

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

А.Н. Шашенко, М.А. Выгодин, А.В. Солодянкин, Государственный ВУЗ «Национальный горный университет»;

В.В. Коробченко, В.В. Панченко, ПАО «ДТЭК Павлоградуголь», Украина

Рассмотрены геомеханические условия сооружения капитальной наклонной выработки в условиях ПСП "Шахта им. Героев Космоса" ПАО "ДТЭК Павлоградуголь" и предложен ряд решений по совершенствованию технологии возведения крепи, увеличению скорости проведения и эксплуатационной устойчивости выработки.

Введение.

Увеличение добычи угля, при одновременном росте его конкурентоспособности требует строительства комплекса капитальных и основных магистральных протяженных выработок шахт.

Значительные объемы строительства выработок способны дать положительный результат только в том случае, когда будут обеспечены значительные скорости их сооружения при одновременной экономии ресурсов при строительстве и последующей эксплуатации объектов.

Наиболее весомой задачей в этом плане является сооружение, крепление и поддержание в рабочем состоянии капитальных и основных магистральных протяженных горных выработок, которые обеспечивают подготовку к выемке угольных пластов: от эксплуатационной надежности их охранных конструкций зависит ритмичность и экономичность работы шахты.

Актуальность задачи значительно возрастает в связи с тем, что ее реализация сопровождается переходом горных работ на большие глубины и в сложные горно-геологические условия угольных месторождений.

Проблемы подготовки новых горизонтов и добычных участков связаны, прежде всего, с недостоверным прогнозом горно-геологических условий (32,1 %) и несоответствием технологий крепления. В связи с этим, совершенствование технологии проведения капитальных горных выработок в сложных геомеханических условиях угольных шахт, повышение их длительной устойчивости является актуальной научно-технической задачей.

Анализ геомеханических условий сооружения Северного конвейерного уклона.

Одним из передовых предприятий ПАО "ДТЭК Павлоградуголь" является ПСП "Шахта им. Героев Космоса", имеющее высокие показатели по добыче угля.

Для поддержания производственной мощности шахты намечено проведение Северного конвейерного уклона (СКУ) – капитальной горной выработки с длительным сроком службы.

Условия сооружения СКУ следует отнести к весьма сложным, которые, в соответствии с геологической характеристикой, обусловлены:

- наличием зоны неупругих деформаций, образовавшейся от проведения магистрального штрека, где вмещающие породы трещиноваты, весьма неустойчивы и склонны к внезапному обрушению;

- наличием опасных зон по обрушению пород кровли у границ смены литологии, где в кровле выработки на расстоянии 0.0...2.5 м залегают песчаник, угольный прослой и угольный пласт, имеющие слабую связь с подстилающими породами, поэтому возможно их обрушение на полную мощность;

- наличием целого ряда зон по обрушению от наработки и подработки угольными пластами и ведением работ в отработанном пространстве лав, где породы основной и непосредственной кровли трещиноваты, весьма неустойчивы и склонны к внезапному обрушению;

- наличием опасных зон по обрушению пород кровли у тектонических нарушений типа "сброс" с амплитудами смещения от 0.45 до 1.2 м, где угольный пласт и вмещающие породы трещиноваты, весьма неустойчивы и склонны к внезапному обрушению;

– наличием опасной зоны по прорыву воды у затопленного отработанного пространства лавы;

– наличием в почве выработки аргиллита и алевролита весьма неустойчивого, склонного к интенсивному пучению и размокающего в воде за 2...4 часа с потерей несущей способности.

Анализ горно-геологических условий проведения северного конвейерного уклона позволяет сделать предварительные рекомендации по совершенствованию технологии сооружения.

Низкая прочность вмещающих пород, высокая нарушенность окружающего выработку массива, а также значительная глубина расположения выработки, которая для региона Западного Донбасса относится к категории "большой глубины", приводит к формированию большой нагрузки на крепь и ее распределению по всему контуру выработки, в том числе и со стороны почвы.

Для рассматриваемых условий, наиболее эффективной и надежной с точки зрения длительного безремонтного поддержания выработки, является применение кольцевой крепи с тампонажом закрепного пространства цементно-песчаным раствором.

