутки. После прекращения взрывных работ нагрузка на крепь быстро стабилизируется, достигая 9,4 т/м^2, а скорость ее возрастания по истечении 30-35 суток незначительная и близка нулю, что видно из графика, приведенного на рис. 7.

Большое влияние на величину нагрузки (отпор крепи) и интенсивность ее возрастания оказывает закрепное пространство.

Рис.5. Графики сближения пород контура и крепи в главных откаточных квершлагах горизонта -620 м на шахте № 18 "Капитальная": а - в крепких песчаниках; б - в трещиноватых аргиллитах; 1-величина сближения кровли и почвы; 2-скорость сближения кровли и почвы; 3-величина сближения стенок; 4-скорость сближения стенок; 5-величина сближения свода крепи и почвы; 6-скорость сближения свода крепи и почвы



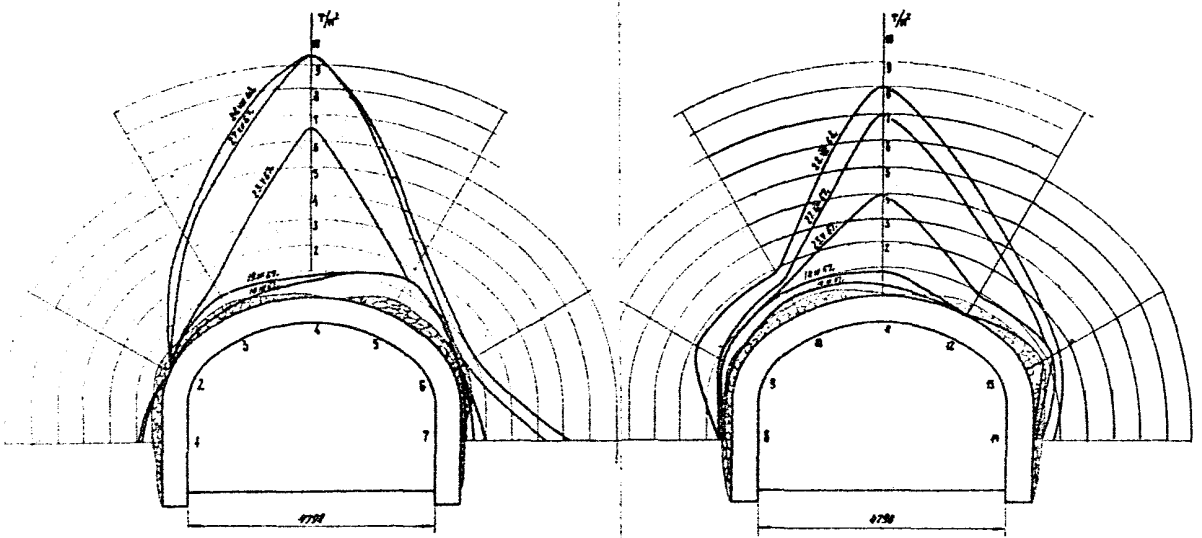


Рис. 6. Эпюры нагрузки на крепь посадочной площадки клетевого ствола горизонта - 620 м на шахте № 18 "Капитальная": I-I4 -номера динамометров

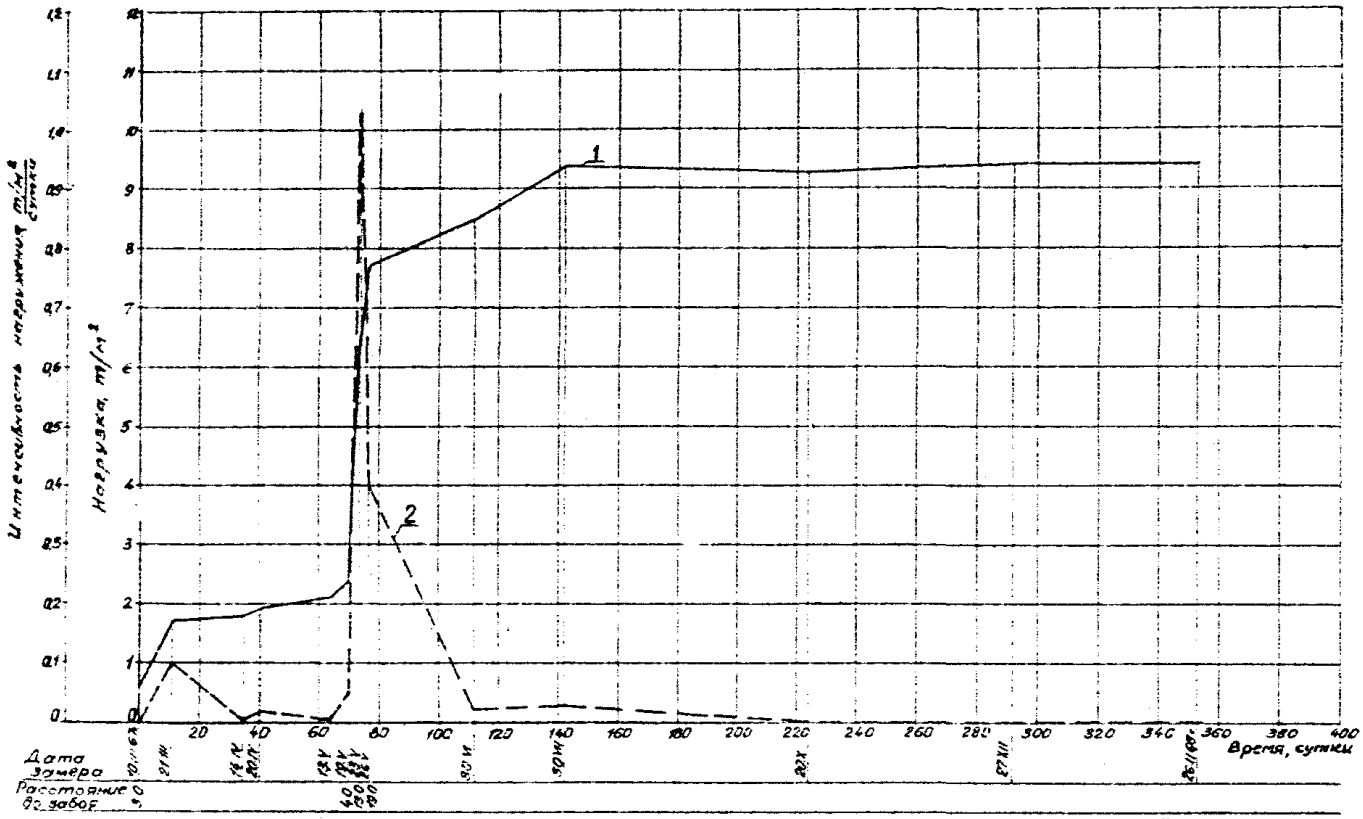


Рис. 7. Графики величин и интенсивности нагрузки на свод крепи посадочной площадки клетьевого ствола горизонта -620 м на шахте № 18 "Капитальная": 1-величина нагрузки; 2-интенсивность нагрузки

Наличие забученного пространства за крепью в несколько раз снижает нагрузку (отпор) на крепь. В местах, где крепь непосредственно контактируется с породами контура выработки нагрузка наибольшая и достигает 9,4 т/м^2(в своде), там же где имеется забутовочный слой между крепью и контуром она небольшая и колеблется в пределах 2,5-3,5 т/м^2.

Начало деформации бетонной крепи и ее разрушение приурочены к местам непосредственного контакта с боковыми породами. Отрицательное влияние неровностей контура выработок заключается в том, что в местах непосредственного контакта крепи с породами контура вследствие продолжающегося длительное время смещения пород образуется постоянно увеличивающееся сосредоточенное давление, которое и приводит к деформации крепи.

При выполнении работы была разработана и внедрена новая технология возведения монолитной бетонной крепи, которая устраняла вредное влияние первичного смещения окружающих пород. По этой технологии возведения крепи производится в два этапа (временная и постоянная). При этом постоянная крепь возводится с отставанием от забоя выработки не менее чем на 25 м, но не ранее чем через месяц после проведения выработки.

В качестве временной крепи применяется металлическая арочная податливая крепь, которая при возведении постоянной крепи остается в бетоне.

При этом было достигнуто устойчивое состояние крепи, скорость проведения увеличилась в 1,5-1,8 раза при снижении общих затрат на проведение выработок. Кроме того, была повышена безопасность работ. По этой технологии уже в 1968 г. пройдено 830 м выработок околоствольного двора шахты № 18 "Капитальная".

Инструментальные наблюдения, проведенные в главных откаточных квершлагах горизонта -620 м шахты № 18 "Капитальная" по установлению величины и характера смещения пород контура при сборной железобетонной тюбинговой крепи конструкции ВНИИОМШСа показали, что тюбинговая крепь соответствует дан-

ным конкретным горногеологическим условиям. Величина смещения пород контура небольшая и не превышает 50-60 мм. Наличие небольшого, в пределах 150-200 мм, закрепленного пространства, заполненного мелкой породой, вполне компенсирует смещение пород контура.

Из наблюдений, проведенных на шахте № 40, видно, что влияние надработки на состояние монолитной бетонной крепи главных откаточных квершлагов горизонта - 510 м зависит от расстояния до надрабатывающего очистного забоя, физико-механических свойств пород, пересекаемых квершлагами, и сечения выработок. В выработках малого сечения влияние надработки проявляется меньше. Схема заложения наблюдательной станции показана на рис. 8. На участках квершлагов, пройденных по устойчивым породам (песчаникам и алевролитам) деформация бетонной крепи либо отсутствует, либо выражена слабо, даже при небольшом расстоянии (25 м) до надрабатывающей лавы. В местах пересечения угольных пластов и неустойчивых пород (аргиллитов) величина смещения пород контура квершлагов достигает между кровлей и почвой 47,2 мм, а между стенками - 100 мм при расстоянии до надрабатывающей лавы 38 м по нормали.

