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

УДК 622.261.27:550.8

И.А.СИМАНСКИЙ, А.А.СТАРОДУБЦЕВ

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ КРОВЛИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

При разработке пологих угольных пластов все визуально наблюдаемые проявления горного давления рассматриваются на основе комбинированной гипотезы плит и балок[X], которая предполагает следующий механизм поведения пород кровли. В результате обнажения некоторого участка кровли под действием вышележащих пород происходит процесс отслаивания нижележащих слоев от вышележащей толщи и перераспределение напряжений в породных слоях. При превышении в слоях пород предельных значений напряжений они разрушаются и происходит их обрушение. Развитие этих процессов во времени зависит как от технологических факторов (способа управления кровлей, цикла добычных работ, наличия подработки и надработки и т.п.), так и природных факторов (прочностных характеристик пород, мощностей слоев, слагающих кровлю, качества контакта между ними, трещиноватости, влажности горных пород и т.д.).

Обрушение пород кровли происходит внезапно и приводит к травмированию людей и нарушению технологического цикла работ. Поэтому особую актуальность приобретает изучение и уточнение процессов разрушения, что необходимо для прогнозирования обрушения пород. Обычно предполагается, что механизм поведения кровли для различных типов пород в принципе одинаков, и различаются лишь скорости развития процессов: в более слабых породах скорость протекающих процессов значительно выше, нежели в прочных породах.

На завершающей стадии разрушения наблюдение за расслоением кровли может осуществляться с помощью реперных замеров, путем регистрации конвергенции пород кровли и почвы угольного пласта. Однако в целях прогноза характера обрушения пород измерения конвергенции явно недостаточны, и для наблюдения за состоянием кровли должны использоваться соответствующие геофизические методы.

Представляет интерес разработанная в ЛГИ методика „Резонанс"[XX], которая может быть применена в этих целях. Методика выражена геоакустическими

[X] Технология подземной разработки пластовых месторождений / Под ред. А.А.Борисова. М.: Недра, 1972.

[XX] Андреев В.П., Гликман Л.Г. Геоакустический метод выявления поверхностей ослабленного механического контакта // Уголь. 1985. № 9.

