

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ
имени В. Г. ПЛЕХАНОВА

АКИМОВ А.Г.

горный инженер-маркшейдер, мл. научный сотрудник ВНИМИ

**ВЛИЯНИЕ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК
НА СОСТОЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЕЛОВ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА**

Автореферат
диссертации, представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Научный руководитель — доктор
технических наук, профессор

Авершин С.Г.

Ленинград
1959.

В развитии экономики Советского Союза существенное значение имеет дальнейший рост каменноугольной промышленности. Коммунистической партией Советского Союза поставлена задача в ближайшие 10-15 лет довести ежегодную добычу угля в СССР до 650-700 млн. тонн, для чего намечено строительство новых шахт и разрезов, а также увеличение производительности действующих предприятий.

Необходимо отметить, что до настоящего времени недостаточно разработаны вопросы охраны и поддержания основных капитальных горных выработок, из которых наиболее ответственными являются вертикальные шахтные стволы, хорошее состояние которых следует считать необходимым условием безопасной и высокопроизводительной работы шахт.

Крепление стволов многих шахт, особенно в Донбассе, имеет повреждения, устранение которых обычно связано со значительными капитальными затратами на ремонт. Однако, еще большие убытки, чем от прямых затрат на ремонты, причиняются вынужденными простоями шахт из-за аварий и непредвиденных ремонтов в стволах. Кроме того, повреждения в крепи и армировке стволов совершенно недопустимы с точки зрения требований техники безопасности, особенно при больших скоростях движения подъемных сосудов.

Меры охраны стволов заключаются, в основном, в возведении вокруг них крепи и в оставлении предохранительных целиков.

До настоящего времени недостаточно изучены характер и величины нагрузок на крепи стволов, особенно те виды нагрузок, которые возникают от влияния очистных выработок. Поэтому параметры крепи стволов при строительстве новых шахт чаще всего определяют методом аналогий, т.е. путем повторного использования ранее применявшихся типовых крепей.

Что касается расчета предохранительных целиков, то он производится без достаточного на то основания и состоит в перенесении на стволы опыта охраны сооружений и природных объектов, находящихся на земной поверхности.

Работа выполнена во Всесоюзном Научно-исследовательском маркшейдерском институте / ВНИМИ /

140768

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. М. Киргизской ССР

Отсутствие удовлетворительных способов расчета крепей и достаточно обоснованных правил построения предохранительных целиков, а также недостаточно четкое разграничение функций крепи и целиков, создают ряд трудностей при проектировании, строительстве и эксплуатации шахтных стволов.

Целью реферируемой работы является выяснение основных проявлений влияния очистных выработок на вертикальные шахтные стволы, что необходимо для создания более обоснованных мер охраны последних. Кроме того, сформулированы требования к крепи стволов, испытывающих влияние очистных выработок, и даются рекомендации по определению оптимальных размеров предохранительных целиков.

Исследование проведено по материалам разных каменноугольных бассейнов, но применительно к условиям Донбасса, для которого указанные вопросы особенно актуальны в связи с переходом в ближайшие годы к разработкам на больших глубинах.

1. СОСТОЯНИЕ МЕР ОХРАНЫ И ИЗУЧЕННОСТИ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЙ КРЕПИ СТВОЛОВ

Первая глава диссертационной работы содержит обзор и анализ методов расчета предохранительных целиков стволов шахт. В отечественной практике и за границей при построении целиков используют углы сдвига и безопасные глубины разработок. Эти понятия имеют определенный смысл только применительно к сооружениям, находящимся на земной поверхности. Непригодность для охраны стволов понятия "безопасная глубина" в свое время была установлена проведенными ранее исследованиями. В настоящей работе показана также необоснованность использования для охраны стволов такого понятия, как угол сдвига.

Размеры целиков, определяемые углами сдвига, защищают стволы лишь от опасных наклонов и искривлений, но не предохраняют от влияния очистных выработок, проявляющегося в виде увеличения опорного давления. Способы постро-

ения целиков, применяемые за рубежом, не содержат принципиально новых подходов, могущих быть использованными в наших условиях.

Во второй главе работы приводятся примеры извлечения околоствольных предохранительных целиков. Анализ различных "гармоничных" схем извлечения целиков, предложенных зарубежными авторами, убеждает в том, что следует отдать предпочтение выработанным практикой способам выемки "из середины" и "от границ" целиков.

Оставление предохранительных целиков не является целесообразным способом охраны сооружений, в том числе и шахтных стволов. Выемка целиков, как показывает практика, в некоторых случаях может рассматриваться как средство улучшения состояния стволов.

В третьей главе рассмотрены причины повреждений крепи стволов. До настоящего времени не всегда уделяется должное внимание влиянию очистных выработок, как одному из основных факторов, вызывающему повреждения крепи стволов. Предположение о доминирующей роли влияния очистных выработок в возникновении повреждений крепи обосновывается примерами из практики.

Вредное влияние очистных выработок на стволы проявляется не только при подработке. Не менее опасны для стволов последствия надработки, а также влияния очистных выработок в виде опорного давления. Даже единственно изучавшийся до сих пор вид влияния очистных выработок — подработка, часто понимается односторонне, как искривление ствола вследствие неравномерных горизонтальных сдвигов массива. В большинстве случаев при подработке недоучитывается опасное влияние вертикальных сдвигов.

