
УДК 622.112.3:622.016.34:622.42

Б.Т. ТУПИКОВ, *ст. науч. сотрудник,*
И.И. СТОРЧАК, *зав. лаб.; ГУ «Донуги», Донецк;*
М.А. НЕСТЕРЧУК, *начальник отд. Минугля и энергетики ДНР*

БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ НА ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТАХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

Изложена безопасная технология подготовки и отработки пологих высокогазоносных пластов на глубоких шахтах путем усовершенствования сплошной системы разработки с использованием комбайнового способа проведения штрека вслед за лавой в нисходящем порядке отработки лав (участков) без оставления межлавных угольных целиков и с повторным использованием штреков выше отработанной лавы для подсвеживания исходящей газоносной струи воздуха из очистного забоя. Рассматриваемая технология предназначена для подготовки и отработки высокогазоносных угольных пластов с углом падения не более $\pm 20^{\circ}$ на глубинах разработки более 1000 м.

Ключевые слова: высокогазоносные угольные пласты, технология подготовки и отработки выемочных участков, межлавные угольные целики, подсвеживание исходящей струи воздуха.

Высокие показатели использования механизированных комплексов достигаются главным образом при столбовой системе разработки и, особенно, при безусловном сохранении устойчивого состояния участковых выработок с момента начала подготовки выемочного участка.

Однако на глубоких шахтах процесс отработки высокогазоносных пологих угольных пластов постоянно усложняется в связи с возрастанием горного давления со снижением устойчивости подготовительных выработок и потери их сечения до 30-40% на участках зоны влияния очистных работ, усиления газовыделения из вмещающего горного массива, активизации проявления внезапных выбросов угля и газа. С переходом на большие глубины существенно изменилась картина деформаций, смещений пород по контуру сечения выработок, которая становится все более зависимой от способов охраны, условий поддержания и расположения выработок относительно границ очистных работ.

Все чаще в период подготовки выемочного столба деформации контура проводимых выработок превышают пределы, указанные в ПБ, и требуют восстановления параметров сечения до требований ПБ ремонтными работами по подрывке вспученных пород почвы и, нередко, за счет перекрепления с заменой деформированной крепи. Склонность к повышенной интенсивности вспучивания пород почвы на глубинах свыше 1000 м наблюдается в выработках, проводимых в массиве по большинству разрабатываемых газоносных пластов (l_3 ; l_4 ; l_7^1 ; m_3 ; h_8 ; h_{10}). Во многих случаях пучение пород почвы превышает опускание пород со стороны кровли в 2,0-2,5 раза. По результатам исследований в натуре [1] (рис. 1) представлены смещения породного контура (U , мм) выработок в зависимости от времени (t , сут.) с арочной податливой крепью сечением 13,8-18,3 м², проводимых по пластам угля в породах слабых и средней устойчивости, прочностью на одноосное сжатие $\sigma_{сж} = 30-50$ МПа, характерных для разрабатываемых пластов: l_3 ; m_3 ; h_{10} в пределах глубин 1000 -1250 м.