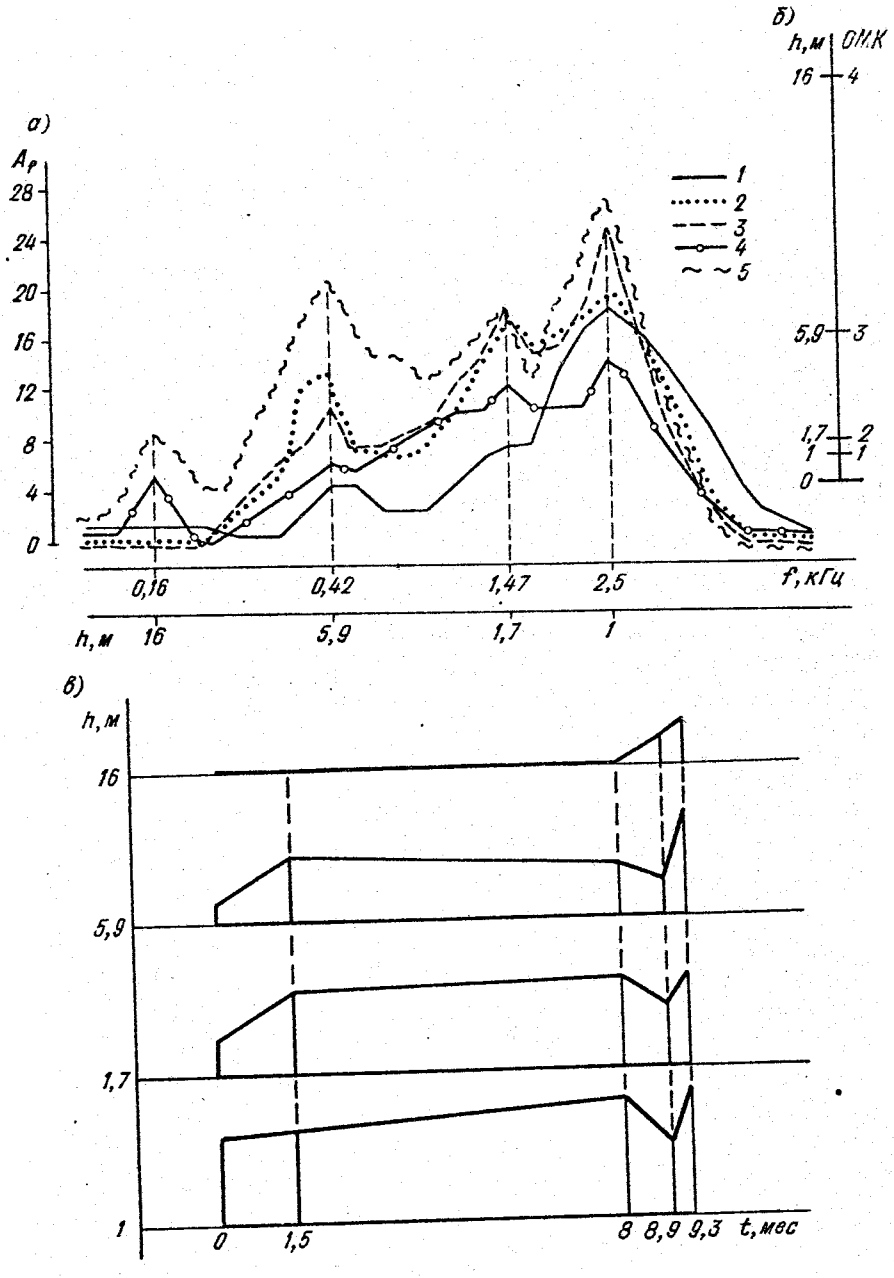


Рис.1. Спектрограммы (а), разрез кровли с поверхностями ОМК (б) и динамика изменения амплитуды сигнала $A_{f_{0i}}$ (в) при работах на шахте им. В.И.Ленина

спектральными измерениями (ГСИ) и позволяет выявлять поверхности ослабленного механического контакта (ОМК), по которым и происходит расслоение пород кровли. При этом наряду с информацией о местонахождении поверхностей ОМК (по значениям частот амплитудно-частотной характеристики сейсмического сигнала, на которых амплитуда сигнала $A_{f_{oi}}$ имеет экстремальные значения), можно оценивать характер контакта по этим поверхностям. Чем выше экстремум, тем слабее механический контакт между соседними слоями. Качество контакта, определяемое таким образом, является фактором суммарным, составляющие которого – сила сцепления между породными слоями и сила прижима слоев друг к другу. Необходимо отметить, что эта многофакторность является источником неопределенности. Так, при полном отсутствии сцепления между породами и сильном их прижиме друг к другу экстремум может иметь весьма незначительную величину. Это необходимо учесть при интерпретации результатов ГСИ.

На основании многолетних работ, проводившихся в Кузбассе с использованием методики „Резонанс" (шахты „Распадская", им.В.И.Ленина, „Томская"), для оценки устойчивости кровли горных выработок и необходимости проведения разупрочнения труднообрушаемых кровель были выявлены особенности поведения кровель, сложенных прочными породами (песчаники, $f_{пр}$ = = 8–10) и более слабыми породами (алевролиты, $f_{пр}$ = 3–4). Рассмотрим эти особенности на конкретных примерах.

I. В кровле – прочный песчаник мощностью 35 м. Измерения проводились на шахте им.В.И.Ленина многократно в одном пункте вентиляционного штрека 0–5–I–8 в течение всего срока службы выработки. Полученные спектрограммы приведены на рис.I,а. Первый раз измерения проводились сразу после проходки (кривая I) в забое выработки, а затем спустя I,5 мес. (кривая 2 на рис.I,а), 8 мес. (кривая 3) при начале отработки лавы. 8,9 мес. (кривая 4) и при лаве в 54 м от пункта измерений, 9,3 мес. (кривая 5) при лаве в 3 м от пункта измерений. На рис.I,б приведен разрез кровли с вынесенными на него поверхностями ОМК, выявленными при измерениях. На рис.I,в приведена динамика изменения амплитуды $A_{f_{oi}}$ для всех выявленных поверхностей ОМК.

На момент проведения измерений в забое выработки уже наблюдаются поверхности ОМК I, 2 и 3, расположенные на расстоянии соответственно I; I,7 и 5,9 м от пласта, причем качество контакта между породами по I-й поверхности ОМК ниже, чем по остальным двум. В течение первых I,5 мес. с момента проходки выработки наблюдается ощутимое ослабление контакта по 2-й и 3-й поверхностям ОМК.