При расчетах крепи и построении предохранительных целиков необходимо иметь в виду, что оба эти средства охраны шахтных стволов тесно связаны между собой. Крепь должна защищать стволы шахт не только от горного давления, вызываемого перераспределением напряжений массива вследствие прохождения ствола, но и от опорного давления, вы-

ываемого очистными выработками. Оптимальные размеры це-
ликков для стволов должны иметь размеры, необходимые для
предохранения стволов от опасных сдвижений и от других
видов влияния очистных выработок, вредное влияние которых
невозможно, или экономически невыгодно, устранять увеличе-
нием прочности или изменением конструкции крепи.

В намеченном аспекте разработка мер охраны шахтных
стволов затрагивает целый ряд еще недостаточно изученных
в приложении к стволам вопросов горного давления и сдви-
жения массива горных пород, в частности такие вопросы, как
распределение сдвижений, деформаций и напряжений в масси-
ве, взаимосвязь деформаций массива и крепи стволов, харак-
тер нагрузок на крепь стволов при влиянии очистных вырабо-
ток и т.д.

Подход к решению поставленных задач заключается в
рассмотрении мер охраны стволов — расчет крепи и расчет
предохранительных целиков — в их взаимной связи, обуслов-
ленной влиянием очистных выработок.

Методы и средства исследований состоят:

- а/ во всестороннем анализе собранных материалов о
повреждениях крепи стволов;
- б/ в проведении экспериментальных работ в шахтных ус-
ловиях для изучения качественной стороны сдвижения масси-
ва горных пород и земной поверхности и
- в/ в теоретической разработке вопроса о распределении
напряжений в зоне опорного давления.

В работе использованы первичные материалы обследова-
ния стволов шахт Донбасса, проводившегося в 1955 г. брига-
дой ВНИИ при непосредственном участии автора, а также ре-
зультаты натурных наблюдений за сдвижением горных пород и
земной поверхности, выполненные автором по разработанной
им методике.

II. ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК НА ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ШАХТНЫЕ СТВОЛЫ

В главе 4 рассматриваются условия появления поврежде-
ний крепи в зависимости от взаимного положения стволов и
очистных выработок. Влияние очистных выработок на стволы
целесообразно подразделять на три вида: подработка, над-
работка и опорное давление.

Подработанными можно считать участки стволов (1-3)
от устьев до мест пересечения наклонными сторонами гра-
ничных углов $\beta = 90^\circ - (\alpha + 15^\circ)$. Параметрами подработ-
ки являются расстояние d_1 и коэффициент подработанности
 $C = \frac{H}{H_1}$ (рис. 1).

Надработанные участки стволов заключены между норма-
лями, проведенными к краям надрабатываемой выработки (II)
и, кроме того, включают 50-метровые участки стволов (2-4),
расположенные выше верхней и, соответственно, ниже нижней
нормали.

Выделение опорного давления в самостоятельный вид
влияния очистных выработок диктуется необходимостью клас-
сифицировать случаи повреждений крепи стволов, в которых
стволы не подработаны и не надработаны в обычном значении
этих слов. Такие случаи могут иметь место при расположе-
нии очистных выработок (III и IV) на некотором удалении от
стволов по простиранию, причем повреждения крепи возника-
ют в районе пересечения стволов пластами (5-6).

В этом случае параметрами надработки и опорного дав-
ления являются, соответственно, d_2 , H_2 и d_3 , H_3
(рис. 1).

Проведенные автором исследования условий возникно-
вения повреждений позволили установить величины парамет-
ров опасного влияния очистных выработок, которыми можно
пользоваться при решении различных практических вопросов.

В табл. 1 приведены данные о величинах параметров
 d_1 , d_2 , d_3 и C , H_2 , H_3 при которых в крепи стволов
возможно возникновения повреждений с вероятностью равной
примерно 50 %.

