

А. В. РЕМЕЗОВ, инж.  
(объединение «Ленинскуголь»)

## Опыт сохранения и формирования выработок с целью сокращения подготовительных работ в объединении «Ленинскуголь»

Статья посвящена актуальной проблеме — своевременному воспроизводству очистного фронта и сокращению трудоемкости и затрат на охрану, поддержание и, главное, совместному формированию подготовительных выработок при очистных работах. В статье дано подробное описание комплекса мер и работ по данной проблеме, что поможет производственникам использовать этот материал в своей практике. Показаны работы по экспериментальному и теоретическому обоснованию предлагаемых способов

*The article presents the pattern of coal face operations developed by the authors for the Kuznetsk basin mines and the experience gained in the course of its introduction. The pattern is not a new one, it is an alternative of a longwall advancing method.*

В последние годы наметившаяся явная диспропорция между сроками проведения подготовительных выработок и ведением очистных работ оказывает самое существенное влияние на выполнение производственной программы.

Попытки создания на шахтах при существующей технике скоростных бригад, достижения высоких темпов проходки носят эпизодический характер и чаще заканчиваются безрезультатно. Немалую долю затруднений при этом оказывает увеличение трудоемкости на подготовительных работах, увеличение площади сечений проводимых выработок (по объединению — с 7,28 м<sup>2</sup> в 1981 г. до 9,8 м<sup>2</sup> в 1987 г.). Так по объединению «Ленинскуголь» за 1981—1986 гг. трудоемкость проведения горных выработок увеличилась с 2,4 до 2,82, объем горной массы при проведении выработок — с 1523 до 1666 тыс. м<sup>3</sup>. Увеличилась удельная (на 1 км выработок) металлоемкость проводимых горных выработок с 289,2 т в 1982 г. до 347,7 т в 1986 г.

В связи с отставанием подготовительных работ перед работниками объединения встала задача: каким путем компенсировать это отставание и снизить до минимума разрывы в добыче угля.

Помимо факторов, способствующих сокращению объема проводимых вы-

работок (увеличение длин лав и выемочных столбов, т. е. снижение удельного объема проведения выработок на 1000 т добычи), значительное внимание следует уделять повторному использованию горных выработок и их формированию.

Первые попытки сохранения выработок для их повторного использования в отрабатываемых выемочных столбах носили характер применения сплошного усиленного крепления. Путем установки промежуточных деревянных рам, без использования металла, удавалось сохранить выработку, однако в довольно деформированном состоянии. Лишь позднее была выработана единая система введения усиливающей крепи, что способствовало меньшим затратам на поддержание данных выработок и более устойчивой сохранности их сечений.

В Московском горном институте под руководством проф. А. С. Бурчакова создана новая технология отработки выемочных полей без деления на столбы комплексами ОКС. Идея технологии состоит в совмещении производства очистных и подготовительных работ в пределах выемочного поля на базе единого комплекса оборудования, не требующего проведения оконтуривающих выработок.

Позднее на шахте «Октябрьская» объединения «Ленинскуголь» на пла-

сте «Красноорловский» проводили промышленные испытания комплекса ОКС-2. В присекаемом (формируемом) штреке были оборудованы четыре замерные станции. В результате исследований было установлено, что на расстоянии 3—6 м позади очистного забоя скорость опускания гидростоек СПК составила 0,5—1 мм/сут, а с увеличением расстояния до очистного забоя скорость снижается до 0,05—0,1 мм/сут. На расстоянии 14 м впереди очистного забоя в выработке, расположенной параллельно очистному забою, были оборудованы глубинные реперные станции для исследования конвергенции боковых пород. Наблюдательные скважины забуривали вертикально до основной кровли на глубину 12 м с расположением реперов через 2 м друг от друга. Из результатов исследований по глубинным реперным станциям следует, что максимальные смещения были зарегистрированы на расстоянии 6—10 м впереди очистного забоя. В средней части выработки смещения аналогичных реперов составили 4,8 мм/сут. Скорость смещения реперов, расположенных ближе к угольному массиву, не превышала 2 мм/сут.