Тампонаж закрепного пространства и приконтурного массива пород, как показал опыт применения его на шахтах Украины, является наиболее радикальным и доступным, а на ряде шахт Западного Донбасса, Восточного Донбасса (объединения "Ворошиловградуголь", "Свердловантрацит") и "Донецкуголь" (в 1970-80-х годах) – единственным приемлемым средством сохранения выработок в сложных горно-геологических условиях.

Кольцевая крепь позволяет в 2...2,5 раза увеличить время безремонтного поддержания выработок в слабых легкообрушающихся породах и в 5 и более раз – в породах средней устойчивости. При этом уменьшаются деформации элементов крепи и затяжки, существенно уменьшаются объемы ремонтных работ и их сложность.

Недостатками кольцевых конструкций крепей является то, что в 2,5...3 раза уменьшаются темпы проведения выработок, значительно (на 40-50 %) возрастает стоимость и трудоемкость сооружения выработок, увеличивается расход крепежных материалов.

Альтернативным вариантом для рассматриваемых сложных геомеханических условий является применение арочной податливой крепи с обратным сводом. Увеличение радиуса кривизны обратного свода этого типа крепи, в сравнении с кольцевой крепью, позволяет уменьшить высоту выработки и величину подрывки в почве для установки нижнего элемента (лежня). За счет этого уменьшается объем работ по ручной разработке пород. Кроме того, облегчается процесс установки рам крепи. Эти факторы, в конечном счете, позволяют увеличить скорость сооружения выработки.

Сравнивая варианты применения крепей с обратным сводом КМП-А3 или КШПУ, необходимо отметить следующее.

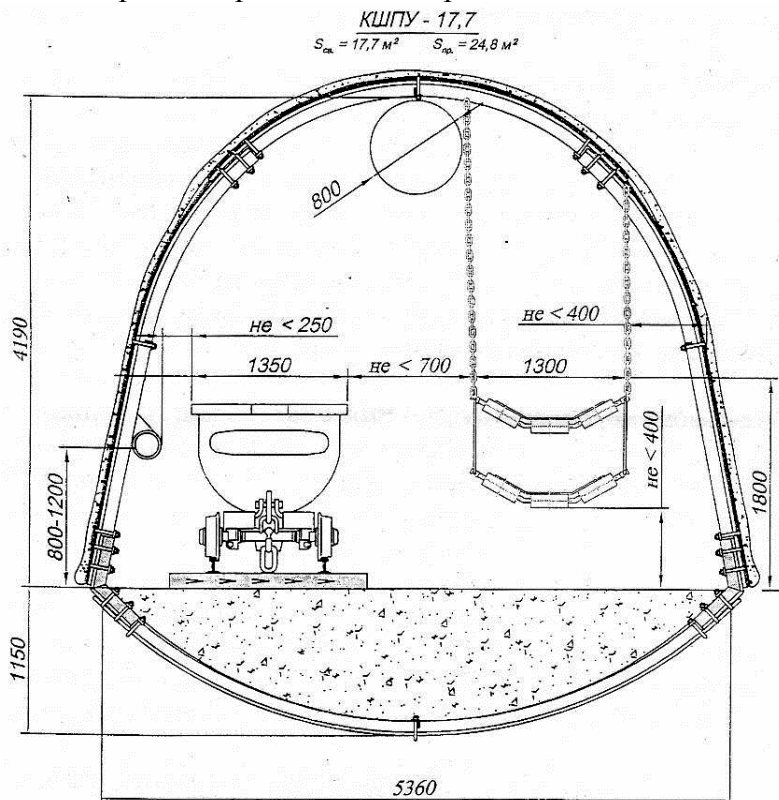


Рис. 1. Сечение северного конвейерного уклона с крепью КШПУ-17.7 с обратным сводом

Крепь КШПУ (рис. 1) имеет большую ширину на уровне почвы, что значительно снижает устойчивость пород почвы, работу которой можно представить в виде грузонесущей породной балки.

Исследованиями для условий шахт Западного Донбасса, результаты которых изложены в [1] установлено, что наибольшее влияние на устойчивость обнаженных пород оказывает ширина выработки в проходке. Так, выработки с шириной в проходке $B_n = 3.0$ м почти в 3 раза устойчивее выработок с $B_n = 5.0$ м.

Для рассматриваемого случая сооружения СКУ крепь КШПУ-17,7 имеет ширину выработки по почве: в свету 5360 мм, в проходке 5700 мм (без учета переборов).

