*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVI, вып. 1, 1958 г.*

# О НАПРАВЛЕНИЯХ КОНСТРУИРОВАНИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ТОНКИХ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ПЛАСТОВ

*А. А. БОРИСОВ*

Современные системы разработки тонких и средней мощности крутопадающих угольных пластов, несмотря на непрерывное совершенствование, имеют крупные недостатки. При них не гарантируется полная безопасность труда, не достигается поточность выемки угля, производительность труда продолжает оставаться недостаточной. Это обусловлено тем, что при работе по простиранию и применяемых способах управления кровлей требуются значительные обнажения вмещающих пород, а следовательно, создаются условия, приводящие к завалам лав и большой трудоемкости основных производственных процессов.

Наиболее трудоемким является процесс выемки. Он механизирован крайне слабо. При разработке крутопадающих пластов, например, в Донбассе, выемка отбойными молотками составляла по данным 1954 г. 92%, а комбайнами — лишь 4,5% [3].

Процессы возведения призабойной крепи и управления кровлей совершенно не механизированы, осуществляются вручную и по суммарной трудоемкости занимают первое место. Так, по официальным данным для Донбасса трудоемкость процесса управления кровлей составляет почти 30% от трудоемкости всего комплекса очистных работ. Расход леса в таких условиях весьма значителен, достигает 45 $м^3$ на 1000 $т$ добычи.

Создание эффективных систем разработки тонких и средней мощности крутопадающих угольных пластов остается одной из основных задач, решение которой требует систематической и упорной работы производственников, проектировщиков и научных работников. Изыскание более совершенных систем разработки крутопадающих пластов должно идти по пути уменьшения трудоемкости или даже полного исключения возведения призабойной крепи, сокращения трудоемкости процесса управления кровлей и повышения механизации выемки.

В литературе известны предложения щитовых крепей для рассматриваемых условий [7]. Однако вопрос механизации выемки и внутризабойного транспорта при применении щитовых крепей не имеет пока удовлетворительного решения. Кроме того, применение щитов в этих условиях ограничено структурой и свойствами вмещающих пород, допустимостью подработки соседних пластов, горных выработок и поверхности. Поэтому, если даже считать, что использование щитовых крепей в рассматриваемых условиях получит известное распространение, остается большая область для применения систем с закладкой. При

разработке крутопадающих пластов тонких и средней мощности закладка является одним из наиболее надежных средств исключения процесса возведения призабойной и специальной крепей.

**Основные черты конструкции передвижной крепи.** Предлагаемая система разработки (рис. 1) представляет вариант длинных столбов

