

УДК 622.261.5.002.5.002.72



А. Ф. БОРЗЫХ,
доктор техн. наук
(Донбасский ГТУ)



Е. В. ТРОФИМОВ,
инж.
(ООО «ДТЭК Свердловантрацит»)



Н. Н. СТЕПАНЕНКО,
магистр
(ООО «ДТЭК Ровенькиантрацит»)

Основные производственные процессы в технологии добычи угля подземным способом – очистные, доля выполнения которых механизированными комплексами в целом определяет технико-экономические показатели работы шахты. Немаловажное значение в эффективности использования комплексов имеет их монтаж-демонтаж. Своевременный ввод комплексно-механизированных лав в эксплуатацию зависит не только от затрат времени на выполнение работ по приведению

Сооружение выработок по демонтажной камере

На базе обобщения натурных исследований особенностей проявлений горного давления вокруг остановленной лавы и опыта поддержания проводимых в приконтурной части породугольного массива подготовительных выработок разработаны основные рекомендации по реализации технологии их сооружения одновременно с демонтажом секций очистного механизированного комплекса.

в готовность комплексов для функционирования по прямому назначению, но и темпов проведения подготовительных выработок, по содержанию монтажно-демонтажных камер и выработок в безопасном состоянии.

Подход очистного забоя к техническим границам предусматривает круглосуточный контроль за состоянием кровли и ежесменное обследование инженерно-техническими работниками шахты с регистрацией в специальном журнале согласно мерам, предусматриваемым технической проектной документацией выемочного участка [1]. Однако в отраслевых требованиях [2] не отражена сущность этих мероприятий для остановленных лав, устойчивость которых при всех других равных условиях зависит прежде всего от продолжительности их простоя [3].

Одним из перспективных направлений совершенствования технологии демонтажа очистного комплекса из остановленной у технических границ шахты или выемочного участка лавы является одновременное сооружение по ней вспомогательной подготовительной выработки вслед за извлекаемыми секциями механизированной крепи [4, 5]. Исходя из недостаточной изученности особенностей формирования подготовительных выработок в разгруженной приконтурной зоне породугольного массива вокруг остановленной лавы исследования в направлении

совершенствования технологии сооружения этих выработок по демонтажной камере – актуальны.

Цель исследований – разработка технологических схем сооружения подготовительных выработок по демонтажной камере при решении следующих задач:

установить и обобщить основные параметрические характеристики зон формирования частичной разгрузки породугольного массива вокруг остановленной лавы при отработке тонких пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами;

обосновать рациональную область применения сооружаемых по демонтажной камере выработок;

разработать рекомендации по поддержанию сооружаемых по демонтажной камере выработок.

При разработке угольных пластов глубокими шахтами Донбасса одним из основных направлений повышения устойчивости выработок, подверженных влиянию очистных работ, является сооружение их в зонах разгрузки породугольного массива, в том числе и в его приконтурной зоне вокруг остановленной лавы. В этой зоне под влиянием необратимых геомеханических процессов угольный пласт, почва и особенно кровля подвергаются естественному разуплотнению различной степени, сопровождаемому образованием техногенных трещин от микроскопических закрытых до сквоз-

ных открытых (продольных, поперечных, слоевых), формируя тем самым кусковато-блочную среду из определенных размеров отдельностей. Это приводит к полному разрушению приконтурной части угольного массива, а также естественному свободному обрушению кровли с последующим уплотнением слагающих ее пород в выработанном пространстве.

На фоне общей картины распределений напряжений в породугольном массиве по сравнению с исходным, равным геостатическому давлению γH (где γ – средневзвешенное значение удельного веса подрабатываемой толщи в пределах глубины разработки H), относительно кромки угольного пласта мощностью

