Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова
Т. 123. Л., 1990

УДК 622.232.8

Г.В.ОВЧАРЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ МОДЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМОКРЕПЕЙ

Вопросы проявления горного давления и взаимодействия кровли с боковыми породами в очистных забоях тонких и весьма тонких угольных пластов при безлюдной выемке сложны и мало изучены. Для отработки весьма тонких угольных пластов с устойчивыми и средней устойчивости боковыми породами были испытаны технологические схемы с выемкой угля канатными пилами, стругами, скрепер-стругами и узкозахватными комбайнами с применением и без применения крепи. Испытанные технологические схемы не нашли промышленного применения. В настоящее время во многих учебных, научно-исследовательских институтах и на шахтах Донбасса ведутся работы по изысканию технологических схем выемки весьма тонких угольных пластов на базе стругов, скрепер-стругов и узкозахватных комбайнов с применением механизированных пневматических крепей.

Кафедрой разработки пластовых месторождений ЛГИ совместно с институтом "Гипрошахт" и ПО "Стахановуголь" разработан и испытан экспериментальный образец пневмокрепи "Нева". Шахтные испытания экспериментального образца пневмокрепи "Нева" были осуществлены в Западной лаве пласта $К_7^Д$ гор. 710 м со средней мощностью пласта 0,8 м. Особенностью пневмокрепи является схема передвижки по принципу параллелограмма. При передвижении рядов пневмокрепи "Нева" ширина незакрепленной части призабойного пространства изменяется от 0,8 до 1,4 м и до 2,9–3,0 м в период разгрузки забойного ряда крепи, соответственно площадь незакрепленной части призабойного пространства при длине лавы 100–120 м может достигать 290–360 м^2.

Шахтные испытания проводились на верхнем участке лавы длиной 23 м. Передвижка пневмокрепи осуществлялась из вентиляционного штрека. При дистанционной передвижке крепи контроль за деформацией пород кровли был затруднен, поэтому возникает необходимость в изучении проявления горного давления методом моделей.

Изучение проявления горного давления в условиях тонких и весьма тонких угольных пластов с применением пневмокрепи "Нева" проводилось на объемных моделях. Размеры модели: 1,35 х 1,7 х 1,2 м. Масштаб моделирования 1:10 и 1:20. Модель закатывалась слоями по 2 см. В кровле пласта имитировались слои аргиллитов общей мощностью 5 м. Мощность пласта 0,7 м.

Методикой исследований предусматривалось измерение давлений на крепь первого и второго рядов, а также смещения нижних слоев непосредственной кровли на разных расстояниях от линии очистного забоя по длине лавы и выемочного столба при различных процессах, проводимых в очистном забое. Для измерения этих величин использовались образцовые манометры с ценой деления 0,001 МПа, а также индикаторы часового типа.

Методика отработки модели заключалась в следующем. После выемки пласта на ширину рабочего пространства в выработанное пространство опускались два ряда механизированной пневмокрепи с отставанием от забоя первого ряда крепи на 0,5 м, после чего в пневмобаллонах создавалось давление 0,3 МПа. Все приведенные размеры даны в реальном масштабе. Дальнейшая выемка пласта производилась на величину, равную ширине захвата комбайна "Поиск" r = 0,9; 0,4 и 0,2 м.

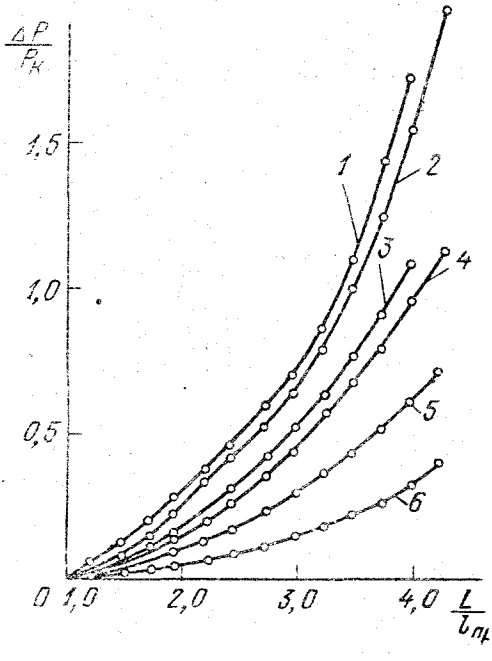


Рис.1. Характер изменения давления в пневмобаллонах завального 1, 2, 5 и забойного 2, 4, 6 рядов пневмокрепи от длины консоли основной кровли

