

УДК 622.23; 622.831

**В.А. Матвеев, А.В. Матвеев**

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ  
СТРУГОВОЙ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПО ФАКТОРАМ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ  
КРОВЛИ**

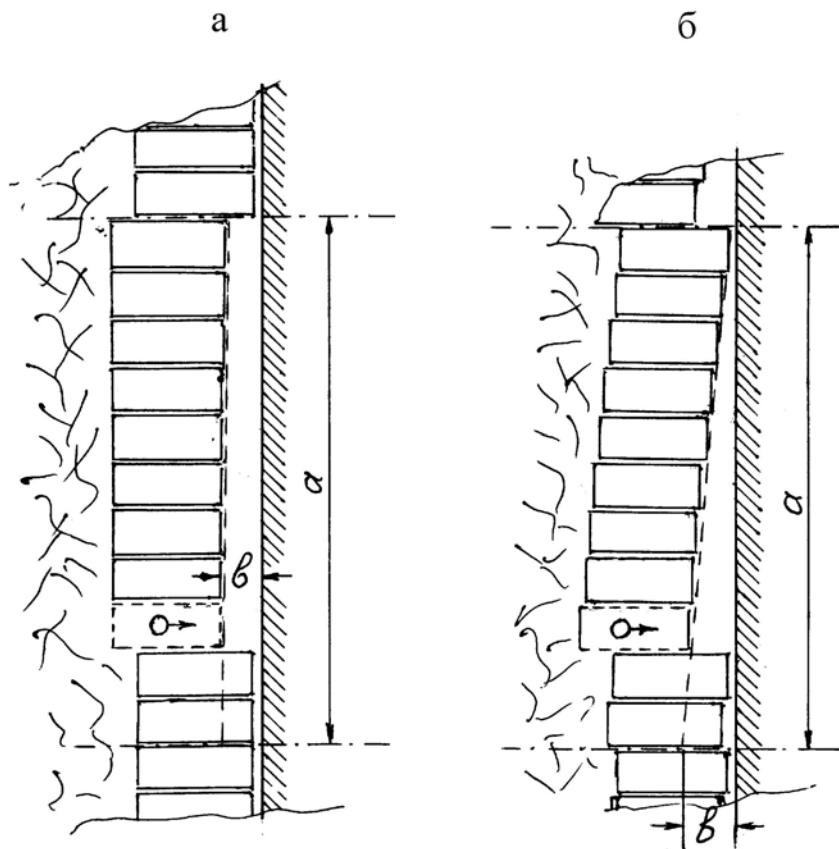
**Семинар № 14**

---

**С**оздание современных струговых комплексов с механизированными крепями требует учета всех факторов, определяющих реальную производительность комплекса в широком диапазоне горнотехнических условий. Наиболее перспективным направлением в создании таких комплексов является построение конструктивных схем на основе агрегатирования секций крепи с базой (конвейером) струговой установки. При этом наблюдается тенденция к предпочтительному применению схем перемещения секций крепи с последовательным выполнением во времени работ по выемке угля и передвижке секций крепи по всей длине лавы. Однако такая схема работы является достаточно эффективной при очень хороших горно-геологических условиях и не является оптимальной в широком диапазоне реальных условий. В частности, альтернативной схемой организации работ в струговом очистном забое является совмещенное во времени выполнение операций по выемке угля перемещению секций крепи на нескольких участках (паях) по длине лавы. Рассмотрим главные особенности этих двух схем с учетом затрат времени на выемку угля и ус-

тойчивости обнажений кровли, образующихся в процессе выемки.

При последовательном раздельном выполнении работ по выемке угля и передвижке крепи после подвигания забоя на шаг передвижки секций образуется обнажение кровли прямоугольной формы. Процесс крепления сводится к быстрой последовательной или групповой разгрузке секций, передвижке их и распору в новом, ближайшем к забою положении при неработающем струге. После этого начинается очередной цикл выемки угля (рис. 1, а). В процессе выемки угля на обслуживаемых участках производят зачистку почвы от просыпающейся мелочи и кусковатого угля и частичное удаление естественных неровностей на трассах будущего движения секций. При совмещении процессов выемки и крепления на каждом обслуживаемом участке (пая) все работы по зачистке почвы от угля и возможных препятствий, а также все операции по перемещению и установке секций крепи в новом положении выполняются одновременно с процессом выемки угля стругом. Указанные работы внутри участка обслуживания выполняются последовательно от секции к секции. В результате одновременного



**Рис. 1. Схемы расстановки секций крепи и формы первичных обнажений кровли:** а – при последовательной схеме выполнения работ по выемке и креплению; б – при совмещенной во времени схеме выполнения работ по выемке и креплению

перемещения места передвижки секций вдоль забоя и точек подтягивания секций к забою образуются обнажения кровли в форме прямоугольных треугольников – формируется пилообразный фронт положения секций, находящийся в постоянном движении (рис. 1, б).