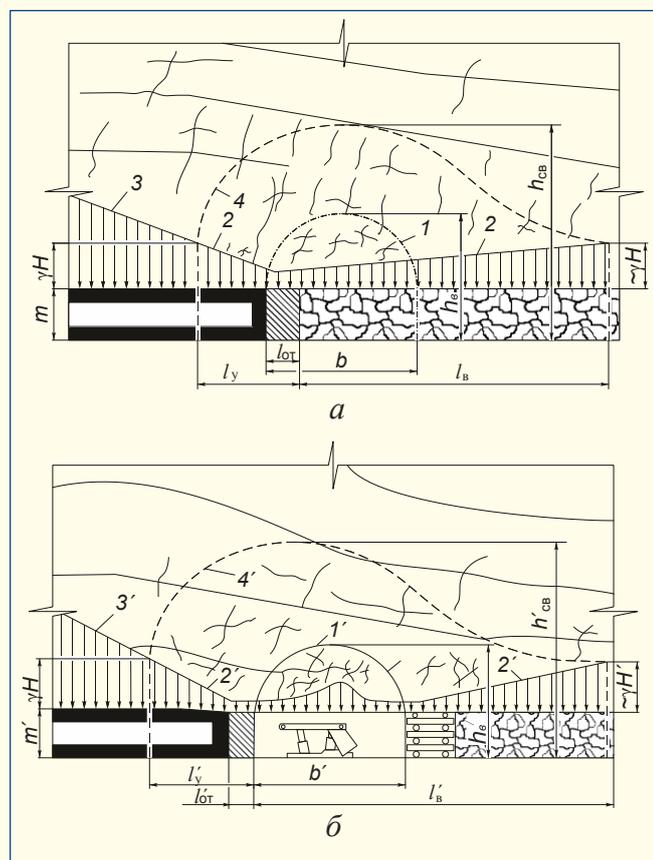


Рис. 1. Схемы состояния краевой зоны породугольного массива вокруг остановленной лавы и размещенных в ней сооружаемых выработок: *a* – после простоя лавы при полном погашении демонтажной камеры; *б* – одновременно с поочередным извлечением демонтируемых секций механизированной крепи (1, 1' – контуры площади поперечных сечений выработок вчерне, сооружаемых соответственно по ранее погашенной лаве и демонтажной камерам; 2, 2' и 3, 3' – эпюры напряжений пониженных и повышенных; 4 и 4' – контуры зон высотой h_{cb} , h'_{cb} соответственно частично уплотненных ранее разрушенных пород вокруг погашенной лавы и поддерживаемой вокруг проводимой по демонтажной камере выработки).

m выделяются три зоны пониженных напряжений пород, где коэффициент их концентрации $k_{\gamma H} < 1$. Когда выработку шириной b и высотой h_b проходят по разрушенному массиву вокруг погашенной лавы (рис. 1, *a*), зоны разгрузки по ширине составляют: l_y – в пределах приконтурной части угольного пласта, включая глубину его отжима $l_{от}$, и выработанного пространства l_b ; если выработку сооружают по демонтажной камере, то обозначения параметров аналогичны: l'_y , $l'_{от}$, b' , l'_b (рис. 1, *б*).

Для общей оценки ширины зон частичной разгрузки массива в его приконтурной области (вокруг остановленных лав) использованы натурные исследования, усредненные результаты которых, охватывающие условия отработки тонких пологонаклонных пластов антрацита глубокими (900 – 1150 м) шахтами Донбасса, сведены в таблицу. При мощности вынимаемого пласта 1,08 м на глубине разработки около 1000 м ширина зоны разгрузки в пределах краевой части угольного пласта $l_y \approx 10$ м при $l_{от} \approx 1,35$ м и $l_{от}/m \approx 1,26$. Последняя величина с возрастанием продолжительности простоя $t_{пр}$ лавы несколько возрастает. При этом относительная ширина опорных зон l_y и l_b примерно кратна 10 и 90 m . Несмотря на ограниченное количество полученных приближенных значений естественных опорных контуров вокруг остановленной лавы при отсутствии каких-либо других натурно измеренных, результаты настоящих исследований можно использовать для ориентировочного определения места заложения выработок, сооружаемых в приконтурной области породугольного массива при отработке пластов глубокими шахтами.

Чтобы обеспечить продолжительное поддержание сооружаемых по демонтажной камере выработок, используя особенности проявлений горного давления вокруг остановленной лавы, необходимо учитывать всю совокупность влияющих на устойчивость этих выработок факторов. Проведенные натурные исследования по установлению рациональных параметров взаимодействия трещинно-раздробленной кровли над демонтажной камерой с опорными элементами сооружаемой выработки, а также опыт эксплуатации позволили определить основные требования к обеспечению их устойчивости.