1 – изменение давления на завальный ряд крепи при разгрузке забойного при управлении кровлей плавным прогибом; 2 – изменение давления на завальный ряд крепи при различном соотношении длины консоли основной кровли и ширины призабойного пространства при управлении кровлей плавным прогибом (вариант I); 3 – изменение давления на забойный ряд крепи при разгрузке завального при управлении кровлей плавным прогибом; 4 – изменение давления на завальный ряд крепи при различном соотношении длины консоли основной кровли и ширины призабойного пространства при управлении кровлей плавным прогибом (вариант II); 5 – изменение давления на завальный ряд крепи при управлении кровлей частичной закладкой, 6 – кривая изменения давления на забойный ряд крепи при управлении кровлей частичной закладкой

После выемки полосы угля шириной 0,9 м снимались отсчеты по манометрам, установленным на забойном и завальном рядах, и по индикаторам часового типа, установленным в средней части и на концевых участках лавы по всей длине выемочного поля. Разгружался забойный ряд крепи, снимались показания по манометру, установленному на завальном ряду крепи, и по индикаторам часового типа. Забойный ряд крепи передвигался к забою на 0,9 м, и в баллонах забойного ряда создавался предварительный распор 0,3 МПа, снимались показания по манометрам, установленным на забойном и завальном рядах, и по индикаторам часового типа. Разгружался завальный ряд, снимались показания по манометру, установленному на забойном ряду крепи, и по индикаторам часового типа. Завальный ряд крепи передвигался к забою на 0,9 м, и в баллонах создавался предварительный распор 0,3 МПа, снимались по-

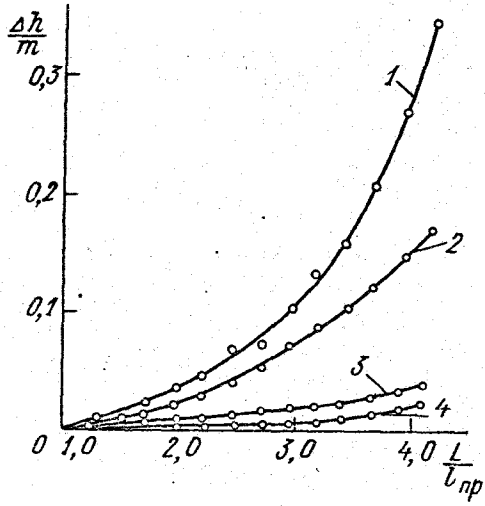


Рис.2. Характер смещения нижних слоев непосредственной кровли в выработанном пространстве очистного забоя и в незакрепленной части призабойного пространства при управлении кровлей плавным прогибом и частичной закладке выработанного пространства от длины консоли основной кровли

1 – смещение нижних слоев непосредственной кровли в выработанном пространстве при управлении кровлей плавным прогибом; 2 – смещение нижних слоев непосредственной кровли в выработанном пространстве при управлении кровлей частичной закладкой; 3 – смещение нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства при управлении кровлей плавным прогибом; 4 – смещение нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства при управлении кровлей частичной закладкой

казания по манометрам, установленным на забойном и завальном рядах, и по индикаторам часового типа. На этом заканчивался полный цикл передвижки крепи. Исследования проводились при выемке полосы шириной 0,9; 0,4 и 0,2 м.

