

Анализ практического опыта поддержания участковых подготовительных выработок и путей повышения их устойчивости при разработке сближенных пластов в условиях шахты им. С. М. Кирова

А. А. Рогачков,

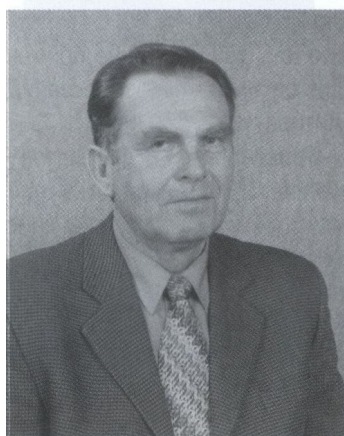
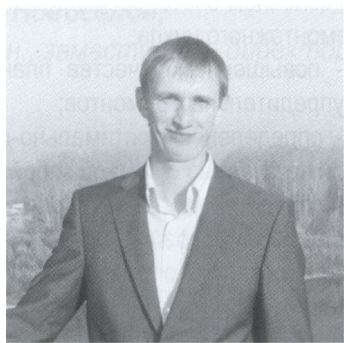
к. т. н., ведущий инженер ОАО «ЦАКк-Кузбасс»

В. В. Климов,

главный технолог ООО «Шахта Полисаевская»

А. В. Ремезов,

д. т. н., профессор кафедры РМПИ ПС КузГТУ



Отсутствие системного подхода в инструментальной оценке и своевременного контроля проявлений горного давления при поддержании подготовительных выработок угольных шахт Кузбасса, в последнее время, все чаще приводят к трагическим событиям. Аварии, повлекшие гибель людей, инциденты, связанные с обрушениями пород кровли подготовительных выработок, а также другие случаи с интенсивными проявлениями горного давления, к сожалению, стали постоянно сопровождать подземных недропользователей. Безусловно, главные причины таких явлений - постоянное увеличение глубины горных работ, наличие участков со сложными горно-геологическими условиями, где особенно важными становятся вопросы обеспечения устойчивого состояния контура и крепи подготовительных выработок. К числу основных причин можно также отнести и непонимание работниками шахт в необходимости проведения натурных наблюдений, которые дают очень важную информацию, снижают экономические риски, повышают безопасность работ. Однако, сегодня на шахтах, отрабатывающих свиты сближенных пластов статистика экономических потерь, затрат на поддержание подготовительных выработок выглядят ужасающими. Это связано, прежде всего с тем, что на стадии проектирования горных работ необходимость расположения подготовительных выработок в сложных условиях вызвана использованием парной подготовки выемочных столбов, при

которой между ярусами оставляются целики угля, влияющие на ведение горных работ нижележащих пластов.

Предпосылками возможных аварий, инцидентов являются также слабая изученность геологического строения залегания пород выемочных участков месторождений при проектировании паспортов крепления, которые не учитывают важнейших параметров и специфики отработки пластов. В этой связи неудовлетворительное состояние подготовительных выработок, нижележащих пластов, связанное как с вышеописанным, так и конкретно с интенсивными смещениями пород кровли, с пучением пород почвы выработок, сильно снижают эффективность и развитие горных работ шахт. Если технологически удовлетворительное состояние контура и крепи кровли подготовительных выработок в сложившейся ситуации можно сохранить путем использования дополнительных тросовых анкерных крепей усиления усовершенствованных конструкций [4], то борьба с пучением пород почвы выработок на стадии его интенсивного развития с применением обычных мероприятий в большинстве случаев не дает положительных результатов.

К примеру, опыт работы шахты им. С. М. Кирова показал, что, несмотря на постоянное инструментальное сопровождение горных работ и рекомендации третьей стороны ООО «ЦАКк» все равно приходилось неоднократно перекреплять подготовительные выработки нижележа-