Исходя из степени разрушенности кровли, определяемой преобладающими размерами кусковато-блочных породных отдельностей и раскрытия трещин, а также зон их распространения в массиве, выделено три основных типа технологий сооружения выработок по демонтажной камере, характеризующихся особенностями присечки краевой части угольного пласта и обрушений кровли при ее обнажении: произвольным обрушением мелкодробленых весьма неустойчивых пород при пределе прочности на одноос-

РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Шахта	Лава	Угольный пласт			Ширина зоны разгрузки, м			Продолжительность простоя $t_{пр}$, мес.	$l_{от} / m$
		индекс	$m, м$	$H, м$	l_y	$l_{от}$	l_b		
ГП «Свердловантрацит»: им. В. Володарского (закрытая) им. Я. М. Свердлова	№ 69	h_8	1,15	1100	–	1,2	–	47	1,04
	№ 165		0,85	1150	–	1,1	–	9	1,29
	№ 77	k_5^1	0,85	1020	–	1,1	–	12	1,29
	№ 42	k_5^1	1,5	900	12	2,0	–	24	1,33
	№ 57	k_5^1	1,2	940	–	–	80	–	–
Антрацитовые шахты Восточного региона Донбасса	–	–	1,0	1000	8 – 10	–	100	–	–
Среднее значение	–	–	1,08	1018	10	1,35	90	–	1,26

ное сжатие $\sigma_{сж} \leq 30$ МПа; с частичным обрушением кусковато-блочных породных отдельностей кровли ниже средней ее устойчивости ($31 \text{ МПа} \leq \sigma_{сж} \leq 50 \text{ МПа}$); с зависанием – выше средней устойчивости ($\sigma_{сж} \geq 51 \text{ МПа}$).

Первый тип технологии предполагает отбойку пород заходками 0,3 – 0,5 м под защитой временной опережающей рамной крепи, второй – отбойку части зависших по контуру выработки пород с применением отбойных молотков и третий – отбойку пород буровзрывным способом при полной присечке породного забоя на величину его подвигания, равную шагу установки секций механизированной крепи. При этом необходимо учитывать глубину присечки угольного пласта в целях обеспечения временного поддержания кровли в выработанном пространстве на участке извлечения секции крепи поддерживающе-оградительного типа для возведения охранных опор необходимой ширины. Если кровля весьма неустойчивая, присечку пласта (не считая зачистку части отжатого угля) производить нецелесообразно; если кровля ниже средней устойчивости и с секций снимаются козырьки, присечку пласта осуществлять на глубину 1,1 – 1,3 м; если кровля выше средней устойчивости и секции крепи извлекаются в неразобранном виде, присечку пласта рекомендуется выполнять уступом глубиной 1,5 – 1,7 м с опережением породного забоя не более чем на шаг установки этих секций.

Применение указанных типов технологий сооружения выработок по демонтажной камере зависит также от угла падения пласта и направления его выемки, формы сечения выработки, типоразмера рамной крепи и шага ее установки, использования временных дополнительных средств усиления крепи, схем и средств извлечения, разворота и перемещения секций крепи, конструкции охранных опор, а также способов погрузки и транспортировки отбитой горной массы.

Наиболее сложна реализация сооружения выработки по демонтажной камере при неустойчивой кровле. С учетом этого доминирующего фактора, а также опыта совместного ведения демонтажно-проходческих работ следует принимать дополнительные меры. В качестве примера на рис. 2, а показана технологическая схема сооружения выработки по демонтажной камере, оборудованной комплексом типа КД80, с указанием приспособлений, последовательности присечки весьма неустойчивой кровли, извлечения и разворота секций механизированной крепи, возведения дополнительных временно усиливающих элементов крепи в камере.

Присечка весьма неустойчивой кровли 1, поддерживаемой секциями крепи 2, осуществляется гидротбойным молотком 3, подсоединенным через гибкий высоконапорный шланг 4 к гидросистеме, последовательно участками I – VI на глубину заходки, равной 0,3 – 0,5 м, с установкой под подлапок 5 на подложку 6 пяти временных деревянных стоек (ремонтин) 7 соответствующей длины, опирающихся на краевую часть верхняка секции механизированной крепи, а также неполных рам арочной крепи 8 своей укороченной стойкой 9 – на концевую поддерживающуюся часть верхняка механизированной крепи со стороны выработанного пространства.