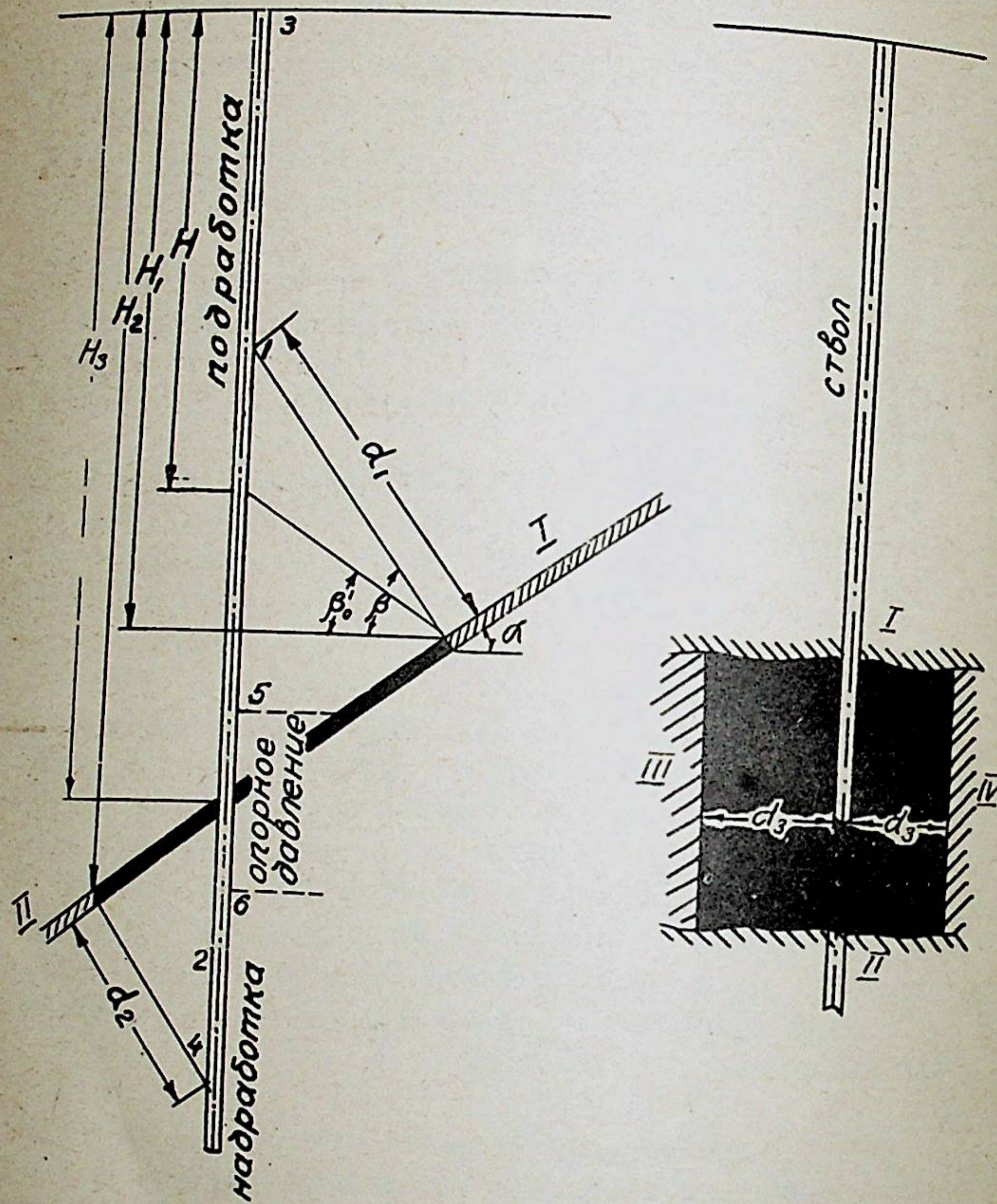


Рис.1. Схема влияния на стволы различно расположенных очистных выработок

Таблица 1

Подработка		Надработка		Опорное давление	
C	d_1	H_2	d_2	H_3	d_3
0,2	50	200	60	200	60
0,4	200	400	100	400	125
0,6	380	600	160	600	170
0,8	570	800	200	800	210

Максимальное расстояние до границы опасного влияния опорного давления d_3 может быть приближенно получено из выражения:

$$d_3 = H_3 \operatorname{ctg} \delta_0, \quad (1)$$

где δ_0 — граничный угол у границы выработки по простиранию.

Полученные результаты о распространении влияния очистных выработок согласуются с данными инструментальных наблюдений за сдвижением и деформациями массива горных пород. С помощью полученных зависимостей установлено, что 47% повреждений стволов шахт в Донбассе обусловлены, главным образом, влиянием очистных выработок, и только 9% вызваны причинами, не имеющими отношения к очистным работам. 44% всех повреждений вызвано совместным влиянием очистных работ и других факторов.

В главах 5, 6 и 7 рассмотрены следующие вопросы:

- Места возникновения повреждений крепи стволов;
- Характер сил, вызывающих повреждения крепи и
- Механизм влияния горизонтальной и вертикальной составляющих сдвижения массива на крепь и армировку вертикальных стволов.

Большинство повреждений стволов обычно бывает приурочено к местам ослабления крепи, а также к сопряжениям стволов с околоствольными дворами и к участкам стволов,

пересекающим наименее крепкие слои массива. 53% всех повреждений приурочены к сопряжениям стволов с околоствольными дворами, а 47% — к собственно стволам. При надработках вероятность появления повреждений в собственно стволах (по сравнению с сопряжениями) наименьшая, при влиянии опорного давления увеличивается, а при подработке возрастает до 52%.

83% всех повреждений находятся в местах пересечения стволами наиболее мягких, легко деформируемых, слоев (пласты угля и глинистые сланцы), хотя последние в разрезе пород составляют всего 46% (табл. 2).

Таблица 2

Наименование пород	% содержание пород в массиве	П о в р е ж д е н и я					
		Всего		В том числе			
		количество	%	в стволах	у сопряжений	к-во	%
Глинистые сланцы	45	106	52	44	41	62	59
Песчаники	33	21	10	11	52	10	48
Песчанистые сланцы	16	12	6	6	50	6	50
Пласты угля	1	64	31	35	55	29	45
Прочие породы	5	3	1	2	-	-	-
Всего	100	206	100	98	47	108	53

Анализ характера повреждений позволил составить представление о нагрузках, действующих на крепь стволов при влиянии на них очистных выработок, сводящееся к следующему:

1. Горизонтальные деформации сжатия и растяжения массива обычно не настолько велики, чтобы вызвать разрушение крепи стволов.

2. Характер повреждений, вызываемых подработкой, не подтверждает распространенного ранее представления, сог-

ласно которому в искривленных при подработках стволах повреждения возникают главным образом вследствие напряжений изгиба, подобных напряжениям в искривленных балках (всего лишь 4% повреждений подработанных стволов имеет вид, соответствующий характеру деформаций при изгибе).

