Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова т. LI, вып. 1, 1966 г.

УДК 622.87

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДОВЫХ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА ДЕФОРМАЦИИ УГОЛЬНОГО ПОЛОГОПАДАЮЩЕГО ПЛАСТА

Н. М. Проскуряков

Внезапные выбросы угля и газа в очистных забоях одиночных пластов Донецкого бассейна в настоящее время предотвращают бурением передовых скважин большого диаметра. Около 30% лав всех выбросоопасных пластов центрального района Донбасса [В. В. Ходот, А. П. Куликов, 1964] разрабатывается с применением в качестве защитных мероприятий бурения опережающих скважин. Схемы расположения скважин относительно очистного забоя различны, а частота их расположения исключает выбросы. Как известно [Ходот, 1961], горное давление и давление содержащегося в угле газа — основные факторы, определяющие возникновение и протекание выброса.

Наиболее эффективным средством предотвращения выбросов является предварительная разработка защитных пластов. Экспериментальные исследования С. Г. Авершина [1958] и Л. Н. Карагодина [1962] в шахтных условиях и на моделях показали, что при разработке защитного пласта в подзащитном пласте и окружающих его породах, в 5—50 *м* впереди забоя защитного пласта, возникает зона сжатия, на 5—10 *м* впереди и 30—70 *м* позади забоя защитного пласта распространяется зона разгрузки, а дальше наступает зона уплотнения. В зоне разгрузки происходит интенсивная дегазация пласта. При этом величина деформаций пласта достигает 0,3% от первоначальной его мощности.

Для определения и сопоставления величин деформаций впереди забоя лав одиночных пластов при наличии и отсутствии скважин изготовлены и отработаны две объемные модели из эквивалентных материалов. Модели рассчитаны для условий пород кровли пласта «Ливенского» шахты 5/6 им. М. И. Калинина (Донбасс).

Деформации пласта на моделях измеряли специальными гидравлическими датчиками с чувствительностью 0,0015—0,002 *мм* и точностью измерения относительной деформации (при базе 25 *мм*) $8 \cdot 10^{-5}$, т. е. того же порядка, что и точность при аналогичных замерах в натуре, и вполне достаточной для измерения деформаций на моделях. Половину модели по простиранию отрабатывали без скважин, а половину — при наличии в пласте скважин. Мощность пласта 2,5 *см* (2,5 *м* в натуре).

Схема объемной модели с расположением скважин и датчиков и указанием порядка отработки участка показана на рис. 1. Масштаб моделирования 1 : 100. Модели изготовляли из смеси песок—гипс—вода. Толщина слоя модели 1 *см*. Скважины диаметром 5 *мм* (0,5 *м* в натуре) —

что составляло 20% от мощности пласта — моделировали путем закладки в момент изготовления модели специальных металлических стержней такого же диаметра, которые вынимали перед отработкой модели. После закатки 40-сантиметровых слоев вес покрывающих пород до глубины 300—350 *м* воспроизводили компенсирующей пригрузкой. При отработке имитировали бутовые полосы (рис. 1) и органную посадочную крепь. Отработку пласта начинали от целика длиной 30 *см* и производили заходками по 2 *см*.

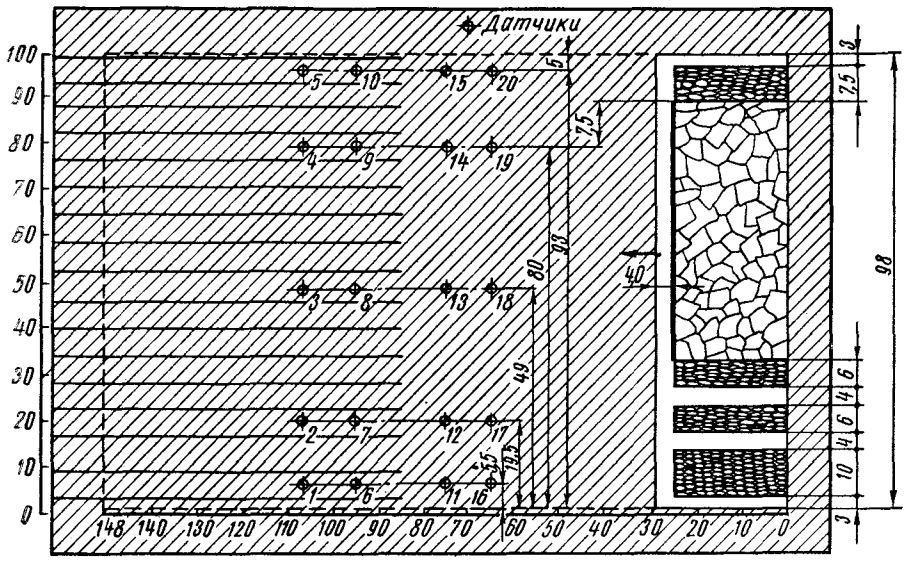


Рис. 1. Схема объемной модели.