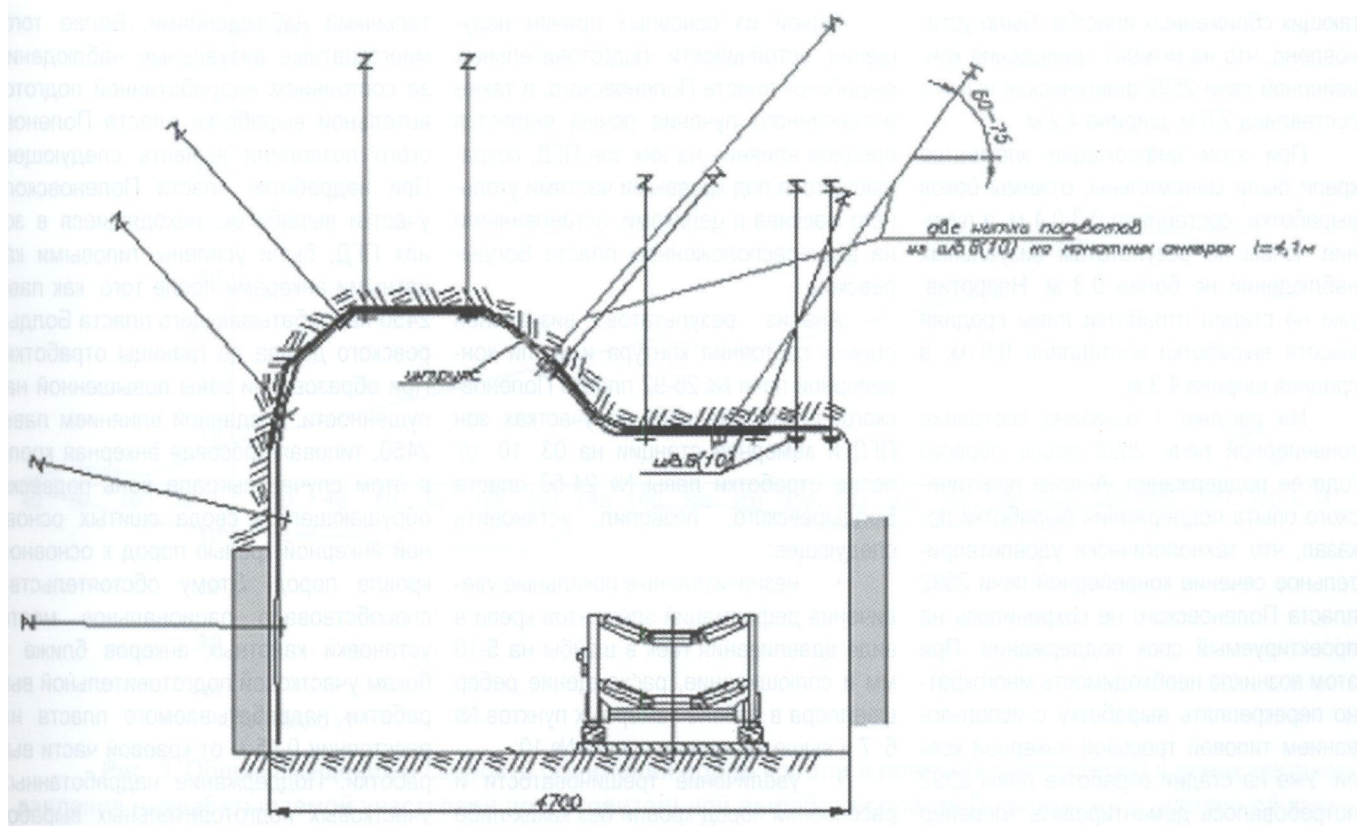


Рис. 1. Состояние конвейерной печи 2592 пласта Поленовского, расположенной на участке влияния зоны ПГД после первого года ее эксплуатации

