УДК 622.831.24:622.33

А.А. Борисов

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО СТРОЕНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ВПЕРЕДИ ДЛИННЫХ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ (ЛАВ)

Рассмотрены методы прогноза изменений естественного геологического строения пород непосредственной кровли, почвы и разрабатываемого пласта впереди длинного очистного забоя (лавы).

Prognosis methods of rocks natural geological structure changes in immediate roof, floor and seam mined ahead the longwall face are considered.

Самопроизвольные обрушения кровли в горных выработках, а также в естественных подземных полостях представляют собой распространенное явление, сопряженное с немалыми опасностями, травматизмом, срывами планов добычных работ, затратами на ликвидацию аварий. Предупреждению обрушений препятствует отсутствие данных об изменениях естественного строения вмещающих пород, преимущественно кровли, впереди очистных забоев, особенно при разработке длинными очистными забоями (лавами). Эти изменения разнообразны: от спокойных, пликативных, до весьма сложных, дизъюнктивных.

К сожалению, проблемы изменений состояния разрабатываемого пласта и вмещающих пород впереди очистных забоев изучены весьма слабо даже для одиночных пластов, не говоря уже о свитах пластов.

В общем случае длинный очистной забой представляет собой краевую зону сложного геологического строения,

имеющую сложный режим нагружения, динамика которого обусловлена способом управления горным давлением. Кроме того, режим нагружения характеризуется специфичной для разных условий и меняющейся интенсивностью воздействия на зону опорного давления [1, 2, 7].

Все эти неоднозначные условия и процессы нередко приводят к самопроизвольным разрушениям угольного забоя, кровли (реже почвы) и в конечном итоге к крупным потерям и опасностям, более того, усложняются и систематическими разрушениями забоя угольного пласта добычными комплексами.

Таким образом, разработка методов прогноза постоянных изменений геологического строения вмещающих пород впереди забоя разрабатываемого пласта становится неотложной задачей.

Опасность разрушения краевых зон обусловлена действиями опорного давления на краевые зоны впереди забоя, а также на породы почвы. Однако породы почвы не имеют краевых зон и действие опорного давления на породы почвы порождает в них другие зоны, зоны рассеивания напряжений.

Большинство работ, посвященных прогнозу различных процессов подземной разработки угольных месторождений [2, 3], базируется не на экспериментальных данных, а на разнообразных методах расчета.

Наш метод прогноза основан на данных физического зондирования массива впереди действующего очистного забоя [1, 3, 9]. В современных условиях возможно и целесообразно прогнозировать следующие параметры:

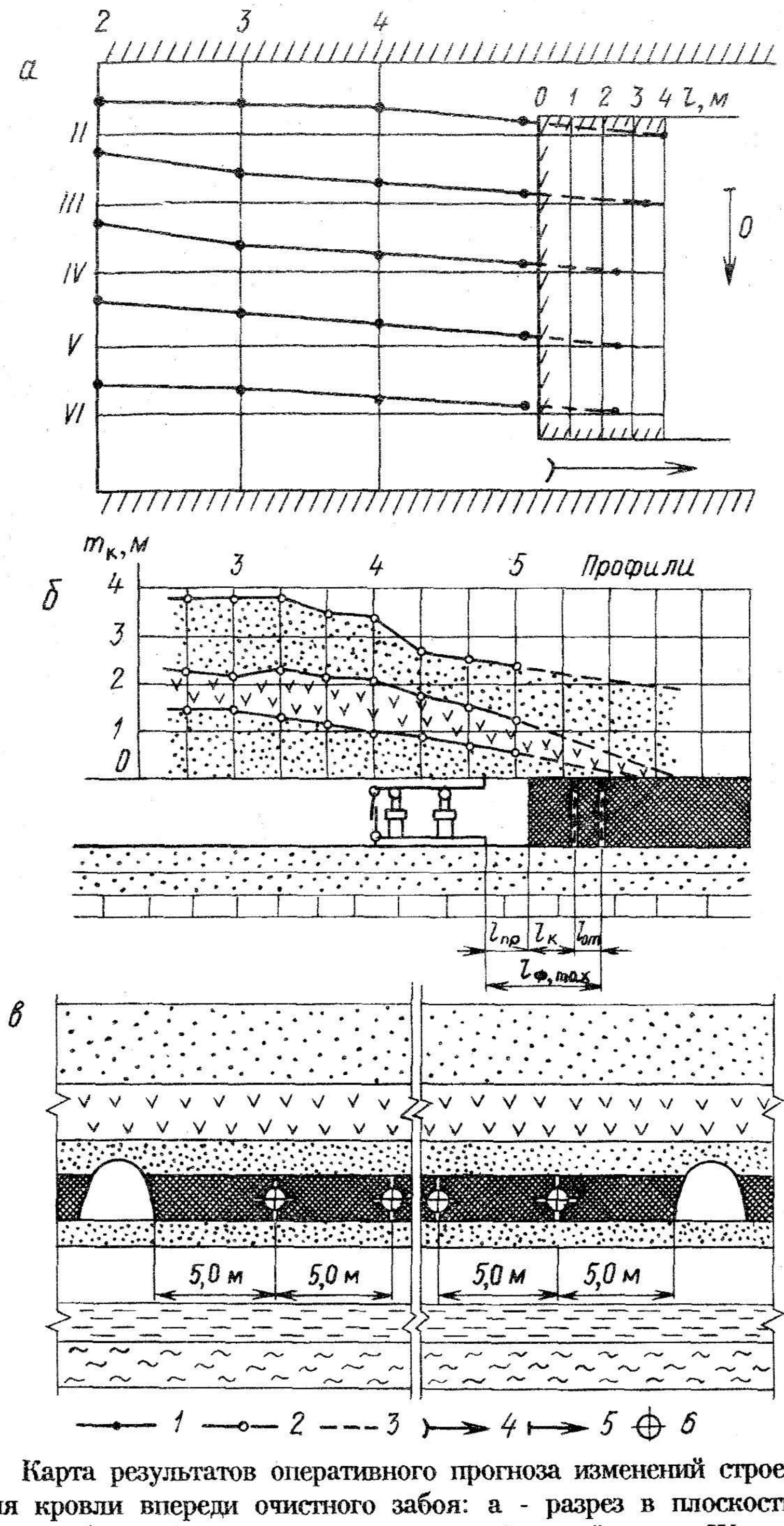
1) изменения мощности и строения пород краевой зоны кровли впереди очистного забоя (лавы);