Время на передвижку каждой секции в очередном цикле слагается из времени на выполнение операций гидроцилиндрами стоек и домкратов передвижки  $t_e$ , времени на подготов-

ку трассы движения секции по почве  $t_o$  и времени на устранение препятствий и корректировку положения секции, возникших при разгрузке и перемещении  $t_{np}$ .

$$t_c = t_e + t_o + t_{np}$$

Работа по схеме последовательного выполнения работ по выемке угля и передвижке крепи позволяет произвести совмещения работ, необходимых для передвижки крепи, с процессом выемки только по составляю-

шай  $t_o$ . Эти работы включают устранение значительных естественных неровностей почвы, зачистку угольной мелочи и кусковатого угля от обрушения навесов, а также устранение мелких неполадок в системах подачи струга и передвижки крепи.

Составляющая  $t_e$  не может быть совмещена с процессом выемки в связи с тем, что при интенсивной передвижке секций в специально отведенное время нарушается нормальный режим работы системы подачи струга, что приводит к искривлению линии забоя и возможному заклиниванию исполнительного органа струга.

Работы по устранению препятствий, возникающих в процессе самой передвижки, естественно не могут быть совмещены с выемкой, поскольку они связаны с просыпанием и смешениями блоков кровли и запахиванием почвы в процессе разгрузки и *движения сектции*.

По данным хронометражных наблюдений среднее время на передвижку одной секции крепи в очистном забое колеблется в широком диапазоне от 1 до 5 мин и зависит от горно-геологических условий. Основное увеличение полного времени на передвижку секций в тяжелых горно-геологических условиях происходит в результате увеличения составляющей  $t_{np}$  и частично – составляющей  $t_o$ . Среднее время на выполнение операций гидроцилиндрами крепи мало меняется в широком диапазоне горно-геологических условий и составляет

1 При работе по совмещенной технологической схеме все процессы по передвижке секций крепи могут полностью совмещаться с выемкой угля, в том числе и манипуляции с гидроцилиндрами. Совпадение во

времени одновременного включения гидросистем крепи на расход жидкости в нескольких точках (паях) лавы при такой технологии маловероятно.

При сопоставлении баланса рабочего времени эксплуатации стругового комплекса объектом сравнения должно быть время, определяющее коэффициент машинного времени струговой установки

$$K_m = \frac{t_{pb}}{t_{cm}}$$

где  $t_{pb}$  - время работы выемочной машины в течение смены;  $t_{cm}$  - длительность рабочей смены за вычетом времени на подготовительно-заключительные операции.

Поскольку время работы струговой установки в совмещенной схеме практически не ограничивается процессами передвижки крепи, а в последовательной схеме оно определяется за вычетом времени на составляющие цикла передвижки  $t_e$  и  $t_{np}$ , то результат сравнения получается в пользу совмещенной технологической схемы струговой выемки. Снижение максимально возможного коэффициента машинного времени при последовательной схеме будет тем больше, чем более сложными будут горно-геодегогические условия.

В идеальных условиях эксплуатации стругового комплекса (при весьма устойчивых породах кровли и почвы) разница в балансе времени на основные рабочие процессы будет небольшой. Но в широком диапазоне горно-геологических условий преимущества технологии с совмещенной организацией работ в струговых очистных забоях несомненны.

Эта разница будет также уменьшаться при увеличенных потерях ра-

бочего времени в результате аварий на транспорте, в энергоснабжении и оборудовании очистного забоя.

Существенное значение в определении эффективности технологических схем очистных работ имеет оценка устойчивости участков кровли, которые образуются в фазе максимальных площадей первичных ее обнаружений.