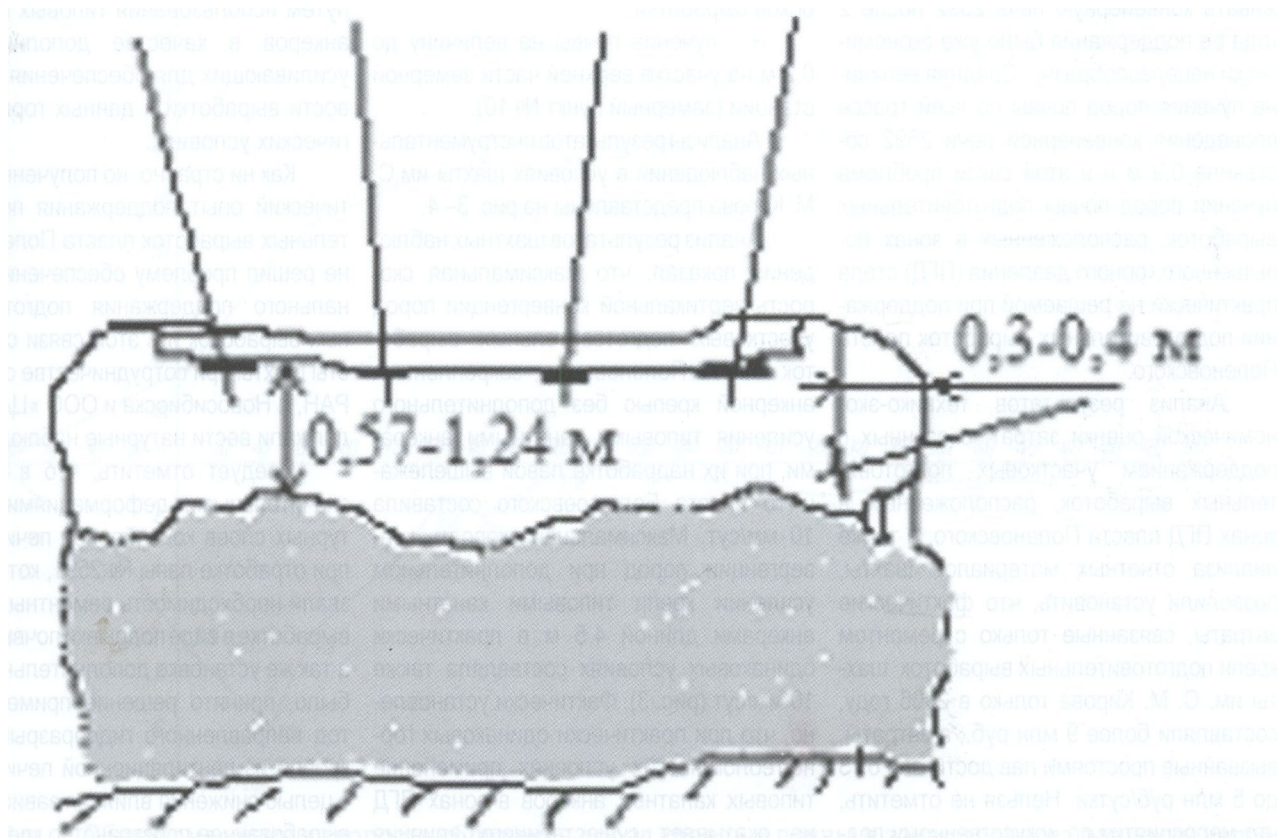


Рис. 2. Состояние конвейерной печи 2592 пласта Поленовского на момент начала отработки лавы 2592 (2 года поддержания)

гающих сближенных пластов. Было установлено, что на момент проведения конвейерной печи 2592 фактическая высота составляла 2,6 м, ширина 4,2 м.

При этом деформации элементов крепи были минимальны, отжимы боков выработки составляли 0,3-0,4 м, а пучение почвы по результатам визуальных наблюдений не более 0,3 м. Напротив, уже на стадии отработки лавы средняя высота выработки составляла 0,9 м, а средняя ширина 4,3 м.

На рисунке 1 показано состояние конвейерной печи 2592 после первого года ее поддержания. Анализ практического опыта поддержания выработки показал, что технологически удовлетворительное сечение конвейерной печи 2592 пласта Поленовского не сохранилось на проектируемый срок поддержания. При этом возникла необходимость многократно перекреплять выработку с использованием типовой тросовой анкерной крепи. Уже на стадии отработки лавы 2592 потребовалось демонтировать конвейер на вентиляционный штрек, а конвейерный штрек проводить заново.

Из рисунка 2 следует, что поддерживать конвейерную печь 2592 после 2 года ее поддержания было уже экономически нецелесообразно. Средняя величина пучения пород почвы по всей трассе проведения конвейерной печи 2592 составила 0,9 м и в этой связи проблема пучения пород почвы подготовительных выработок, расположенных в зонах повышенного горного давления (ПГД) стала практически не решаемой при поддержании подготовительных выработок пласта Поленовского.

Анализ результатов технико-экономической оценки затрат, связанных с поддержанием участков подготовительных выработок, расположенных в зонах ПГД пласта Поленовского, а также анализа отчетных материалов шахты, позволили установить, что фактические затраты, связанные только с ремонтом крепи подготовительных выработок шахты им. С. М. Кирова только в 2006 году, составляли более 9 млн руб., а затраты, вызванные простоями лав достигали от 3 до 5 млн руб./сутки. Нельзя не отметить, что мероприятия по искусственному поддиру почвы выработки проводились неоднократно и в целом не дали положительного эффекта.