На рис.I показан характер изменения давления в пневмобаллонах завального и забойного рядов крепи при различном соотношении $L/\ell_{пр}$ в условиях плавного прогиба и частичной закладке выработанного пространства. На рис.I ΔP – приращение давления в пневмостойках, МПа; P_R – предварительный распор, МПа; L – длина консоли основной кровли, м; $\ell_{пр}$ – ширина призабойного пространства, м.

Установлено, что при управлении кровлей частичной закладкой нагрузки на секции забойного и завального рядов были в 2–2,8 раза меньше в сравнении со способом управления кровлей плавным прогибом.

Приращение давления на завальный ряд крепи в условиях плавного прогиба кровли при разгрузке забойного ряда крепи колеблется в пределах I0–I3 %. Увеличивается нагрузка на секции крепи забойного ряда при разгрузке завального. При этом приращение давления на забойный ряд крепи колеблется в пределах I2–I5 %.

Характер нагружения на ряды крепи зависит от соотношения длины консоли основной кровли L и ширины призабойного пространства $\ell_{пр}$. Так, при увеличении $L/\ell_{пр}$ от 2 до 4 (рис.I) давление на крепь первого ряда возрастает в 3–4 раза, а второго ряда в 6–7 раз. При разгрузке забойного ряда крепи нижние слои расслаиваются и величина опускания кровли резко возрастает. Активно проявляется опускание пород кровли и при выемке пласта. Однако, величина смещения нижних слоев при разгрузке первого ряда крепи увеличивается в 4–8 раз по сравнению с процессом выемки угля.

Согласно рис.2 при управлении кровлей частичной закладкой смещение нижних слоев непосредственной кровли в выработанном пространстве на расстоянии I6–20 м от линии очистного забоя в I,5–2,0 раза меньше в сравнении

со способом управления кровлей плавным прогибом. На рис.2 Δh – величина смещения нижних слоев непосредственной кровли, м; m – мощность пласта, м. Величина смещения нижних слоев непосредственной кровли до первого ряда крепи, в зоне незакрепленной части призабойного пространства, при управлении кровлей частичной закладкой в 1,8–2,0 раза меньше в сравнении со способом управления кровлей плавным прогибом.

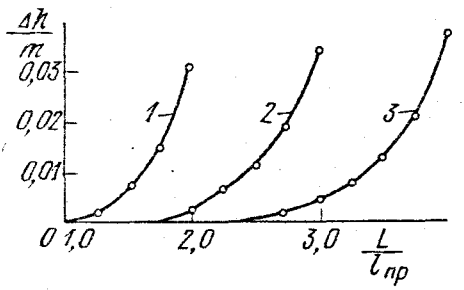


Рис.3. Характер смещения нижних слоев непосредственной кровли по ширине призабойного пространства в зависимости от длины консоли основной кровли
1 – смещение нижних слоев непосредственной кровли по реперу, установленному в 0,2 м от линии очистного забоя в сторону выработанного пространства; 2 – смещение нижних слоев непосредственной кровли по реперу, установленному в 3,6 м от первого в сторону очистного забоя; 3 – смещение нижних слоев непосредственной кровли по реперу, установленному в 3,6 м от второго в сторону очистного забоя

На рис.3 показан характер смещения нижних слоев непосредственной кровли $\Delta h/m$ по ширине призабойного пространства в зависимости от длины консоли основной кровли $L/\ell_{пр}$.

Методикой исследований предусматривалось изучение характера разрушения пород непосредственной кровли для условий шахт ПО "Стахановуголь" и смещения нижних слоев непосредственной кровли по ширине призабойного пространства. Было установлено три наблюдательных станции, одна из которых установлена в 0,2 м от линии очистного забоя в сторону выработанного пространства, другая в 3,6 м от первой впереди очистного забоя и третья в 3,6 м от второй впереди очистного забоя.