3. Положение о преимущественном развитии повреждений на стенках стволов со стороны восстания при крутом залегании пластов не подтверждается данными наблюдений.

4. В развитии повреждений крепи, при различных видах влияния очистных выработок, важную роль играют деформации массива в вертикальном направлении, с влиянием которых в той или иной степени связано большинство повреждений крепи.

Механизм возникновения повреждений крепи от действия вертикально направленных деформаций массива мало отличается от влияния на стволы осадок дренирующегося массива. В обоих случаях, вследствие деформирования слоев, массив "увлекает" крепь стволов и передает ей свои деформации. Опасные для крепи деформации или осадки массива имеют незначительные величины. Так, если слой пород уменьшил свою первоначальную мощность H на некоторую величину ΔH , то средняя деформация крепи ствола на этом участке составит

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H} \quad (2)$$

Для большинства каменных крепей критические деформации равны $1 \cdot 10^{-3}$.

III. СДВИЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

Создание эффективных мер охраны стволов, в частности, определение оптимальных размеров предохранительных целиков и разработка требований к конструкции крепи стволов, испытывающих влияние очистных выработок, возможно лишь на основе достоверных представлений о распределении в массиве сдвижений, деформаций и напряжений.

В главе 8 описаны результаты наблюдений за сдвижением горных пород и земной поверхности на шахте 29 Капитальная.

Наблюдательная станция состояла из двух профильных линий на земной поверхности, трех линий в шурфе № 70 и двух линий реперов в почве бремсбергов № 2 и № 3. Указанные выработки и одна из профильных линий на земной поверхности находятся примерно в одной вертикальной плоскости, что делает наблюдательную станцию интересной с точки зрения изучения процесса сдвижения в толще подрабатываемого массива (рис. 2).

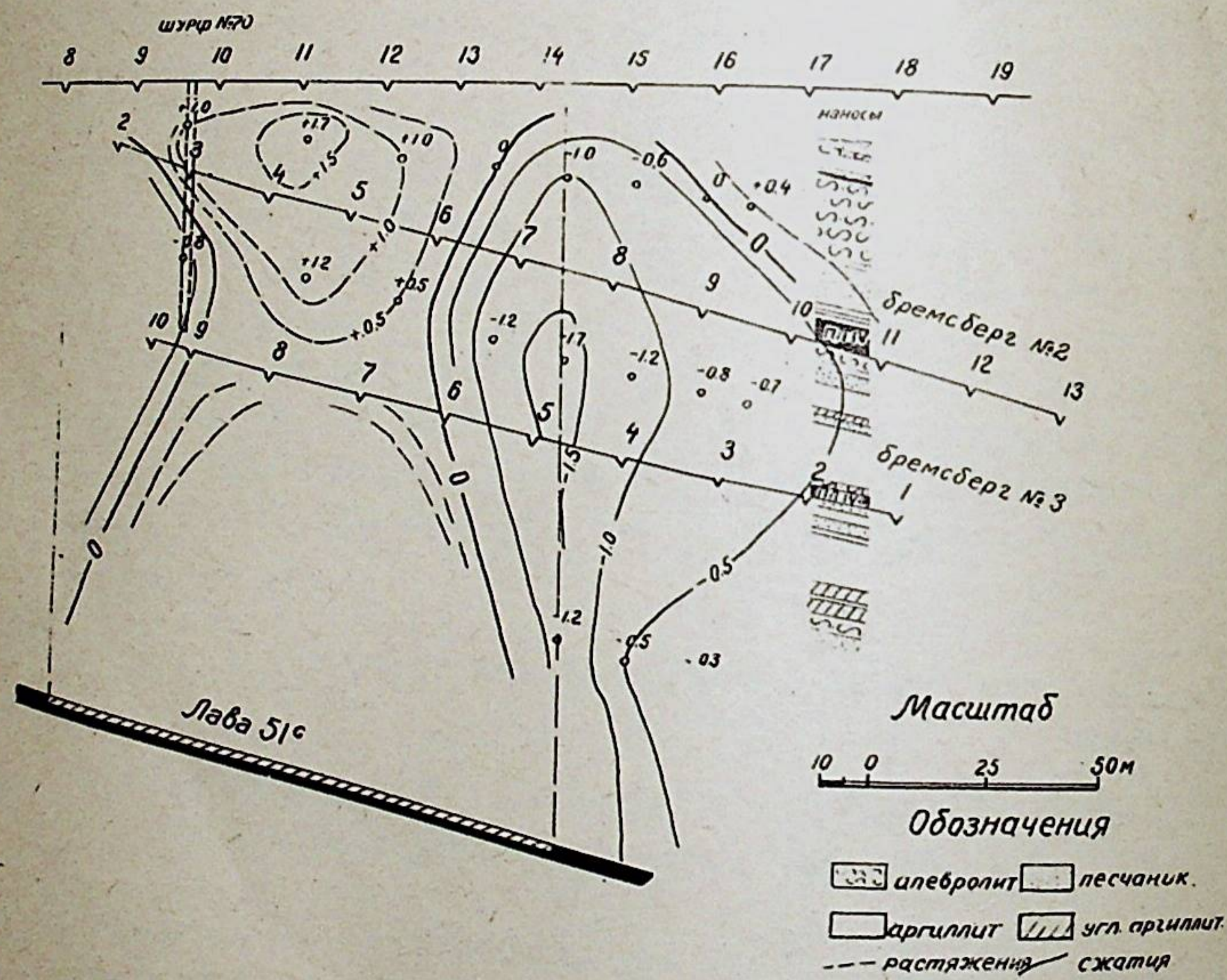


Рис. 2. Подрабатываемые выработки шахты 29 Капитальная. Геологический разрез и распределение деформаций в вертикальном направлении