В последующий продолжительный период существования выработки до начала отработки лавы наблюдается некоторое ослабление контакта по I-й поверхности ОМК. Изменение звучания по 3-й поверхности ОМК слишком незначительно, чтобы из этого делать выводы.

При отработке лавы начинается активный процесс перераспределения горного давления, в результате чего наблюдается развитие расслоения по 4-й поверхности ОМК, что привело к прижатию нижележащих поверхностей ОМК

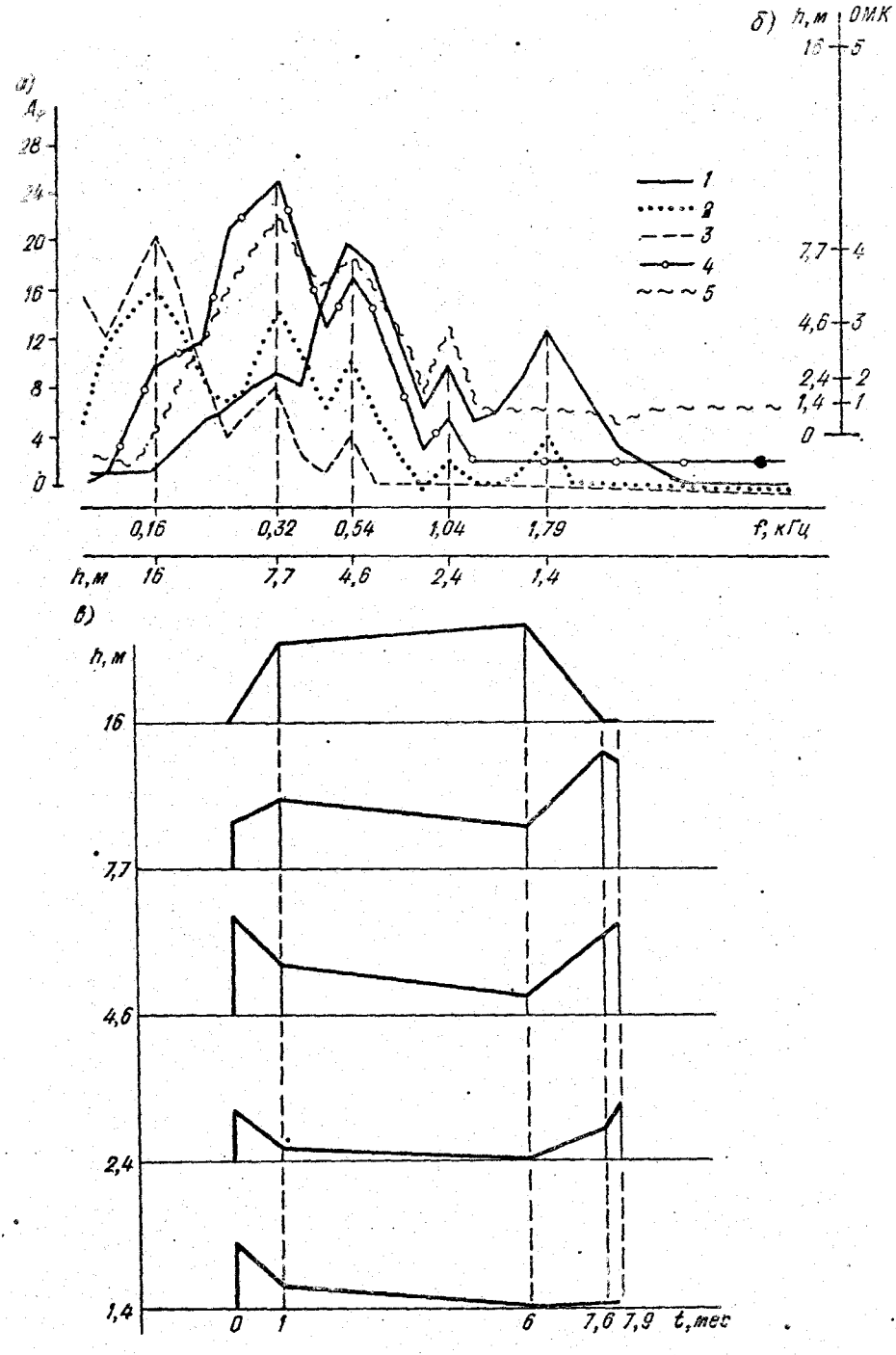


Рис.2. Спектрограммы (а), разрез кровли с поверхностями ОМК (б) и динамика изменения амплитуды сигнала $A_{y_{ОТР}}$ (в) при работах на шахте „Распадская".