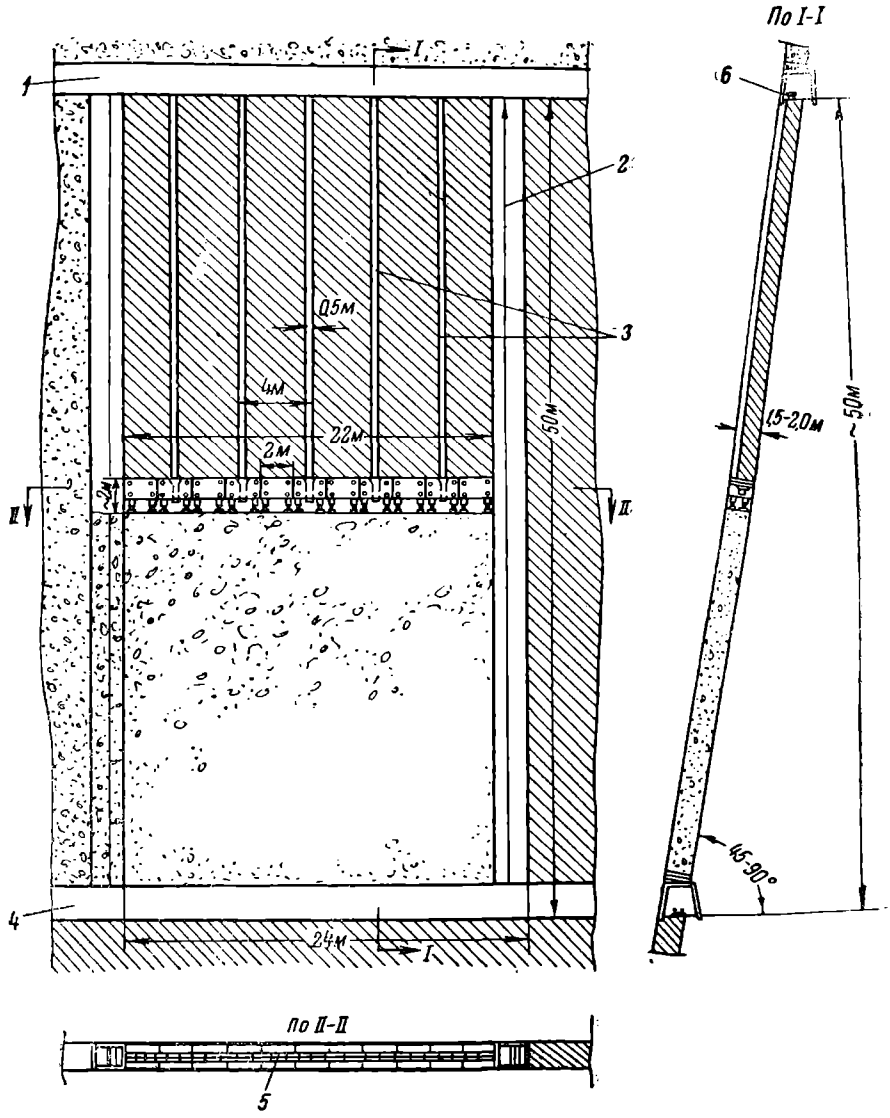



Рис. 1. Схема системы разработки длинными столбами по восстанию с передвижной механизированной крепью и полной закладкой выработанного пространства:

*1* — вентиляционный штрек; *2* — двухраздельный восстающий; 3 — печи для спуска закладки; *4* — откаточный штрек; 5 — скребковый конвейер, монтированный в щите; *6* — ленточный конвейер для подачи закладки к печам

по восстанию с полной закладкой выработанного пространства. Наклонная высота этажа принимается от 100 до 120 *м*. В забое устанавливается в нормальном к напластованию положении передвижная механизированная крепь (рис. 2), состоящая из отдельных секций длиной

по 2 *м*. Каждая секция состоит из двух металлических рам *1*, соединенных четырьмя гидравлическими стойками — домкратами *2*. Металлические рамы — каркасы *1* собираются на болтах из таврового железа № 15.

Для обеспечения передвижения секций снизу вверх каждая секция снабжается четырьмя ногами *3*, выполненными по типу гидравлических домкратов и соединенными с каркасами и гидравлическими стойками. Ноги снабжены специальными опорными плитами-башмаками *4* для уменьшения удельного давления на закладку.

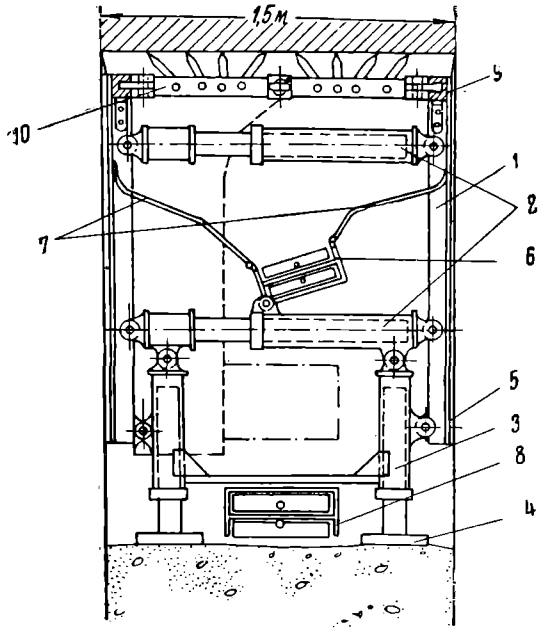



Рис. 2. Схема устройства передвижной механизированной крепи и размещения основного оборудования:

*1* — металлические рамы; *2* — стойки-домкраты; *3* — ноги; *4* — плиты-башмаки; 5 — металлические листы; *6* — скребковый конвейер; *7* — откидные фартуки; *8* — разравниватель; *9* — направляющие; *10* — раздвижная рама

Секции соединяются специальными связями по типу панцырных, позволяющих секциям перемещаться относительно друг друга вверх на 200—250 *мм* и отклоняться по отношению друг к другу в плоскости пласта на 15—20°

При необходимости полной затяжки кровли и почвы металлические рамы-каркасы со стороны кровли или почвы, или той и другой одновременно обшиваются металлическими листами *5* толщиной 5 *мм*.

Внутри крепи, после сборки всех секций, монтируется скребковый конвейер *6*, как представлено на рис 2. Конвейер крепится только к нечетным секциям. Он снабжен двумя откидными фартуками *7*, которые образуют приемную воронку для отбитого угля. Кроме того, внутри секций монтируется разравниватель закладки *8*, который крепится только к четным секциям.

Для механизации выемки в верхней части щита смонтированы направляющие *9* (они могут монтироваться и на верхних стойках), по которым движется раздвижная рама *10*, несущая на себе исполнительный орган. В качестве исполнительного органа могут быть применены резцы, как показано на рис. *2*, или две фрезы, подобно фрезам комбайна ККП-1. Фрезы должны иметь диаметр несколько больший половины мощности пласта и располагаться по простиранию друг за другом, а по мощности — одна у кровли, другая у почвы пласта. Такое расположение обеспечивает снятие стружки по всей площади забоя при изменении мощности пласта до 15—20%. Рама, несущая фрезы или резцы, приводится в движение канатами от специальной лебедки, которая может быть размещена как внутри крепи, в одном из восстающих, так и на вентиляционном штреке.

**Особенности очистных работ.** Очистные работы ведутся следующим образом. Машинист, находящийся на штреке или в ходовом восстающем, нажатием кнопки включает поочередно транспортеры вначале

на откаточном штреке, затем забойный. Затем автоматически включается в работу рама, несущая исполнительный орган. Рама движется возвратно-поступательно — от одного блокового восстающего к другому. Уголь транспортируется до одного из блоковых восстающих, по которому под влиянием собственного веса перемещается до откаточного штрека, где грузится на транспортер (или вагонетки). После снятия стружки рама автоматически останавливается. По окончании выгрузки отбитого угля автоматически выключается забойный транспортер и начинается перемещение крепи вверх, группами. Для этого частично снимается давление на распорные гидравлические стойки *2* (рис. 2) нечетных секций и создается давление на ноги *3*, что приводит к перемещению указанных секций совместно с транспортером вверх, до поверхности забоя. Таким же образом перемещаются вверх и четные секции совместно с разравнивателем. После передвижения крепи на шаг закладки (0,6—0,8 *м*) ноги убираются вверх и под крепь начинает поступать закладка. Перед началом подачи закладки включается разравниватель закладки *8*. Его ширина может достигать 80—90% мощности разрабатываемого пласта. После возведения закладки ноги крепи, упираясь в закладку, несколько опускаются.

Для проветривания очистного забоя воздушная струя поступает по откаточному штреку, затем по ходовому восстающему, омывает забой и по верхней незаполненной части закладочного восстающего выходит на вентиляционный штрек.

Для монтажа передвижной крепи над откаточным штреком устраивается рассечка высотой 3 *м*, которая закрепляется временной стоечной крепью. Откаточный штрек перекрывается крепью из двухрядной органки с настилом из досок толщиной 5—7 *см*. На настил укладывается слой закладки толщиной 1 *м*, на котором и монтируется передвижная крепь. Демонтаж передвижной крепи производится непосредственно под вентиляционным штреком.