При этом верхняки неполнокомплектной арочной крепи с помощью хомутов 10 жестко соединяют с выдвинутой балкой-прогоном 11 длиной не менее 5 м, а по периметру обнаженной кровли пробивают деревянные шилья 12 и возводят затяжки 13. Присечку кровли и возведение средств ее поддержания в рабочей зоне приостанавливают, когда породный забой 14 окажется над рядом стоящей секцией. Затем за консоль неразгруженной секции в точке А закрепляют разъемный обводной блок 15, через который пропускают тяговый канат 16 монтажной лебедки (на рисунке не показана), соединенный стропом в точке В поддерживающей части высвобождаемой секции.

РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Концевую часть каната 16 после его снятия с обводного блока 15 подсоединяют в точке С к тяге домкрата 17 передвигаемой секции механизированной крепи. Консоль 18 снимают с полуразвернутой секции, которую с помощью каната 16 и демонстрационной лебедки устанавливают в исходное положение для перемещения вдоль выработки. Отбитую породу с перекидкой можно транспортировать наращиваемым скребковым конвейером (на рисунке не показан) по мере продвижения породного забоя на 5 – 6 м.

На рис. 2, б представлен второй тип технологической схемы сооружения выработки 1 по демонтажной камере 2 при извлечении секций 3 механизированной крепи комплекса типа 2МКД90. Присечку угольного пласта 4 на глубину 1,6 м осуществляют перед остановкой лавы по всей ее длине; демонтируют комбайн и скребковый конвейер комплекса. Затем секцию 3 разгружают, с нее снимают консоль, извлекают по типовой схеме с помощью монтажной лебедки, разворачивают и перемещают вдоль выработки. При этом

