УДК 622.831.327:Δ622.112.22

С.Г.БАРАНОВ, *д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник, baranovsg09@rambler.ru*
Д.С.ВЛАСЕНКО, *научный сотрудник, baranovsg09@rambler.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
М.А.ЛОГИНОВ, *главный инженер шахты им.Кирова, loginovma@suek.ru*
ОАО «СУЭК-Кузбасс»

S.G.BARANOV, *Dr. in eng. sc., leading research assistant, baranovsg09@rambler.ru*
D.S.VLASENKO, *research assistant, baranovsg09@rambler.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)
M.A.LOGINOV, *chief engineer of the Kirov mine, loginovma@suek.ru*
JSC «SUEK-Kuzbass»

ДИНАМИКА ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ КРОВЛЯМИ

При обрушении пород основной кровли, залегающих непосредственно над пластом, выделяется большое количество энергии упругого сжатия пород, вследствие чего происходит динамическое нагружение механизированной крепи. Рассмотрено влияние силовых параметров крепи на динамику нагружения.

Ключевые слова: основная кровля, обрушение, энергия сжатия, динамическое нагружение, механизированная крепь.

DYNAMICS OF ROCK PRESSURE MANIFESTATION IN MINING THE FLAT-LYING COAL SEAMS WITH HEAVY ROOFS

In caving of main roof rocks immediately overlaying the seam, a great amount of energy from elastic compression of rocks is released, in consequence of that the dynamic loading on the powered support takes place. Consideration is given to the influence of the support power parameters on the loading dynamics.

Key words: main roof, caving, energy of compression, dynamic loading, powered support.

Исследования проводились на шахте «Распадская» объединения «Южкузбассуголь» в лавах с механизированными комплексами КМ138 и КМ142.

В лаве с комплексом КМ138 в начале наблюдений отход лавы от разрезной печи составлял 63 м. Первая осадка кровли еще не произошла. Наблюдениями охвачено 230 м подвигания лавы, в том числе 160 м непосредственно под песчаником. Песчаник разнозернистый, переходящий в гравелит, мощность 20 м. Предел прочности на одноосное сжатие составлял 113 МПа.

С точки зрения обеспечения эффективного управления кровлей в лаве наиболее опасными являются периоды с динамическим воздействием обрушений основной кровли на крепь.

Динамическое нагружение стоек крепи происходит очень интенсивно (рис.1, 20-й цикл). Сопротивление стоек в этот момент мгновенно увеличивается выше номинального значения, происходит заброс сопротивления выше номинального значения. Значение максимальной нагрузки на стойку в рассматриваемом случае превысило номи-

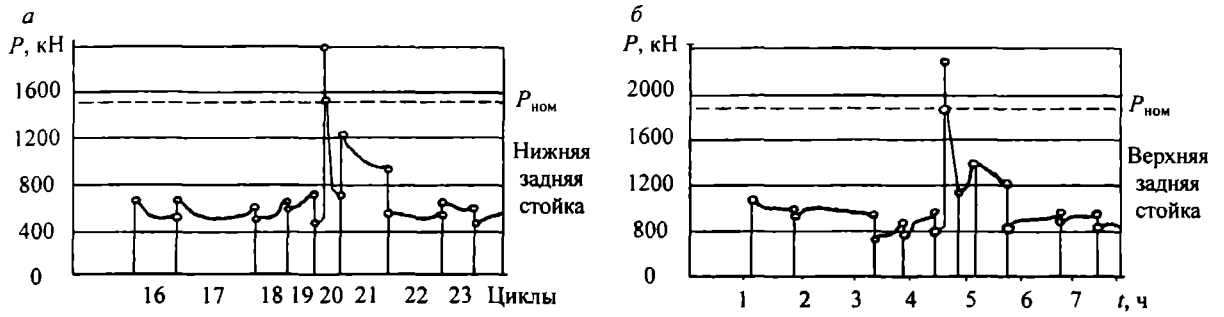


Рис.1. Изменение нагрузки на стойки крепи М138 при осадке основной кровли в циклах (*а*) и во времени (*б*)

нальное в 1,5 раза. Этот рост был приурочен к моменту облома песчаника. При этом задние стойки крепи нагружались в большей степени по сравнению с передними. Просадка штоков стоек примерно равна опусканию кровли за тот же период времени. Высокие нагрузки приводили к разрушению элементов крепи. За время эксплуатации крепи М138 на шахте «Распадская» были зафиксированы многочисленные деформации элементов крепи.