Результаты измерения деформаций пласта впереди очистного забоя на моделях при наличии скважин и без них по длине лавы показаны на рис. 2. По оси абсцисс отложено расстояние от забоя до места замера деформаций, на положительной полуоси ординат — абсолютные деформации пласта при скважинах и без скважин, на отрицательной — сжатие пласта за счет скважин (в миллиметрах и процентах от первоначальной мощности пласта).

Деформации пласта по длине очистного забоя распределялись неравномерно в зависимости от расстояния рассматриваемого пункта забоя до штрека. Так, если деформация пласта в средней части лавы в 10 *см* от забоя составила 13 *мм*, то в кутках всего 3—7 *мм*. Разрушение и сжатие пласта по нормали вследствие проведения передовых скважин увеличивается по мере удаления от штреков к середине лавы. Сжатие пласта вследствие проведения скважин в верхней части лавы составило 5 *мм*, а в средней — 10 *мм* (соответственно, 0,2 и 0,4% от мощности пласта). Из сравнения графиков изменения деформаций пласта и его сжатия за счет проведения скважин в верхней и нижней частях лавы видно, что наличие трех бутовых полос в нижней части лавы снижает величину деформации пласта на расстоянии 10 *см* (10 *м* в натуре) от забоя с 8 до 6 *мм*, а сжатие пласта вследствие проведения скважин уменьшается с 6,5 до 1 *мм* (соответственно, 0,23 и 0,04% от мощности пласта). Следовательно, для получения в нижней части лавы (районе бутовых полос) сжатия пласта такого же порядка, какое получается при подработке и надработке, расстоя-

ния между скважинами 6 *см* (6 *м* в натуре) недостаточно и необходимо увеличение числа скважин.

Шахтные исследования величины и скорости опускания кровли в призабойной зоне и их изменение при проведении передовых скважин проводили в западной лаве 25 шахты им. М. И. Калинина. Шахта разрабатывает пласт h_{10} «Ливенский» мощностью 1,3 *м* с углом падения 10—14°