Влияние надработки проявляется впереди действующего очистного забоя на расстоянии, равном величине зоны опорного давления, и прекращается после прохода лавы на расстоянии 20-25 м за надрабатываемой выработкой. По нормали к напластованию пород влияние надработки оказывается до 70 м и более.

Графики величин и интенсивности смещения пород контура и крепи приведены на рис. 9.

Наблюдения показали, что надработка не оказывает вредного влияния на бетонную крепь квершлагов, пройденных в монолитных песчаниках, если расстояние между квершлагами и надрабатывающим пластом более 45 м по нормали. Если же квершлаги пройдены по неустойчивым порсдам или пересекают пласты угля, то при расстоянии 70 м до надрабатывающего пласта происходит деформация бетонной крепи.

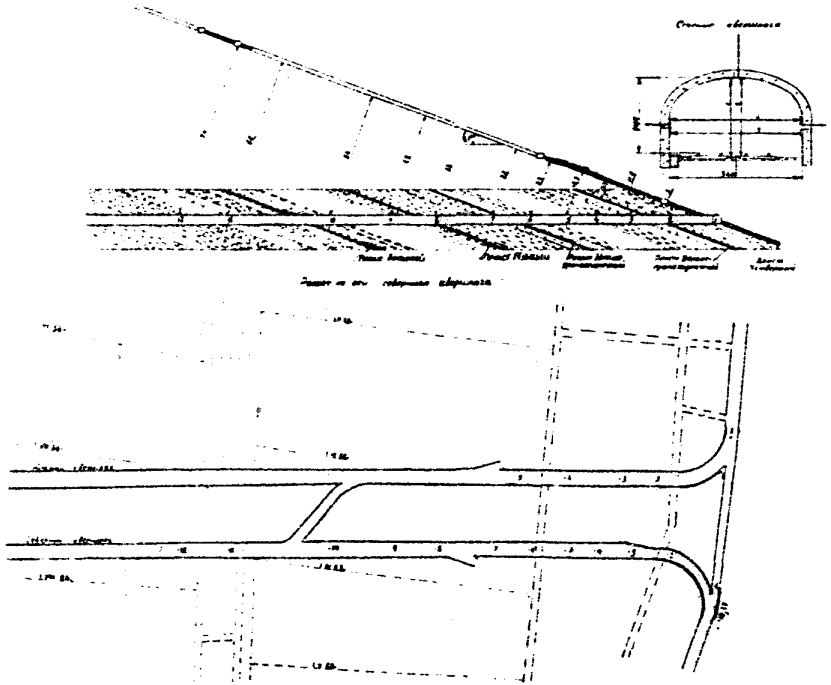


Рис. 8. Схема заложения наблюдательной станции в северном откаточном квершлаге горизонта – 510 м на шахте № 40:
I–I2-номера реперов

а)

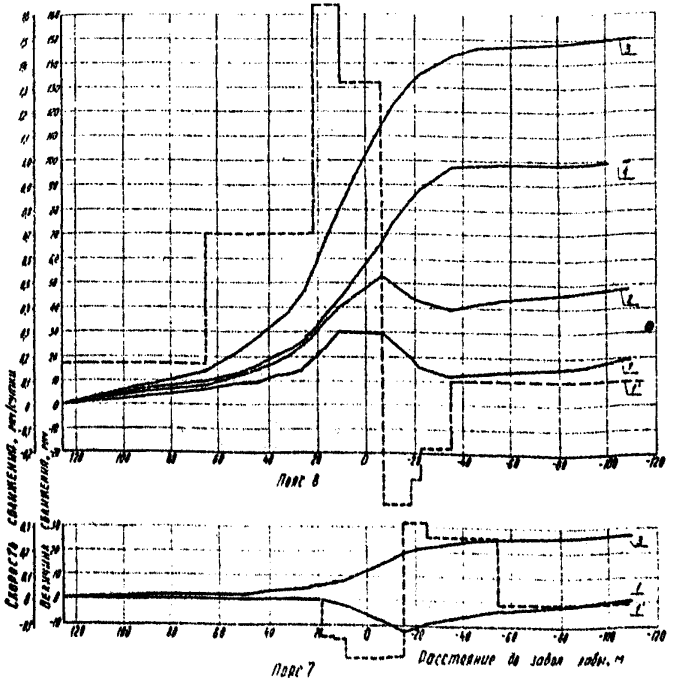


Рис. 9. Графики величин и интенсивности смещения пород контура и крепи северного квершлага гор. - 510 м на шахте № 40

а - по поясам реперов 7 и 8

I - величина сближения свода крепи и почвы; I'-интенсивность сближения свода крепи и почвы; 2-величина сближения стенок крепи; 3-величина сближения стенок крепи; 4 - величина сближения породных стенок

б)

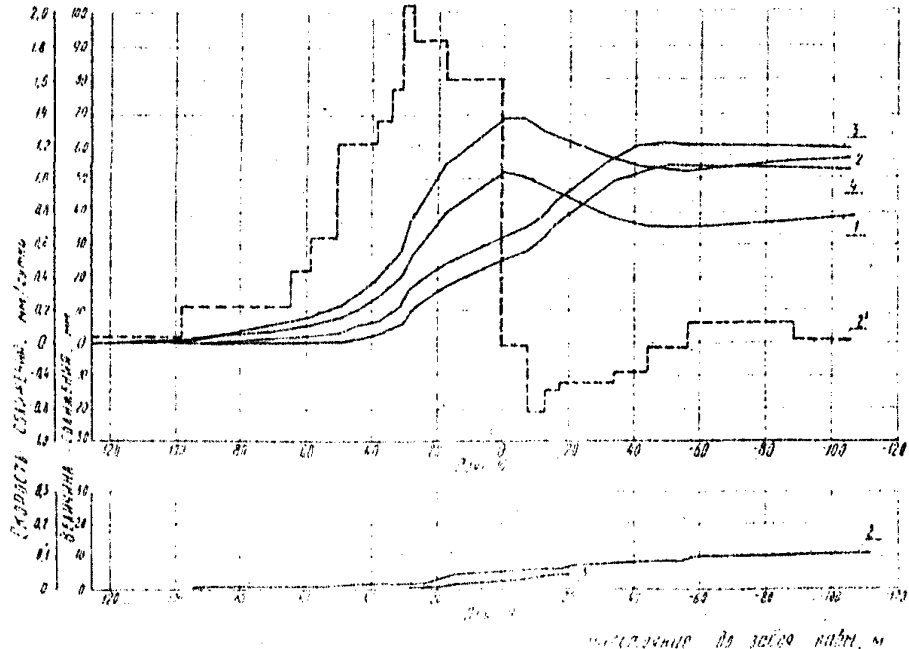


Рис. 9. Графики величин и интенсивности смещения пород контура и крепи северного квершлага гор.-510 на шахте № 40

б - по поясам реперов 9 и 10

I-величина сближения свода крепи и почвы; 2-величина сближения кровли и почвы; 2'-интенсивность сближения кровли и почвы; 3-величина сближения стенок крепи; 4-величина сближения породных стенок

Оценка мест расположения и обобщение результатов исследования проявления горного давления в полевых выработках

Для изучения влияния глубины заложения и прочностных свойств окружающих пород на состояние крепи полевых выработок на шахтах комбината Воркутауголь было проведено обследование этих выработок, заложенных в различных горнотехнических условиях.

Одновременно для изучения характера проявления горного давления на крепь полевых выработок, пройденных в различных горно-геологических условиях, установления основных факторов, влияющих на устойчивость крепи и для разработки рациональных схем расположения и способов крепления полевых выработок, были заложены наблюдательные станции на шахтах № I,5 и 40 комбината Воркутауголь. По всем заложенным станциям проводились длительные наблюдения за смещением окружающих пород во времени и устанавливалось влияние этого смещения на состояние крепи.

Из результатов обследований и наблюдений видно, что на шахтах комбината Воркутауголь выбор места заложения полевых штреков производится большей частью необоснованно. Большинство полевых штреков пройдено по нерабочим пластам угля, залегающим в слабых неустойчивых породах, что способствует деформации крепи штреков уже в первый период их эксплуатации и требует больших затрат на ремонт крепи и поддержание штрека.

Так, например, на шахте № I "Капитальная" южный полевой штрек третьего горизонта пройден по нерабочему Нижне-Промежуточному пласту угля, залегающему в неустойчивых слоистых аргиллитах и алевролитах с пределом прочности на одноосное сжатие 480-500 кг/см^2.

На основании результатов инструментальных и визуальных наблюдений установлено, что в рассматриваемых условиях, даже при сравнительно небольшой глубине от поверхности (360 м) происходит постоянное выдавливание слабых окружающих пород во внутрь выработки, которое не затухает с течением времени и

ведет к нарушению крепи даже в том случае, если выработка закреплена податливой металлической арочной крепью. На состояние полевого штрека в большей степени влияет опорное давление целиков угля оставленных по вышележащему пласту угля. Это давление приводит к полному нарушению крепи штрека. За 14 месяцев наблюдений сближение пород кровли и почвы составило 142 мм. На надработанном участке штрека смещение окружающих пород на 40-50% меньше, чем на ненадработанном участке, даже если после надработки прошло более 5 лет.

Схема заложения наблюдательной станции и графики сближения реперов приведены на рис. 10 и 11.

Характерные результаты наблюдений получены по наблюда - тельной станции, заложенной на шахте № 40 в южном полевом откаточном штреке горизонта - 510 м. Этот штрек пройден также по пласту Нижне-Промежуточному на глубине 670 м от поверхности. Несмотря на то, что полевой штрек пройден вне зоны влияния очистных работ и за весь период наблюдений находился также вне этой зоны, после проведения штрека происходит постоянное смещение окружающих пород во внутрь выработки. При этом в первый период в течение 25 суток наблюдается более интнесивное смещение со средней скоростью 18 мм в месяц, которое затем снижается до 6 мм в месяц, оставаясь постоянной в течение всего периода наблюде - ний. При этом происходит пучение пород почвы штрека.