Во время наблюдений средняя величина начального распора крепи была равна 290 кН/м^2, конечного сопротивления – 1097 кН/м^2, среднедействующего в цикле сопротивления 693 кН/м^2 Превышение максимального сопротивления крепи при осадке над уровнем ее номинального значения составило в среднем 253 кН/м^2 Максимальная нагрузка на крепь в период воздействия на нее обломившегося блока составила 1350 кН/м^2 Просадка штоков стоек составила 75 мм, средний коэффициент динамичности при осадке кровли был равен 8,5. Опускание кровли равнялось 79 мм.

На шахте «Молодогвардейская» при испытании комплекса КМ138А в аналогичных условиях измеренные параметры взаимодействия крепи с кровлей были равны: начальный распор – 500 кН/м^2, конечное в цикле сопротивление 1220 кН/м^2 При осадке основной кровли заброс нагрузки выше номинала составил 380 кН/м^2 Поэтому максимальное сопротивление крепи при динамическом ее нагружении во время осадки кровли возросло до 1600 кН/м^2, максимальная просадка штоков стоек во время осадки кровли была равна 42 мм, коэффициент динамичности составил в среднем 5,2. Опускание кровли равнялось 45 мм.

На шахте «Распадская» во время отработки пласта 7-7а мощностью 4,4 м и углом падения 3-9° применялся комплекс КМ142.

Непосредственно над пластом залегал слой алевролита мощностью до 5 м, прочностью от 50 до 120 МПа, выше был расположен песчаник прочностью от 70 до 190 МПа.

Условия эксплуатации осложнялись тем, что работы велись в зоне повышенного горного давления от влияния оставленных на вышеотработанном пласте угольных целиков.

В одном из выемочных циклов с помощью быстродействующей аппаратуры ЦР-1 было записано изменение нагрузки на стойку при осадке основной кровли* В период осадки крепь работала под песчаником мощностью 20 м и прочностью 130 МПа. Предохранительный клапан гидростойки, в поршневую полость которой были подключены датчики давления, имел уровень настройки 56 МПа. Осцилограмма записи давления в поршневой полости стойки крепи и просадки штока во время осадки кровли представлена на рис.2.

---

* *Баранов С.Г* Результаты исследований изменения параметров нагружения гидростоек крепи М 142 при осадках кровли / С.Г.Баранов, С.В.Поляков, А.Н.Галаев // Управление горным давлением и прогноз безопасных условий освоения угольных месторождений; ВНИМИ. Leningrad, 1991. С.116-121.

Baranov S.G., Polyakov S.V., Galaev A.N. Results of investigations of Changes in Loading Parameters of Hydraulic Props of the M 142 Support in Subsidence // Rock pressure Control and Prediction of Safe Conditions in Exploration of coal Deposits; VNIMI. Leningrad, 1991.P.116-121.