**Особенности управления кровлей.** Управление кровлей при данной системе разработки осуществляется полной закладкой (самотечной). При прочных углях закладка может поступать по скважинам (рис. 1) непосредственно под крепь; при недостаточно прочных углях возникает опасность чрезмерного размыва скважин. Закладку в этом случае лучше подавать под крепь из закладочного восстающего. Разравниватель в состоянии перемещать закладку в выработанном пространстве в пределах ширины столба. Такая система в принципе допускает применение и гидравлической закладки. Для уточнения поведения вмещающих пород при перемещении механизированной крепи по восстанию были проведены лабораторные исследования на плоских моделях. При выемке длинными столбами по восстанию с полной самотечной закладкой выработанного пространства применение плоской модели можно считать правомерным, дающим возможность получить картину, качественно достаточно близкую к действительности.

Модель свиты крутопадающих пластов при угле падения 65° была изготовлена из эквивалентных материалов. Геометрический масштаб моделирования 1:100. Выемка велась по восстанию, с полной самотечной закладкой выработанного пространства, с применением упрощенной модели передвижной крепи, описанной выше. В качестве закладки также использовались эквивалентные материалы, подбор которых по абсолютной величине и скорости усадки закладки в натуре осуществлялся с учетом геометрического масштаба моделирования и масштаба времени. Максимальные усадки закладки достигали 25%.