Для сохранения сечения штрека проводились работы по подрывке почвы и перестилке пути. Графики величин и скоростей сближения реперов приведены на рис. 12.

Таким образом, установлено, что расположение полевого штрэка в неустойчивых породах Нижне-Промежуточного пласта не обеспечивает безремонтного его поддержания, так как при глубинах около 600 м происходит на контуре выработки реологическое смещение пород с малой удельной работой деформации. Такое же явление происходит в породах группы метагалуазита, имеющих гидрофильные свойства, приводящие к пучению почвы

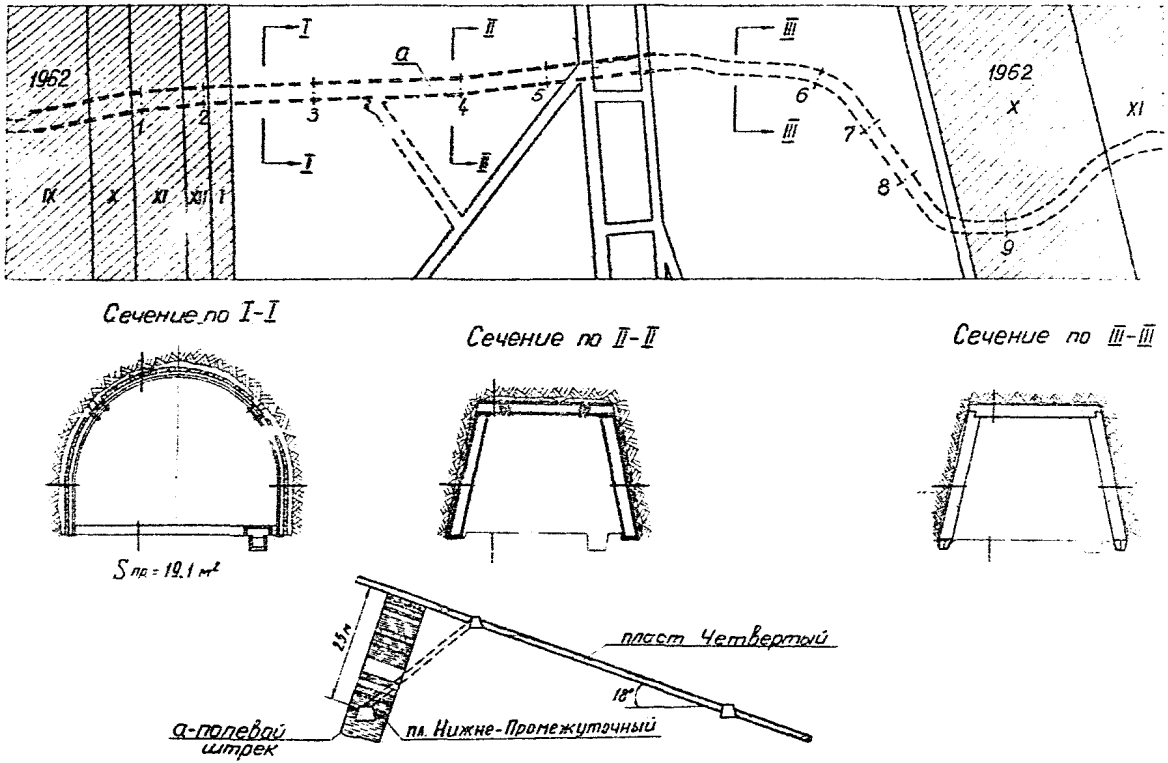


Рис. IO. Схема заложения наблюдательной станции в южном полевом штреке на шахте № I "Капитальная"

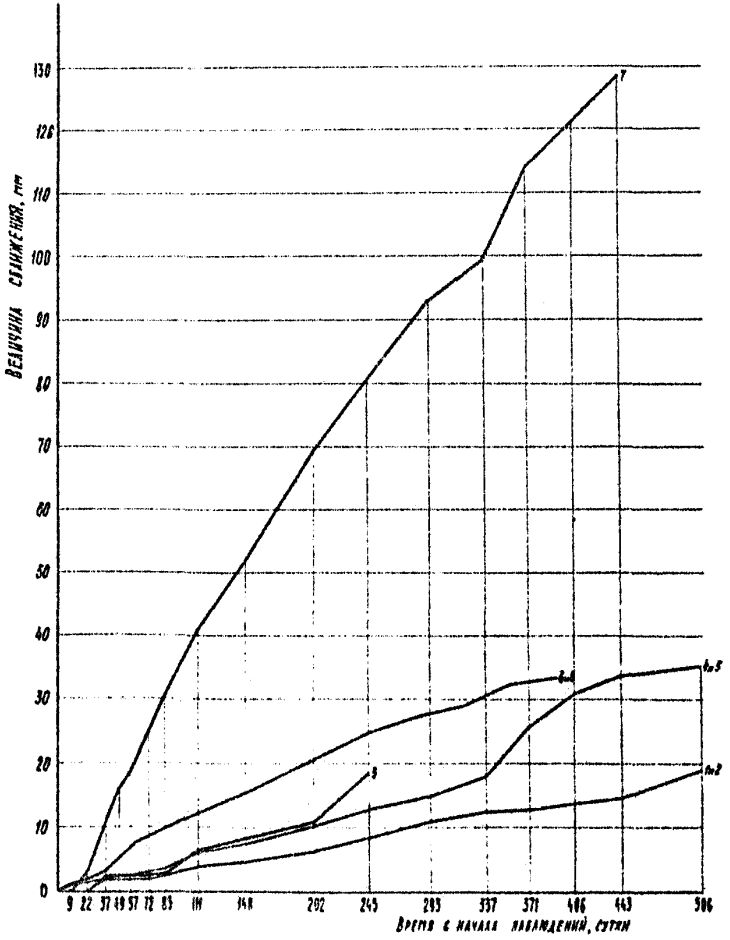


Рис. II. Графики сближения реперов кровли и почвы южного полевого штрека на шахте № I "Капитальная": I-8-номера реперов

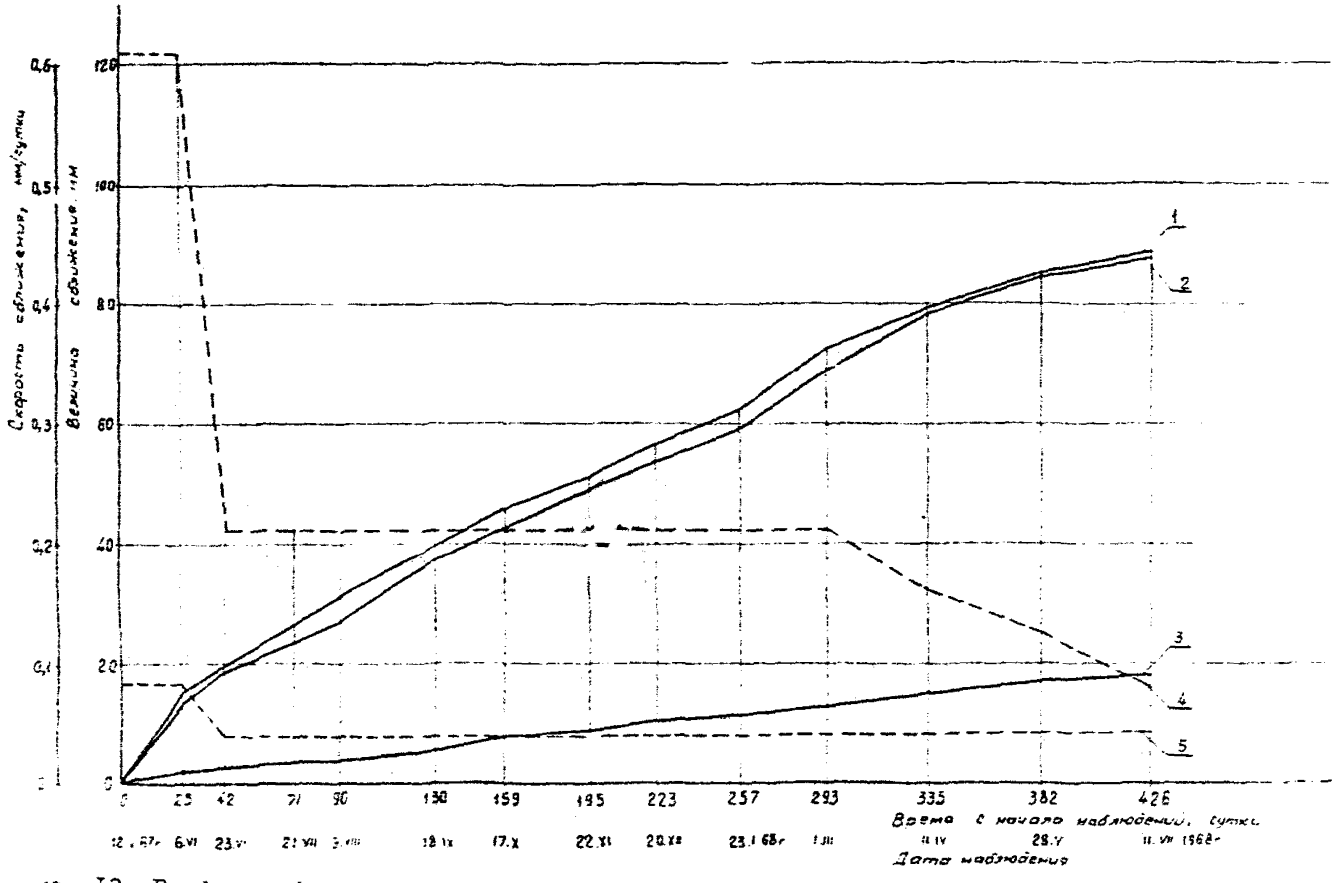


Рис. 12. Графики сближения реперов в южном полевом штреке на шахте № 40: 1-сближения кровли и почвы со стороны падения пласта; 2-сближение кровли и почвы со стороны восстания; 3-сближение стенок выработки; 4-скорость сближения кровли и почвы со стороны падения; 5-скорость сближения стенок выработок

даже вне зоны влияния очистных работ.