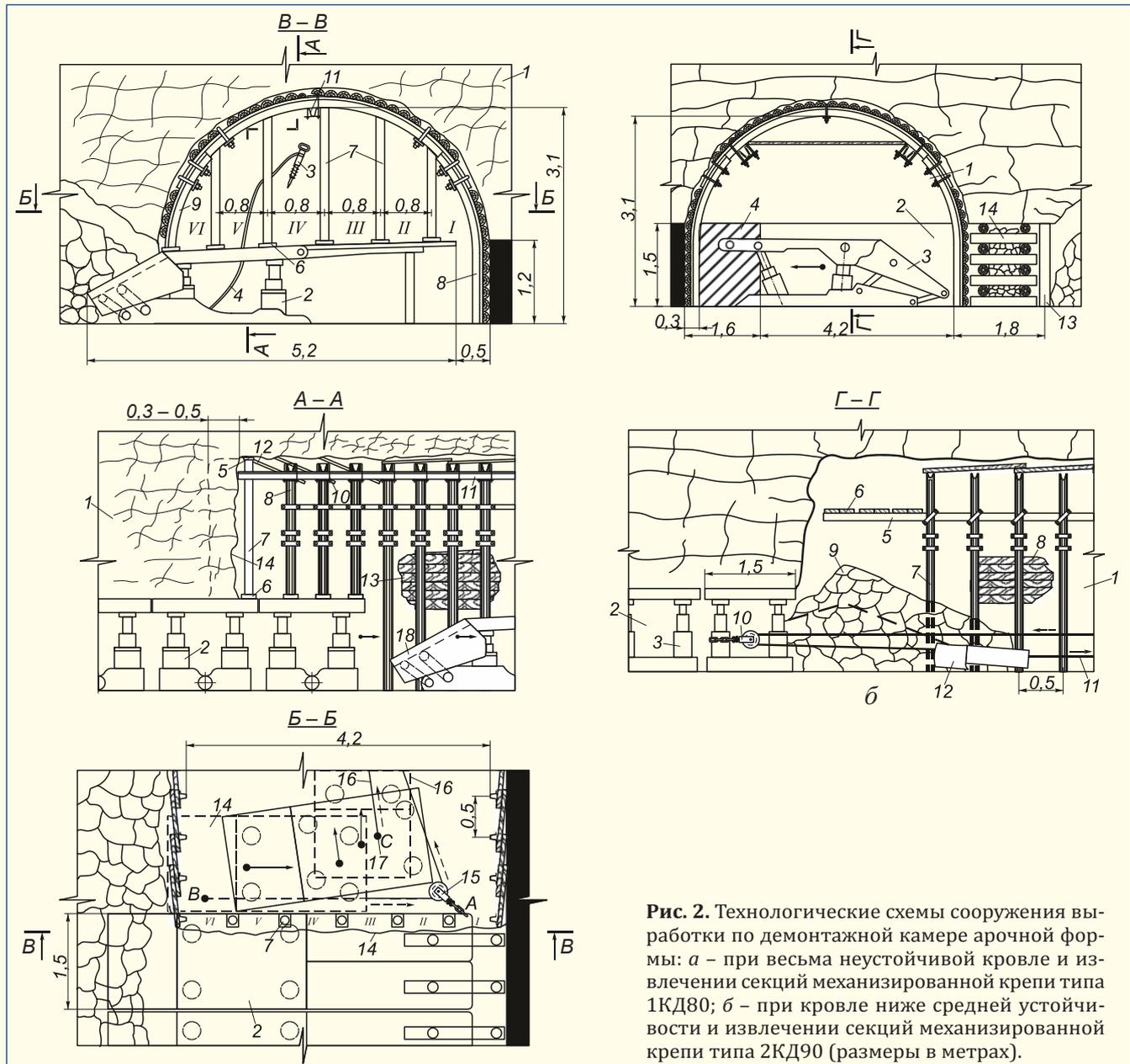


Рис. 2. Технологические схемы сооружения выработки по демонтажной камере арочной формы: а – при весьма неустойчивой кровле и извлечении секций механизированной крепи типа 1КД80; б – при кровле ниже средней устойчивости и извлечении секций механизированной крепи типа 2КД90 (размеры в метрах).

кровля на участке ее обнажения самопроизвольно обрушивается. После принудительного обрушения оброчки зависшей по контуру выработки породы выдвигают балки-прогоны 5 временной опережающей навесной крепи длиной не менее 4 м с выкладкой на нее деревянного настила 6. По мере уборки обрушенной породы по бокам выработки с шагом 0,5 м вручную возводят рамы постоянной арочной крепи 7 и затяжки 8. Обрушенные породы 9 убирают с помощью скреперной установки на наращиваемый скребковый конвейер, концевая головка которого удалена от забоя на 6 – 8 м. Предварительно разборный обводной блок 10 каната 11, соединяющего скрепер 12 со скреперной лебедкой (на рисунке не показана), прикрепляют к неразгруженной рядом стоящей секции. Со стороны выработанного пространства пробивают органную крепь 13 и выкладывают бутোকостер 14.

На рис. 3 показана технологическая схема сооружения выработки 1 трапецевидной формы, поддерживаемой рамной крепью 2 типа КМП-Т(К) кровлю 3 выше средней устойчивости в демонтажной камере 4 при поочередном извлечении секций механизированной крепи 5 типа ДМ. Предварительно буровзрывным способом вынимают угольный уступ 6 шириной 1,8 м с отставанием от породного забоя 7 присечки кровли на 3,2 м. При этом участок обнаженной кровли перекрывают деревянными прогонами 8, опирающимися на консоль секции, и гидравлические стойки 9. Отбитый уголь грузят на скребковый конвейер 10. Затем разгруженную секцию 5' механизированной крепи извлекают с помощью линейного переносного гидродомкрата 11 и отрезка каната 12, пропущенного через разборный обводной блок 13, удерживаемый упорной стойкой 14. Отрезок этого каната одним концом прикрепляют к рычагу домкрата передвигки механизированной крепи в точке А, другим – к штоку линейного домкрата 11 в точке В.