Анализируя результаты исследования, можно отметить, что интенсивность деформационных процессов начинает проявляться на расстоянии 15 м впереди забоя. Наибольшие смещения кровли и деформации угольного пласта характерны для участка, расположенного на границе с выработанным пространством предыдущего выемочного столба, скорость деформационных процессов в кровле резко снижается по направлению к угольному массиву следующего столба. Из этого следует, что крепь выработки, расположенная позади лавы, будет находиться в более благоприятном режиме с точки зрения проявления горного давления.

В дальнейшем внедрение подобной технологии должно осуществляться на принципе совершенствования кинематических и силовых параметров секций присечной крепи и крепи сопряжения формируемой выработки. Подобные испытания комплекса ОКС-2 проводились в 1985 г. на шахте «Новокузнецкая»<sup>1</sup>. Несмотря на то, что из-за негерметичности предохранительных клапанов произошла посадка ряда секций «нажестко», что привело к деформации перекрытий 15 секций СПК, в целом работа присечной крепи обеспечила рабочее состояние примыкающих к очистному забою подготовительных выработок.

Анализируя развитие перспективной технологии отработки запасов в очистном забое с одновременным формированием выемочных выработок, как при применении обычных механизирован-

ных комплексов, так и специальных типа ОКС отметим следующие ее достоинства: рассматриваемая совмещенная технология ведет к значительному сокращению абсолютных и относительных объемов проведения выемочных выработок; сокращаются потери в межлавных целиках; повышается концентрация ведения работ; крепь формируемой выработки, расположенной позади лавы, находится в благоприятной зоне работ, с точки зрения проявления горного давления; высвобождаются рабочие (проходчики) от работ по проведению выемочных штреков и их можно использовать на перспективном развитии шахты; имеется возможность одновременно отрабатывать одну полосу (столб) и готовить другую полосу (столб) на базе единого комплекса оборудования при применении комплексов типа ОКС; многократное использование присечных секций крепи СПК при использовании комплексов типа ОКС дает возможность перейти к непрерывной технологии (поточной) выемки угля.

В объединении «Ленинскуголь» проведен эксперимент по внедрению прогрессивной технологии отработки очистного забоя с формированием одного из штреков (вентиляционного) одновременно с лавой. Данный эксперимент проводился в 1987 г. на шахте «Кузнецкая» в ходе отработки лавы № 437 по пласту «Несложный». Лава № 437 расположена между первым конвейерным и промежуточным уклонами. Размеры вынимаемого блока — 518 м по простиранию и 105 м по падению. Наличие флангового уклона позволило при отработке лавы применять прямое проветривание. Формирование вентиляционного штрека № 437 производили одновременно с отработкой лавы в непосредственной близости от ранее пройденного, частично заваленного и не контролируемого вентиляционного штрека. Величина целика между формируемым вентиляционным штреком № 437 и вентиляционным штреком № 37 составила 4 м. Величина целика между вентиляционным штреком № 37 и конвейерным штреком ранее отработанной лавы № 35 составила 10 м. Таким образом, формируемый вентиляционный штрек находился от ранее отработанной лавы № 35 на расстоянии 18 м. Состояние перечисленных целиков было неудовлетворительное, они были разрушены и особого влияния на сохранение штрека они не проявили. Можно сделать вывод, что условия сохранения выработки были сложными. Штрек сохранялся в пространстве, отработанном со всех сторон. Вышеуказанный пласт «Красноорловский» отработан шахтой в 1981—1982 гг., краеугольная часть целика, оставленная по этому пласту, создает зону, которая расположена в 260 м от монтажной камеры и прослеживается на расстоянии

270 м. Размеры зоны повышенного горного давления (ПГД) и расположение лавы представлено на рисунке.

Глубина залегания пласта «Несложный» в контуре лавы составляет 88—100 м, падение его на юго-запад по углом 4°. Пласт простого строения состоит из одной угольной пачки, мощностью 1,57—1,8 м. Средняя мощность пласта 1,67 м. В пласте угля ясно выражена система трещин, с падением под углом 80—85° на северо-восток. Сопротивление угля резанию 1,3—1,4 кН/см. Повсеместно над пластом залегает ложная неустойчивая кровля мощностью до 0,5 м, представленная аргиллитом с включением тонких линзочек, развитыми зеркалами скольжения, с коэффициентом крепости  $f=5$  по шкале М. М. Протодяконова. Допустимая площадь обнажения — 5 м на время 5 минут.

