Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLII, вып. 1, 1960 г.

О ПОДДЕРЖАНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТАХ НОВОВОЛЫНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н. А. Чемоданов

Наблюдения за поведением боковых пород и крепи подготовительных выработок в условиях Нововолынского месторождения каменного угля проводились постоянной группой ДонУГИ при участии автора и при помощи инженерно-технических работников шахт и треста Нововолынскуголь.

В угленосной толще Нововолынского месторождения залегают четыре угольных пласта. Два из них, залегающие на глубине 350—375 *м*, рабочие — Волынский 1 (n_7) мощностью 0,1—1,2 *м* и Волынский 2 (n_8) мощностью 0,1—2,1 *м*. Залегание пластов почти горизонтальное, угол падения 4—5°. Установлено наличие ряда тектонических нарушений в виде сбросов с амплитудами смещения от нескольких сантиметров до 20 *м*. В породах, вмещающих угольные пласты, значительно развиты песчаные и песчано-глинистые отложения (см таблицу).

Таблица

Порода	Средняя мощность пород	
	м	%
Сланцы песчаные . .	67	33
Сланцы глинистые .	58	29
Песчаники	65	33
Известняки	5,9	3
Угли	4,1	2
	200	100

В непосредственной кровле пластов повсеместно залегают глинистые сланцы средней устойчивости и неустойчивые. Выше находятся перемежающиеся слои песчаного и глинистого сланцев и песчаника переменных мощностей.

Пласты Волынский 1 и Волынский 2 являются сближенными, расстояние между ними колеблется от 8 до 15 *м*. Повсеместно распространен «Спутник» пласта Волынского 1 нерабочей мощности, залегающий в 2—5 *м* выше нижнего пласта. Почва пластов представлена песчаным сланцем, реже песчаником и глинистым сланцем. Породы почвы склонны к пучению, которое в наибольшей степени свойственно глинистым сланцам почвы верхнего пласта.

Для отработки шахтных полей принята панельная схема подготовки при выемке панелей от ствола к границам шахтного поля. Отработка выемочных участков производится парными лавами прямым (шахты № 1—4) и обратным ходом (шахта № 6). Одновременная выемка верхнего и нижнего пластов при прямом порядке отработки выемочных участков, принятая по первоначальным проектам, оказалась затрудненной.

Штреки главных направлений и панельные штреки проходятся до границ шахтного поля и охраняются целиками шириной 25—40 *м* между откаточным и вентиляционным штреками и 25—40 *м* со стороны выработанного пространства. При отработке участков сплошной системой вентиляционные штреки проходятся одновременно с лавами и охраняются бутовыми полосами шириной 10—12 *м*. Конвейерные (сборные) штреки в основном проходятся с опережением лав на 40—50 *м*, охраняются целиками шириной 10—20 *м* или бутовыми полосами шириной 12—15 *м*.

Крепление подготовительных выработок до конца 1955 г. производилось деревом, железобетонными стойками с верхняками из двутавра и жесткими металлическими рамами из двутавровых балок. Кроме этих видов крепи, с конца 1955 г. применяется металлическая арочная крепь из спецпрофиля для выработок сечением 5,5 и 8,5 $м^2$.

Опыт эксплуатации шахт Нововолынского месторождения выявил значительные трудности и высокие затраты средств и труда при поддержании подготовительных выработок в целиках, особенно в зоне влияния очистных работ. При этом выяснилось, что ширина целиков 25—30 *м* у главных и 10—20 *м* у конвейерных штреков недостаточна, а крепь из деревянных и железобетонных стоек не пригодна для поддержания выработок в удовлетворительном состоянии.

Было принято решение не оставлять целики у конвейерных штреков и охранять их бутовыми полосами шириной 12—15 *м*. Это дало возможность упростить доставку угля из лав, сократить потери угля, но затраты на поддержание конвейерных штреков не уменьшились. На шахте № 2 конвейерные штреки 1—2 и 3—4 южных лав поддерживаются в бутовых полосах, конвейерные штреки 1—2 и 3—4 северных лав — в основном в целиках. За 20 месяцев 1956—1957 гг. конвейерный штрек 1—2 южных лав перекреплялся 6,3 раза, конвейерный штрек 3—4 южных лав — 5,7 раза, конвейерный штрек 1—2 северных лав — 5,2 раза и сборный штрек 1 (3—4 северной лавы) — 8 раз. Средняя длина поддержания составляла соответственно 315, 215, 400 и 270 *м*, а затраты прямой заработной платы на поддержание 1 *пог. м.* в год — 745, 640, 535 и 850 руб. За 8 месяцев 1957 г. на 22 основных выработках шахт № 1 и 2 было перекреплено 14 084 *пог. м* и затрачено более 2,5 млн. руб. прямой заработной платы при средней длине поддержания выработок 9275 *м*.