2) изменения мощности и прочности слоев почвы разрабатываемого пласта;

3) изменения строения и мощности разрабатываемого пласта;

4) изменения прочностных и деформационных свойств пород краевой зоны, пласта и почвы.

Длительный прогноз. На план разрабатываемого столба данного шахтного поля (см.рисунок, а) наносят профили по простиранию (II-VI) и падению (2-4). Существенное значение имеют межслоевые поверхности, отличающиеся весьма слабыми связями, именуемые поверхностями ослабленного механического контакта ОМК [2, 3]. Сначала по продольным и поперечным профилям в плоскости пласта и по всей площади подготовленного к выемке столба строят изолинии мощности слоев кровли, выделяемых поверхностями ОМК. На эту основу по результатам зондирования методом "Резонанс" и



Карта результатов оперативного прогноза изменений строения кровли впереди очистного забоя: а - разрез в плоскости пласта; б - вертикальный разрез по профильной линии IV;.в - вертикальный разрез по падению с примерным расположением скважин для зондирования изменений мощности пласта впереди забоя

1 и 2 - измеренное изменение опускания кровли и мощности слоев кровли соответственно; 3 - прогнозные изменения тех же параметров; 4 - направление подвигания забоя; 5 - падение забоя; 6 - скважина; l - расстояние от забоя; $m_к$ - мощность слоев кровли

геологическим данным наносят зоны развитой трещиноватости и геологических нарушений [4, 6, 8]. Затем определяют степень устойчивости кровли в границах зон, выделенных на предыдущих этапах прогноза. В качестве критерия оценки устойчивости кровли целесообразно принять коэффициент запаса несущей способности кровли

$$n = l_{\text{пр}} / l_{\text{ф}} \quad ,$$

где $l_{\text{пр}}$ - предельный пролет слоя (или пачки слоев), рассчитываемый по методике [1, 2]; $l_{\text{ф}}$ - фактический пролет обнажения кровли.

Фактические пролеты всех выработок подготовительных столбов известны, за исключением максимальной величины фактического пролета кровли очистного забоя

$$l_{\text{ф,max}} = l_{\text{п}} + l_{\text{к}} + l_{\text{от}} \quad ,$$

где $l_{\text{п}}$ - максимально возможное расстояние от края механической крепи до очистного забоя; $l_{\text{к}}$ - ширина захвата комбайна; $l_{\text{от}}$ - максимальная ширина обнажения кровли при отжиме.

Термин коэффициент устойчивости кровли $K_{\text{у}}$, получивший известное распространение, имеет смысл только как численный эквивалент запаса несущей способности, т.е.

$$K_{\text{у}} = n \quad .$$

Учитывая дефекты слоев кровли, изменение их мощности, трещиноватости, большие разбросы прочности на изгиб (и растяжение), следует принимать коэффициент устойчивости данного слоя (пачки слоев) $K_{\text{у}} \geq 3$. Во всех случаях при $K_{\text{у}}<3$ кровлю следует считать неустойчивой.