Одной из основных причин нарушения устойчивости подготовительных выработок пласта Поленовского, а также интенсивного пучения почвы являются вредное влияние на них зон ПГД, сохраняющегося под краевыми частями угольного массива и целиками, оставленными на вышерасположенном пласте Болдыревском.

Анализ результатов визуальной оценки состояния контура и крепи конвейерной печи № 25-92 пласта Поленовского, расположенного на участках зон ПГД и замерной станции на 03.10.07 после отработки лавы № 24-50 пласта Болдыревского, позволил установить следующее:

- незначительные локальные увеличения деформаций элементов крепи в виде вдавливания гаек в шайбы на 5-10 мм и сплющивание, расхождение ребер швеллера в районе замерных пунктов № 6; 7 и выше замерного пункта № 10;
- увеличение трещиноватости и расслоений пород кровли без каких-либо значительных отслоений, высыпаний и вывалов;
- отсутствие отжимов со стороны боков выработки;
- пучение почвы на величину до 0,2 м на участке верхней части замерной станции (замерный пункт № 10).

Анализ результатов инструментальных наблюдений в условиях шахты им. С. М. Кирова представлены на рис. 3–4.

Анализ результатов шахтных наблюдений показал, что максимальная скорость вертикальной конвергенции пород участков подготовительных выработок пласта Поленовского, закрепленных анкерной крепью без дополнительного усиления типовыми канатными анкерами, при их наработке лавой вышележащего пласта Болдыревского составила 10 мм/сут. Максимальная скорость конвергенции пород при дополнительном усилении крепи типовыми канатными анкерами длиной 4,5 м в практически одинаковых условиях составляла также 10 мм/сут (рис. 3). Фактически установлено, что при практически одинаковых горно-геологических условиях применение типовых канатных анкеров в зонах ПГД не оказывает существенного влияния на рост смещений и увеличение скоростей вертикальной конвергенции пород. Этот факт был подтвержден инструмен-

тальными наблюдениями. Более того, многократные визуальные наблюдения за состоянием надработанной подготовительной выработки пласта Поленовского позволили выявить следующие. При наработке пласта Поленовского участки выработок, находящиеся в зонах ПГД, были усилены типовыми канатными анкерами после того, как лавы 2450 надработывающего пласта Болдыревского дошла до границы отработки. При образовании зоны повышенной неустойчивости, созданной влиянием лавы 2450, типовая тросовая анкерная крепь в этом случае сыграла роль подвески обрушающегося свода сшитых основной анкерной крепью пород к основной кровле пород. Этому обстоятельству способствовало рациональное местное устройство канатных анкеров ближе к бокам участковой подготовительной выработки надработываемого пласта на расстоянии 0,45 м от краевой части выработки. Поддержание надработанных участков подготовительных выработок на срок службы более года, указывает на технически правильное решение – повышение устойчивости выработки путем использования типовых канатных анкеров в качестве дополнительных усиливающих для обеспечения устойчивости выработки в данных горно-геологических условиях.

Как ни странно, но полученный практический опыт поддержания подготовительных выработок пласта Поленовского не решил проблему обеспечения рационального поддержания подготовительных выработок и в этой связи специалисты шахты при сотрудничестве с ИГД СО РАН, г. Новосибирска и ООО «ЦАКК» продолжали вести натурные наблюдения.

Следует отметить, что в связи со значительными деформациями приконтурных слоев конвейерной печи № 2592 при отработке лавы № 2591, которые вызвали необходимость ремонтных работ в выработке в виде подрывки почвы и боков, а так же установке дополнительной крепи было, принято решение применить метод направленного гидроразрыва пород кровли из вентиляционной печи № 2592 с целью снижения влияния зависающих в выработанное пространство крепких песчанников основной кровли на состояние конвейерной печи № 2593. При отработке смежной лавы № 2591 было инстру-