При перекреплении, как правило, ставятся новые рамы. На поверхность выдается значительное количество породы. Так, на шахте № 1 в 1956 г. на каждую тонну добытого угля выдано 0,33 *т* породы от работ, связанных с ремонтом выработок.

Инструментальные наблюдения за сдвижением боковых пород производились в пяти подготовительных выработках шахты № 2 «Нововолынская», находящихся в различных условиях поддержания при разработке пласта Волынского 1. Станции наблюдения представляют собой от 2 до 10 реперов, заложенных на глубину от 0,25 до 1,5—2 *м* в кровлю, почву и бока выработки (рис. 1, 2). При замерах определялись вертикальные смещения реперов в кровле и почве выработок нивелированием

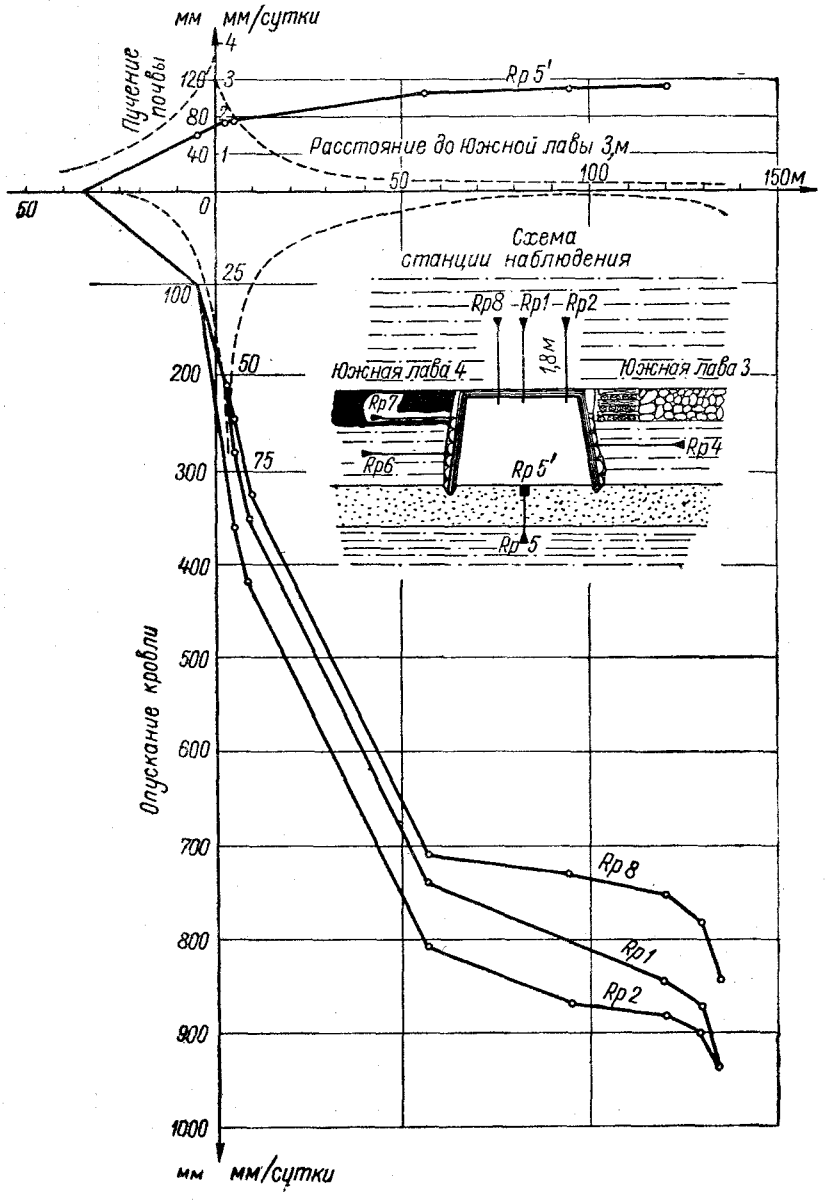


Рис. 1. Схема расположения, смещения и скорости смещений реперов на транспортерном штреке южных лав 3 и 4