Для обеспечения безремонтного поддержания полевого штрека в условиях шахты № 40, его следовало бы проходить по устойчивым монолитным алевролитам и песчаникам на расстоянии I8-20 м по нормали от почвы пласта Четвертого. Предел прочности на одноосное сжатие залегающих здесь алевролитов составляет 850-950 кг/см^2, песчаников - I000-II00 кг/см^2.

На шахте № 5 северный и южный полевые штреки шестого горизонта пройдены сечением I5,3 м^2 в свету на глубине 600 м от поверхности в устойчивых породах кровли пласта Пятого с пределом прочности на одноосное сжатие более 900 кг/см^2. Штреки закреплены металлической арочной крепью.

Инструментальные наблюдения по северному полевому штреку проведены на участке штрека, расположенном в зоне влияния опорного давления околобремсберговых целиков вышележащих пластов Тройного и Четвертого.

Схема расположения наблюдательной станции приведена на рис.I3. За период наблюдений (I3 месяцев) штрек в районе наблюдательной станции подвергался влиянию опорного давления от ведения очистных работ по пластам Тройному и Пятому.

Несмотря на то, что штрек находился в зоне опорного давления целиков и подвергался влиянию временного опорного давления очистных работ общая величина сближения пород кровли и почвы за период наблюдений не превысила 82 мм, сближение стенок выработки во всех случаях в 3-4 раза меньше, чем сближение кровли и почвы, но характер смещения одинаков. Величина и интенсивность смещения реперов приведены на графике рис. I4.

За весь период наблюдений полевой штрек оставался в хорошем состоянии, деформации крепи не наблюдалось.

Следовательно при расположении полевого откаточного штрека в устойчивых породах (песчаниках или алевролитах) на состояние металлической арочной крепи не оказывает вредного влияния глубина разработки и дополнительное опорное давление охранных целиков вышележащего пласта.

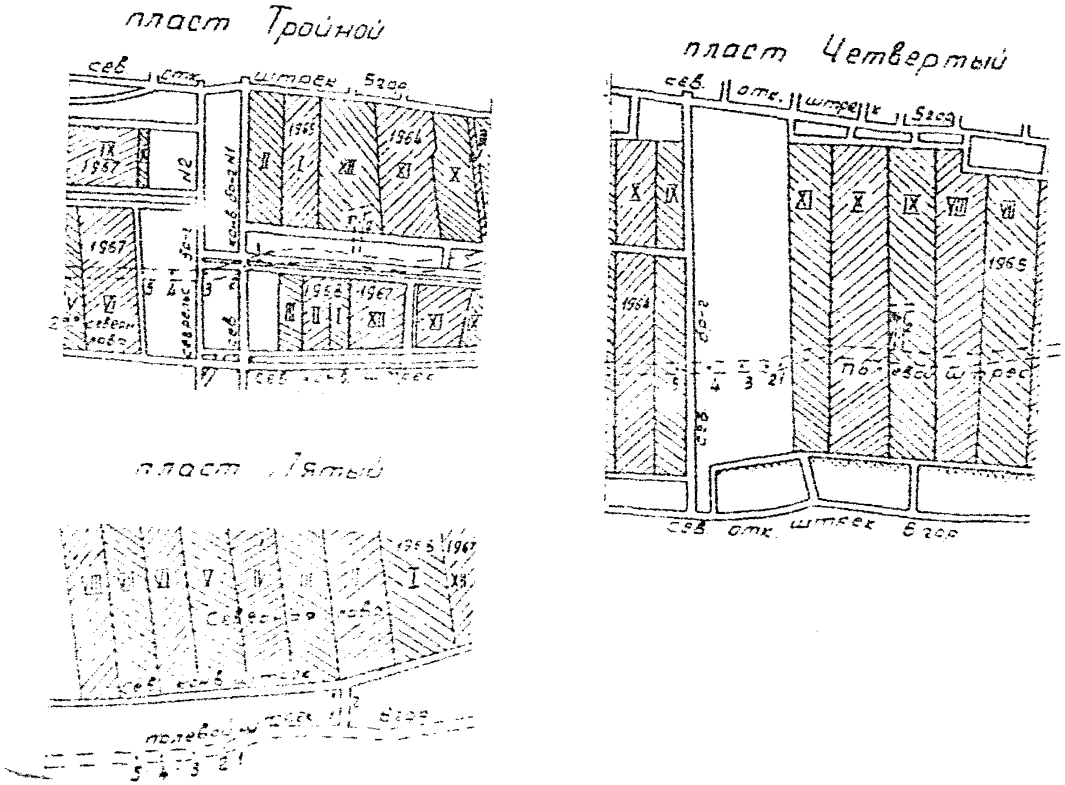
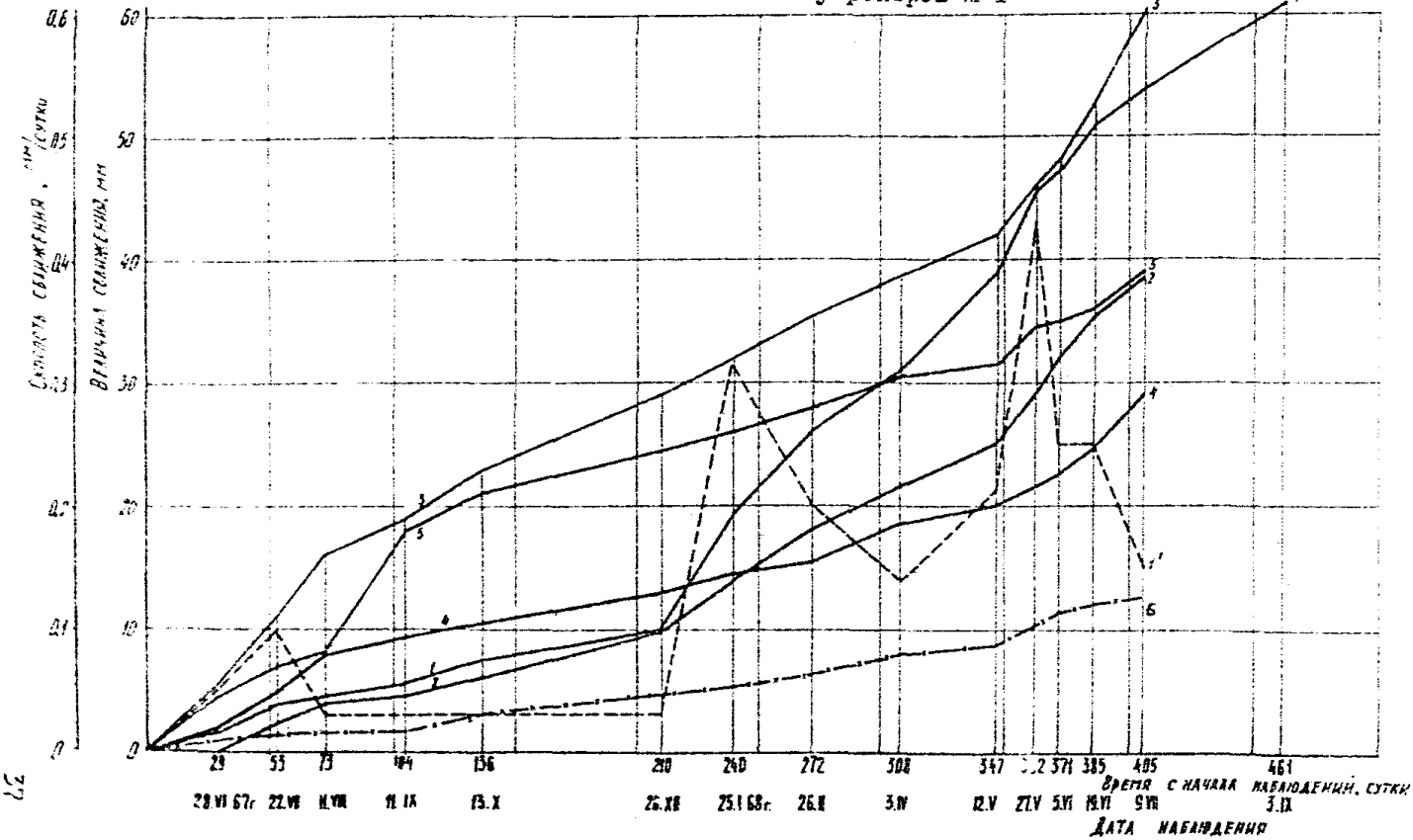


Рис. 13. Схема заложения наблюдательных станций в северном полевом штреке на шахта № 5. 1-5 – номера реперов

Рис. 14. Графики сближения реперов в северном полевом штреке на шахте № 5: I-5 – величины сближения кровли и почвы; I' – скорость сближения реперов № I; 6 – величина сближения боковых стенок у реперов № I



Для определения влияния временного опорного давления, развивающегося при выемке пласта угля при подработке на состояние крепи подготовительной выработки в зависимости от прочностных свойств окружающих пород, были проведены инструментальные наблюдения в южном квершлаге № 9 шахты № I "Капитальная".