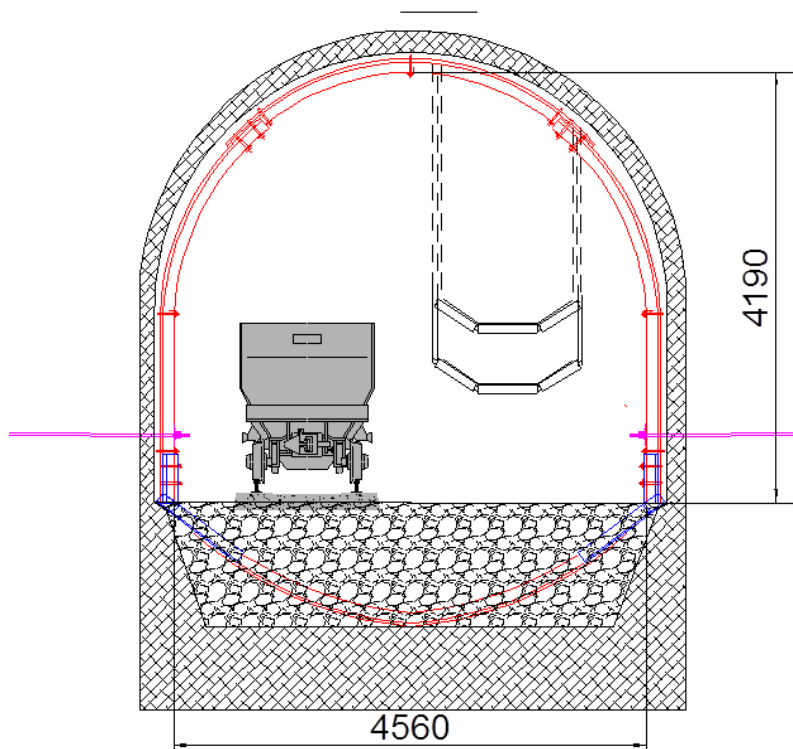


Рис. 2. Сечение северного конвейерного уклона с крепью КМП-А3 с обратным сводом

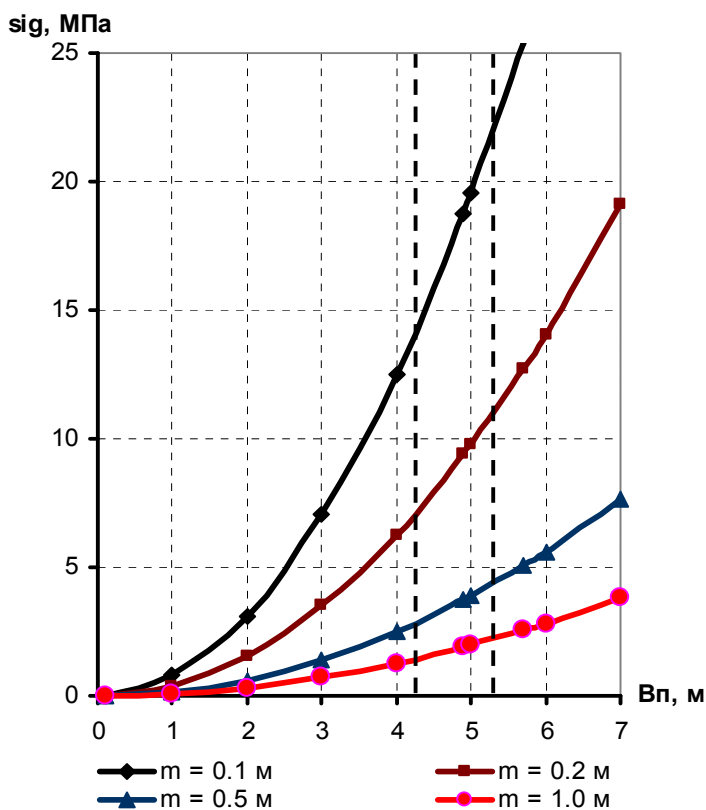


Рис. 3. Зависимость прочности породных слоев (σ , МПа) на растяжение от ширины выработки в проходке (B_n , м)

Равноценная по площади поперечного сечения и по ширине (на высоте 1,8 м от почвы выработки) крепь КМП-А3 будет иметь ширину по почве: в свету 4560 мм, в проходке 4900 мм (рис. 2).