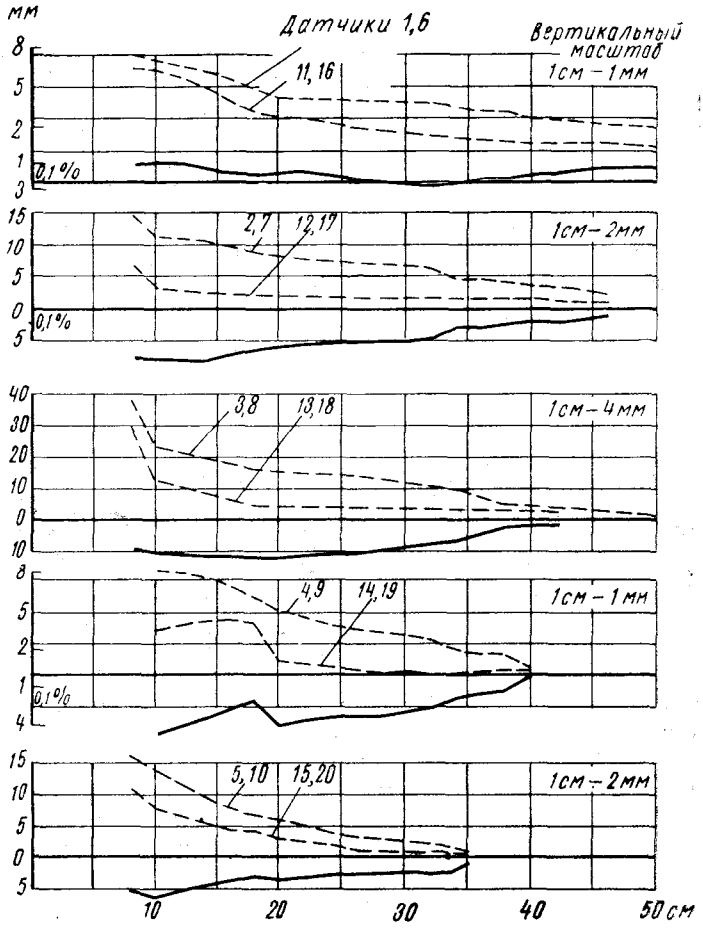


Рис. 2. Сжатие пласта за счет скважин (сплошная кривая) и его деформации впереди очистного забоя при наличии и отсутствии скважин (пунктир).

на глубине 350 *м*. В кровле пласта залегает глинистый сланец мощностью 7—12,5 *м*. В почве — глинистый сланец 0,9—1,1 *м*, переходящий в песчанистый сланец мощностью 1,2—7,5 *м*. Пласт угля представлен тремя пачками средней прочности ($\sigma_{сж} \approx 140$ *кГ/см*^{2}, $\gamma = 1{,}4$ *Г/см*^{3}).

Пласт «Ливенский» разрабатывают сплошной системой лава—этаж с длиной лавы 180 *м*. Над откаточным и подвентиляционным штреками выкладывают бутовые полосы. Подготовительные выработки проводят вслед за отработкой лавы. За последние 10 лет в поле шахты зарегистрировано 11 случаев внезапных выбросов угля и газа, из которых 9 в очистных забоях и 2 при проведении подготовительных выработок.

Целью шахтных исследований было изучение влияния скважин и расстояния между ними на скорость и величину опускания кровли в призабойной зоне, влияния местоположения скважин впереди подвигающегося