Непосредственная кровля — алевролит средней крепости, второго класса устойчивости. Допустимая площадь обнажения 5—10 м<sup>2</sup> на время до 20 минут. Породы склонны к образованию куполов до 1 м. Мощность непосредственной кровли до 4 м.

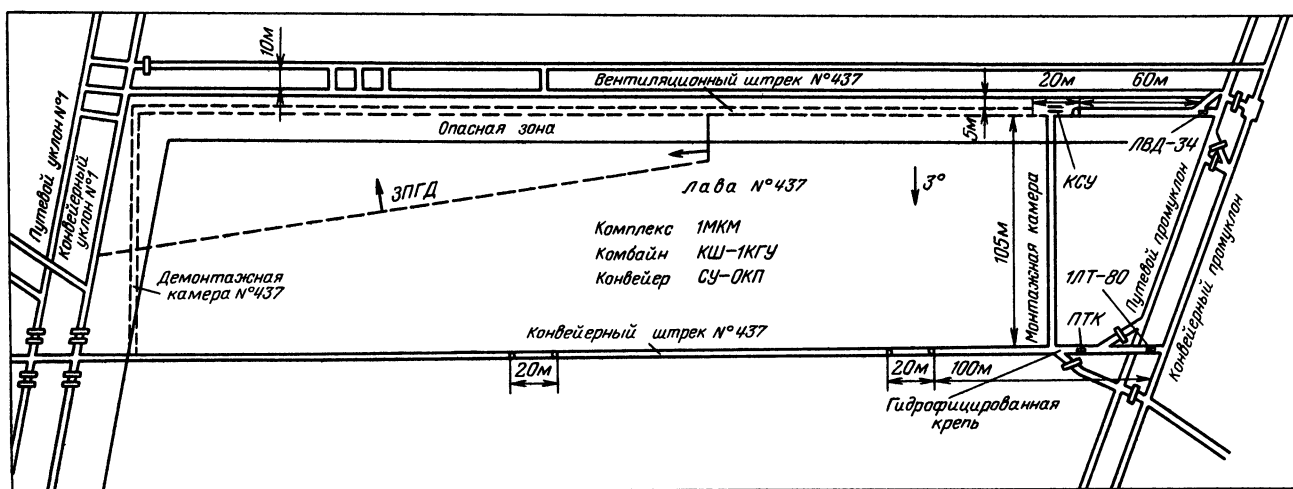
Основная кровля представлена обводненным трещиноватым мелкозернистым песчанником с  $f=5$ . Мощность основной кровли 18 м, обрушается она крупными блоками. Первичное обрушение происходит через 30—40 м, последующий шаг обрушения через 3—4 м после подвигания очистного забоя.

Почва пласта представлена мелкозернистым, трещиноватым алевролитом с  $f=2÷3$  и мощностью 3—4 м, на контакте с углем до 0,3—0,5 м при замачивании — раскисает. Почва пласта подстилается мелкозернистым трещиноватым песчанником с крепостью  $f=5$ . Водоносный горизонт приурочен к песчаннику основной кровли, который в значительной степени осушен горными работами и дренажными скважинами.

С учетом горнотехнических и горно-геологических условий, лава была оборудована механизированным комплексом 1МКМ с двумя комбайнами КШ-1КГУ. Одним комбайном обрабатывали большую часть лавы до конвейерного штрека, вторым комбайном формировали верхнюю часть лавы (30—40 м) и вентиляционный штрек.

Цикл начинался с формирования вентиляционного штрека верхним комбайном. После того как штрек был сформирован, комбайн отгоняли вниз на 10—15 м и блокировали, передвигали в начальный период отработки лавы крепь КСУ, а в дальнейшем индивидуальные подхваты. Затем нижним комбайном вынимали полосу угля снизу вверх до верхнего комбайна. Вслед за движением комбайна, с отставанием не более 5 м, производили передвижку секций крепи. После остановки комбайна производили передвижку приводной головки с крепью сопряжений на конвейерном штреке и 10—15 м става лав-

<sup>1</sup> Коновальчук А. Б., Хорин А. В. Присечная крепь СПК // Уголь — 1986 г. — № 5.