Квершлаг № 9 пройден между пластами Первым и Четвертым сечением 4,I м^2 в свету. Длина квершлага 75 м. Глубина заложения 430 м от поверхности. Междупластье сложено из переслаивающихся аргиллитов и алевролитов. Ближе к пласту Первому залегают песчаники мелкозернистые, крепкие. Предел прочности на одноосное сжатие песчаников I000-I200 кг/см^2, а аргиллитов и алевролитов 550-800 кг/см^2. Схема заложения станции приведена на рис. I5.

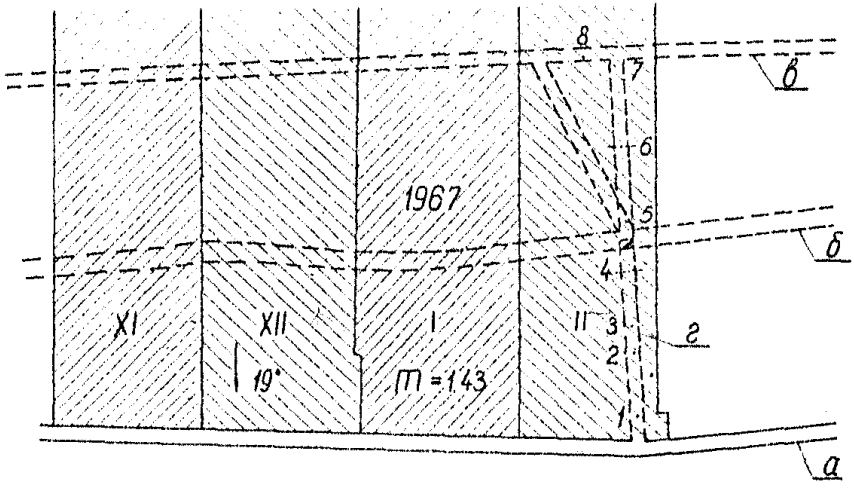
При надработке установлено, что величина смещения в устойчивых породах имеет значительно меньшую величину, чем в не - устойчивых. Небольшая деформация устойчивых пород-песчаников при надработке по сравнению с более слабыми - алевролитами хорошо прослеживается на графике величин сближения кровли и почвы, приведенном на рис. I6.

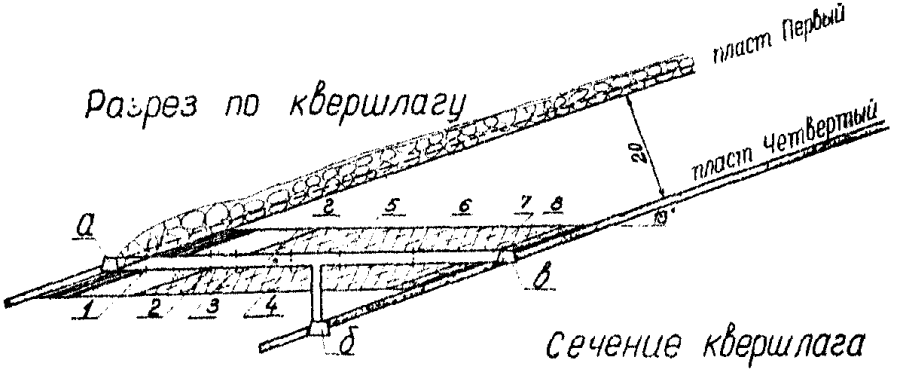
Усиленное опорное давление при надработке оказало вредное влияние на крепь квершлага на участке, где расстояние до почвы надрабатываемого пласта не превышает 6 м. При большем расстоянии деревянная крепь не деформируется. Величина смещения пород кровли и почвы не превышает податливости деревянной крепи.

Следовательно надработка выработок небольшого сечения (4,5-6,0 м^2), пройденных в устойчивых и средней устойчивости породах, закрепленных податливой крепью (деревянной или металлической) возможна и не причиняет большого вреда надрабатываемой выработке при расстоянии от пласта до выработки более 6 м.

Исследование влияние очистных работ на полевые штреки методом моделирования

В модели из эквивалентных материалов исследовалось влияние очистных работ пластов Четвертого и Пятого на полевой штрек горизонта - 5I0 м на шахте № 40 при различном его расположе-





Сечение квершлага

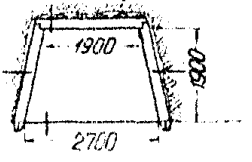


Рис. 15. Схема заложения наблюдательной станции в квершлаге № 9 на шахте № 1 "Капитальная": 1-8 номера реперов; а-конвейерный штрек пласта Первого; б-откаточный штрек пласта Четвертого; в-конвейерный штрек пласта Четвертого; г-квершлаг № 9

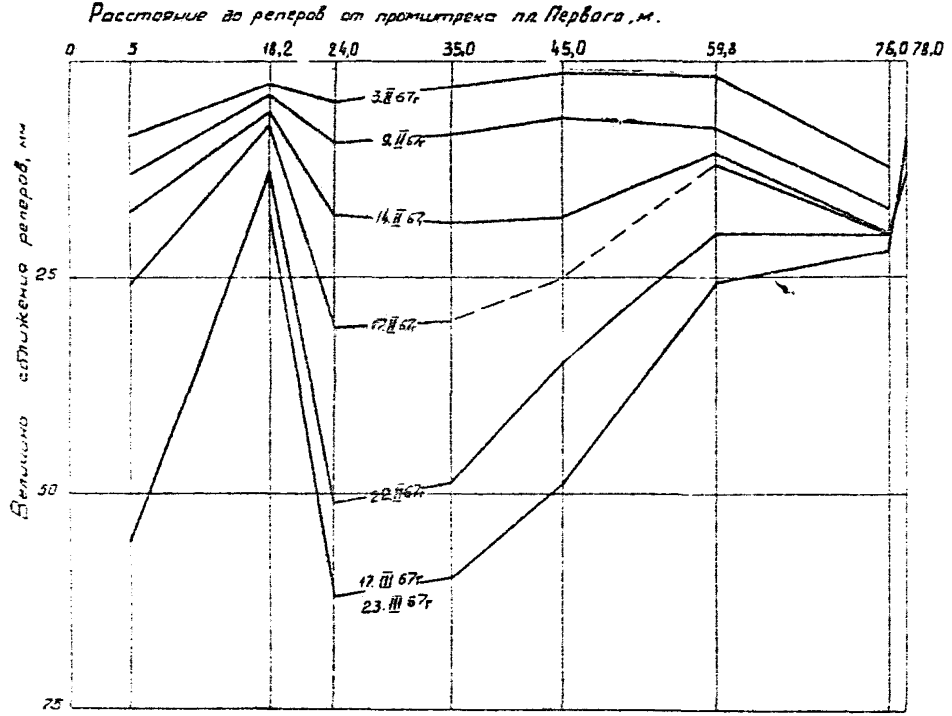


Рис. I6. Графики величин сближения кровли и почвы по квершлагу № 9 на шахте № I "Капитальная"

нии по отношению к этим пластам и в различных по крепости породах. В натурных условиях полевой штрек проходится по нерабочему пласту Нижне-Промежуточному, залегающему выше пласта Пятого на расстоянии 8-10 м по нормали на глубине 670 м от поверхности. Угол падения пластов составляет 12°.

Расположение выработок в модели, ее размеры, разрез и схема расстановки измерительных приборов приведены на рис. 17. Масштаб модели принят 1:50.

В модели отрабатывались пласты Четвертый и Пятый в нисходящем порядке. Подвигание забоев в натурных условиях принято равным 2,5 м в сутки. С учетом геометрического масштаба времени подвигание забоев в модели составляло 5 см в час.

При отработке пласта Четвертого изучалось влияние надработки на полевые штреки № 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7, из которых выработки № 5 и 6 соответствуют по расположению натурному полевому штреку шахты № 40.

Сближения кровли и почвы выработок в зависимости от расстояния до забоя приведены на графиках (рис. 18). Полученные материалы позволяют установить следующее:

1. Опорное давление в выработках начинает проявляться на расстоянии 50-60 м от забоя, а максимальное сближение кровли и почвы отмечалось примерно в створе с забоем надрабатывающего пласта.

После прохода забоя происходит расширение выработки, которое продолжается на участке 30-40 м. Затем, за счет давления, передаваемого обрушенными породами сближение кровли и почвы выработок начинает возрастать. При дальнейшем подвигании забоя процесс сближения постепенно затухает и почти полностью прекращается на расстоянии 70-90 м позади забоя.

2. Максимумы сближения кровли и почвы в зоне опорного давления и расширения в зоне разгрузки уменьшаются по мере увеличения расстояния между выработкой и надрабатывающим пластом. В этой связи можно отметить, что на выработку № 7, расположенному по пласту Восьмому на расстоянии 56 м от пласта Четвертого, отработка последнего не оказывает влияния.