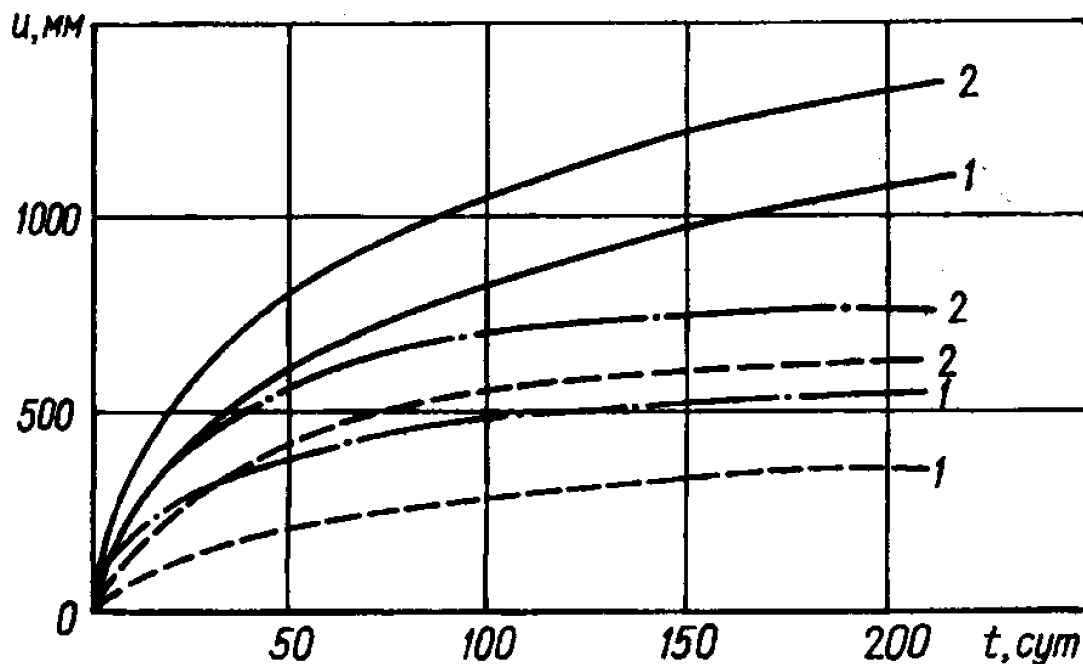


Рис.1. Зависимость смещений пород по вертикали U от времени t наблюдений в пластовых выработках, проводимых и поддерживаемых в массиве по пластам l_3 ; m_3 ; h_{10} :

- — пучение почвы; — · — · — — — — опускание кровли;
- - - - - — сближение пород со стороны боков выработки;
- 1 и 2 — глубина разработки 900-1000 и 1100-1250 м.

Шахтными наблюдениями в вышеуказанных горно-геологических и горнотехнических условиях установлено, что применение стандартной трехзвенной арочной податливой крепи типа АПЗ неэффективно (см. рис.1) из-за недостаточной конструктивной податливости (не более 400мм), а, следовательно, постоянно требуется ремонт выработок, как при эксплуатации выемочного участка, так и при повторном их использовании. При этом установлено, что на шахте им. А.Ф.Засядько при подготовке выемочного столба протяженностью около 2000 м по пласту m_3 на глубине от поверхности 1240-1250 м в 14-м западном конвейерном штреке, который был закреплен стандартной арочной податливой крепью АПЗ-18,3, под воздействием высоких напряжений в массиве за период 180-200 суток смещения пород по вертикали достигли 2200-2300мм, со стороны кровли – до 700-800мм и боков – 500-600 мм (см. рис.1). Это существенно отразилось на пропускной способности воздуха как в транспортных, так и, в особенности, в вентиляционных штреках, проводимых, как правило, меньшим сечением (11,2-13,8 м²).

Аналогичная картина деформаций как сечений выработок, так и стандартной крепи в них (АПЗ), сечением 11,2-18,3 м² наблюдалась на ряде глубоких шахтах (им. Стаханова, им. Засядько, Щегловская-Глубокая, им. А.А.Скочинского и др.) до пуска в эксплуатацию подготовленного столба. При этом в штреках в зонах с уменьшенным сечением на 30-40% относительно проектного значения проводились работы по восстановлению параметров сечения посредством подрывок пород почвы или перекрепления выработок [2].

В связи с этим, с декабря 1997 г. [2] вместо стандартной трехзвенной арочной податливой крепи АПЗ при проведении 14-го зап. конв. штрека пл. m_3 начали применять пятизвенную эллипсоидную крепь КМП-А5Э из спецпрофиля СВП33 сечением 19,0 м², в соединениях которой применены типовые замки ЗСД конструкции Донуги с возможной податливостью по вертикали до 1000 мм.

За период завершения подготовки 14-й зап. лавы в штреке был закреплен крепью КМП-А5Э участок протяженностью около 1800м. В процессе наблюдений [2] отмечена достаточно устойчивая работа крепи КМП-А5Э при опускании кровли до 900-1000 мм и уменьшении ширины выработки равномерно с обеих сторон до 500 мм. Следует особо отметить, что при переходе на эллипсоидную форму сечения выработки, практически, исключается возможность формирования вывалов и обрушений пород в проходческом забое в связи с увеличением на 0,5-0,7 м подрывки в кровле слабых слоистых пород и с уменьшением пролета по ширине крепи в сводчатой части.

Положительно также отражается на работоспособности крепей КМП-А5Э оформление контура выработки стреловидными проходческими ком-

байнами типов ГПКС, КСП-23(32, 33, 35) или их аналогом – 4ПП2М. Кроме того, к достоинствам комбайнового оформления забоя выработки при ее креплении крепью КМП-А5Э относятся: ограничение области расслоения вытесняемой складки в кровле выработки; не исключается и влияние относительно высокой скорости подвигания забоя (не менее 6 м/сут.) на развитие процесса деформирования породного контура выработки [2]. Таким образом, эллипсоидная крепь КМП-А5Э в целом удовлетворяет условиям поддержания 14-го зап. конв. штрека на отметке 1240 м и, возможно, будет соответствовать условиям проявления горного давления по пласту m_3 на более глубоких горизонтах.