### Выкопировка из плана горных работ уклонного поля пласта «Несложный»:

ЗПГД — зона повышенного горного давления; КСУ — крепь сопряжения унифицированная; Э П.— электроподстанция

ного конвейера. После этой операции нижний комбайн начинал движение вниз, зачищая рабочим органом дорожку, врезался в угольный массив на передвинutom участке става лавного конвейера. Комбайн останавливали у конвейерного штрека и блокировали. Затем на вентиляционном штреке передвигали концевую головку привода к забою и 10—15 м става лавного конвейера. Включался верхний комбайн, передвигался вверх, врезался в угольный массив косым заездом. У нижнего борта вентиляционного штрека комбайн останавливали и блокировали. Производили передвижку лавного конвейера в средней части лавы. После этой операции верхний комбайн передвигался вниз на 30—40 м, вынимая при этом полосу угля. Следом производили передвижку секций крепи. Сняв полосу на этом участке комбайн передвигался вверх, производя зачистку дорожки до верхнего борта вентиляционного штрека. Затем начинали новый цикл.

Паспортом первоначально предусматривалось крепление сопряжения лавы со штреком. При этом конвейерный штрек № 437 должен сохраняться на весь срок отработки лавы для повторного использования. Крепление штрека осуществлялось в следующей последовательности. Напротив лавы (ее сечения) устанавливают гидрофицированную крепь сопряжения, взаимовязанную с приводной головкой лавного конвейера. После снятия полосы угля нижним комбайном, производят передвижку крепи сопряжения с приводной головкой на величину захвата комбайна. С завальной стороны лавного конвейера, между первой секцией крепи комплекса и верхним бортом конвейерного штрека пробивают органную

стенку так, чтобы между ней и конвейером был проход шириной 0,7 м. Впереди очистного забоя предусматривали на расстоянии не менее 6 м по верхнему борту конвейерного штрека устанавливать гидростойки под каждый верхняк его крепи, а лобовину предусматривалось крепить однорезкой на трех анкерах каждую. За крепью сопряжения, сразу после ее передвижки устанавливают промежуточную металлическую раму податливой крепи ИПК, под верхняк которой в 1,8 м от нижнего борта штрека, устанавливают гидростойку. Из опыта отработки предыдущих лав по пласту «Несложный» следует, что затухание опорного давления за лавой осуществляется на расстоянии 70 м от забоя, поэтому паспортом предусматривалось отставание ряда гидростоек со стороны выработанного пространства на расстоянии не менее 70 м. По мере подвигания очистного забоя предусматривалось стойки позади лавы убирать и устанавливать впереди лавы. По верхнему борту конвейерного штрека паспортом предусматривалось под каждый верхняк, закрепленный анкерами, устанавливать деревянную стойку.

На формируемом вентиляционном штреке № 437 и его сопряжении с лавой паспортом предусматривалась установка крепи сопряжения КСУ-1. В основу схемы передвижки крепи сопряжения заложен принцип выдвиги средней секции и поочередного подтягивания к ней боковых секций. В течении полного цикла передвижки приходится снимать распор поочередно с трех ее элементов, передвигая их, и снова распирать, т. е. производится многократное топтание кровли.

При передвижке крепи КСУ-1 предусматривалось на ее перекрытия за-

водить прогоны из плахи длиной 2—3 м в шахматном порядке в 3 ряда, а поверх их всплошную укладывать плахи длиной 3 м.

За последней секцией крепи комплекса по нижнему борту вентиляционного штрека предусматривалась установка органного ряда из деревянных стоек. За крепью сопряжения предусматривалось устанавливать раму крепи вентиляционного штрека, металлический верхняк из СВП на деревянных стойках.

Предусматривался следующий порядок возведения крепи. Сразу за крепью сопряжения при помощи гидростойки распирают в кровле верхняк из СВП, затем под него устанавливают деревянные стойки и расклинивают раму. Настил из плах, который должен делаться над крепью сопряжения, должен служить перетяжкой штрека.

Формирование вентиляционного штрека предусматривалось осуществлять верхним комбайном КШ-1КГУ с одним шнеком, который своим шнеком повернут в сторону формируемого штрека. Концевая головка лавного конвейера была модернизирована, удлиненная направляющая, укорочена свободная бруска, в конечном результате это позволяет подвигать комбайн в процессе формирования на величину необходимую для формирования сечения штрека.