Исследования показали, что в непосредственной кровле, сложенной слоистыми аргиллитами, систематически возникают трещины давления, падающие на забой. Угол падения трещин к плоскости напластования от 60 до 80°. Трещины давления возникают впереди забоя на расстоянии от 1 до 2 м. На таком же расстоянии впереди очистного забоя – смещение нижних слоев непосредственной кровли (рис.3). Расстояние между трещинами примерно равно или кратно шагу выемки. Расстояние между трещинами определяется не только шириной захвата выемочного органа, но и положением линии забоя относительно длины консоли основной кровли. С увеличением длины консоли основной кровли величина смещения нижних слоев непосредственной кровли по ширине призабойного пространства увеличивается (рис.3). При удалении линии очистного забоя от крепи на 2,1–2,9 м почти всегда происходят вывалы в условиях пород, сложенных слоистыми трещиноватыми аргиллитами.

Согласно графикам безразмерной зависимости $D=(\Delta h/m)100$ от соотношения ширины незакрепленной части призабойного пространства $\ell_н$ к ширине захвата комбайна r смещение нижних слоев непосредственной кровли снижается с уменьшением ширины захвата исполнительного органа комбайна. Так, после выемки очередной полосы угля шириной 0,9 м отношение незакреп-

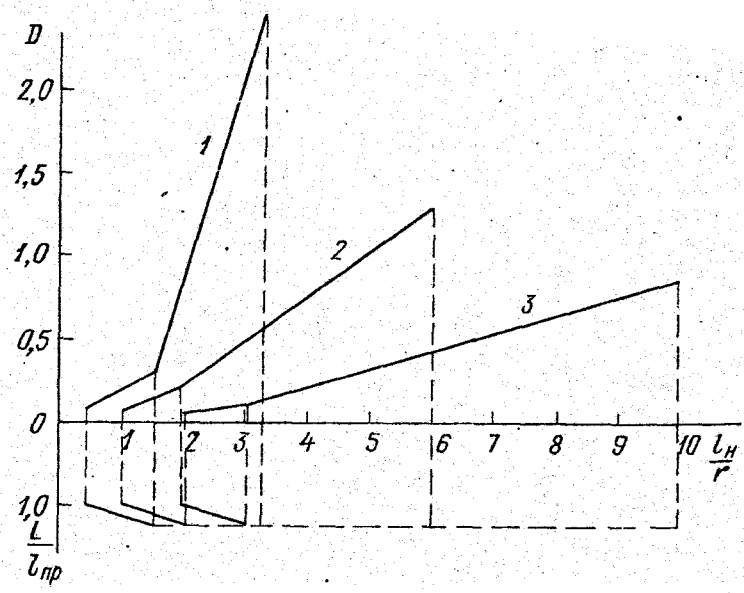


Рис.4. Характер смещенья нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства в зависимости от ее ширины

1 - смещение нижних слоев непосредственной кровли при выемке полосы шириной 0,9 м; 2 - смещение нижних слоев непосредственной кровли при выемке полосы шириной 0,4 м; 3 - смещение нижних слоев непосредственной кровли при выемке полосы шириной 0,2 м

ленной части призабойного пространства к ширине захвата выемочного органа изменяется от I,44 до 3,2 (после разгрузки забойного ряда крепи), при этом величина смещения нижних слоев увеличивается в 7-8 раз (рис.4). После выемки полосы угля шириной 0,2 м и разгрузки забойного ряда крепи отношение ширины незакрепленной части призабойного пространства к ширине захвата выемочного органа изменяется от 3,2 до I0, при этом величина смещения нижних слоев непосредственной кровли увеличивается в 6-7 раз.

При увеличении ширины захвата выемочного органа от 0,2 до 0,4 м ширина незакрепленной части призабойного пространства в момент разгрузки забойного ряда крепи увеличивается от 2,I до 2,3 м, при этом величина смещения нижних слоев непосредственной кровли увеличивается в I,4-I,6 раза, а при увеличении захвата выемочного органа от 0,4 до 0,9 м. Ширина незакрепленной части призабойного пространства увеличивается от 2,3 до 2,8 м, при этом величина смещения нижних слоев непосредственной кровли увеличивается в I,8-2,0 раза, что приводит к вывалообразованиям пород непосредственной кровли.