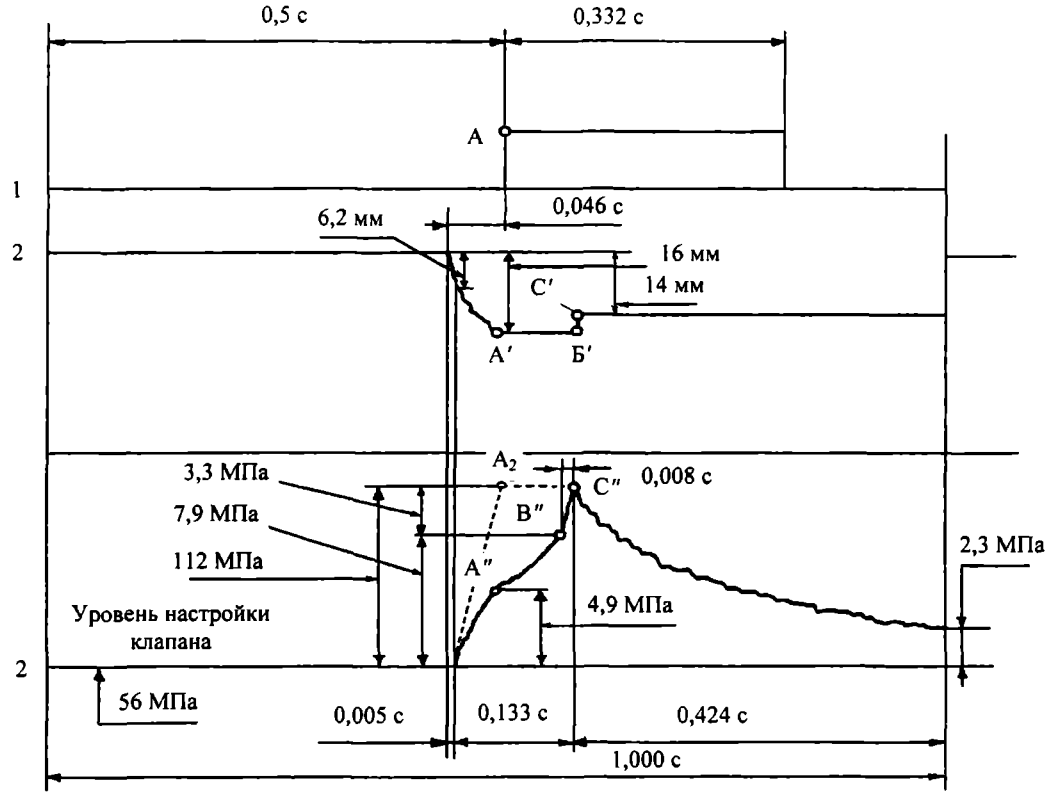


Рис.2. Изменение параметров нагружения гидростойки крепи М142 во время осадки основной кровли на шахте «Распадская»

Время записи процесса нагружения стойки было установлено равным 1 с. Это позволило детально изучить изменение давления в поршневой полости гидростойки при динамическом нагружении ее обломившимся блоком. В первый момент после нагружения в течение 5 мс просадка штока составила 6,2 мм, в то время как прибор не фиксирует увеличение давления в поршневой полости стойки. Из-за инерции элементов клапана, фиксирующего давление, происходит запаздывание записи изменения давления.

Далее наблюдается интенсивное увеличение податливости стойки. За время 46 мс шток стойки просел на 16 мм, что соответствует средней скорости его просадки 356 мм/с. Давление в поршневой полости стойки возросло на 4,9 МПа. Далее на участке А′-Б′ шток стойки не проседает, но давление в стойке увеличивается. В течение последующих 87 мс давление возросло до 67,2 МПа. Скорость нарастания давления в среднем составила 127,3 МПа/с. В это время сказалось действие упругих сил восстановления системы: перекрытие – основание – штыб на перекрытии и под основанием секции. При жестком заневоливании стойки график изменения нагрузки на стойку будет соответствовать пунктирной линии на графике. После упругого восстановления, начиная с момента, соответствующего точке С″, происходит снижение давления в поршневой полости стойки сначала интенсивно, затем более медленно. Средняя скорость падения давления за время 0,424 с составила 21 МПа/с.

Наибольшая скорость податливости штока стойки имела место в самый первый момент после воздействия обломившегося блока на крепь. Средняя скорость просадки в этот момент составила 1240 мм/с.

Начальный распор крепи перед динамическим воздействием блока на крепь М142 был равен 1300 кН/м^2, конечное сопротивление 1560 кН/м^2, среднедействую-

щее за период нарастания давления сопротивление крепи составило 1430 кН/м^2, заброс давления выше номинального значения был равен 260 кН/м^2, среднее значение коэффициента динамичности за время действия нагрузки от обломившегося блока составило 2,6.

На рис.3 построена зависимость изменения просадки штока стойки секции от сопротивления крепи. Из графика видно, что с увеличением среднедействующего сопротивления крепи в цикле величина просадки штоков уменьшается. Зависимость имеет гиперболический характер изменения. При этом интенсивность снижения просадки штоков также снижается, кривая выполаживается. Эта зависимость свидетельствует о том, что с увеличением номинального сопротивления крепи уменьшается воздействие обломившегося блока на крепь. Следовательно, снижается интенсивность проявления горного давления в период облома прочных слоев кровли, а состояние нижних слоев улучшается. Повышается интенсивность управления кровлей.