На основании положительных результатов применения крепи КМП-А5Э ДонУГИ разработал параметрический ряд пятизвенных эллипсоидных крепей из профилей КГВ и СВП [2] сечением 15,0; 19,3 и 23,7 м².

Процесс ремонтных и восстановительных работ на других глубоких шахтах Донбасса остается весьма трудоемким, а, следовательно, экономически затратным и, в основном, сдерживающим подготовку к эксплуатации новой лавы выемочного участка. Под воздействием очистных работ наблюдается также ухудшение состояния штреков в зоне опережающего опорного давления от лавы и, особенно, на ее сопряжении с подготовительными выработками. При этом в опережающей зоне лавы, помимо деформаций штрековой крепи, проявляются активные вспучивания разрыхленной массы пород до 1000-1300 мм и более, что неизбежно приводит к необходимости восстановления выработки по высоте путем двукратной подрывки почвы. Для предотвращения интенсивной осадки и возможных обрушений кровли на сопряжении и в пределах концевого участка лавы ведутся постоянные операции по усилению крепи подпорными стойками с охраной выработки за секциями комплекса деревянными кострами (бутокострами). Усиливается арочная крепь и в зоне опережающего опорного давления (не менее 35 м).

По высокогазоносным пластам зачастую имеет место отставание подготовительных работ относительно времени завершения очистной выемки до 7-9 месяцев, а то и до одного года. Снижение темпов проведения участковых выработок обуславливает необходимость выполнения мероприятий по борьбе с выбросами угля и газа; мер по разгрузке, дегазации и снижению газодинамических явлений в опережающей зоне массива.

В сложившихся неблагоприятных экономических условиях у шахт ДНР в настоящее время нет возможности приобретения необходимого проходческого и высокопроизводительного очистного оборудования, достаточных объемов крепежных материалов для отработки выемочных столбов на глубоких горизонтах в тяжелых горно-геологических условиях, организации ускоренного проведения подготовительных участковых выработок.

Целью работы является выбор безопасного варианта схемы ведения очистных работ на высокогазоносных пластах Донбасса при глубинах разработки более 1000м.

Считаем, что в настоящее время наиболее перспективным вариантом ведения горных работ является отработка лав по сплошной системе разработки без оставления межлавных угольных целиков с повторным использованием, в качестве подсвежающих, бывших конвейерных штреков выше отработанного участка (рис. 2).