На рис.5 показан характер вывалообразований в зависимости от ширины незакрепленной части призабойного пространства. Ширина незакрепленной части призабойного пространства изменяется в зависимости от ширины захва-

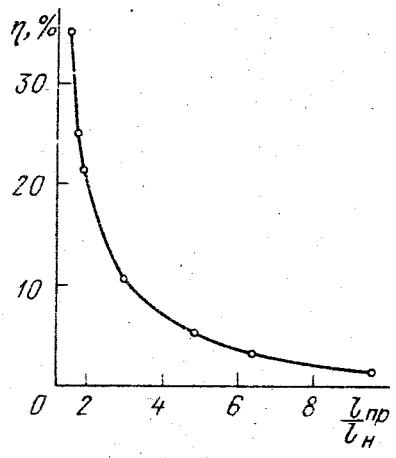


Рис.5. Характер вывалообразований в зависимости от ширины незакрепленной части призабойного пространства

та выемочного органа. Так, при ширине захвата выемочного органа 0,2; 0,4 и 0,9 м ширина незакрепленной части призабойного пространства при разгрузке забойного ряда крепи составляет 2,I; 2,3 и 2,8 м.

Установлено, что при увеличении ширины незакрепленной части призабойного пространства от 0,4 до I,3 м число вывалов увеличивается незначительно и составляет около I0 % от общего числа, но с увеличением ширины незакрепленной части призабойного пространства от I,3 до 2,I м, затем до 2,3 и 2,8 м при ширине захвата выемочного органа 0,2; 0,4 и 0,9 м, число вывалов резко возрастает и составляет около 80 % от общего числа приходящихся на незакрепленную часть призабойного пространства. С увеличением ширины незакрепленной части призабойного пространства от 2,I до 2,8 м число вывалообразований увеличивается в I,5–I,8 раза.

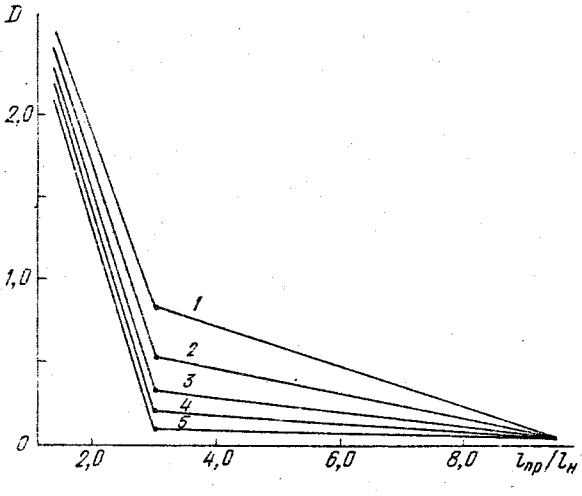


Рис.6. Характер смещения нижних слоев непосредственной кровли в незакрепленной части призабойного пространства до и после разгрузки забойного ряда крепи при различной величине предварительного распора

1–5 – при величине предварительного распора забойного ряда крепи соответственно 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 МПа

Размеры вывалов составляли 0,2–I,5 м по высоте и до 2,8 м по ширине призабойного пространства, достигая десятков метров по длине лавы. Чаще размеры обрушенных блоков составляли 0,2–0,3 м и при обрушении иногда заклинивали секции крепи при передвижке. Чтобы избежать заклинивания секций крепи в условиях вывалообразований пород кровли, нами было предложено изготовить тяги в форме ромба, что позволило во многих случаях избежать заклинивания секций крепи, так как обрушенные породы скатывались вниз по падению пласта, не задерживаясь на тягах. Характер вывалообразований пород непосредственной кровли на рис.5 показан в условиях средних значений предварительного распора, составляющего 0,3 МПа.