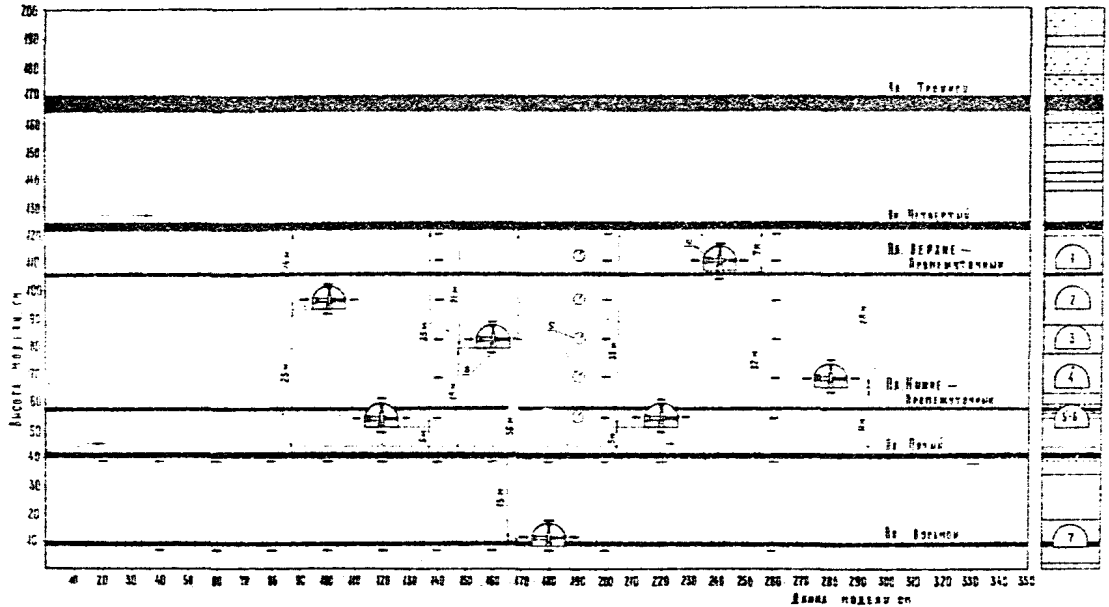


Рис. I7. Схема расположения выработок и измерительных приборов в модели: I–7 номера выработок; 8–микродеформаторы Д-2; 9–индикатор ИЧ-I0; I0–тензометрические стойки

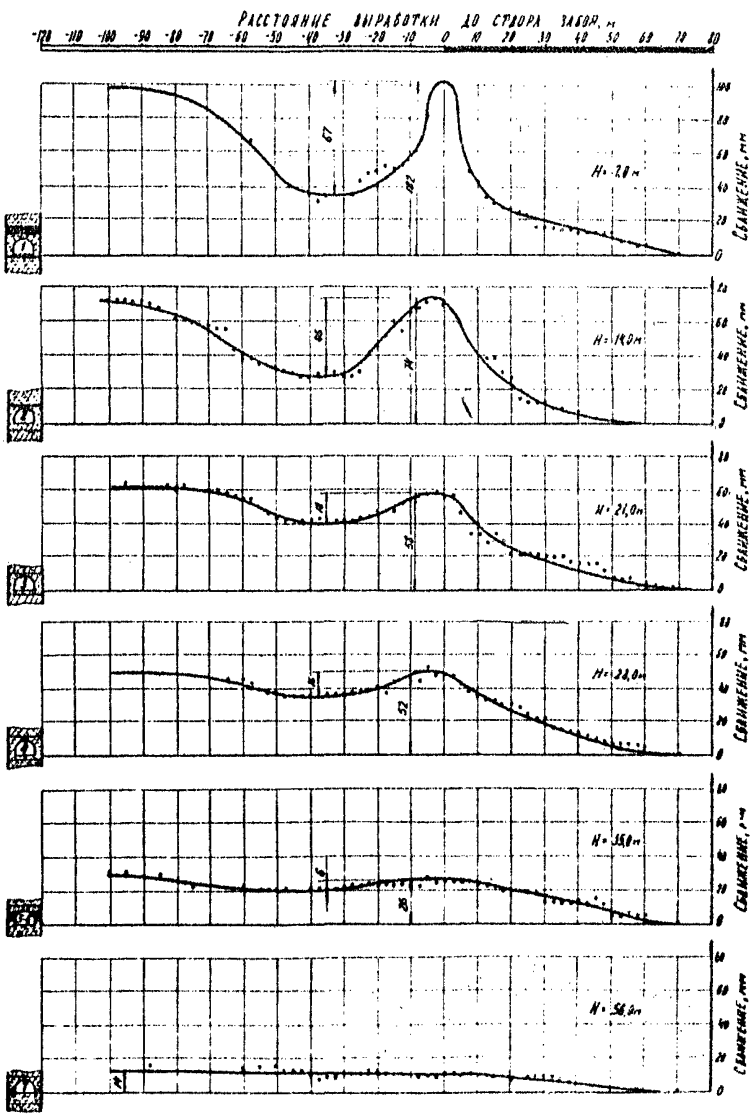


Рис. I8. Графики величин сближения кровли и почвы выработок при надработке пластом Четвертым: I-7-номера выработок

3. Влияние надработки на полевые штреки № 3 и 4 примерно одинаково, несмотря на то, что выработка № 4, пройденная в песчаниках, расположена на 7 м ближе от пласта, чем выработки № 3, пройденная в алевролитах, т.е. на модели подтверждается тот факт, что выработки окруженные более устойчивыми породами, при прочих равных условиях, будут меньше подвержены вредному влиянию надработки.

При расположении полевого штрека в устойчивых породах может быть допущена его надработка при расстоянии по нормали от штрека до подрабатывающего пласта 10-15 м.

При отработке пласта Четвертого наибольшим деформациям подвергалась выработка № I, расположенная на 7 м ниже пласта Четвертого. При проходе забоя над выработкой в ее кровле образовалась продольная трещина, распространившаяся до почвы отрабатываемого пласта.

Отработка пласта Пятого до отметки 240 см (см. рис. I7) производилась с одной стороны модели, а затем с двух сторон в направлении к выработке № 5.

Этим имитировалась подработка полевых штреков № I, 3, 4 и 6, вторичная надработка штрека № 7, а также различная ширина охранного целика по пласту Пятому под выработкой № 5, соответствующей по расположению полевому штреку шахты № 40.

Графики сближения кровли и почвы выработок № I, 3, 4, 6 и 7 в зависимости от расстояния до забоя приведены на рис. I9.

Из сравнения графиков можно установить, что качественные характеристики процесса сближения кровли и почвы выработок при их подработке и надработке близки между собой, однако в количественном отношении подработка, при прочих равных условиях, оказывает значительно большее вредное влияние, чем надработка. Максимальные величины сближения кровли и почвы выработок в зоне опорного давления и расширения в зоне разгрузки при надработке их пластом Четвертым и подработке пластом Пятым приведены в табл. 3.

Из табл. 3 можно сделать выводы, что примерно на одинаковых расстояниях от пласта, при подработке максимальное сбли-

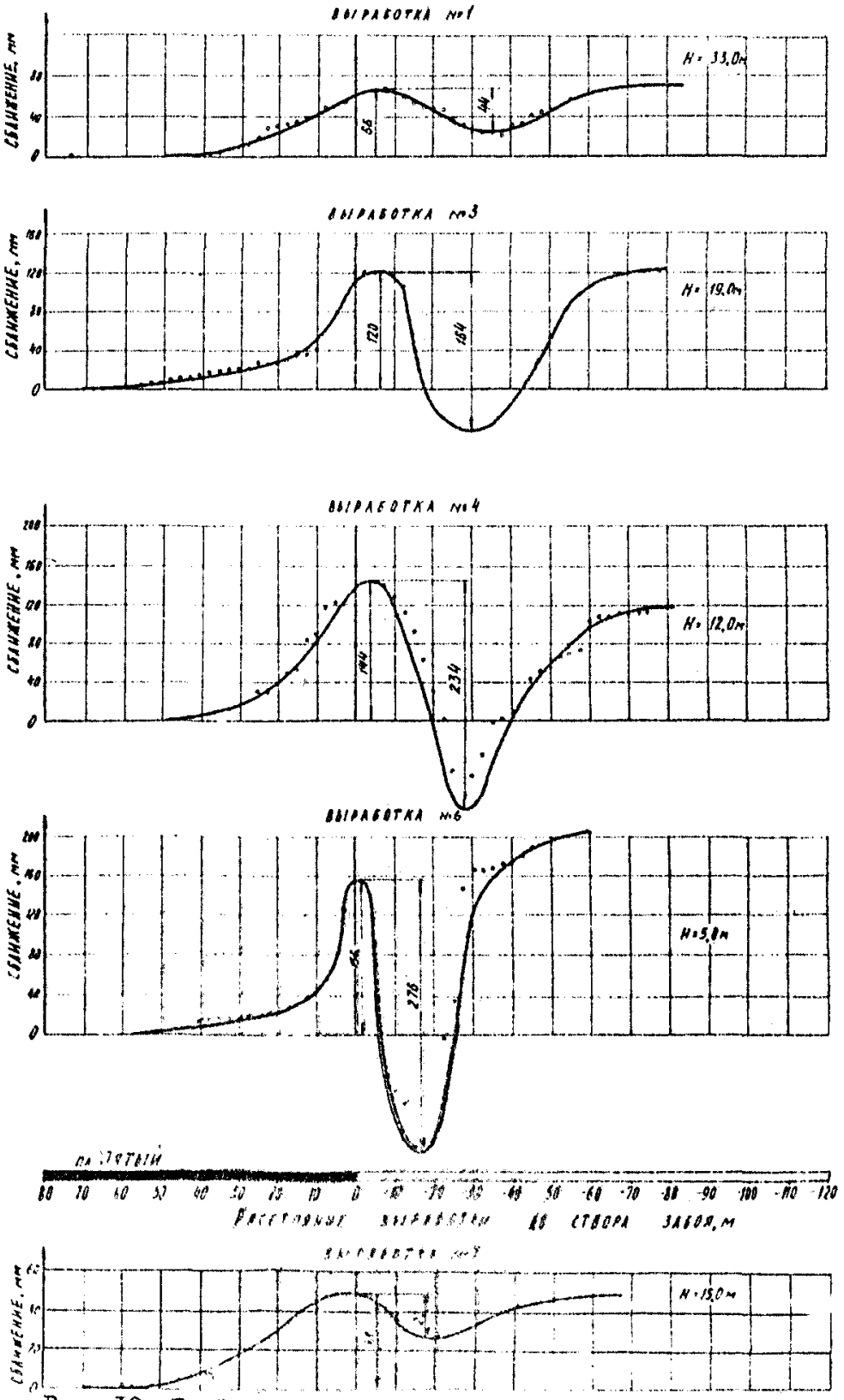


Рис. 19. Графики величины сближения кровли и почвы выработок при отработке пласта Пятого

Таблица 3

Надработка пластом Четвертым				Подработка пластом Пятым			
№ выработок	Расстояние от пласта, м	Максимальное сближение в зоне опорного давления, мм	Максимальное расширение в зоне разгрузки, мм	№ выработок	Расстояние от пласта, м	Максимальное сближение в зоне опорного давления, мм	Максимальное расширение в зоне разгрузки, мм
I	7	I02	67	6	5	I56	276
2	I4	74	46	4	I2	I44	234
3	2I	58	I8	3	I9	I20	I64
4	23	52	I6	-	-	-	-
5-6	35	26	6	I	33	66	44
7	56	I4	-	7[x]	I5	48	22

[x] вторичная надработка

жение кровли и почвы в зоне опорного давления в 1,5-2,5 раза, а максимальное расширение в зоне разгрузки в 4-7 раз больше, чем при надработке.