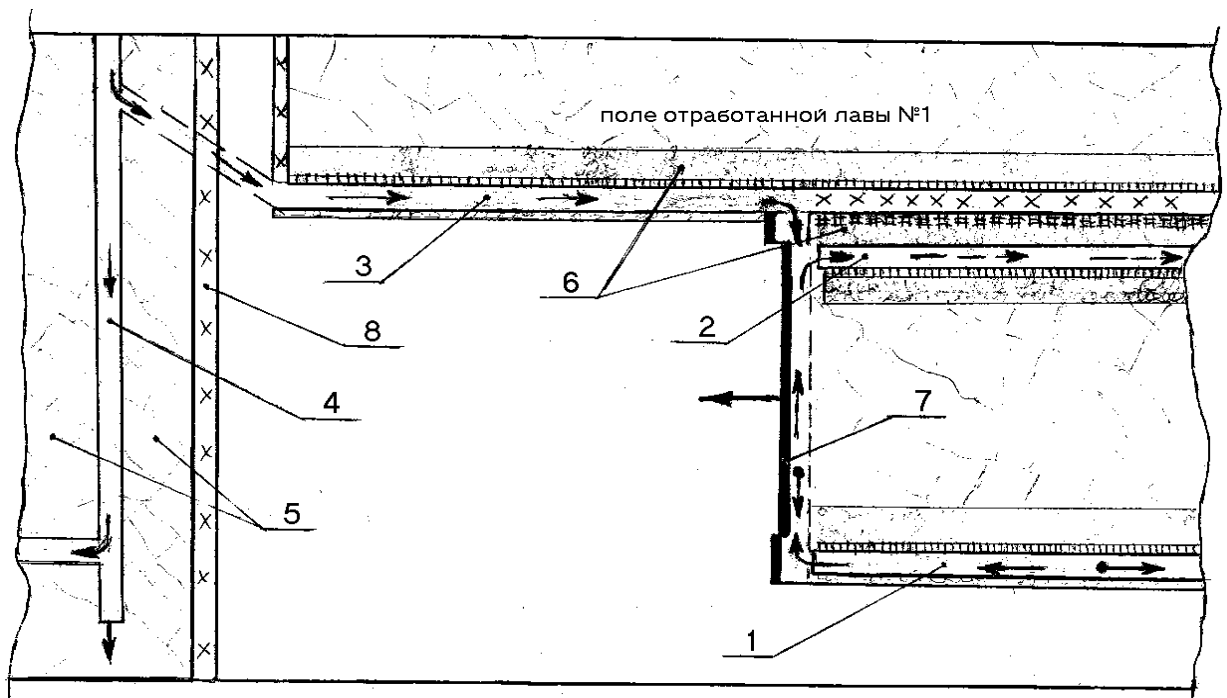


Рис. 2. Схема ведения очистных работ по газоносному пласту с подсвежением исходящей воздушной струи из лавы на больших глубинах разработки:

1 – конвейерный штрек; 2 – вентиляционный штрек; 3 – подсвежающий, повторно используемый конвейерный штрек выше отработанной лавы; 4 – фланговый уклон, подающий свежий воздух; 5 – выработанное пространство разгрузочной лавы; 6 – охранные породные полосы; 7 – очистной забой действующей лавы; 8 – погашенный уклон разгрузочной лавы;

- - движение свежего воздуха;
- -→ - движение исходящей воздушной струи;
- - движение горной массы.

Подсвежающая воздушная струя к очистному забою должна поступать из фланговых наклонных выработок, проводимых и поддерживаемых в пред-

варительно надработанном массиве (под разгрузочной лавой) или по обрушенным, уплотненным породам выработанного пространства.

Конвейерные штреки следует проводить комбайновым способом в следующей технологической последовательности: по границе массива с отставанием от очистного забоя 5-8 м; для крепления выработки применять высокоподатливые четырехзвенные или пятизвенные эллипсоидные крепи нового технического уровня сечением не менее 19 м² [2]. Натурные исследования [3] подтвердили устойчивость этих штреков на всем поддерживаемом участке за очистным забоем, независимо от глубины разработки, по пластам: l_1 ; l_3 ; m_3 ; h_{10} и др. Смещения пород в штреках за пределами активной зоны отрабатываемой лавы (от 0 до 150 м) интенсивно затухают, достигая предельных значений в основном за счет вспучивания почвы выработки. На пологих пластах с неустойчивыми и средней устойчивости породами при отработке очистных забоев в нисходящем порядке по бесцеликовой технологии, представляется возможным использовать повторно конвейерные штреки выше отработанных лав в качестве подсвежающих штреков на вентиляционном горизонте действующей лавы.

Для сохранения сечения выработки в эксплуатационном состоянии и при повторном ее использовании необходимо провести только одноразовую подрывку пород почвы.

На вентиляционном горизонте лавы выемка угля должна производиться до границы участка лавы, вплотную к подсвежающему штреку в целях необходимости подачи подсвежающего свежего воздуха непосредственно в пределы верхней ниши лавы и по направлению к исходящей струе вентиляционного штрека.

Вентиляционный штрек должен проводиться комбайновым способом за движущимся очистным забоем с отставанием от него не более 5,0 м, вприсечку, параллельно к подсвежающему штреку на удалении 3-4 м. В сплошном выработанном пространстве штрек (по опыту шахт им. Бажанова, Южнодонецкая № 3) необходимо охранять: со стороны выше отработанной лавы – породной полосой шириной 2-3 м с выкладкой одного ряда деревянных костров вплотную к погашаемому подсвежающему штреку, а со стороны действующего очистного забоя – возведением изоляционной чураковой стенки или стенки из ЖБТ (или тумб из блоков БОПВ [6]) и породной полосой – 4-6 м. Состояние вентиляционного штрека в этих условиях определяется, главным образом, величиной потери параметров сечения от воздействия плавной осадки породной толщи массива кровли пласта на породную полосу по мере подвигания забоя лавы. Согласно результатам исследований [4, 5] предельная величина опускания пород кровли (уменьшение высоты выработки) в таких условиях достигает 0,5-0,6 от величины вынимаемой мощности пласта. Условия поддержания вентиляционного штрека за очистным забоем