Устойчивость выработки (прочность породного слоя в почве) в этом случае за счет уменьшения ее ширины увеличивается по предварительным расчетам на 35 % (рис. 3).

Кроме этого следует отметить и более оптимальную форму крепи КМП-А3, которая, в отличие от КШПУ, ближе к форме кольцевой крепи, являющейся наиболее устойчивой в рассматриваемых сложных геомеханических условиях. При этом улучшается работа нижних элементов податливости, включающих сапожки и соединительные замки. В крепи КШПУ эти элементы, под влиянием вертикального давления со стороны массива пород, имеют тенденцию к заклиниванию и работы сапожка "на излом".

На рис. 4 представлены схемы работы узла податливости обратного свода крепи КМП-А3 и КШПУ-17,7. Их анализ показывает, что в конструкции крепи КМП-А3 направление наибольших перемещений приконтурного массива – со стороны кровли и почвы, т.е. вертикальные, совпадают с направлением возможного перемещения узла податливости (сапожка), что дает возможность реализовать податливость крепи при повышении нагрузки на крепь и обеспечивает ее работоспособность, сохранность формы и эксплуатационные характеристики выработки (рис. 4, а).

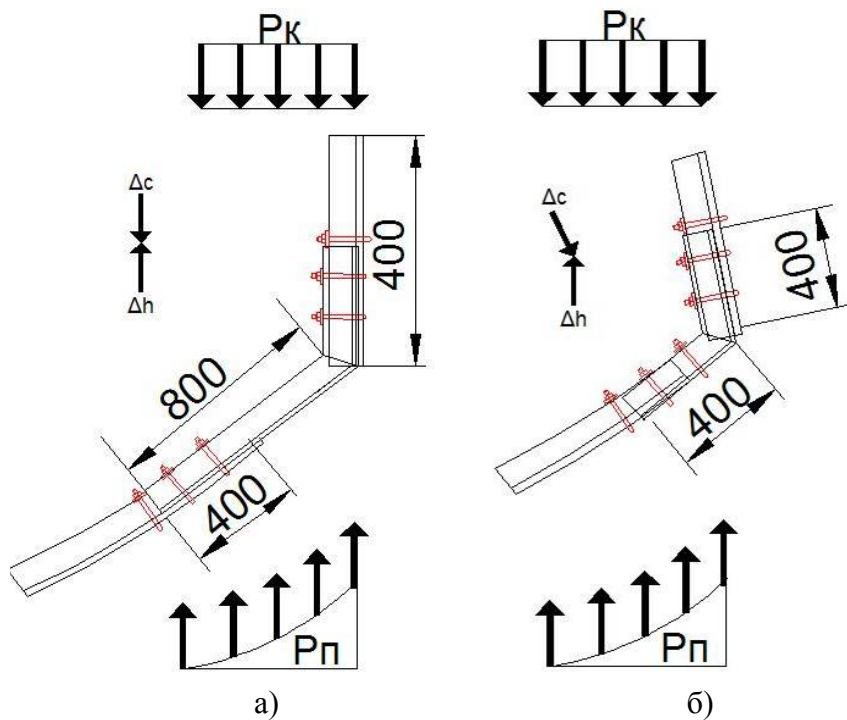


Рис. 4. Механизм работы узла податливости обратного свода крепи: а – КМП-А3, б – КШПУ-17,7

В крепи КШПУ-17,7 направление наибольших перемещений приконтурного массива не совпадает с направлением возможного перемещения узла податливости из-за наклонного положения стойки крепи, что при значительном вертикальном давлении приведет к его заклиниванию, невозможности работы крепи в податливом режиме, снижению ее работоспособности и разрушению сапожка (рис. 4, б).

Другим негативным фактором, связанным с большой шириной выработки при использовании крепи КШПУ является большой размер, и соответственно, масса лежня, затрудняющие как спуск по стволу и доставку этого элемента к забою выработки, так и его установку. Применение составного лежня из двух отрезков профиля нецелесообразно из-за снижения его прочности, увеличения времени на установку, а также повышения расхода металла, в том числе и за счет применения соединительных элементов.