Поскольку среднедействующее сопротивление крепи зависит от начального распора крепи, то, следовательно, им можно влиять на величину просадки штоков стоек и на проседание переднего конца обломившегося блока. В этом случае условия управления кровлей в призабойном пространстве лавы улучшаются.

При определенном уровне силовых параметров крепи (начального распора и конечного сопротивления) обеспечивается надежное поддержание кровли в лаве. Результаты исследований показывают, что надежное поддержание кровли наступает в то случае, когда просадка штока стойки при воздействии на нее обломившегося блока менее 30 мм.

С другой стороны, коэффициент динамичности $K_д$ по мере увеличения сопротивления крепи уменьшается с 8,5 до 2,6. Представленные цифры коэффициента динамичности являются средними за время нагружения стойки.

При детальном анализе рис.2 и использовании общепризнанной методики опреде-

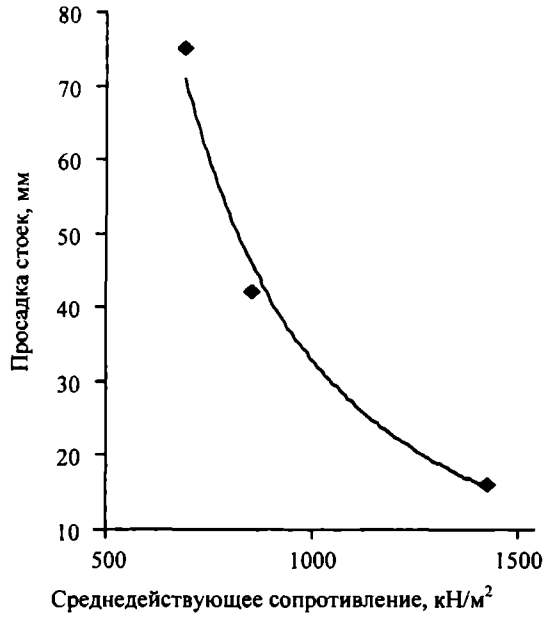


Рис.3. Изменение величины просадки стоек от среднедействующего в цикле сопротивления крепи

ления коэффициента динамичности получены следующие результаты:

$$K_д = 1 + \frac{a}{g}, \qquad (1)$$

где a – ускорение просадки штока гидростойки, м/с^2,

$$a = \frac{2\Delta h}{t^2}; \qquad (2)$$

g = 9,81 м/с^2 – ускорение свободного падения; Δh – величина просадки штока стойки за время роста нагрузки, м.

В рассмотренном случае за время 0,005 с шток стойки просел на 6,2 мм (0,0062 м). Подставляя эти данные в формулы (1) и (2), получим $K_д$ = 51,6.

При свободном падении тела коэффициент динамичности не превышает величины 2 в соответствии с выражениями (1) и (2). Следовательно, при обломе прочного и мощного слоя песчаника выделяется большое количество энергии упругого сжатия пород, которое происходит перед самым моментом облома. Чтобы нейтрализовать ее отрицательное действие на крепь, необходимо, чтобы секции крепи имели достаточно высокое номинальное сопротивление. При определенном уровне сопротивления

крепь эффективно противостоит действию обломившегося блока (как в рассмотренном случае на шахте «Распадская»).

Из сказанного следуют два очень важных вывода, которые следует использовать при управления кровлей в лавах, отрабатывающих пласты, в кровле которых на незначительном расстоянии от пласта или над пластом залегают мощные и прочные слои пород:

• при обломе прочных слоев основной кровли выделяется большое количество энергии упругого сжатия пород, которая воздействует на крепь и при недостаточном ее сопротивлении может быть выведена из строя, в результате чего очистной забой может быть остановлен на длительное время;

• силовыми параметрами механизированной крепи можно нейтрализовать отрицательное действие осадок основной кровли, не прибегая к искусственному ее разупрочнению. Для этого необходимо иметь не только высокое номинальное сопротивление крепи, но и высокий начальный распор.