Для проведения исследований влияния охранного целика по пласту Пятому на выработку № 5, отработка пласта в пределах модели производилась с двух сторон, т.е. охранный целик укорачивался симметрично оси выработки. При ширине целика, равной 45 м была произведена остановка забоев на 110 часов (110 суток в пересчете на натуру).

Результаты измерений сближения кровли и почвы выработки № 5 при различной ширине охранного целика по пласту Пятому приведены в табл. 4.

Таблица 4

Ширина целика, м	Сближение, мм	Время, сутки	Скорость, мм/сутки	Ширина целика, м	Сближение мм	Время, сутки	Скорость сближения, мм/сутки
120	13,0	0	0	55	25,0	1,0	3,0
115	13,0	1	0	50	28,5	1,0	3,5
110	14,0	1	1,0	45	33,0	1,0	4,5
105	16,0	1	2,0	45	126,0	70,0	1,25
100	16,0	1	0	45	147,0	40,0	0,5
95	16,0	1	0	40	148,0	1,0	1,0
90	17,0	1	1,0	35	154,5	1,0	6,5
85	17,0	1	0	30	169,5	1,0	15,0
80	17,5	1	0,5	25	187,5	1,0	18,0
75	18,5	1	1,0	20	230,0	1,0	42,5
70	20,5	1	2,0	10	371,0	2,0	70,5
65	21,5	1	1,0	0	358,0	2	-6,2
60	22,0	1	0,5	-	-	-	-

Из табл. 4 видно, что скорость сближения кровли и почвы выработки, превышающая 1,0 мм/сутки, начинается при ширине целика меньше 60 м (по 30 м в обе стороны от оси выработки).

После остановки забоя у границ охранного целика, сближение кровли и почвы выработки продолжаются еще в течение 3–4 месяцев.

Из исследований на модели можно сделать выводы:

1. Учитывая величины сближения вне зоны и в зоне влияния очистных работ, глубину разработки и срок службы полевых штреков, для поддержания последних необходимо применять только податливую крепь (металлическую или железобетонную).

2. Выработки, как правило, необходимо проходить в устойчивых породах.

3. Допустимое расстояние между полевым штреком и надрабатывающим пластом должно быть не менее 15–20 м.

4. Опережающее проведение выработок в подрабатываемой части массива может быть допущено при $H=35-40m$ (m – мощность подрабатывающего пласта).

5. Расположение полевого штрека горизонта – 510 м на шахте № 40 нельзя признать удачным, так как штрек пройден в слабых боковых породах.

Исследование физико-механических свойств горных пород на участках заложения замерных станций

Физико-механические свойства горных пород глубоких горизонтов Воркутского месторождения определились с целью установления влияния прочностных и деформационных характеристик на устойчивость выработок и на выбор наиболее рациональных мест их заложения.

Основными задачами проведенных исследований являются:

1. Определение количественных показателей прочностных и деформационных свойств горных пород, петрографического и минералогического состава.

2. Установление влияния физико-механических свойств на деформации в окружающих выработку породах.

3. Уточнение и обоснование мест заложения полевых выработок по геологическим факторам (литологическому составу, прочностным и деформационным свойствам пород).

В соответствии с этими задачами установлен комплекс и номенклатура свойств пород, подлежащих определению. Определен петрографический состав пород и произведено подразделение всех литологических разностей на группы с преобладающим видом цемента.

Для некоторых проб аргиллитов произведено определение минералогического состава пород методом рентгеноструктурного анализа с целью выявления склонности отдельных групп глинистых минералов к поглощению влаги и пучению.

Определение прочностных свойств горных пород произведено по методике ИГД им. А.А. Скочинского достаточно апробированной и принятой для массовых испытаний пород. Определение деформационных показателей произведено импульсным ультразвуковым методом с помощью прибора ИПА по методике ВНИМИ.

Оценка устойчивости боковых пород произведена по удельной работе деформации в пределах упругой области. Удельная работа деформации является интегральной характеристикой прочности и деформируемости пород. По величине этого показателя можно судить об устойчивости боковых пород. Высокая удельная энергия, требуемая для разрушения, характеризует устойчивость пород в зависимости от физико-механических свойств.

Удельная работа деформации определена по известной зависимости

$$a = \frac{\sigma_{сж}}{2E_g},$$

где a – удельная работа деформации в пределах упругой области, кгсм/м^3;

$\sigma_{сж}$ – предел прочности на сжатие, кг/см^2;

E_g – динамический модуль упругости, кг/см^2

В соответствии с поставленными задачами, на участках заложения замерных станций был произведен отбор проб горных пород

в виде штуфов и кернового материала из разведочных скважин диаметром 75-93 мм. Отбор, транспортировка и обработка проб производились согласно общепринятым методикам. Все материалы исследований приведены в полном отчете по теме.

В этой работе приведены только результаты определения количественных показателей физико-механических свойств пород по скважинам ж-517 и ж-518, пробуренным на горизонте - 620 шахты № 18 "Капитальная" (рис. 20) и по скважине п-614, пробуренной в центральном поле горизонта - 510 шахты № 40 (рис. 21).

Средний литологический состав пород, пересеченных скважинами ж-517 и ж-518, представлен песчаниками, составляющими 60,35%, алевролитами - 31,5%, аргиллитами - 8,15%.

Из проведенных исследований видно, что в зоне расположения выработок околоствольного двора породы в основном представлены тремя литологическими разностями различной мощности, переслаивающимися между собой.

В песчаниках пределы прочности на сжатие изменяются от 945 до 1795 кг/см^2, а динамический модуль упругости - от $3{,}18 \times 10^5$ до $5{,}85 \times 10^5$ кг/см^2. Удельная работа деформации "а" колеблется в пределах от 1,24 до 2,77 $\frac{кг.см}{см^3}$.

В алевролитах пределы прочности на сжатие изменяются от 465 до 985 кг/см^2, динамический модуль упругости - от $2{,}8 \times 10^5$ до $4{,}8 \times 10^5$ кг/см^2. Удельная работа деформации колеблется от 0,4 до 1,25 $\frac{кг.см}{см^3}$.

В целом породы можно охарактеризовать, как устойчивые. Однако, в местах заложения замерных станций, где наблюдаются наибольшие деформации крепи выработок характерно присутствие наименее прочных пород. В табл. 5 приведены показатели прочностных и упругих свойств пород, удельной работы деформации и величины конвергенции пород по некоторым замерным станциям, расположенным в капитальных и полевых выработках вне зоны влияния очистных работ и в зоне установившегося горного давления.

Глубина пересечения слоев, м	Мощность слоя, м	Индексы угольных пластов	Литологический разрез	Краткое описание перебуренных пород	Номер образца	$\sigma_{сж}$, кг/см²	$E_д \times 10^{-5}$, кг/см²	a, кг·см/см³
39,5 33,5	5,0 1,8			Алевролит темносерый выше средней крепости	338	1150	4,25	1,53
31,7	5,2			Песчаник мелкозернистый	337	875	3,15	1,22
26,5	3,5			Алевролит мелкозернистый средней крепости	336 334	735 495	3,05 2,30	0,90 0,53
23,0	3,1			Аргиллит выше средней крепости	332 331	716 597	2,70 2,54	0,95 0,71
19,9	0,4	$П_{14 \text{ [illegible]}}$		Уголь				
19,0	3,8			Алевролит мелкозернистый	329	570	2,25	0,72
14,2	3,2			Аргиллит средней крепости	328	473	2,30	0,49
11,0	2,7			Алевролит переслаивается с аргиллитом	325 324	905 455	2,80 2,16	1,46 0,48
8,3	1,2			Песчаник мелкозернистый крепкий	323 322	760 1880	2,70 4,50	1,07 2,14
7,1	1,4			Алевролит	321	686	3,50	0,67
5,7	5,7			Песчаник алевролитовый	320	640	2,85	0,87
				Алевролит мелкозернистый выше средней крепости, переслаивается с песчаником алевролитовым	319	1230	3,52	2,14
	1,4	$П_{11}$		Уголь				
1,0	1,0			Аргиллит				
7,5	6,5			Алевролит средней крепости	339			
7,8 17,0	0,3 9,2			Алевролит средней крепости	340 341 342	750 715 628	3,86 2,90 2,50	0,73 0,83 0,79
22,0	5,0			Песчаник мелкозернистый монолитный	343 344 346	874 836 963	2,70 2,36 4,45	0,76 1,48 1,04
29,0	7,0			Алевролит темносерый выше средней крепости	349 350	1100 482	4,25 3,6	1,42 0,32
33,5	4,5			Песчаник мелкозернистый ниже средней крепости	351 352	557 497	3,56 2,40	0,44 0,52
38,5	5,0			Алевролит ниже средней крепости	354	374	1,30	0,53
[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]				

Рис. 20. Разрез по скважинам ж-517 и ж-518, пробуренным на горизонте -620 м на шахте № 18 "Капитальная"