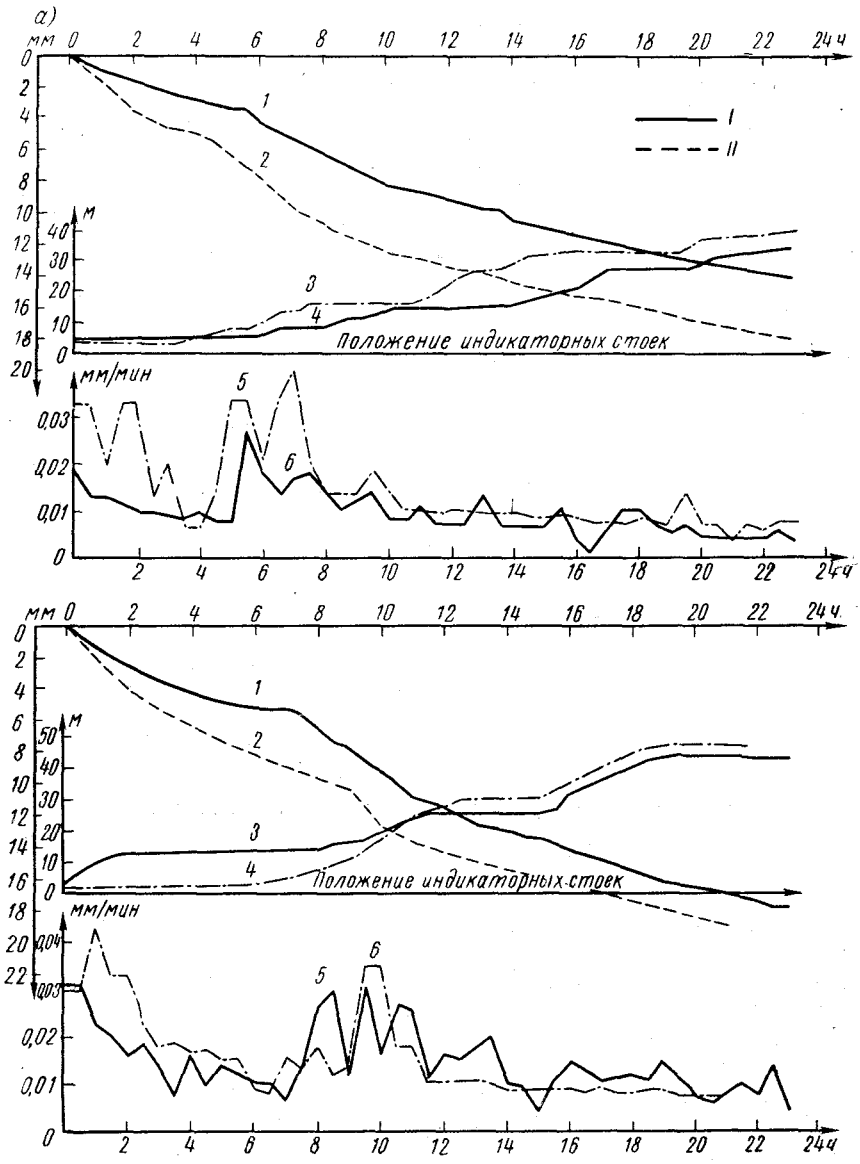


Рис. 3. Кривые величины и скорости опускания кровли в 35 *м* от вентиляционного штрека *а* и в средней части лавы *б* на расстоянии 0,2 *м* от груди забоя в западной лаве 25 шахты 5/6 им. М. И. Калинина:

I — без скважин; *II* — при наличии скважин;
1 и *2* — величина опускания кровли; *3* и *4* — движение комбайна относительно точки наблюдений; *5* и *6* — скорость опускания кровли.

очистного забоя (в средней или краевой его части) и способа управления кровлей (полное обрушение или частичная закладка) на характер сближения боковых пород в призабойной части лавы.

В изучаемой части лавы бурили 3 и более скважин диаметром 300 *мм* перпендикулярно очистному забою, в 3—8 *м* друг от друга. Бурение скважин осуществляли из очистного пространства станком ЛБС-4 на глубину 10—15 *м*.

Круглосуточные замеры с интервалами 30 *мин* сближения кровли с почвой в исследуемой части лавы (на расстоянии 35, 48, 79 и 90 *м* от верхнего кутка и в районе нижних бутовых полос — на расстоянии 6,15 и 25 *м* от нижнего кутка) производили индикаторной стойкой СУИ-II. Во всех пунктах наблюдений проведено по 3 цикла замеров.

Графики величины и скорости опускания кровли в призабойном пространстве в 0,2 *м* от забоя и положения комбайна относительно точки наблюдений в верхней (в 35 *м* от верхнего кутка) и средней частях лавы приведены на рис. 3. Как видно из графиков, величина опускания кровли

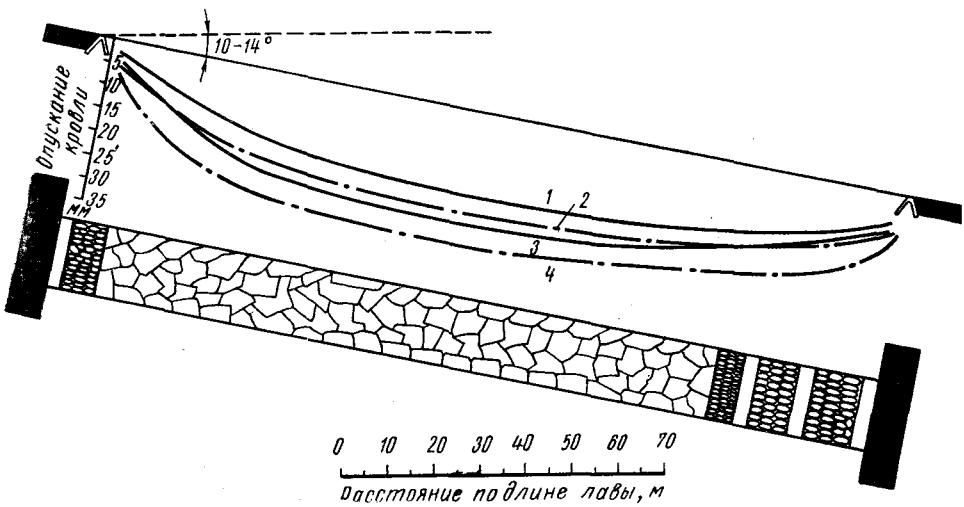


Рис. 4. Среднесуточное опускание кровли вдоль лавы на расстоянии:

1 и *2* — 0,2 *м* от забоя без и при наличии скважин; *3* и *4* — 2 *м* от забоя без скважин и при наличии скважин.