Как было показано выше при последовательной схеме выполнения основных процессов образуются обнаружения прямоугольной формы с максимальной шириной 1,1 м, а при совмещенной схеме – обнажения треугольной формы с катетом той же величины.

В качестве критерия относительной оценки устойчивости обнажений кровли используют понятия “эквивалентного пролета”, введенное В.Д. Слесаревым. Это условный поперечный пролет плиты кровли бесконечной длины, нагруженной собственным весом, при котором создаются максимальные напряжения при разрушении от изгиба, аналогичные максимальным напряжениям при разрушении от изгиба плит с другими формами обнажений.

Были выполнены исследования характера напряженного состояния в предельном состоянии плит прямоугольной и треугольной форм, характерных для рассмотренных технологических схем и определены их эквивалентные пролеты.

Поскольку породы кровли в призабойном пространстве работают в стадии псевдопластических деформаций, и при оценке устойчивости имеется в виду полное исчерпание ее несущей способности, модель работы плит базировалась на условиях возникновения предельных моментов в шарнирах пластичности по ли-

ниям разлома ослабленных трещинами пород кровли. Конечным результатом было определение коэффициентов приведения размера максимальной ширины обнажения кровли при его прямоугольной и треугольной формах к эквивалентному пролету прямоугольной полосы бесконечной длины.

Эти коэффициенты определены в зависимости от основного показателя, определяющего форму реального обнажения кровли – отношения размера меньшей стороны к большей при прямоугольном обнажении и отношения размера меньшего катета к большему при треугольном обнажении:

$$\gamma = \frac{b}{a}.$$

Эквивалентный пролет определяется путем умножения максимального поперечного пролета полосы на соответствующий коэффициент

$$l_s^n = K_{np}^n b \text{ или } l_s^m = K_{np}^m b,$$

где  $l_s^n$  и  $l_s^m$  - эквивалентные пролеты прямоугольного и треугольного обнажений, соответственно;  $K_{np}^n$  и  $K_{np}^m$  - коэффициенты приведения для прямоугольного и треугольного обнажения, соответственно.

Коэффициенты приведения определяются по формулам:

для прямоугольного обнажения кровли

$$K_{np}^n = \sqrt{1 + \frac{2}{3}\gamma(\gamma - \sqrt{3 + \gamma^2})};$$

для треугольного обнажения кровли

$$K_{np}^m = 0,577 \times \sqrt{\frac{\delta(1+\delta)[2+2(1+\gamma)(\gamma+\delta)-\delta]-2\gamma^3(\gamma+\delta)}{\delta(1+\delta)[1+(1+\gamma)(\gamma+\delta)](2\gamma+2\delta-1)}},$$

$$\text{где } \delta = \sqrt{1 + \gamma^2}, \quad \gamma = \frac{b}{a},$$

где  $a$  и  $b$  стороны прямоугольника или катеты треугольника при  $b < a$ .

При наиболее вероятных значениях  $\gamma$  в пределах 0,05 ... 0,1 величины коэффициентов приведения при последовательной технологии работ с прямоугольными обнажениями будут иметь значения в пределах  $K_{np}^n = 0,99 \dots 0,95$ ; при совмещенной технологии с треугольными обнажениями -  $K_{np}^m = 0,69 \dots 0,65$ .

Таким образом, и по фактору устойчивости обнажений кровли преимущество имеет технологическая схема с совмещением во времени ра-

бот по выемке угля и передвижке секций механизированной крепи вследствие уменьшения на 43–45 % эквивалентных пролетов максимальных обнажений кровли.

Выполненный анализ технологических схем струговой выемки угольных пластов позволяет сделать вывод о необходимости обеспечивать возможность совмещенного во времени выполнения работ по выемке угля стругом и передвижке секций крепи при конструировании струговых механизированных комплексов, в том числе при групповой и автоматизированной передвижке секций. **ГИАБ**

### *Коротко об авторах*

Матвеев В.А. – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ,

Матвеев А.В. – инженер,

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (ЮРГТУ).

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 14 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. Н.И. Федунец.



---

**ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ**

**Р У К О П И С И ,**

**МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

1. Хотченков Е.В., Кузнецова Г.А. Информативность сейсмоакустических шумов (599/11-07 — 31.07.07) 4 с.
2. Гринкевич О.В. Методические подходы к организации производственных услуг для повышения эффективности угольных компаний (600/11-07 — 31.07.07) 12 с.