Вид кривых оседаний бремсбергов показал, что сдвижение горных пород в массиве происходит в форме последовательного прогиба слоев. Распределение вертикальных сдвижений в массиве не одинаково в различных частях сдвигающегося массива: в зоне, расположенной непосредственно над выработанным пространством преобладают деформации растяжения в вертикальном направлении, а в зоне над целиками угля - сжатия. Средние сжатия в массиве, в зоне опорного давления, достигли величин порядка $2 \cdot 10^{-3}$. (Рис. 2). Как показали наблюдения в шурфе, максимумы сжатия на коротких интервалах (4-6м) могут в 3-5 раз превосходить указанную величину.

Характер распределения горизонтальных сдвижений в массиве и на земной поверхности не одинаков. Так, на участках бремсбергов, где, по аналогии с земной поверхностью ожидалось растяжения, установлены сжатия.

Необычный характер распределения горизонтальных сдвижений и деформаций вдоль бремсбергов объясняется раздельным прогибом слоев, слагающих массив, при котором на нижней и верхней поверхностях изгибающегося слоя сдвижения и деформации имеют противоположные знаки.

Проведенное сравнение наклонов стенок шурфа с наклонами в бремсбергах и сравнение наклона устья шурфа с наклоном земной поверхности (табл. 3) позволяет сделать важный вывод, а именно, что величина горизонтальных сдвижений зависит от наклона и мощности сдвигающегося слоя, причем наклон вертикальных поверхностей слоя равен наклону вдоль напластования.

Таблица 3

Даты наблюдений	Наклон, 10^{-3}					
	Шурф	поверхность	Шурф	бр. № 2	Шурф	бр. № 3
18.УШ-56	1,9	1,2	1,5	1,2	1,0	1,2
25.УШ	3,1	2,7	2,0	2,1	0,5	1,0
31.УШ	3,7	3,3	2,3	2,7	3,7	3,0
7.1X-56	7,0	5,2	4,6	4,7	6,3	7,0

В главе 9, на основе данных, полученных из наблюдений на шахте 29 Капитальная и при анализе профилировок искривленных стволов, предложены схемы сдвижения для различных частей массива. При решении задач охраны стволов массив разделен на подработанный, т.е. находящийся над пластом, по которому пройдена очистная выработка, и надработанный — под пластом. Кроме того, массив заключенный между нормальными, проведенными к краям очистной выработки, находится в зоне сдвижения, а за пределами этих нормалей — в зонах опорного давления (рис. 3).