Для изучения проявления горного давления в конвейерном и вентиляционном штреках, а также для выбора рационального способа охраны и поддержания подготовительных выработок проводили шахтные исследования.

Для проведения исследований горного давления в конвейерном штреке была оборудована замерная станция в 40 м от лавы, состоящая из 50 замерных станций. Вентиляционный

штрек оборудовали замерной станцией вслед за подвиганием лавы.

В результате инструментальных замеров были установлены размеры активного смещения на конвейерном штреке впереди и позади лавы, на вентиляционном штреке за лавой, определены скорости смещения пород кровли.

На вентиляционном штреке интенсивные смещения пород кровли начинались сразу после формирования сечения выработки и достигали 600 мм, с максимальной скоростью смещения 48 мм/сут. Уменьшение смещений пород кровли до величины менее 1 мм/сут происходило на расстоянии 160 м за лавой, что определяет конечную границу фактической зоны активных смещений горных пород.

Деформация верхняков из СВП-22 начиналась на расстоянии 20 м за лавой и продолжалась на расстоянии 160 м, т. е. до конечной границы зоны активных смещений горных пород.

На конвейерном штреке зона опережающего опорного давления составила 15 м. Интенсивное смещение пород кровли и почвы начиналось сразу же за лавой и достигало 350 мм с максимальной скоростью смещения 35 мм/сут.

Расчетные максимальные ожидаемые смещения составляли 367 мм. Уменьшение смещений пород кровли до величины менее 1 мм/сут зафиксированы на расстоянии 80 м, это определяет фактическую границу зоны активных смещений за лавой.

За счет вариации паспортов крепления штреков выбран оптимальный. Было выявлено, что применяемая на вентиляционном штреке крепь КСУ только усугубляет условия поддержания выработки и отрицательно влияет на состояние кровли. В результате применения данной технологии при отработке лавы № 437 получен экономический эффект в размере 40,5 тыс. руб. Нагрузка на лаву за время отработки составила в среднем 660 т/сут, при максимальной 1300 т/сут.

В результате проводимого эксперимента при отработке лавы № 437 было выявлено, что производительность очистного забоя при незначительной его длине (105 м) значительно снижается затратами времени на выполнение концевых операций, особенно при креплении формируемого штрека.

При прочих разнообразных факторах, влияющих на производительность очистного забоя, обрабатываемого по совмещенной технологии, главным фактором является правильно выбранное соотношение затрат времени на обработку, крепление очистного забоя  $t_1$ , формирование штрека, крепление сопряжения лавы со штреком  $t_2$  и временем  $t_3$ , затрачиваемым на все операции по креплению формируемого штрека.

Это соотношение можно выразить следующей зависимостью  $T_1 \geq T_2$ , где  $T_1 = t_1 + t_2 + t_3$ ;  $T_2$  — время крепления формируемого штрека и выполнения всех операций по выполнению паспорта сохранения штрека.

Для определенных горнотехнических условий и выбранного паспорта крепления формируемого штрека для данных условий,  $T_2$  становится постоянной величиной, в то время как  $T_1$  за счет  $t_1$  можно изменять за счет увеличения длины лавы, сокращая при этом количество концевых операций.

Таким образом, для каждого конкретного забоя с определенными горнотехническими условиями и в зависимости от разнообразия технологической схемы можно найти оптимальную длину при которой производительность очистного забоя будет максимальной.

Из эксперимента по отработке лавы № 437 в сложных горнотехнических условиях с одновременным сохранением конвейерного штрека, формированием и сохранением вентиляционного штрека следует, что данная ресурсосберегающая технология приемлема для применения в условиях шахт объединения «Ленинскуголь». Развитие и совершенствование данной технологии позволит ликвидировать отставание в подготовке очистных забоев, иметь плановое количество очистных забоев, успешно выполнять годовую программу. Развитие и совершенствование данной технологии совместно с решением сокращения времени на перемонтаж механизированных комплексов за счет их разворота на 180° позволит перейти на непрерывную технологию отработки запасов в пределах выемочного поля шахты.