

УДК 622.273

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛИНЫ ЗАВИСАНИЯ ПОРОДНЫХ КОНСОЛЕЙ

Назимко И.В. (УкрНИМИ, НАНУ г. Донецк, Украина)

Досліджена довжина консолей зависання при двух швидкостях посування очисного вибою.

The length of consoles of lag is investigated at two speeds of movement of a longwall face.

Зона максимальных изгибов является одним из важнейших элементов схемы сдвижений, поскольку в ней происходят максимальные раскрытия трещин. Эти трещины являются проводниками взрывоопасного газа и подземных вод. При определенном распределении проницаемости трещиноватого подрабатываемого массива создается опасность поступления повышенного количества метана в действующие очистные забои. В настоящее время известно, что угол полных сдвижений зависит от скорости подвигания очистного забоя. [1]. С помощью моделирования доказано, что с увеличением скорости подвигания лавы угол полных сдвижений уменьшается [2, 3]. Кроме того, по результатам моделирования эквивалентными материалами исследовалась зависимость между длиной зависания породной консоли в выработанном пространстве и шириной зоны максимальных изгибов. Однако, как меняются параметры зоны максимальных изгибов при увеличении темпов подвигания лавы в натуральных условиях, практически не изучалось.

Для изучения ширины зоны максимальных изгибов использовали шахтные инструментальные наблюдения. При этом, наблюдения выполнялись из действующего очистного забоя путем измерения длины зависающей консоли, которая

составляет определенную часть ширины зоны максимальных изгибов. Предварительно была проанализирована эмпирическая зависимость между длиной зависания и размером зоны максимальных изгибов. Для установления этой зависимости были использованы результаты физического моделирования автора статьи, а также данные испытаний моделей из эквивалентных материалов ДГИ и ДонУГИ [2, 3]. После объединения всех указанных экспериментальных данных в одну статистическую выборку установлена корреляционная линейная зависимость между длиной зависания породных консолей и шириной зоны максимальных изгибов (рис. 1). Коэффициент пропорциональности 1,86 при тесноте связи $R^2 = 0,51$.