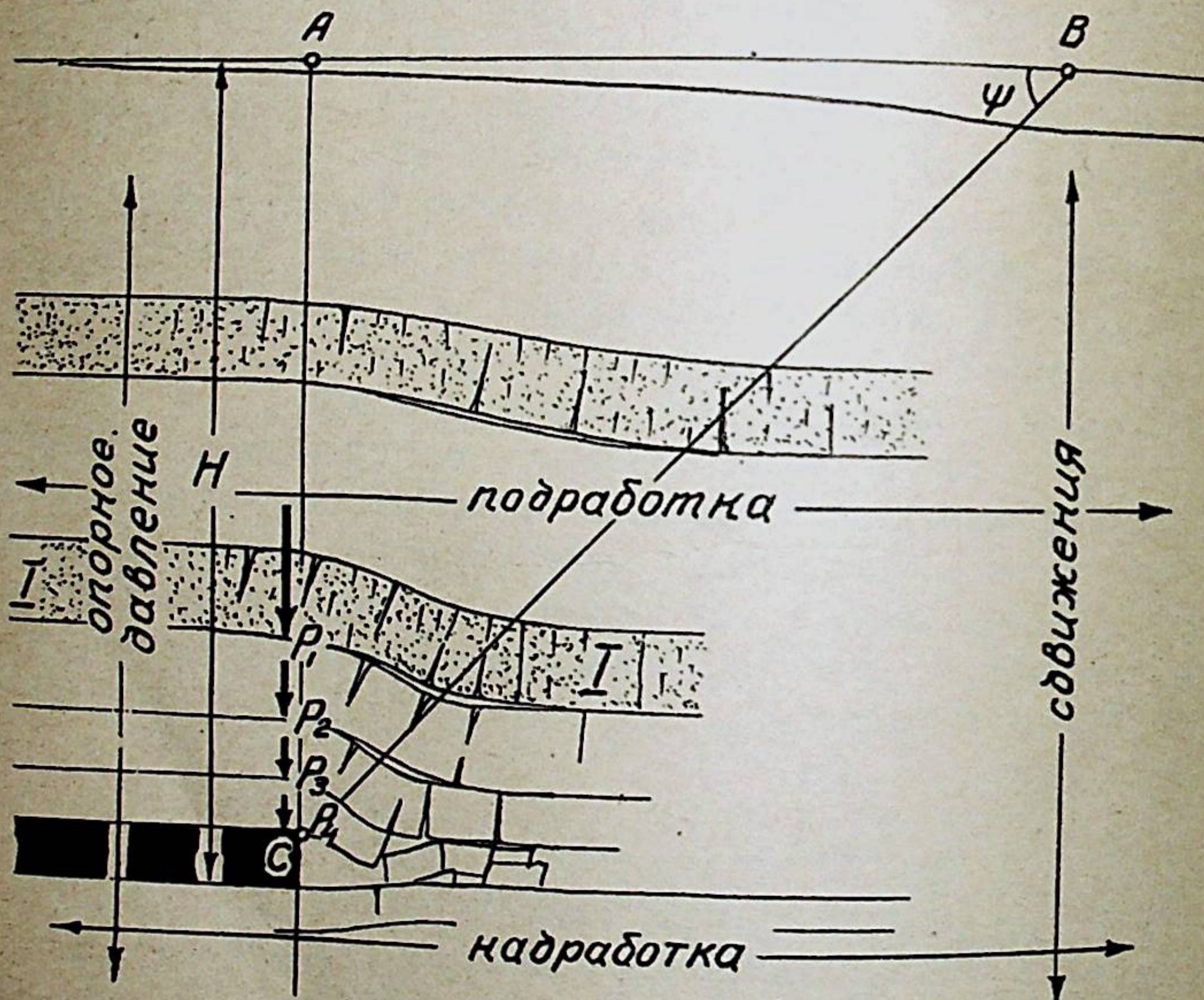


Рис. 3. Схема приложения нагрузок в зоне опорного давления

Для определения опасных зон влияния опорного давления в стволах, в работе рассмотрен вопрос о распределении напряжений в зоне опорного давления.

Небольшая величина деформаций в зоне опорного давления и условия всестороннего сжатия массива позволяют изучать распределение напряжений методами теории упругости. Для расчета напряжений определены: контур напряжений зоны опорного давления, а также места приложения, направления и величины опорных нагрузок.

Место приложения нагрузки определено из условий разрыхления массива в зоне сдвижения и находится выше пласта на расстоянии равном, примерно, его 20-кратной мощности. Величина нагрузки P_1 определяется, как половина веса пород, заключенных в прямоугольном треугольнике ABC , один из катетов которого равен глубине залегания пласта H , а другой — произведению $H \text{ctg} \psi$; где ψ — угол полных сдвижений (рис. 3).

Распределение напряжений в зоне опорного давления происходит подобно тому, как это имеет место в упругой, вертикально расположенной полуплоскости, к которой приложена вертикальная сила.

Напряжения в полуплоскости определяются по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y &= -\frac{2P_1 y^3}{\pi(x^2 + y^2)^2} \\ \sigma_x &= -\frac{2P_1 xy^2}{\pi(x^2 + y^2)^2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

в которых:

- σ_y — вертикальное нормальное напряжение;
- σ_x — горизонтальное нормальное напряжение;
- P_1 — опорная нагрузка.

Решение, получаемое по формулам (3), справедливо лишь для точек, удаленных на 10-15 м от края полуплоскости (за пределами зоны пластичности) и для части массива расположенной ниже горизонта приложения опорной нагрузки.

Напряжения σ_y быстро убывают при удалении от забоя, а затем скорость их изменения уменьшается. Вид кривых σ_y при $U = 20$ подобен виду кривых деформаций угольных пластов, получаемых из натуральных наблюдений. Расчеты, произведенные с помощью формул (3), показывают, что вертикально направленные опорные нагрузки могут достигать опасных для крепи ствола величин даже при больших размерах целиков.

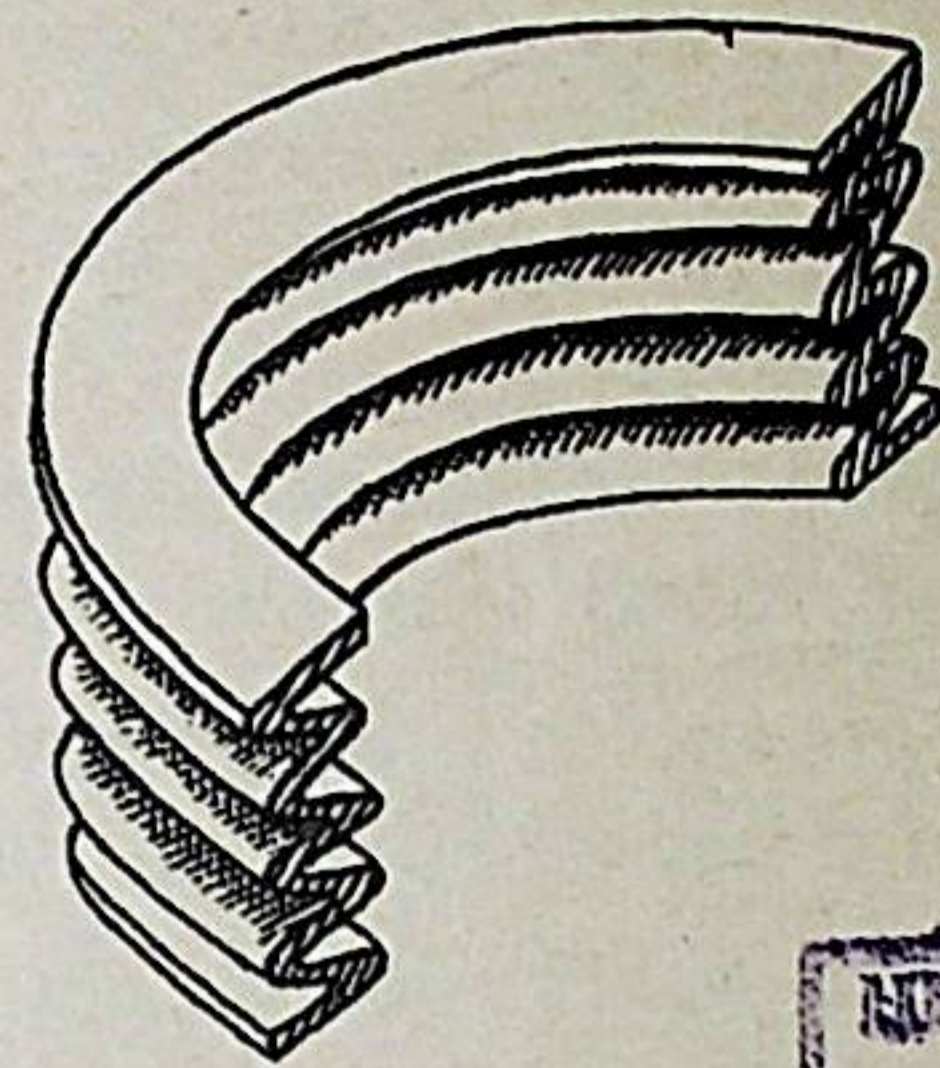
1У. МЕРЫ ОХРАНЫ СТОЛОВ ОТ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК

При создании экономически выгодных и эффективных мер охраны стволов нельзя идти по пути увеличения размеров предохранительных целиков стволов шахт. Единственно возможным средством предохранения крепи стволов от быстро увеличивающегося с глубиной опорного давления является изменение конструкции крепи.

В главе 10 рассмотрены условия применения податливых устройств в крепи стволов. Поскольку даже самая мощная крепь не может длительно сопротивляться сдвигам массива, наиболее простым средством предупреждения повреждений крепи является придание ей податливости, т.е. введение в нее подвижных элементов. Для того, чтобы крепь глубоких стволов лучше переносила опорное давление, предлагается вводить в нее (и в армировку) элементы вертикальной податливости.

Анализ случаев подработок стволов, имевших различные конструкции податливости и условия взаимодействия крепи и окружающих пород, позволил установить минимальное расстояние между податливыми элементами равным 10 м.

Если стволы проилены в сухих породах, то в качестве податливых элементов можно использовать специально для этой цели оставляемые промежутки между участками, закрепленными постоянной крепью, заполненные деревянными прокладками; при водоносных породах следует использовать специальные податливые тубинги (рис. 4).



140768

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. П. КИРГИСКОЙ ССР

Рис. 4. Профиль податливого тубинга

Податливые элементы следует устанавливать не равномерно на всем протяжении ствола, а, главным образом, в пределах опасной зоны влияния опорного давления. Опасная зона определяется по точкам ствола, возле которых концентрация напряжений массива, вызываемая проведением очистной выработки, не создает деформаций массива, превышающих $0,2 - 0,3 \times 10^{-3}$. Опасная зона простирается на одинаковые расстояния в направлении вверх и вниз от пласта, по которому ведутся очистные работы. Расстояния между податливыми элементами по направлению от пласта постепенно увеличиваются от 10 до 30 м.

Податливые элементы должны, кроме того, устанавливаться за пределами опасной зоны непосредственно выше и ниже каждого сопряжения ствола с околоствольным двором, распределяясь также равномерно через 30 м от устья ствола до верхней границы опасной зоны.

Необходимая для вычисления размеров опасных зон концентрация напряжений (K) определяется из выражения:

$$K = \frac{\sigma_y + \gamma H}{\gamma H},$$

(4)

где σ_y - напряжение, определяемое по формуле (3);
 γ - объемный вес пород;
 H - расстояние от земной поверхности до точки, в которой определяют напряжения.

При глубинах стволов порядка 1000 м опасная зона достигает размеров $\sim 2 \times 250$ м.

Податливые элементы предлагается располагать в прочных породах вблизи угольных пластов и сланцев.

Для большей эффективности податливых устройств, при проходке новых стволов закрепное пространство следует заполнять пластическими материалами, например битумом. При этом уменьшается сцепление между крепью и породами и улучшается работа податливых элементов.

Предложенные рекомендации по устройству податливых элементов в крепи стволов относятся к случаям охраны стволов целиками, рассчитанными по "Правилам охраны" или имеющими меньшие, оптимальные, размеры.

В главе 11 рассмотрены способы расчета и выемки предохранительных целиков.

При устройстве в крепи элементов вертикальной податливости устраняется вредное влияние на стволы опорного давления, проявляющегося в сжатии, и целики могут иметь даже несколько меньшие размеры по простиранию, чем рассчитываемые по Правилам.

Исходя из опыта работы подъемных устройств искривленных стволов, имеющих наклоны порядка $(10+12) \cdot 10^{-3}$, принята средняя допустимая величина наклона ствола $2 \cdot 10^{-3}$.

На основе предложенных в работе схем сдвижения массива горных пород для условий Донбасса, выведена формула, позволяющая определять оптимальные размеры предохранительных целиков стволов шахт по простиранию:

$$a = 2000 \cdot \operatorname{ctg} \delta \cdot \eta_H, \quad (5)$$

где a - размер целика по простиранию от центра ствола;

δ - угол сдвижения в направлении простирания;
 η_H - оседание земной поверхности в точке пересечения ее наклонной стороной угла δ , проведенной от границы выработки, находящейся на глубине H .