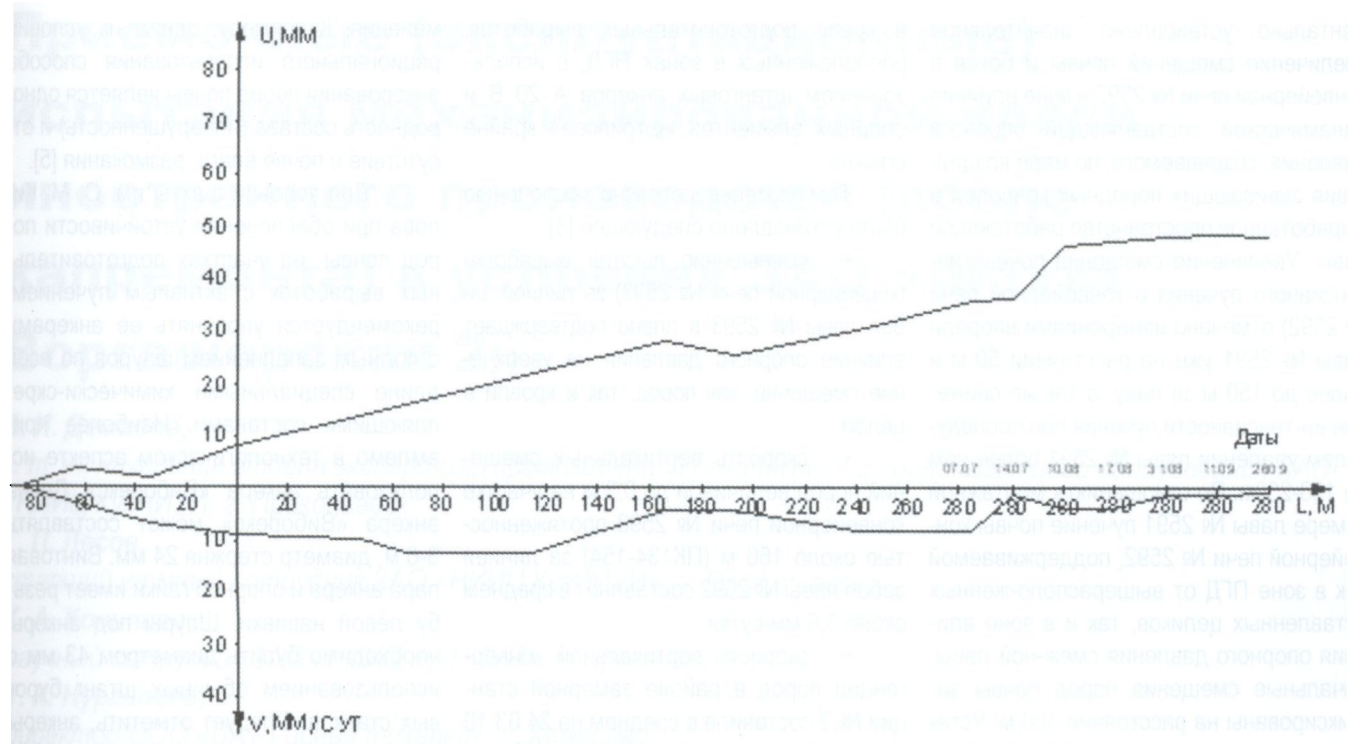


Рис. 3. Общие смещения и скорость сближения пород кровли и почвы (конвергенция) в зонах опорного давления надрабатываемой участковой подготовительной выработки пласта Поленовского, усиленной анкерной крепью в сочетании с типовыми канатными анкерами