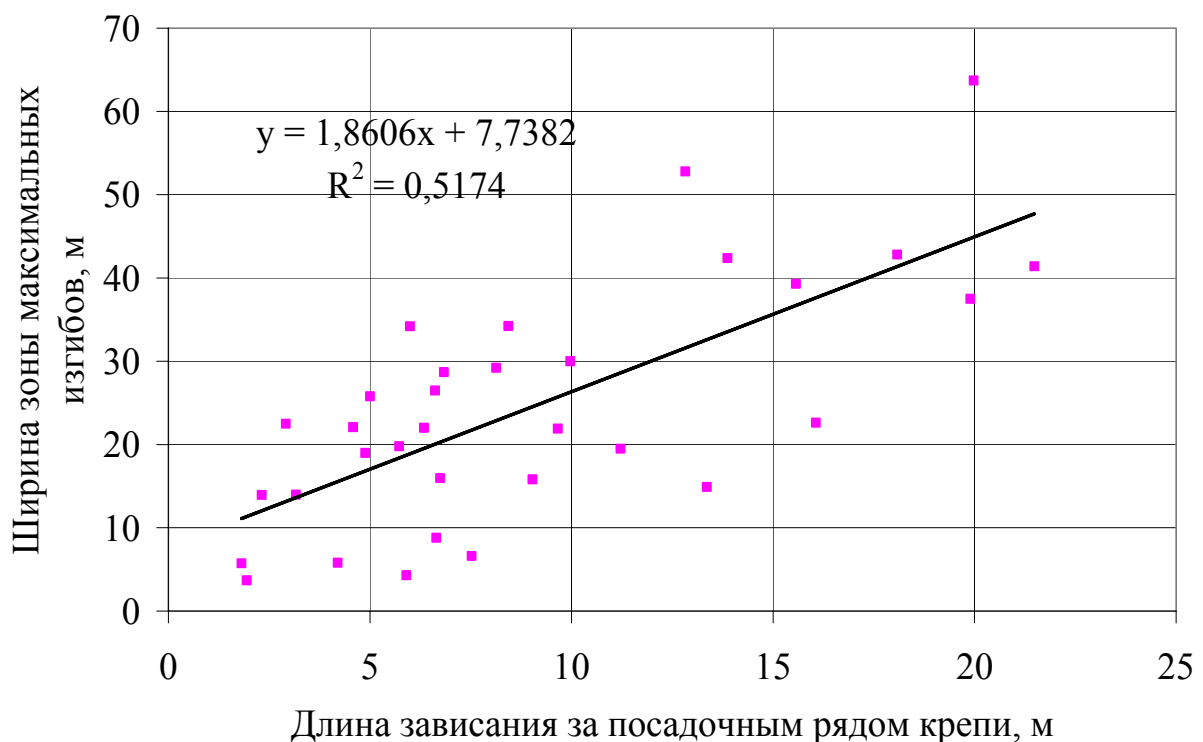


Рис. 1. Зависимость между длиной зависания породных консолей за посадочным рядом крепи от ширины зоны максимальных изгибов

Длину консоли в натуральных условиях действующей измеряли на пласте c_{11} шахты «Южнодонбасская №1», d_4 шахты «Красноармейская–Западная №1» и l_1 шахты им. Засядько. На

рис. 2 показан експериментальний участок, на котором проводились замеры по шахте «Южнодонецкая №1», а также структурная колонка угольного пласта и вмещающих его пород. Пласт с₁₁ отработывался на глубине 550 м, мощность пласта составляла в среднем 1,52 м, угол падения - 10°. В непосредственной кровле залегал слой алевролита, мощностью 7,2 м и прочностью на одноосное сжатие 56 МПа.

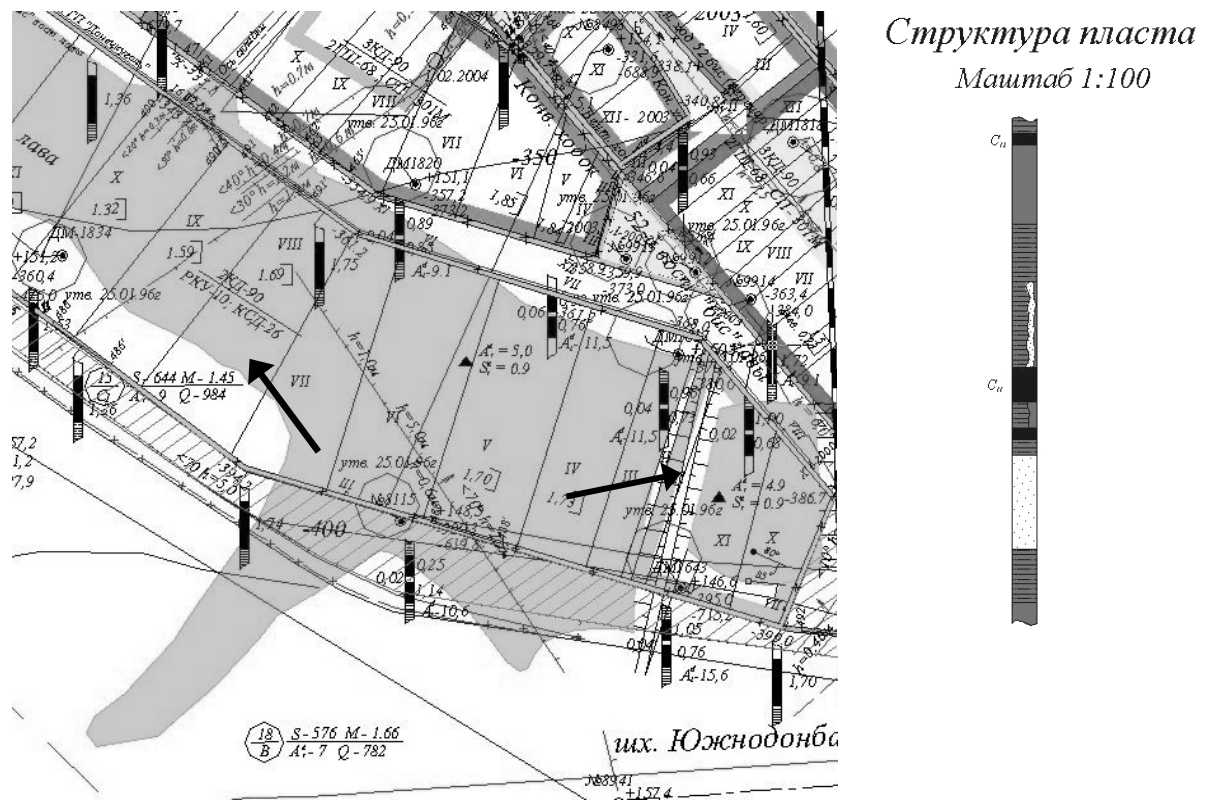


Рис. 2. Фрагмент плана горных выработок в районе проведения экспериментов

Основная кровля была представлена аргиллитом ($m = 3,9$ м, $\sigma_{сж} = 40$ МПа), пропластком угля с₁₂ ($m = 0,4$ м, $\sigma_{сж} = 20$ МПа) и алевролитом, который имел мощность 8 м и прочностью на одноосное сжатие 49 МПа.