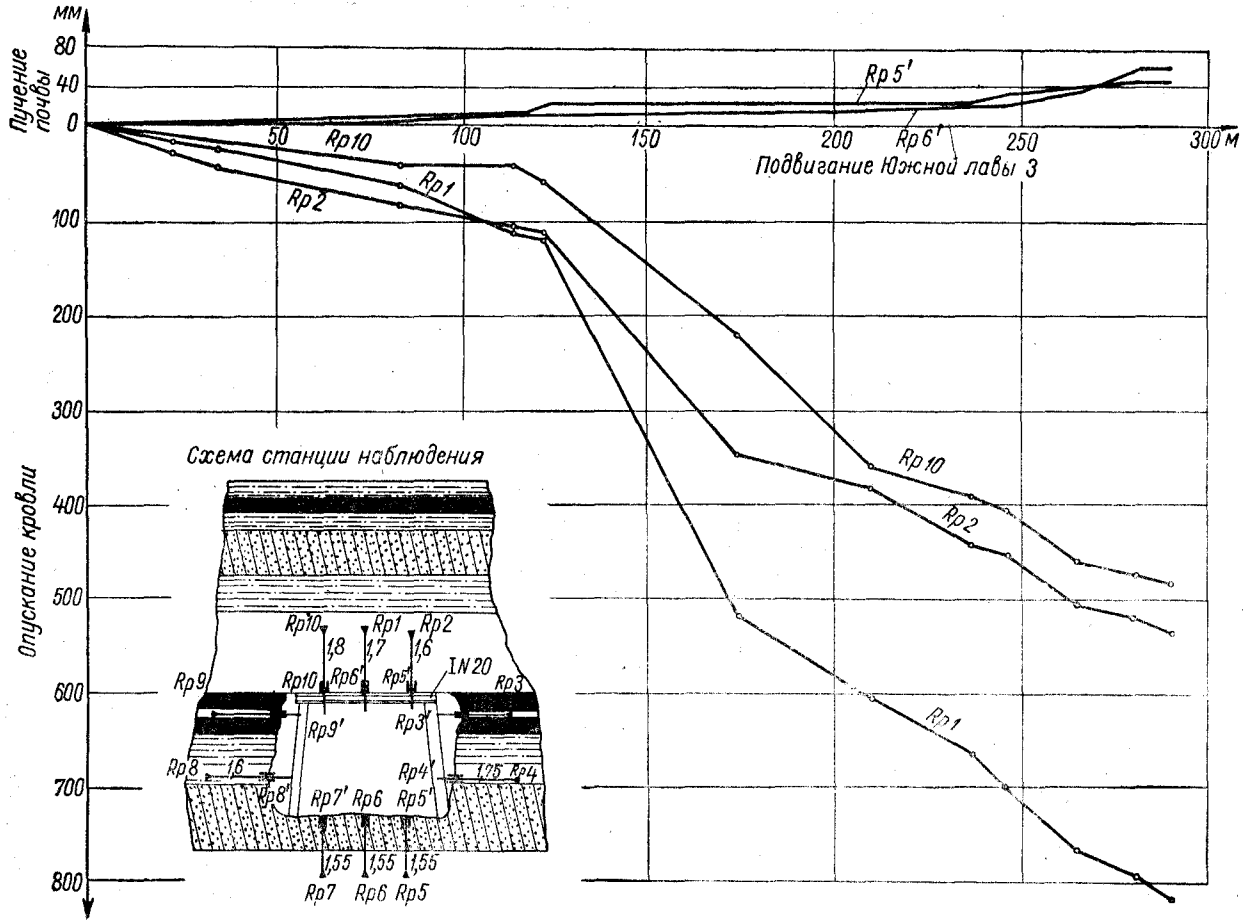


Рис. 2. Расположение и смещение реперов на главном вентиляционном штреке северного блока

от опорного репера в околоствольном дворе, а также горизонтальные и вертикальные смещения реперов в боковых стенках выработки — способом засечек от центральных реперов.