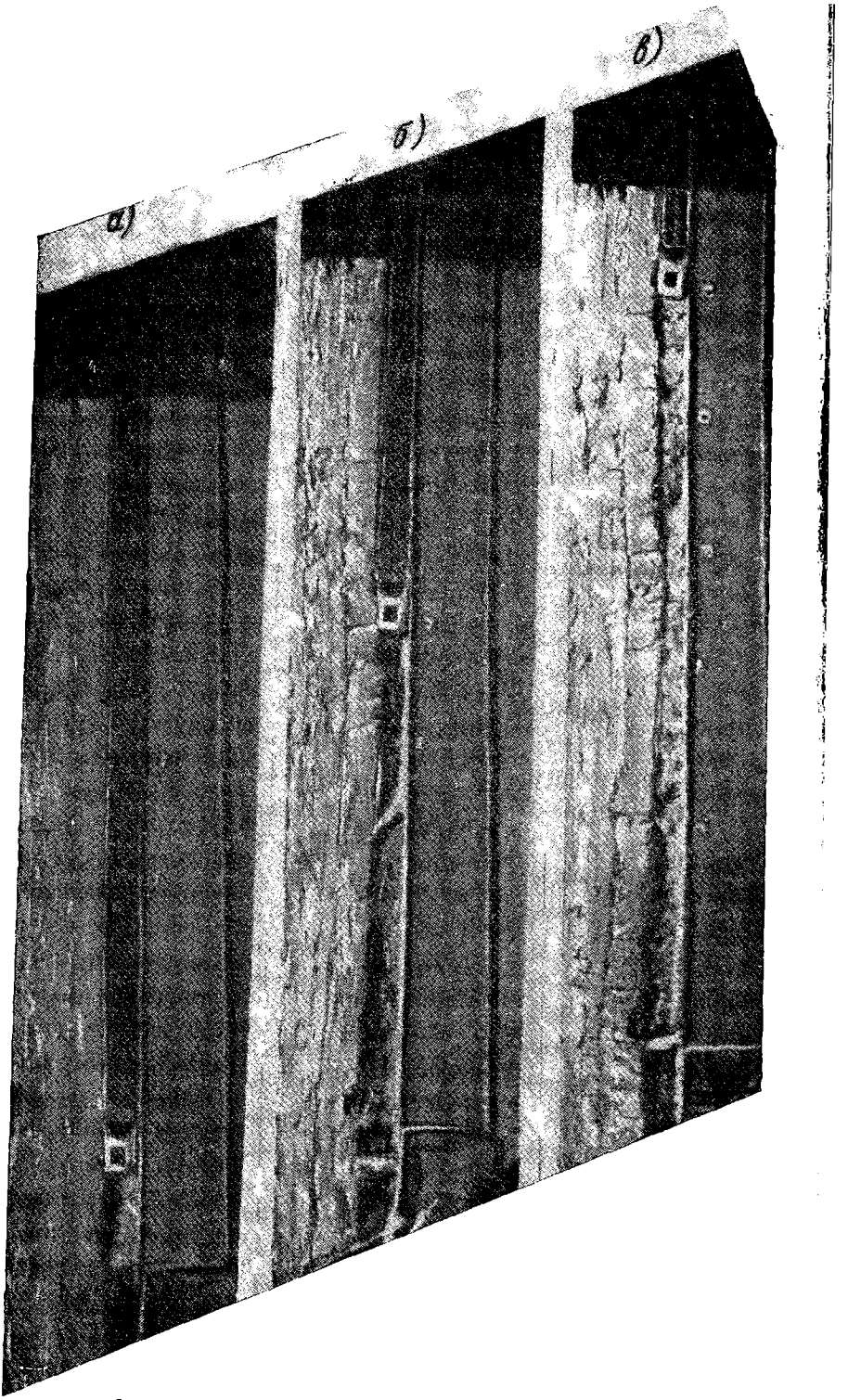



Рис. 3. Характер деформаций и разрушений пород кровли для различных стадий положения передвижной крепи по испытаниям модели № 15 (опыт № 7).
Стадии работ:

*а* — начальная; *б* — промежуточная; *в* — конечная

На рис. 3 приведены три различные положения передвижной крепи при выемке пласта мощностью 2 *м*. В качестве непосредственной кровли пласта моделировались песчанистый сланец средней крепости, мощностью 1,5—2 *м* и над ним — глинистые сланцы. Моделировался уголь средней крепости.

Во время испытаний модели процессы деформаций и разрушений кровли проходили спокойно, разрушения угля в забое и «уходов забоя» не наблюдалось.

Результаты испытания моделей дают основание считать, что данная система разработки может найти применение.

Небольшие площади обнажения вмещающих пород, малый шаг закладки и большая скорость подвигания обеспечивают достаточную устойчивость кровли и позволяют применять механизированную передвижную крепь облегченной конструкции, рассчитанную на нагрузки 10—15 $т/м^2$, что определяет сравнительно невысокую стоимость агрегата.

Для бесперебойной работы на участке необходимо иметь два агрегата — во время работы одного производится демонтаж и монтаж другого.

Предлагаемая система разработки проектируется для пластов не ниже средней крепости, мощностью от 0,8 до 2,5 *м*, при углах падения 45—90° и не очень слабых боковых породах. Наличие раздвижных стоек дает возможность вести отработку при изменении мощности до 20%. Данная система может успешно использоваться и при мощных (от 4,5 до 6 *м*) крутопадающих пластах. В этих условиях разработка может вестись как в один, так и в два слоя.

**Технико-экономические показатели.** Таблица, где приведены основные технико-экономические показатели по предлагаемой системе разработки, составлялась из расчета двухсменной работы. Для сравнения в таблице указаны технико-экономические показатели по системе разработки длинными столбами по простиранию с потолкоуступным забоем. Расход материалов и затраты труда на проходку и ремонт этажных штреков не учитывались, так как для сравниваемых систем они одинаковы.

Расчет производительности агрегата для предлагаемой системы проведен на основании производительности комбайна ККП-1 при резании лишь в одном направлении и холостом обратном ходе. При резании угля без холостого хода фактическая производительность еще более возрастает.

Как видно из таблицы, показатели предлагаемой системы значительно выше. Затраты труда при этом уменьшаются почти вдвое, экономия леса достигает 25—30 $м^3$ на 1000 *т* добычи и значительно возрастает производительность труда. В таблице не приведена стоимость закладочных работ, без чего сравнение является недостаточно полным, хотя эта стоимость, вероятно, сравнительно невелика и окупится другими преимуществами системы.

Предлагаемая система разработки гарантирует безопасность труда, так как рабочих в очистном забое, как правило, не бывает.