на кромке пласта, т. е. его сжатие при наличии скважин, достигает в верхней части лавы (рис. 3, *а*) 18 *мм/сутки* и при отсутствии скважин 14 *мм/сутки*. В средней же части лавы (рис. 3, *б*) сжатие пласта на кромке забоя при наличии скважин составляло 20 *мм/сутки* и без скважин 17 *мм/сутки*.

Необходимо отметить, что скорость опускания кровли при проведении передовых скважин в начальный момент после прохода комбайном пункта наблюдений несколько больше (0,045 *мм/мин*), чем при отсутствии скважин (0,01—0,02 *мм/мин*). Следовательно, проведение передовых скважин способствует более интенсивному опусканию кровли и, соответственно, деформации пласта по нормали.

Как видно на рис. 4, величина опускания кровли (сжатие пласта) при проведении защитных скважин по длине лавы в 3—8 *м* одна от другой увеличивается пропорционально расстоянию от штрека к середине лавы. При проведении передовых скважин под действием опорного давления пласт разрушается в сторону скважины и до 30 *м* впереди очистного забоя значительно сжимается по нормали. Вследствие этого создаются безопасные, с точки зрения возникновения выброса, условия ведения горных работ, аналогичные защитному действию подработки и надработки пласта.

В шахтных условиях исследована скорость сближения почвы с кровлей во время бурения скважин, а также при наличии только одной скважины. При бурении одной или нескольких скважин проведены замеры в 32 и 62 *м* от верхнего кутка. Для сравнения проведены наблюдения в этих же точках без скважин. Индикаторные стойки СУИ-II, по которым снимали отсчеты через каждые 10 *мин*, устанавливали в 0,2 *м* от забоя и через 1 *м* по паданию от места бурения скважин.

Как показали наблюдения, скорость опускания кровли на расстоянии 32 *м* от верхнего кутка при бурении одной скважины диаметром 300 *мм* составила в среднем 1,3 *мм/ч* против 0,3 *мм/ч* без скважины. При этом наибольшая скорость опускания кровли на расстоянии до 4 *м* от места бурения по падению пласта отмечена во время бурения скважины на глубине 2—4 *м* от забоя. При наличии одной пробуренной и бурении последующих скважин скорость опускания кровли в районе места бурения более равномерна и составляет в среднем 0,5—0,6 *мм/ч*.

Таким образом, при бурении передовых скважин, особенно в зоне опорного давления, впереди очистного забоя напряжения в угольном пласте снижаются, пласт разрушается в сторону скважин и интенсивно опускается кровля.

Выводы

1. Проведение передовых скважин диаметром, равным 20—25% мощности пласта, при расстоянии между скважинами 3—10 *м* обеспечивает на расстоянии до 30 *м* впереди забоя сжатие пласта по нормали, в зависимости от положения скважины по длине лавы, на 0,2—0,4% от его первоначальной мощности.

Величина и распределение деформаций пласта впереди забоя при наличии скважин хорошо согласуются с данными инструментальных наблюдений ВНИМИ [Авершин, 1958] в зонах деформации пласта при его подработке или надработке, чем подтверждается эффективность защитной сети скважин большого диаметра для предотвращения внезапных выбросов угля и газа в лавах пологих пластов.

2. Полезное действие передовых скважин повышается по мере удаления положения скважин от штрека к середине лавы.

3. Изменение деформаций пласта по длине забоя указывает на возможность значительного сокращения густоты сетки передовых скважин по мере приближения к середине лавы при более густом их расположении вблизи штреков.

4. Бурение скважин, особенно в зоне опорного давления, сопровождается интенсивным опусканием кровли.

ЛИТЕРАТУРА

Авершин С. Г. Результаты изучения проявлений горного давления при разработке, надработке и подработке угольных пластов, подверженных внезапным выбросам в шахтах Донбасса. Сб. Научные исследования в области борьбы с внезапными выбросами угля и газа. Углетехиздат, 1958.

Карагодин Л. Н. Использование защитных пластов на пологом падении. Сб. Борьба с внезапными выбросами в угольных шахтах. Госгортехиздат, 1962.

Ходот В. В. Внезапные выбросы угля и газа. Госгортехиздат, 1961.

Ходот В. В., Куликов А. П. Современное состояние работ по борьбе с внезапными выбросами угля и газа в угольных шахтах СССР. Ротопринт. Ин-т горного дела им. А. А. Скочинского, 1964.