При поддержании выработок в условиях не тронутого очистными работами массива движения боковых пород и деформации крепи происходят медленно. Скорость оседания кровли при жесткой железобетонной и металлической крепи не превышает 0,2 *мм/сутки*, при крепи из дерева — около 2 *мм/сутки*. Пучения почвы не наблюдается. Значительные деформации боковых пород и крепи, вплоть до завалов, происходят вблизи геологических нарушений или при плохом качестве крепи. Пучение почвы наблюдается только при увлажненных глинистых сланцах в почве выработок по верхнему пласту. Наиболее активные и значительные деформации боковых пород и крепи отмечаются на выемочных штреках, а также на панельных штреках в зоне влияния очистных работ.

Последовательность проявления горного давления и смещения боковых пород в конвейерных, сборных и вентиляционных штреках, проводимых совместно с подвиганием очистных забоев, можно подразделить на следующие зоны.

Первая зона включает часть штрека, находящуюся в массиве угля, не испытывающего влияния очистного забоя. Она начинается в 35—40 *м* впереди очистного забоя и включает два периода смещений: 1) упругих деформаций боковых пород; 2) смещений, вызванных опорным давлением пород кровли штрека. Упругие деформации происходят в забое штрека и вызваны перераспределением напряжений при прохождении выработки. Величина и скорость смещений во второй период в общем случае зависят от физико-механических свойств пород, типа и характеристики крепи, сечения выработки, глубины залегания и пр.

Вторая зона включает часть штрека, находящуюся в зоне опорного давления пород кровли на массив угля впереди очистного забоя. Влияние очистных работ вызывает увеличение давлений и деформаций боковых пород в штреках. Как показали наблюдения, зона опорного давления распространяется на 35—40 *м* впереди очистного забоя (см. рис. 1). Скорость оседания кровли возрастает от 2 *мм/сутки* на границе зоны до 25—30 *мм/сутки* на линии забоя лавы. Скорость пучения почвы достигает 3,5 *мм/сутки*. Резкое возрастание скорости деформаций отмечено в 3—5 *м* впереди забоя лавы, в зоне раздавливания угля. Следовательно, максимум опорного давления находится в 5—10 *м* впереди забоя. За период нахождения в зоне опорного давления при данной скорости подвигания очистных забоев величина оседания кровли штреков составляет 150—250 *мм*, поддувания почвы 40—65 *мм* (см. рис. 1).

Конвейерные (сборные) и вентиляционные штреки при прохождении крепятся деревом: 1,25—4 рамы на 1 *пог. м*. Заметные деформации крепи (прогибы и изломы верхняков) проявляются в 15—30 *м* впереди лав. Прогиб и излом стоек под влиянием бокового давления начинается обычно в 10—15 *м* впереди лавы и к моменту прохождения лавы деревянная рама полностью деформируется. При прохождении лавы под верхняки подбиваются дополнительные стойки или ставятся промежуточные рамы.

Третья зона — зона активных сдвижений боковых пород, вызванных обрушением непосредственной и оседанием основной кровли в выработанном пространстве. Общая длина ее достигает 55—60 *м* позади очистного забоя. Третью зону можно подразделить на два периода.

Первый — период активных сдвижений и обрушения непосредственной кровли — охватывает участок штрека от забоя лавы до 10 *м* в сто-

рону выработанного пространства. Скорость смещения кровли достигает в этот период наибольших величин, совпадающих во времени с моментом обрушения непосредственной кровли в лаве. При поддержании штрека в целиках скорость оседания кровли достигает 5—8 *мм/сутки*, в бутовых полосах 16—25 *мм/сутки*, в массиве с одной стороны штрека и бутовой полосе с другой 45—70 *мм/сутки* (см. рис. 1). Скорость поддувания почвы менее 1 *мм/сутки* при поддержании в бутовых полосах, около 2,5 *мм/сутки* при массиве и бутовой полосе и более высокая при поддержании в целиках. Общее опускание кровли за период составляет от 200 до 350 *мм*

Второй — период активных оседаний основной кровли и сжатия околоштрековых бутовых полос или целиков. Среднесуточная скорость