Глубина залегания слоев, м	Мощность слоя, м	Литологическая колонка	Краткое описание пройденных пород	Номер образца	$\sigma_{сж}$, кг/см²	$E_д \cdot 10^{-3}$, кг/см²	λ, кг·см/см³
			Песчаник мелкозернистый кремнистый	170	1346	4,19	2,06
			Аргиллит песчанистый кремнистый	171	1080	3,25	1,24
			Песчаник мелкозернистый кремнистый	172	1080		
			Аргиллит средней крепости	173			
14,30	9,20		Алевролит мелкозернистый крепкий	174	755	480	0,59
			Песчаник мелкозернистый серый, кремнистый, внизу часто переслаивается с песчаником средне-зернистым	174	1180	4,92	1,50
				175	1795	5,83	2,77
15,50	1,60			172	965	2,44	1,30
16,10	0,60		Алевролит мелкозернистый крепкий	177	540	3,86	0,60
18,10	2,00		Песчаник средне-мелкозернистый кремнистый	178	1170	5,50	1,68
18,30	0,20		Аргиллит плотный средней крепости	179	1110	3,43	1,85
			Алевролит мелкозернистый, темно-серый, средней крепости	180	840	3,43	0,90
19,80	1,50			181	468		
20,00	0,20		Песчаник среднезернистый серый, кремнистый, средней крепости	182	1295	3,37	1,15
20,30	0,30		Аргиллит средней крепости	183	535	2,00	0,52
20,50	0,20		Песчаник мелкозернистый	184	480	4,08	0,78
20,70	0,20		Аргиллит песчанистый средней крепости	185	(см)		
20,90	0,20		Песчаник средне-мелкозернистый серый, кремнистый, средней крепости	186	480	3,66	0,84
21				187	480	3,69	0,98
			Переслаивание пачек толщиной от 0,20 м				
21,30	0,30		Алевролит мелкозернистый, темно-серый, средней крепости	188	580		
				189	1300	4,07	2,07
			Песчаник мелкозернистый серый, кремнистый, средней крепости	190	1600	4,44	2,24
				191	1275	4,79	0,64
				192	1990	4,09	2,07
22,00	0,70			193	1620	4,59	2,2
22,60	0,60		Аргиллит мелкозернистый средней крепости				
			Песчаник мелкозернистый серый кремнистый, с конкреционными прослоями т. СОБ 40 см	194	1110	4,1	1,67
				195	1150	4,78	1,52
				196	1465	5,16	2,42
23,10	0,50			197	1073	3,62	1,56
23,30	0,20		Аргиллит мелкозернистый серый плотный				
			Песчаник мелкозернистый, темно-серый, средней крепости, рыхлый, с прослоями аргиллита	198	1145	4,1	1,69
24,00	0,70			199	1160	5,12	1,97

Рис. 21. Разрез по скважине П-614, пробуренной в центральном поле горизонта - 510 м на шахте № 40

Таблица 5

Наименование выработки и номер замерной станции	№ пересечения пласта	Вмещающие породы (почва) кровля	Предел прочности сжатия $\frac{см^3}{кг/см^2}$	Модуль упругости $E_x \cdot 10^{-5}$, кг/см^2	Удельная работа деформации a, $\frac{кгсм}{см^2}$	Величина конвергенции h, мм
Обгонная выработка околоствольного двора горизонта 620 шахты № 18 "Капитальная"	4	песчаник	1400	4,44	2,2	36,0
		песчаник	1420	4,59		
	5	песчаник	1130	4,65		
		алевролит	175	4,79	1,0	68,5
Станция № 1		алевролит	775	4,79	0,625	106,5
		алевролит				
Станция № 2	6	алевролит	1310	4,1	1,67	49,5
		песчаник	1160	5,03		
Южный полевой штрек шахты № 5		песчаник	1150	2,9		
Станция № 3	1	алевролит	600	2,6	1,5	37,6
Северный полевой штрек шахты № 5, станция № 5	1	песчаник	955	2,97	1,4	61,5
		песчаник	820	2,6		
Южный полевой штрек шахты № 40	1	аргиллит	450	1,8	0,56	88,0
		алевролит	500	2,25		
	2	аргиллит	450	1,8	0,56	87,7
		алевролит	500	1,25		

Из табл. 5 видно, что величина конвергенции связана с удельной работой деформации пород, позволяющей судить об устойчивости боковых пород.

Для получения качественной зависимости изменения величины конвергенции от удельной работы деформации, методом математической статистики получена эмпирическая зависимость, которая может быть аппроксимирована уравнением

$$h = 134{,}26 - 79{,}7a + 15{,}84a^2,$$

где h – величина конвергенции, мм;

a – удельная работа деформации $\frac{кг.см}{см^3}$.

Полученная зависимость указывает, что с увеличением прочностных и деформационных показателей величина конвергенции уменьшается. Эта зависимость справедлива для глубин 620-820 м вне зон влияния очистных работ.

Из проведенных исследований физико-механических свойств можно сделать выводы:

полевые и капитальные выработки для обеспечения их длительного и безремонтного поддержания необходимо проходить по устойчивым породам с пределом прочности на сжатие 800 кг/см^2;

наличие в почве выработок аргиллитов, содержащих группу метагалуазита (гидрослюды+каолинит) способствует пучению, так как они обладают повышенными гидрофильными свойствами.

Экономическая эффективность полевой подготовки и рациональных способов проведения, крепления и поддержания капитальных выработок на шахтах комбината Воркутауголь

С переходом на более глубокие горизонты затраты на поддержание подготовительных выработок по шахтам Печорского бассейна постоянно возрастают. Только затраты по заработной плате и стоимости материалов, расходуемых на поддержание выработок,

составляют 3,3–4,1% всех эксплуатационных расходов.

Для уменьшения затрат на поддержание подготовительных выработок следует переходить на полевую систему подготовки выемочных полей (горизонтов), вместо пластовой, применяемой до сих пор. Уменьшение затрат на подготовительные работы, связанные с переходом на полевую подготовку, приведено в табл.6.

Из табл. 6 видно, что стоимость проведения, крепления и поддержания 1 м полевого штрека в устойчивых породах наименьшая. Объясняется это тем, что в полевом штреке уменьшается частота крепи (стоимость материалов) и снижается стоимость поддержания.

Внедрение рекомендаций ПечорНИУИ по совершенствованию технологии проведения и возведения постоянной крепи капитальных выработок, а именно: применение металлической арочной крепи из спецпрофиля в качестве временной; возведение монолитной бетонной крепи с постоянным отставанием от действующего забоя не менее, чем на 15–20 м; применение железобетонной тюбинговой крепи конструкции ВНИИОМШСа в выработках постоянного сечения вместо монолитной бетонной позволило шахтостроителям (ШСУ-3) комбината Печоршахтострой значительно увеличить темпы проведения капитальных выработок.

Так, например, после применения металлической арочной крепи в качестве временной, темпы проходки двухпутевого квершлага сечением 14,7 $м^2$ в свету увеличились в 1,5–2,0 раза без увеличения стоимости 1 м. Кроме того, применение металлической арочной крепи в качестве временной привело к резкому улучшению состояния техники безопасности и повышению качества работ в проходческих забоях. В выработках, закрепленных металлобетоном, значительно улучшилось состояние постоянной крепи.

Применение сборной железобетонной тюбинговой крепи в прямолинейных выработках (квершлагах) постоянного сечения позволило снизить стоимость проведения 1 м квершлага на 145,5 рублей, повысить темпы проходки в 2–2,5 раза, проходить выработки без временной крепи, максимально механизировать работы по возведению постоянной крепи и улучшить культуру производства.

Таблица 6

Наименование выработки	Стоимость проведения и крепления I м выработки по труду, руб.		Стоимость материалов и электроэнергии, руб		Общая стоимость проведения и крепления I м выработки, руб		Стоимость поддержания I м выработки за 8 лет, руб.		Общая стоимость проведения и поддержания I м выработки, руб	
	При креплении									
	металлом	деревом	металлом	деревом	металлом	деревом	металлом	деревом	металлом	деревом
Откаточный штрек по пласту Нижнепромежуточному	I82-50	I40-00	I96-35	93-9I	378-85	333-9I	64-56	280-00	443-4I	5I3-9I
Откаточны штрек по пласту Четвертому	I83-30	I4I-00	2II-I6	98-86	394-46	239-86	56-40	326-00	450-86	565-86
Откаточный штрек по крепким породам (полевой)	20I-50	I5I-50	I6I-66	86-02	363-I6	237-52	45-60	252-00	408-76	489-52

Оглавление

Стр.

Введение 3

Основные положения по рациональному расположению и способам крепления капитальных и полевых горных выработок глубоких горизонтов шахт Воркутского месторождения 5

Приложение

Краткий отчет по теме № 8 плана 1967-1968 гг. ПечорНИУИ "Разработка практического руководства и внедрение технических предложений по условиям поддержания капитальных и полевых выработок на Воркутском месторождении"

Обобщение результатов исследований проявлений горного давления в капитальных выработках . . . 17

Оценка мест расположения и обобщение результатов исследования проявления горного давления в полевых выработка 30

Исследование влияния очистных работ на полевые штреки методом моделирования 38

Исследование физико-механических свойств горных пород на участках заложения замерных станций 48

Экономическая эффективность полевой подготовки, рациональных способов проведения, крепления и поддержания капитальных выработок на шахтах комбината Воркутауголь 54

Временное руководство по рациональному расположению и способам крепления капитальных и полевых горных выработок глубоких горизонтов шахт Воркутского месторождения

Ответственный за выпуск Г.Г. Горный
Подписано к печати 10.X 1969 г.
Тираж 300. 3 печ.л. Заказ № 147. Цена 15 коп.

Ротапринт ПечорНИУИ

gost.e-ecolog.ru