После извлечения и передвигки секций 5' к крайней части угольного пласта разбирают обводной блок 13 и отрезок каната 12 высвобождается. С этой секции снимают консольную часть, которую укладывают на почву вплотную к ставу скребкового конвейера 10 и используют совместно с ним в качестве полка для разворота секции в демонтажной камере [5]. При этом применяют различные специальные приспособления, аналогичные технологии демонтажа секции [10]. С помощью цепи скребкового конвейера путем перестановки средств зацепления стропов за нее в точке С, а также в точке D, за оградительную часть секции, последнюю разворачивают и выставляют на решетчатый став конвейера в транспортное положение. Затем цепями конвейера крест-накрест подсоединяют концевые цепные стропы 15 соответственно в точках E и F к оградительной части (аналогичную операцию осу-

ществляют в передней части секции) и за счет движущейся рабочей ветви скребковой цепи конвейера секция механизированной крепи при ее сопровождении перемещается вдоль выработки.

В пределах обнаженного после удаления секции участка кровли в камере для временного поддержания устанавливают П-образные рамы деревянной крепи. Со стороны выработанного пространства пробивают органку 16, возводят также рамы временной деревянной крепи 17 и ограждение из блоков железобетонных тумб 18 (не исключаются другие охранные элементы). Затем пробивают боковую и лобовую оконтуривающие органки, бурят по кровле шпурсы, которые заря-

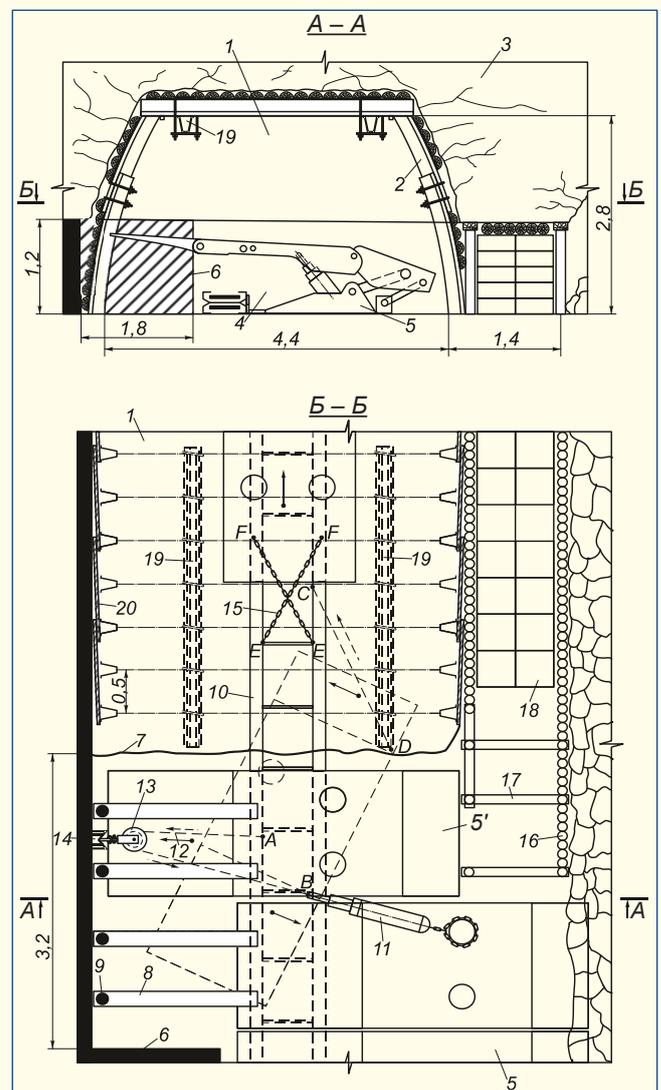


Рис. 3. Технологическая схема сооружения выработки трапецевидной формы при кровле выше средней устойчивости и извлечении секций механизированной крепи типа 1ДМ (размеры в метрах).

жают и взрывают с отходом породного забоя на 1,5 м. Для защиты скребкового конвейера от удара отбиваемых взрывом пород, а также обеспечения его функционирования в качестве перекрытий необходимо использовать снятую с секции консоль и деревянные щитки (на рис. 3 не показаны). По мере уборки и зачистки отбитой породы под защитой выдвигной крепи, состоящей из металлических балок-прогонов 19 длиной не менее 4 м и опирающихся на них деревянных полков перекрытия, через 0,5 м возводят рамы крепи 2 из СВП типа КМП-Т (К) и затяжки 20.