позволяют планировать выбор средств крепления путем применения высокоподатливых четырехзвенных или пятизвенных арочных крепей типа КМП-А4, КМП-А5.1, сечением – 11,0-18 м² для сохранения устойчивого состояния выработки на весь период отработки выемочного участка. Наряду с этим, применение стреловидных проходческих комбайнов типа ГПКС, КСП, 4ППМ-2 и др. при проведении штреков вслед за очистным забоем в сочетании с высокопроизводительной закладочной установкой ЗУ-1М позволяет совместить работы по отбойке и закладке породы в выработанное пространство лавы. При БВР-проходке из проходческого цикла невозможно исключить большой объем технологических операций: по обурированию и взрыванию шпуров очередной заходки с пробивкой органной обрезной крепи для оконтуривания участка подрываемой кровли; по поддержанию бермы со стороны угольного массива, используемой для проветривания концевой участка лавы на период уборки породы; по ликвидации породного уступа в почве для придания подошве выработки горизонтального положения при углах падения пласта более 2-3⁰, удаление которого, обычно, выполняется взрывным способом. Исключение из проходческого цикла взрывных работ повышает уровень безопасности и производительность выполнения операций в забоях, существенно снижаются вероятность нарушений и обрушений пород кровли, переборок по контуру сечения выработки.

Подсвеживание исходящей струи воздуха из лавы способствует снижению объема и концентрации метана на участке сопряжения лавы с вентиляционным штреком и через выработанное пространство вдоль линии очистного забоя, что обеспечивает повышение пропускной способности участка по воздуху и, следовательно, сохраняет проектную нагрузку на очистной забой.

Возможная область применения усовершенствованного варианта сплошной системы разработки относится к разработке высокогазоносных пологих пластов мощностью от 1,1 до 2,0 м с углами падения до ±20⁰ на глубинах до 1600 м.

ВЫВОДЫ

Представленная безопасная технология подготовки и отработки пологих высокогазоносных пластов на глубоких шахтах на базе усовершенствования сплошной системы разработки позволяет:

– обеспечить относительно равномерное, устойчивое проветривание очистного забоя с дополнительным разбавлением исходящей газовой струи поступающим свежим воздухом из повторно используемого штрека выше отработанной лавы;

– повысить пропускную способность штреков по воздуху и транспорту за счет проведения их большим сечением (не менее 19 м²) и обеспечить

устойчивое их состояние при использовании для крепления высокоподатливых четырех-пятизвенных крепей типа КМП-А4; КМП-А5.1;

– повысить уровень безопасности ведения горных работ путём перехода от буровзрывного способа проведения штреков к комбайновому, а также исключить из проходческого цикла режим ведения сотрясательного взрывания на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа;

– своевременно производить подготовку и введение в действие новых лав в нисходящем порядке взамен выбывших без дополнительных материальных затрат, имеющих место при столбовой системе разработки;

– рассматривать эту систему ведения горных работ как «экологически чистую» за счёт закладки породы из проводимых штреков в охранные полосы;

– улучшить показатели извлечения и восстановления крепи из выработок для повторного использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крепление пластовых подготовительных выработок глубоких шахт / Э.П. Курченко, Б.Т. Тупиков, А.А. Сытник [и др.] // Уголь Украины. – 2007. – №4. – С.10-16.

2. Исследование влияния глубины разработки на устойчивость пластовых штреков / [Е.Л. Звягильский, В.Ф. Компанец, Б.Т. Тупиков, А.А. Сытник] // Уголь Украины. – 2000. – №12. – С.19-22.

3 Устойчивость конвейерных штреков при сплошной системе разработки / Э.П. Курченко, Б.Т. Тупиков, И.И. Сторчак [и др.] // Сборник научных трудов ДонУГИ. – Донецк: ДонУГИ, 2011. – С.98-105.

4. Курченко Э.П. Устойчивость штреков, проводимых за очистным забоем вприсечку к выработанному пространству/ Э.П.Курченко, Б.Т. Тупиков, И.И. Сторчак // Уголь Украины. – 2003. – №4. – С.11-13.

5. Тупиков Б.Т. Оценка технологии поддержания участков выработок, проводимых за очистным забоем / Б.П.Тупиков, В.М. Андриенко // Уголь Украины. – 1997. – №12. – С.10-13.

6. Извещение БОПВ.01-2015ПИ об изменении технических условий ТУ У 29.5-00185790-108:2011 Блоки БОПВ. – Донецк: ГУ «Донуги», 2015. – 6с.

Получено: 03.04.17

The safe technology for preparation and extraction of flat seams with high gas content in deep mines by improvement of all-work system by using combine driving method for roadway drivage with ripping behind the face by face (division) working in a descending order without leaving inter-face solid coals and by recy-

cling of roadways above the worked out longwall for the freshening of return gas-containing air from working face is developed. The technology under consideration is intended for preparation and extraction of coal seams with high gas content with an angle of slope of no more than $\pm 20^{\circ}$ on the mining depth of no more than 1000 m.

Keywords: coal seams with high gas content, technology for preparation and extraction, inter-face solid coals, freshening of return ventilation current.