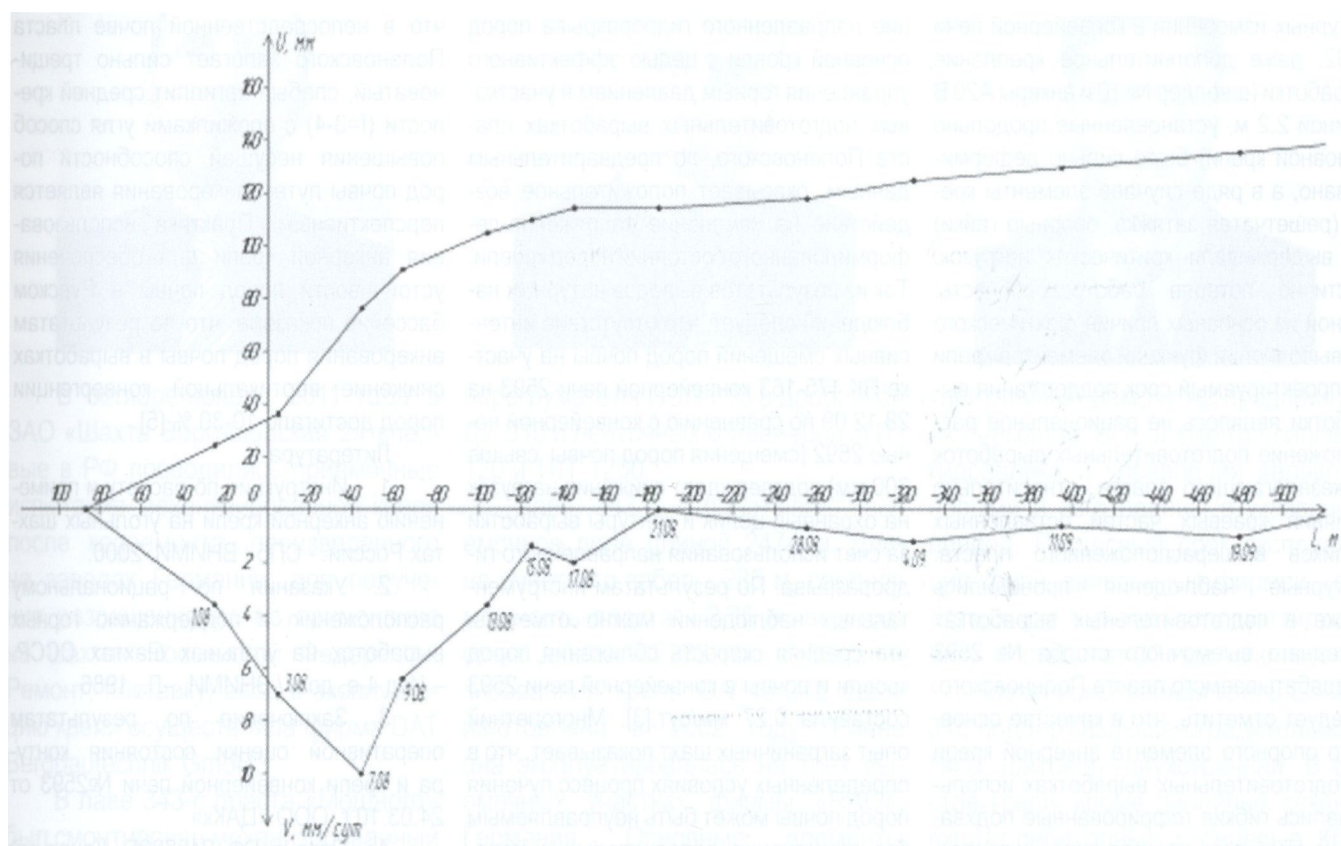


Рис. 4. Общие смещения и скорость сближения пород кровли и почвы в зонах опорного давления надрабатываемой участковой подготовительной выработки пласта Поленовского, усиленной типовыми канатными анкерами

ментально установлено значительное увеличение смещений почвы и боков в конвейерной печи № 2592 в зоне влияния динамической составляющей опорного давления, создаваемого, по мере воздействия зависающих породных консолей в выработанное пространство работающей лавы. Увеличение смещений почвы (интенсивного пучения в конвейерной печи № 2592) отмечено измерениями впереди лавы № 2591 уже на расстоянии 50 м и далее до 150 м за лаву, а так же снижение интенсивности пучения при последующем удалении лавы № 2591 более чем на 150-250 м. По отношению к монтажной камере лавы № 2591 пучение почвы конвейерной печи № 2592, поддерживаемой как в зоне ПГД от вышерасположенных оставленных целиков, так и в зоне влияния опорного давления смежной лавы, начальные смещения пород почвы зафиксированы на расстоянии 180 м. Установлено, что по мере отработки лавы № 2591 были деформированы весьма значительно приконтурные слои на расстоянии более 700 м (до 800 м) [3]. Было установлено, что на момент проведения натурных измерений в конвейерной печи 2592, даже дополнительное крепление выработки (швеллер № 10 и анкера А20 В длиной 2,2 м, установленные продольно основной крепи) было сильно деформировано, а в ряде случаев элементы крепи (решетчатая затяжка, опорные гайки) не выдерживали критических нагрузок, частично потеряв работоспособность. Одной из основных причин фактического не выполнения функций элементов крепи на проектируемый срок поддержания выработки являлось не рациональное расположение подготовительных выработок нижележащего пласта, относительно влияния краевых частей оставленных целиков вышерасположенного пласта. Натурные наблюдения проводились также в подготовительных выработках соседнего выемочного столба № 2593 надрабатываемого пласта Поленовского. Следует отметить, что в качестве основного опорного элемента анкерной крепи в подготовительных выработках использовались гибкие гофрированные подхваты из листового проката типа «штрипс». Однако, как показал накопленный практический опыт ряда шахт Кузбасса, решить проблему обеспечения технологически удовлетворительного состояния контура

и крепи подготовительных выработок, расположенных в зонах ПГД, с использованием штанговых анкеров А 20 В и опорных элементов «штрипсов» крайне сложно.