и, как следствие, к ослаблению звучания слоев, образованных этими поверхностями.

Измерения, проделанные при подходе лавы к пункту исследований, свидетельствуют о резком росте расслаивания по всем поверхностям ОМК.

2. В кровле – алевролит мощностью 28–30 м. Измерения проводились в конвейерном штреке 4-II-I5 шахты «Распадская". Полученные спектрограммы, поверхности ОМК и разрез кровли с динамикой всех изменений амплитуды A_{foi} по каждой из поверхностей ОМК приведены на рис.2.

Первое измерение проводилось в проходческом забое (кривая I), второе – через I мес. после проходки (кривая 2), далее через 6 мес. (кривая 3) при лаве в 240 м, 7,6 мес. (кривая 4) при лаве в 78 м и 7,9 мес. (кривая 5) вблизи лавы.

Измерения, проделанные в проходческом забое, позволили выявить поверхности ОМК I, 2, 3, 4. Через месяц после проходки резко проявляется 5-я поверхность ОМК и виден процесс расслоения по 4-й поверхности ОМК. Это привело к прижатию пород по первым трем поверхностям ОМК. В дальнейшем, до начала отработки лавы, при незначительных изменениях по 5-й поверхности ОМК наблюдается дальнейшее прижатие нижележащих пород вплоть до полного исчезновения звучания первых двух поверхностей ОМК. Представляется, что сложиться такая ситуация может в том случае, если процесс расслоения захватил толщу пород кровли, значительно превышающую I6 м, и не наблюдается из-за ограниченного диапазона действия аппаратуры. Учитывая, что исчезновение звучания породных слоев может произойти только вследствие увеличения прижима со стороны вышележащих пород, следует сделать вывод, что в момент первого измерения в забое выработки в кровле уже происходил процесс расслоения пород, обусловленный податливостью краевой зоны угольного пласта.

При начале движения лавы процессы разрушения кровли пошли значительно интенсивнее. При этом, кроме расслоений и опусканий породных слоев, стала развиваться секущая нарушенность в нижнем породном слое, о чем свидетельствует подъем звучания на высокочастотной части спектра, хотя визуально рост нарушенности кровли не наблюдался. Процесс роста нарушенности становится интенсивным по мере приближения очистного забоя, о чем свидетельствует увеличение подъема звучания высокочастотной части спектра на спектрограмме, снятой вблизи лавы, и визуально наблюдается в виде появления секущих трещин в кровле.

Проведенные измерения, подтверждая в общих чертах существующие мнения о процессах разрушения пород в кровле подготовительных выработок, дают возможность получить и некоторую дополнительную информацию:

I. Последовательный характер развития нарушенности пород от обнажения в глубь массива, соответствующий общепринятой модели, наблюдался только в прочном песчанике. В алевролитах процесс разрушения осуществлялся значительно быстрее и интенсивнее на гораздо большую глубину и сопровождался ростом секущей трещиноватости в нижних породных слоях.

2. В прочных песчаниках наиболее активно идут процессы разрушения в кровле непосредственно после проходки, затем – некоторая стабилизация развития процессов, а дальнейшее быстрое разрушение идет под воздействием очистных работ. В алевролитах наблюдается непрерывный процесс развития разрушения пород. Этот процесс ускоряется под воздействием очистных работ, сопровождаясь ростом секущей трещиноватости в прилегающих к углю породных слоях.

3. Известное представление о том, что породы кровли в момент проведения горной выработки находятся в естественном состоянии в нетронутом массиве, по всей видимости, не соответствует истине, и расслоение пород начинается впереди забоя выработки.

Применение систематических исследований кровли подготовительных выработок с помощью методики „Резонанс" в течение всего срока их эксплуатации дает возможность надежно прогнозировать поведение кровли и на основании этого корректировать паспорта крепления горных выработок.