Все производственные процессы в очистном забое полностью механизируются. Обеспечивается высокая производительность работ.

Себестоимость угля снижается вследствие исключения процессов возведения призабойной и специальной крепей, многократного использования передвижной крепи и небольшой ее стоимости, так как длина ее относительно невелика и конструкция облегчена. Потери угля при этом невелики. Возможна полная автоматизация очистных работ.

Таблица

| Наименование показателей | Система разработки длинными столбами по восстанию с механизированной крепью и закладкой | Система разработки длинными столбами по простиранию с потолко-уступным забоем |
|---|---|---|
| Мощность пласта, *м* | 1,2 | 1,2 |
| Наклонная высота этажа, *м* | 120 | 120 |
| Скорость подвигания очистных работ, *м/сутки* | 5 | 1,8 |
| Добыча на участке, *т/сутки* | 1080 | 390 |
| Расход леса на 1000 *т* добычи, *м* | 5 | 35 |
| Расход металла на 1000 *т* добычи, *т* | 0,1 | — |
| Потери угля, % | 2—5 | 2—5 |
| Трудовые затраты на 1000 *т* добычи, *чел.-смена* | | |
| выемка | 2,0 | 18 |
| крепление | — | 25,7 |
| выкладка костров | — | 10,0 |
| доставка леса | — | 35,0 |
| выкладка бутовой полосы | | 20,5 |
| переноска решетаков | | 2,6 |
| переноска воздухопровода | — | 2,6 |
| обслуживание люков | 2,0 | 10,0 |
| ремонт механизмов | 10,0 | 2,6 |
| бурение скважин | 0,5 | — |
| расширение скважин | 2,0 | — |
| крепление восстающего | 3,0 | — |
| бурение печей | 2,0 | — |
| устройство рассечки для монтажа агрегата и её крепление | 4,0 | — |
| монтаж агрегата из расчета 8 чел.-смена на 1 сек. | 20,0 | — |
| демонтаж и транспорт агрегата | 20.0 | |
| возведение закладки | 2,0 | — |
| Итого на 1000 *т/чел.-смена* | 67,5 | 127,0 |
| Добыча из очистных работ на выход, *т/чел.-смена* | 16 | 3,1 |

К недостаткам системы можно отнести: значительные затраты труда на монтаж и демонтаж крепи, некоторую сложность конструкции и т. д.

## Заключение

Нами не ставилась и не могла ставиться цель детального проектирования системы разработки, поэтому, естественно, в предлагаемой системе имеется ряд недоработанных вопросов. Задача заключалась в том, чтобы концентрировать внимание на данном направлении работ и показать возможность создания безопасных и высокоэффективных систем разработки для тонких и средней мощности пластов крутого падения.

Такое направление работ в изыскании систем, несмотря на известные трудности, в ближайшем будущем должно получить развитие.

### Использованная литература

1. Бокий Б. В. Горное дело. Углетехиздат, 1955.
2. Гойхман Г. И. Разбор систем разработки угольных месторождений Донецкого бассейна. Углетехиздат, 1950.

3. Трудоемкость работ на шахтах основных угольных бассейнов СССР. Углетехиздат, 1956.
4. Слесарев В. Д. Управление горным давлением при разработке угольных пластов Донецкого бассейна. Углетехиздат, 1952.
5. Слесарев В. Д. Вопросы управления кровлей. ОНТИ, 1935.
6. Шевяков Л. Д. Разработка месторождений полезных ископаемых. Углетехиздат, 1953.
7. Махно Е. Я. Щитовая крепь для разработки тонких и средней мощности крутопадающих пластов полосами по падению. Записки ЛГИ, 1954, т. XXIX, вып. 1.
8. Борисов А. А. Новое в системах разработки пологих угольных пластов. Безопасность труда в промышленности, 1957, № 4.
9. Борисов А. А. Разрушение углей и горных пород ударной нагрузкой. Расчеты, конструирование и испытание горных машин. Сб. 2. Углетехиздат, 1955.