В крепи КМП-А3, имеющей меньшую ширину, длина лежня может быть уменьшена почти на 1 м. Кроме того, конструкция сапожка может быть модифицирована. Это достигается путем применения сапожка с размерами вертикальной части 400 мм и наклонной – 800 мм (рис. 5), что позволит уменьшить длину лежня еще на 0,7...0,8 м. При этом длина нахлеста профилей сапожка и лежня в соединительном узле составляет 400 мм.

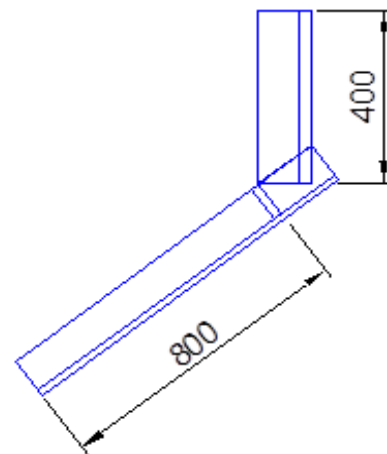


Рис. 5. Сапожок для установки обратного свода

В связи с этим более целесообразным в данных условиях является применение крепи КМП-А3 с обратным сводом, с сечением, удовлетворяющим технологическим требованиям и параметрам проветривания.

С целью повышения темпов и производительности работ по проходке, а также для снижения объемов ручного труда, целесообразно разрабатывать породы под обратный свод с помощью проходческого комбайна, располагая его на уровне нижней отметки разрабатываемого сечения выработки (на отметке обратного свода) (рис. 6).