Для глубоких шахт Донбасса (ниже безопасных глубин сооружений промплощадок) предохранительные целики вертикальных стволов можно строить следующим образом:

а) целики имеют прямоугольную форму и размеры по простиранию, равные $2a$, причем величина "а" определяется по формуле (5). Например, для глубины 500 м ширина целика ($2a$) составит около 70 м, а для глубины 1000 м - примерно 130 м.;

б) верхние и нижние границы целиков определяют по величинам углов сдвижения β и γ , т.е. по "Правилам охраны сооружений".

Охраняемые предложенным способом стволы должны быть снабжены податливыми элементами.

При благоприятных условиях целики для охраны стволов могут вообще не оставляться. К этим условиям отнесены: пологое падение (до $10-15^\circ$), отсутствие тектонических нарушений, малообводненные породы.

Для извлечения предохранительных целиков предложен "симметричный" способ выемки, являющийся развитием метода расчета целиков. Способ заключается в следующем:

1) Очистные выработки при извлечении целика подвигаются в направлении к стволу с двух сторон и находятся все время на одинаковых расстояниях от ствола;

2) Очистное пространство при приближении забоев к стволам до 30 м должно закладываться и крепиться;

3) Стволы оборудуют податливыми элементами, устанавливаемыми вдвое чаще, чем при оставлении целиков;

4) Очистные выработки имеют максимально большое подвигание;

5) В стволах ведут систематические инструментальные

осмотр крепи и армировки, а также текущий ремонт.

Симметричным способом можно извлекать предохранительные целики стволов шахт, с подъемом добываемого угля через подрабатываемый ствол. Учитывая, что в отечественной практике почти отсутствует опыт извлечения околоствольных целиков, вопрос о выемке целиков в настоящее время уместно ставить лишь при доработке шахтами основных промышленных запасов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемые в работе меры охраны стволов могут дать значительный экономический эффект:

1. Прежде всего, значительно уменьшатся повреждения крепи стволов и сократятся затраты на ремонты. Хорошее состояние стволов позволит увеличить производительность шахт и улучшить состояние техники безопасности. Податливые элементы, в целях предотвращения дальнейшего развития повреждений, можно устанавливать и в ранее пройденных стволах, где наблюдается деформирование крепи.

2. Симметричный способ выемки позволит (при пологом падении) почти полностью извлекать запасы в предохранительных целиках стволов шахт при их ликвидации. При этом отпадает необходимость проходки новых стволов.

3. Применение податливых устройств, устанавливаемых во время проходки стволов, позволит несколько сократить расходы на возведение дорогостоящей постоянной крепи.

4. Целики, построенные предлагаемым методом, консервируют меньшие запасы ископаемого, чем целики, рассчитываемые по Правилам. Уменьшение площадей целиков (а следовательно и запасов в них) составляет на глубинах 700-1000 м до 20-30%.

Разработка эффективных мер охраны стволов зависит от состояния изученности вопросов распределения сдвига и горного (опорного) давления в массиве, испытывающего влияние очистных выработок. Используемый в работе

подход к решению задачи охраны стволов может быть распространен и на условия других бассейнов при ведении работ на больших глубинах.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Большинство случаев повреждений крепи шахтных стволов в Донбассе связано с влиянием очистных выработок, проходимых в предохранительных целиках или вблизи их границ.

2. Оставлением целиков, рассчитываемых по "Правилам охраны сооружений", или даже имеющих большие размеры, практически невозможно предотвратить опасные проявления влияния очистных выработок на крепь глубоких вертикальных шахтных стволов.

3. Основным видом опасного влияния очистных выработок на стволы шахт является опорное давление.

4. Подавляющее большинство повреждений жесткой крепи стволов шахт Донбасса связаны с действием вертикальной составляющей сдвига массива, возникающей под влиянием очистных выработок.

5. Повреждения крепи, вызываемые влиянием очистных выработок, проявляются в местах ослабления крепи, вблизи сопряжений стволов с околоствольными дворами и на участках, пересекаемых менее прочными слоями пород.

6. Предупреждение опасного влияния опорного давления может достигаться применением элементов податливости.

7. Вопросы расчета крепей стволов и расчета оптимальных размеров предохранительных целиков взаимосвязаны.

8. При введении в крепь стволов податливых элементов размеры целиков на больших глубинах могут быть уменьшены на 20-30% по сравнению с целиками, рассчитываемыми по Правилам.

9. При наличии благоприятных условий возможно осуществлять охрану стволов без предохранительных целиков

и производить выемку последних с подъемом угля через под-
рабатываемый ствол.

Основные положения диссертационной работы опублико-
ваны в следующих статьях:

1. Некоторые данные о сдвигениях горных пород и спо-
собах их расчета. Труды ВНИИМ Сборник XXXII, 1958.

2. К расчету опорного давления. Труды ВНИИМ сборник
XXXII, 1958.

3. Крепление вертикальных шахтных стволов в дрениру-
ющихся водоносных породах. Уголь Украины № 2, 1958.

4. По поводу статьи Е.Т. Проявкина. Шахтное строи-
тельство, № 10, 1957.

5. Предупреждение повреждений крепи в вертикальных
шахтных стволах. Безопасность труда в промышленности.
№ 12, 1958.