В непосредственной почве пласта с₁₁ залегал алевролит с пропластком угля мощностью 2 м и прочностью на одноосное сжатие 42 МПа. В основной почве находился песчаник, имеющий мощность 4,5 м и прочностью на одноосное сжатие 74 МПа, а так

же алевролит мощностью - 2,6 м и прочностью на одноосное сжатие - 50 МПа. Управление кровлей (полное обрушение) и крепление лавы осуществлялось комплексом 2КД-90, отработка пласта – комбайном РКУ-10, длина лавы составляла 220 м.

Замеры проводились через зазоры между перекрытиями, возникающие при вывалах породы, а также между стойками механизированной крепи, где это было возможно. Замеры проводились несколько раз в одном месте для определения наибольшей длины зависания консоли. Замеры выполнялись лазерным дальномером Disto A2, дальность измерения которого колеблется от 0,05 до 60 м, погрешность $\pm 1,5$ мм. Для обеспечения статистической достоверности результатов, было сделано порядка 100 замеров при одной и той же скорости подвигания лавы. Результаты обрабатывались в диапазоне 95% доверительного интервала.

Стрелками обозначены участки, на которых проводились массовые замеры длины зависающей консоли. Замеры проводились на участке, где скорость подвигания очистного забоя была порядка 19 м/мес. и на участке, где подвигание составляло 93 м/мес. Таким образом, скорость подвигания изменялась почти в 5 раз. Было произведено порядка 100 замеров по всей длине лавы. Примеры обработанных данных показаны на распределениях рис. 3 и рис. 4. Результаты эксперимента показали, что распределение является несимметричным и не противоречит логнормальному закону. Это значит, что чаще преобладают зависания меньших размеров. При этом средняя величина длины зависания консоли при скорости 19 м/мес. - 5 м, а при скорости 93 м/мес. – 13,5 м. С увеличением скорости практически в 5 раз длина зависающей консоли увеличивается в 2,7 раза.

Данные результаты подтверждают достоверность выводов об увеличении ширины зоны максимальных изгибов при повышении скорости подвигания очистного забоя. Причина такого эффекта заключается в следующем. При увеличении темпов подработки толщи горных пород касательные деформации на переходе от нетронутого массива к выработанному пространству уменьшаются из-за того, что зона

активных сдвижений растягивается в пространстве. В результате максимальные касательные напряжения в переходной зоне также уменьшаются, что содействует увеличению длины зависающих породных консолей.

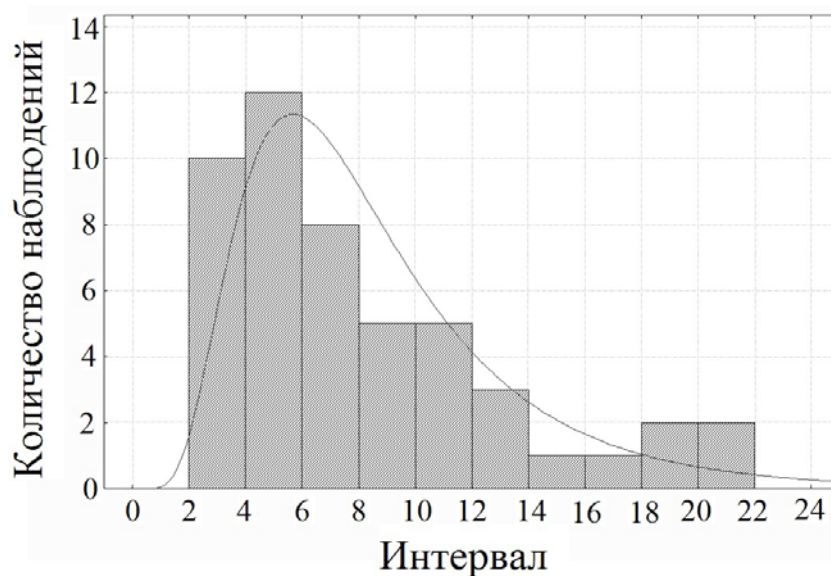


Рис. 3. Распределение максимальной длины зависания породной консоли в выработанном пространстве при скорости подвигания лавы 19 м/мес.