Тем не менее, согласно заключению было установлено следующее [3]

- уменьшение высоты выработки (конвейерной печи № 2593) за линией забоя лавы № 2593 в плане подтверждает влияние опорного давления на увеличение смещений, как пород, так и кровли в целом;
- скорость вертикальных смещений пород величиной до 0,3 м на участке конвейерной печи № 2593 протяженностью около 160 м (ПК134-154) за линией забоя лавы № 2592 составляет в среднем около 3,6 мм/сутки,
- скорость вертикальной конвергенции пород в районе замерной станции № 2 составила в среднем на 24.03.10 г. 3,1 мм/сутки, что указывает на общее увеличение скорости конвергенции пород на участке конвейерной печи от ПК150 до ПК134 на величину 0,5 мм/сутки.

Необходимо отметить, что применение направленного гидроразрыва пород основной кровли с целью эффективного управления горным давлением в участковых подготовительных выработках пласта Поленовского, по предварительным данным, оказывает положительное воздействие на изменение напряженно-деформированного состояния пород кровли. Так из результатов выводов натурных наблюдений следует, что отсутствие интенсивных смещений пород почвы на участке ПК 175-163 конвейерной печи 2593 на 28.12.09 по сравнению с конвейерной печью 2592 (смещения пород почвы свыше 300 мм) подтверждает снижение нагрузок на охранный целик и контуры выработки за счет использования направленного гидроразрыва. По результатам инструментальных наблюдений можно отметить, что средняя скорость сближения пород кровли и почвы в конвейерной печи 2593 составила 0,27 мм/сут.[3]. Многолетний опыт зарубежных шахт показывает, что в определенных условиях процесс пучения пород почвы может быть неуправляемым без применения дополнительных мероприятий усиления почвы. Эти мероприятия могут быть различными (бетонирование, анкерование и др.), и каждое из них имеет свою область рационального при-

менения. К примеру, одним из условий рационального использования способа анкерования пород почвы является однородность состава (ненарушенность) и отсутствие в почве влаги, размокания [5]

Для условий шахты им. С. М. Кирова при обеспечении устойчивости пород почвы, на участках подготовительных выработок с активным пучением, рекомендуется упрочнять ее анкерами с полным заполнением шпуров по всей длине специальными химически-скрепляющими составами. Наиболее приемлемо в технологическом аспекте использовать анкера «Виборекс». Длина анкера «Виборекс» может составлять 3-6 м, диаметр стержня 24 мм. Винтовая пара анкера и опорной гайки имеет резьбу левой навивки. Шпур под анкер необходимо бурить диаметром 43 мм с использованием обычных штанг буровых станков. Следует отметить, анкера «Виборекс» можно применять в слабых несвязных породах почвы, а химический состав может заполнять поры и трещины пород почвы, увеличивая их несущую способность. Учитывая тот факт, что в непосредственной почве пласта Поленовского залегает сильно трещиноватый, слабый аргиллит средней крепости ($f=3-4$) с прожилками угля способ повышения несущей способности пород почвы путем анкерования является перспективным. Практика использования анкерной крепи для обеспечения устойчивости пород почвы в Рурском бассейне показала, что по результатам анкерования пород почвы в выработках снижение вертикальной конвергенции пород достигало 10-30 % [5]

Литература

1. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России - СПб.: ВНИМИ, 2000
2. Указания по рациональному расположению и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР – Изд. 4-е, доп. / ВНИМИ –Л., 1986
3. Заключение по результатам оперативной оценки состояния контура и крепи конвейерной печи №2593 от 24.03.10 г. ООО «ЦАК»
4. Патент РФ 2407895 Канатный анкер / Зубов В.П., Рогачков А.В., Осминин Д.В. Опубл. 27.12.2010
5. О. Якоби. Практика управления горным давлением