Согласно графикам безразмерной зависимости $D=(\Delta h/m)100$ от соотношения ширины призабойного $\ell_{пр}$ и незакрепленного пространства $\ell_{н}$ (рис.6) изменение величины предварительного распора механизированной пневматической крепи существенно влияет на величину деформаций нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства (между линией очистного забоя и первым рядом крепи). Так, уменьшение распора от 0,5 до 0,3 МПа приводит к увеличению деформаций нижних слоев непосредственной кровли после выемки полосы угля шириной 0,9 м в 2,0-2,8 раза, а с уменьшением распора от 0,5 до 0,I МПа в 6-7 раз.

На рис.7 показан характер смещения секций крепи по линии простирания пласта в сторону выработанного пространства в зависимости от длины крепи и числа циклов передвижки. На рис.7 ℓ - длина линии очистного забоя, м; $\ell_{с}$ - длина секции крепи, м; $\ell_{изг}$ - величина смещения секций крепи в сторону выработанного пространства, м.

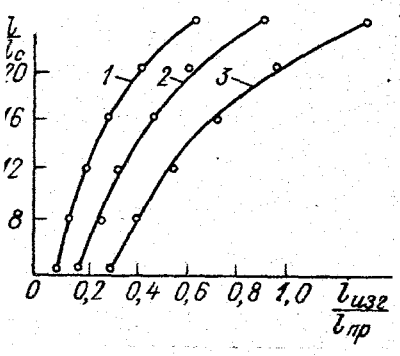


Рис.7. Характер искривления ряда крепи по линии простирания пласта в зависимости от его длины и числа циклов передвижки
1-3 - при передвижке крепи по линии простирания пласта на число циклов соответственно 20, 40, 60

Установлено, что при управлении крепью из вентиляционного штрека нижние секции и крепь в целом постепенно смещаются в сторону выработанного пространства. Величина смещения зависит от длины крепи и числа циклов подвигания лавы. Для уменьшения величины смещения крепи в сторону выработанного пространства нами предусмотрена установка приводной лебедки на откаточном штреке, что позволяло бы периодически подтягивать нижние секции крепи к линии очистного забоя; кроме того, нами установлена возможность регулировки шага перемещения нижних секций крепи к линии очистного забоя путем изменения шага перемещения секций крепи по линии падения (восстания) пласта (путем изменения положения тяг в плоскости напластования).

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

I. Для условий тонких и весьма тонких крутых угольных пластов целесообразно ориентироваться на способ управления кровлей частичной закладкой, возводимой из вентиляционного штрека без постоянного присутствия людей в очистном забое.

2. Частичная закладка выработанного пространства позволяет снизить нагрузки на секции пневмокрепи в 2-3 раза и уменьшить величину смещения нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства в I,5-2 раза по сравнению со способом управления плавным прогибом.

3. В породах непосредственной кровли, сложенных слоистыми аргиллитами и алевролитами, систематически возникают трещины давления, падающие

на забой под углом от 60 до 80° к плоскости напластования, которые возникают впереди забоя на расстоянии от I до 2 м.

4. В условиях слоистых трещиноватых аргиллитов при увеличении ширины незакрепленной части призабойного пространства от I,3 до 2,8 м почти всегда происходят вывалы пород, чаще высотой 0,4-0,8 м, реже I,0-I,5 м.

5. Уменьшение давления в пневмостойках крепи с 0,5 до 0,I МПа приводит к увеличению смещения нижних слоев непосредственной кровли в зоне незакрепленной части призабойного пространства в 5-6 раз, что вызывает необходимость поддержания постоянного давления в пневмостойках крепи в пределах 0,3 МПа.

6. Нижние секции крепи при ее передвижке и управлении из вентиляционного штрека смещаются в сторону выработанного пространства, что вызывает необходимость в разработке мероприятий по снижению величины искривления фронта крепи путем изменения шага перемещения секций крепи по линии падения или восстания пласта с изменением положения тяг в плоскости напластования.

7. С целью расширения области применения пневмокрепи "Нева" целесообразно предусмотреть шахматную передвижку секций крепи.