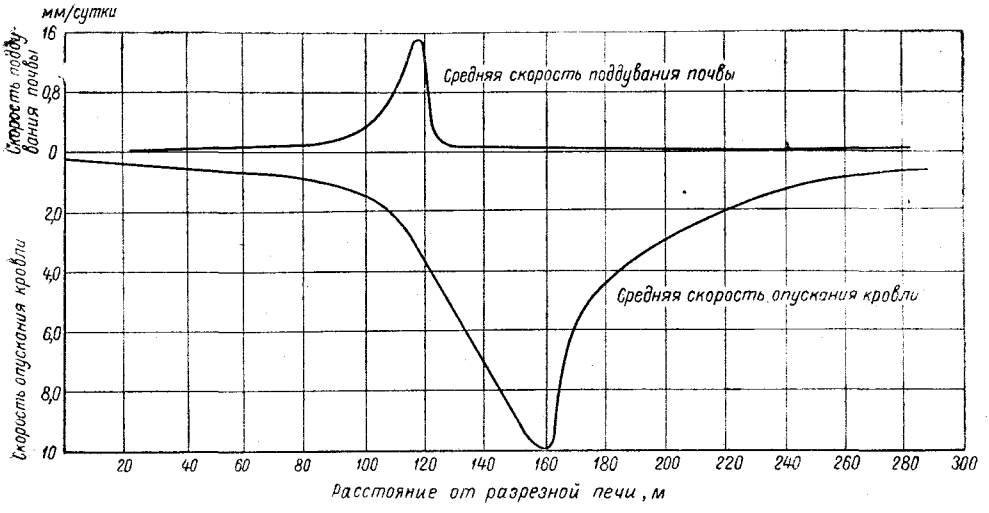


Рис. 3. Скорости смещений реперов в кровле и почве главного вентиляционного штрека северного блока

оседания кровли от 2 до 11,2 *мм/сутки* (см. рис. 1, реперы *Rp 1, 2, 8*). Скорость пучения почвы от 0,6 (*Rp 5′*, см. рис. 1) до 1,4 *мм/сутки* (*Rp 6′*, рис. 3). Общее опускание кровли штрека во второй период составляет 100—400 *мм* (см. рис. 1).

В третьей зоне наблюдаются наиболее значительные деформации боковых пород и крепи подготовительных выработок, состояние штреков обычно плохое. Целики угля шириной 10—20 *м*, оставляемые для охраны штреков в выработанном пространстве, воспринимают давление больших масс кровли. Уголь и породы кровли, боковых стенок и почвы разрушаются и выдавливаются внутрь выработки. Создаются условия всестороннего давления на крепь штреков, которая не в состоянии противостоять развивающимся деформациям.

В условиях поддержания штреков в бутовых полосах при значительных опережениях лав в зоне активных оседаний кровли за передовой лавой происходит растрескивание непосредственной кровли штрека и обрез ее по линии невынутого массива со стороны отстающей лавы. Такие обрезы встречаются в большинстве конвейерных вентиляционных штреков, где лавы отрабатывались с опережением более 7—10 *м*. Трещины оседания и естественного кливажа делают кровлю слабоустойчивой и легко подвижной (скорость оседания кровли до 11,2 *мм/сутки*, см. рис. 1), что иногда приводит к завалам выработок

или большим выпускам породы при перекреплении. При опережениях лав, не превышающих 7—10 *м* (конвейерные штреки 1—2 северных лав шахты № 2 и 5—6 лав шахты № 1), обрезы кровли в штреках не наблюдались. Кровля плавно опускалась на околоштрековые бутовые полосы без значительных нарушений сплошности при средней скорости оседания 2,3 *мм/сутки*. Общая величина сжатия бутовых полос составляет 40—50% мощности пласта в 50—60 *м* позади лав т. е. сжатие полос в третьей зоне в основном заканчивается.

Четвертая зона — зона установившегося давления, образуется в 55—60 *м* позади лавы. В районе осевшей основной кровли устанавливается более или менее постоянное по величине и характеру горное давление, в течение значительного времени превышающее величину горного давления в нетронутом массиве. Породы кровли и боков выработок сильно нарушены. Напряжения, развивающиеся в боковых породах, превышают предельные при всех способах охраны выработок. Породы кровли и боков постоянно выдавливаются внуть выработки, деформируют и разрушают крепь. Для обеспечения нормального, сечения приходится периодически перекреплять выработки с выпуском породы. Средняя скорость опускания кровли в зоне установившегося давления при сплошной деревянной крепи составляет от 0,6 до 5 *мм/сутки* (см. рис. 1), пучения почвы 0,1—0,45 *мм/сутки*. Общая величина смещений боковых пород в четвертой зоне зависит от времени поддержания выработки.

Общая протяженность зоны влияния очистного забоя (вторая и третья зоны) составляет около 100 *м*. При подвигании двух лав и значительных опережениях зоны влияния лав накладываются или сменяют одна другую. Зона влияния очистных работ увеличивается до 200 *м*.