На карту длительного прогноза в пределах опасных зон наносят полосы шириной $l_{\text{ф}}$ параллельно будущему положению очистного забоя. Эти полосы должны перекрыть опасную зону по всей ее ширине. Если строение кровли в данной зоне не меняется, $l_{\text{пр}}$ можно определить один раз. Если строение кровли по ширине опасной зоны изменяется, то расчет $l_{\text{пр}}$ следует производить для каждой полосы отдельно. Затем по известным $l_{\text{пр}}$ и $l_{\text{ф}}$ определяют n или $K_{\text{у}}$.

Полученные таким образом карты долгосрочного прогноза позволяют с большой степенью достоверности строить долгосрочные планы отработки данного столба на ближайший год и на перспективу. Карты длительного прогноза необходимо составлять для всех добычных участков данной шахты.

Оперативный прогноз. Целью прогноза является заблаговременное составление достаточно достоверной картины строения непосредственной кровли впереди длинного очистного забоя, т.е. впереди механизированного комплекса, что позволяет исключить или свести к минимуму число возможных вывалов в лаве и на ее сопряжениях с выемочными штреками.

Предлагаемый оперативный прогноз базируется не на расчетах, а на новейших способах физического зондирования массива и включает следующие операции:

1) определение в непосредственной кровле поверхностей ОМК по всей длине лавы и впереди нее;

2) контроль изменений ОМК на сопряжениях;

3) предотвращение подрезки кровли впереди очистного забоя комбайном;

4) заблаговременное предупреждение о предстоящей осадке основной кровли и возможности отжима угля в лаве.

Оперативный прогноз выполняется один раз в сутки, в ремонтную смену, непосредственно из очистного забоя. Применяется неразрушающий метод зондирования, например "Резонанс". Зондирование проводят по всей длине очистного забоя: в кровле, в пространстве между забоем и краем механизированной крепи, в почве. Кроме того, бурят контрольную скважину, зондируемую, например, радиометрическим методом [3, 5] ежесуточно или раз в двое суток.

Прогноз состояния пород, слагающих кровлю впереди забоя, выполняется как продолжение напластования ОМК (см. рисунок, штриховые линии). Аналогично проводится и прогноз изменения строения почвы.

Изменения мощности разрабатываемого пласта измеряют также с помощью скважин впереди забоя методом неразрушающего зондирования (см.рисунок, в).

Для прогноза необходимо также регулярное определение прочностных и деформационных свойств вмещающих пород и пласта, что требует отбора проб путем кернового бурения, из слоев, ограниченных поверхностями ОМК, зафиксированными при последнем зондировании.

Такие разрезы строят по всем профильным линиям (например, II-IV), что и дает ежесуточный прогноз изменений строения непосредственной кровли впереди лавы с высокой степенью достоверности.

На основании этого прогноза и величины суточного подвигания лавы разрабатываются мероприятия по управлению кровлей на предстоящие сутки. Выбор целесообразных мероприятий по управлению кровлей на ближайшие сутки

производится начальником участка и утверждается главным инженером шахты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борисов А.А.* Основные закономерности механических процессов в литосфере (в шахтах и естественных полостях)//Уголь. 1989. № 9.

2. *Борисов А.А.* Механика горных пород и массивов. М.:Недра, 1980.

3. *Борисов А.А.* Прогноз подвигания забоев по данным системы раннего предупреждения обрушений кровли//Записки Ленинградского горного ин-та. 1990.Т.123.

4. *Борисов А.А., Гликман А.Г., Казакова В.Л.* Геоакустические методы и средства исследований и контроля горных пород и процессов/Ленинградский горный ин-т. Л., 1984.

5. *Борисов А.А., Кимков В.И.* Метод контроля за напряженно-деформированным состоянием массива//Уголь. 1989. № 9.

6. *Борисов А.А., Федулин В.Л., Красильников М.Н.* Поляризационно-оптическая система дистанционного контроля за деформациями подземных сооружений//Уголь. 1989. № 9.

7. *Зубов В.П.* Особенности управления горным давлением в лавах на больших глубинах разработки. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1993.

8. "Резонанс" (прибор и аппаратура) / А.А.Борисов, А.Г.Гликман, А.А.Стародубцев, И.А.Симанский//Уголь. 1989. № 9.

9. Экспресс-метод съемки сечений выработок и естественных полостях /М.Н.Красильников, В.Л.Федулин, А.А.Борисов и др.//Уголь.1989.№ 9.