Рассмотренные технологические схемы сооружения выработок по демонтажным камерам с учетом полного рассмотрения всех аспектов, детально охватывающих особенности и последовательность выполнения рабочих операций, в общем раскрывают их содержание и направленность поиска новых решений.

Выводы. Разработаны общие рекомендации по обеспечению сохранности проводимых и поддерживаемых в разгруженной зоне приконтурной части угольного массива выработок, проводимых по демонтажной камере. С учетом устойчивости кровли, интенсивности ее раздробленности трещинами горного давления над остановленной лавой, а также продолжительности ее простоя выделено три основные группы рассматриваемой технологии, предусматривающие необходимые параметры: глубину присечки краевой части угольного пласта, размеры площади поперечного сечения породного забоя, шаг установки рамной крепи, ширину охранной полосы, форму поперечного сечения выработки и тип рамной крепи, средства охраны и временного поддержания обнажаемой кровли, транспортировку извлекаемых секций со снятием или без снятия консолей, способ отбойки породы и угля, средства их погрузки и транспортировки. Все это способствует адаптивному взаимодействию уплотненного вокруг сооружаемой выработки породугольного массива после затухания процесса сдвига с ее опорными элементами.

Настоящие исследования являются предпосылкой совершенствования новой технологии сооружения выработок по демонтажной камере. С учетом комплекса определяющих факторов в конкретных исходных

условиях рекомендуется использовать ее на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10.* – К.: Держ. комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2010. – 430 с. – (Нормативний документ Держгірпромнагляду України).
2. *Механізовані комплекси для пологих та похилих пластів. Вимоги до технології виконання монтажу та демонтажу: СОУ-П 10.1.24183643.008:2010.* – К.: Мінвуглепром України, 2010. – 94 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
3. *Борзых А. Ф.* Обеспечение устойчивости демонтажных камер до извлечения механизированной крепи / А. Ф. Борзых, В. И. Сафонов // Уголь Украины. – 2006. – № 7. – С. 21 – 23.
4. *Пат. 43762* Україна, МПК (2009) E 21 D 23/00. Спосіб демонтажу механізованого кріплення та проведення підготовчої виробки / А. П. Борзых, В. М. Григоряк; заявник і патентовласник ДонДТУ. – № U200904061; заявл. 27.04.09; опубл. 25.08.09, Бюл. № 18.
5. *Борзых А. Ф.* Технология сооружения подготовительной выработки по демонтажной камере / А. Ф. Борзых // Уголь Украины. – 2011. – № 7. – С. 6 – 9.
6. *Борзых А. Ф.* Охрана наклонных подготовительных выработок путем их проведения вприсечку / А. Ф. Борзых, Е. П. Горовой // Уголь Украины. – 2001. – № 6. – С. 7 – 9.
7. *Борзых А. Ф.* Охрана подготовительных выработок, проводимых в зоне естественной разгрузки / А. Ф. Борзых, В. И. Радченко // Уголь. – 1988. – № 7. – С. 7 – 9.
8. *Борзых А. Ф.* Изменение положения опорных контуров в выработанном пространстве при выемке угольного пласта лавой / А. Ф. Борзых, Е. П. Горовой // Перспективы развития угольной промышленности в XXI веке: сб. науч. тр., посвященный 45-летию Донбасского ГМИ. – Алчевск: Ладос, 2002. – С. 48 – 53.
9. *Борзых А. Ф.* Влияние ширины выработанного пространства на смещения кровли и почвы вокруг краевой части угольного массива / А. Ф. Борзых, Г. А. Аверин, П. Н. Кирьязов, О. В. Князьков // Вестник. – Т. 8. – № 5 (65). – СПб.: МАНЭБ, 2003. – С. 32 – 38.
10. *Пат. 30819* Україна, МПК (2006) E 21 D 23/00. Пристрій для демонтажу та переміщення секцій механізованого кріплення / А. В. Меріуцан, М. М. Сивак, Ю. В. Філонюк; заявник і патентовласник ДонДТУ. – № U200713335; заявл. 30.11.07; опубл. 11.03.08, Бюл. № 18.