Породы, нарушенные при подвигании передовой лавы, при прохождении отстающей лавы смещаются интенсивнее, условия поддержания выработок усложняются.

Влияние очистных работ сводит к минимуму охранное значение целиков угля шириной до 25—30 *м*, оставляемых у главных штреков. Участки штреков, находящиеся против лав, перекрепляются по 2—3 раза и более в течение года.

Заметные деформации крепи главных штреков появляются вскоре после начала очистных работ в прилегающей лаве. При удалении лавы от разрезной печи развивается опорное давление кровли на околоштрековый целик. Средняя скорость опускания кровли штрека в этот период при жесткой крепи из железобетонных стоек и двутавровых верхняков составляет 0,8 *мм/сутки*, поддувания почвы 0,1 *мм/сутки* (см. рис. 2, 3).

Максимум давления в главных штреках при целиках шириной 30 *м* развивается при подвигании лавы от разрезной печи на 110—120 *м*. Скорость поддувания почвы штрека возрастает до 1,4 *мм/сутки*. В этот период происходит раздавливание целика и разрушение жесткой крепи. Скорость опускания кровли возрастает до 10 *мм/сутки*. Максимальные деформации кровли отстают во времени от максимальных деформаций почвы и проявляются после раздавливания целиков

В районе станции наблюдения на главном вентиляционном штреке северного блока шахты № 2 «Нововолынская» (см. рис. 3) жесткая железобетонная крепь потеряла несущую способность через пять месяцев после начала очистных работ в Южной лаве 3 при ее удалении от разрезной печи на 125—130 *м* и опускании кровли примерно на 200 *мм*. Верхняки были подхвачены деревянными прогонами и стойками, затем участок был перекреплен арочной крепью из спецпрофиля. После

перекрепления и выпуска осевшей непосредственной кровли скорость опускания кровли резко снизилась до 5 *мм/сутки* и затем постепенно уменьшилась до 0,5—1 *мм/сутки*. Средняя скорость опускания кровли при арочной крепи из спецпрофиля за 197 дней при отходе Южной лавы 3 на 175—290 *м* составила 1,87 *мм/сутки*, средняя скорость пучения почвы 0,167 *мм/сутки*. Общее опускание реперов в кровле за 13 месяцев наблюдений достигло 485—815 *мм*, пучение почвы 45—60 *мм* (см. рис. 2).

Выводы

С точки зрения поддержания подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ горнотехнические условия Нововолынского месторождения тяжелые. Ослабленные трещинами эндогенного кливажа и трещинами, образовавшимися при сдвижении в результате влияния очистных работ, глинистые и песчаные сланцы составляют неустойчивые боковые стенки и кровлю выработок.

Выработки главных направлений, охраняемые целиками угля шириной до 25—40 *м*, неизбежно оказываются в зоне опорного давления и подвергаются постоянным деформациям сверх допустимых пределов. Для удовлетворительного поддержания главных штреков целики со стороны выработанного пространства должны быть не менее 50 *м*, целики между штреками — не менее 20 *м*. В этих условиях крепь должна обеспечить податливость 200—250 *мм* при достаточно высокой несущей способности. Таким требованиям отвечает арочная податливая крепь из спецпрофиля тяжелого типа (не менее 28 *кг/пог. м*).

При отработке выемочных участков прямым ходом наиболее благоприятные условия создаются при выемке спаренными лавами с минимальным (3—5 *м*) опережением лав, прохождении штрека позади лав на расстоянии 5—7 *м* и охране штрека бутовыми полосами шириной не менее 12 *м*. Податливость крепи должна соответствовать величине оседания основной кровли и составлять 40—50% вынимаемой мощности пласта. Из существующих видов крепи наиболее пригодна арочная пятизвеньевая податливая крепь типа АКП (конструкции ДонУГИ) из спецпрофиля тяжелого типа (28 *кг/пог. м* и более) с дополнительным интервалом податливости в ножках 500 *мм*. Сечение в свету (после осадки) 7—8 $м^2$ для конвейерных (сборных) штреков и 5 $м^2$ для вентиляционных.

Наиболее полно и эффективно вопросы поддержания подготовительных выработок Нововолынского месторождения будут решены только при переходе на отработку шахтных полей и особенно участков обратным ходом.