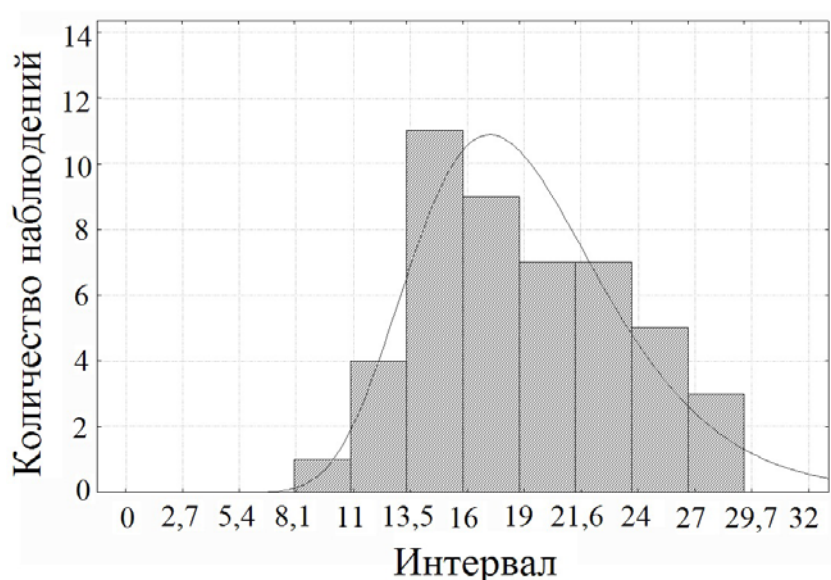


Рис. 4. Распределение максимальной длины зависания породной консоли в выработанном пространстве при скорости подвигания лавы 93 м/мес.

Как результат, увеличивается и ширина зоны максимальных изгибов, которая формируется этими консолями.

Анализ пространственного распределения длин зависания породных консолей показал, что в процессе движения очистного забоя вдоль лавы возникают определенные структуры, в которых наблюдаются закономерные чередования коротких и длинных зависаний. При этом чередующиеся структуры можно описать математическими рядами с модулями в виде чисел Фибоначчи. Эта закономерность была установлена следующим образом. В процессе выполнения инструментальных наблюдений выделялись отдельные породные слои или прослойки и прослеживалась длина зависания данного слоя по всей длине лавы. Затем определяли отношение максимальной длины зависания к минимальной.

Оказалось, что отношение максимальной длины к минимальной в пределах одного и того же породного слоя или его пачки является весьма стабильной величиной в пределах 1,45 – 1,81, что в среднем составляет 1,63. Такое соотношение сохранялось в довольно широком диапазоне длин зависания, по крайней мере - от 3 до 21 м. Если записать ряд Фибоначчи в таком виде, который приведен в таблице 1, то можно видеть что, начиная с зависания 5 м и более, отношение большего зависания к меньшему становится стабильным и почти не изменяется, составляя 1,63. Если учесть что верхний ряд таблицы 1 является рядом чисел Фибоначчи можно сделать предположение о существовании некоторой закономерности в разбросе зависаний в пределах одного и того же слоя или его пачки.

Таблица 1
Зависимость длины зависания породных консолей
от соотношения их максимума к минимуму

Длины зависаний, м	1	2	3	5	8	13	21	34
Отношение большего к меньшему		2,00	1,50	1,67	1,60	1,63	1,62	1,62

С физической точки зрения такие ряды характеризуют кластерные структуры, которые описывают сложные закономерности необратимого деформирования подрабатываемого массива горных пород.

Дальнейшими исследованиями предусматривается количественное исследование кластерных структур, образующихся в толще горных пород при ведении горных работ.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Зборщик М.П., Назимко В.В. Определение углов полных обрушений пород в подработанной толще горного массива // Разработка месторождений полезных ископаемых: Республ. межвед. науч.-техн. сб. Техніка. – Киев. – 1979. - № 54. – С. 3 – 6.
2. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П. Механика горных пород // Учебник для ВУЗов. – К.: Новый друк, 2004. – 400 с.
3. Тихонова Н.В. Вопросы методики исследования свойств и подбора эквивалентных материалов для решения задач, связанных с проявлением горного давления в очистных забоях // Дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Донецк: ДонУГИ, 1963. – 234 с.