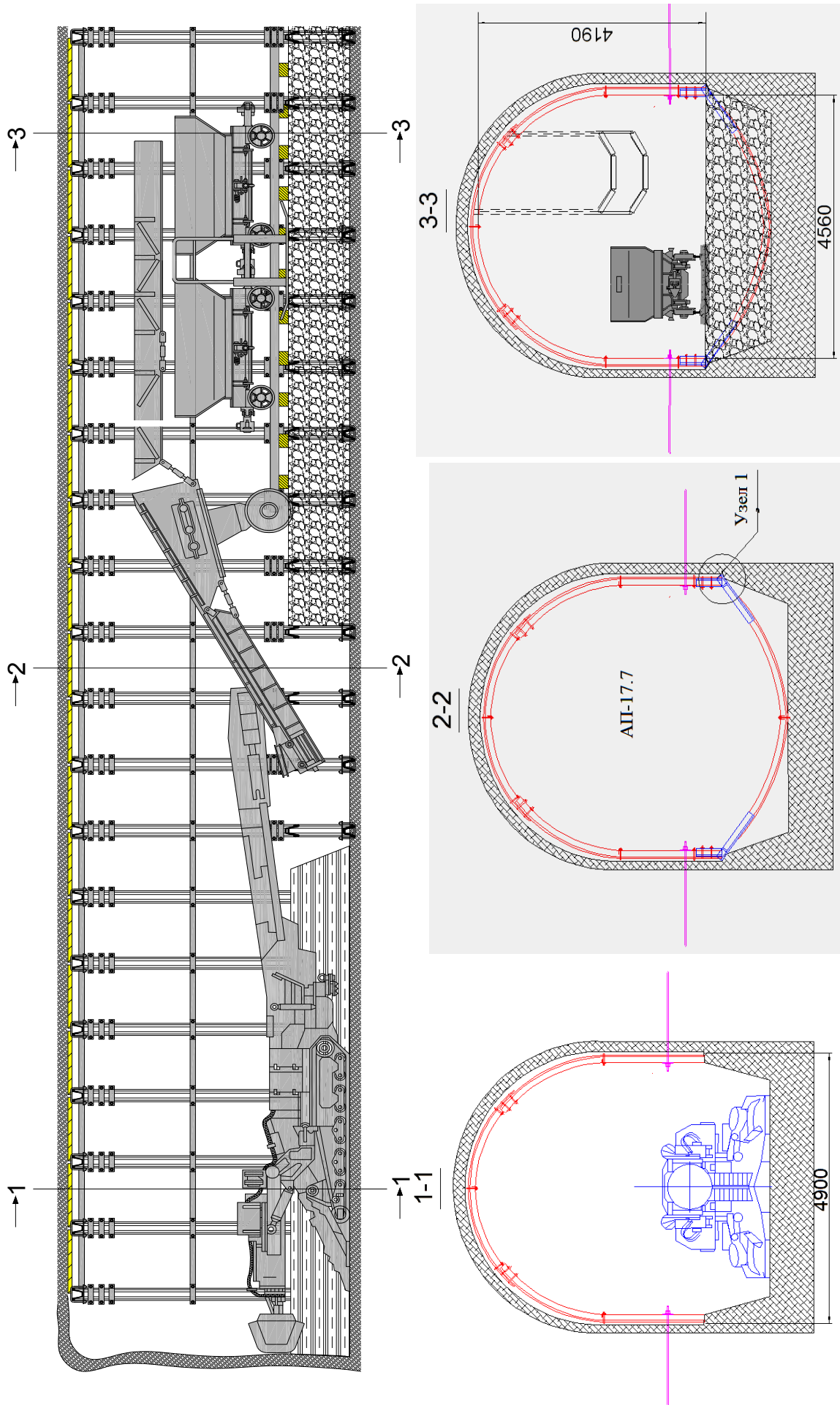


Рис. 6. Технологическая схема проходки СКУ с применением крепи КМП-А3 с обратным сводом

Рама крепи без обратного свода собирается непосредственно после выемки пород в забое. Стойки крепи на этом этапе опираются на породные бермы, оставляемые при разработке забоя выработки, и фиксируются с помощью парных коротких анкеров (длиной 1...1.5 м), прижимающих профиль стойки к боковым породам с помощью фигурной планки-подхвата на расстоянии, несколько выше места последующей установки сапожков для обратного свода.



Рис. 7. Вагонетка-смеситель

Лежни обратного свода устанавливаются сразу за проходческим комбайном, в промежутке между мостовым и ленточным перегружателем. При этом возможно проведение небольшого объема работ, связанных с ручной разработкой пород почвы при установке нижнего элемента крепи в проектное положение. Частично эти работы могут проводиться в ремонтно-подготовительную смену.

После установки обратного свода, производится засыпка нижней части выработки породой до проектного уровня почвы. Опыт проведения и поддержания протяженных выработок в сложных горно-геологических условиях шахт Западного Донбасса показал, что для обеспечения устойчивости обратного свода, при ширине выработок 3...4,5 м, соотношение глубины установки обратного свода h_c и высоты выработки от проектного уровня почвы до верхняка H_v не должна превышать соотношения $h_c : H_v = 1:7 \dots 1:9$. При больших значениях ширины выработки это соотношение должно быть увеличено.



Рис. 8. Установка УМБ (установка мокрого бетонирования),

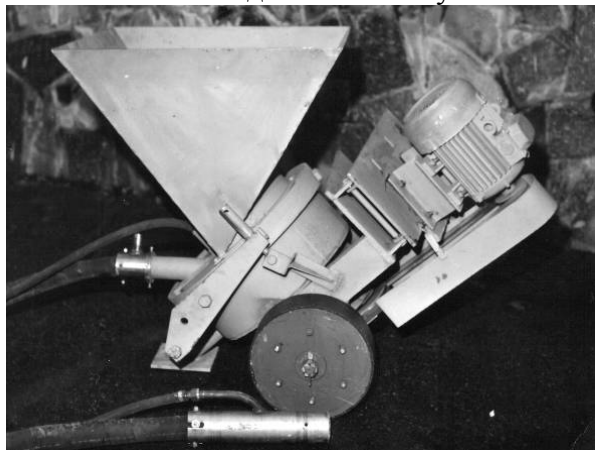


Рис. 9. Торкретбетонная установка ССБ-32-Е

Для повышения технико-экономических показателей, эффективности и снижения объема ручных работ при выполнении операций, связанных с тампонажем закрепного пространства, необходимо применение набрызгбетонных и торкретбетонных технологий и широкое использование современных средств механизации этих работ – растворомешалки, установки мокрого бетонирования УМБ, ССБ-22-Е, комплексы для набрызгбетонирования и др. (рис. 7-9)

Так, применение установки УМБ (установка мокрого бетонирования) конструкции ИГТМ-ШСУ № 2 (Штепа А.В., Выгодин М.А., Евтушенко В.В.) увеличивает производительность

работ по сравнению с ручной замазкой щелей между железобетонной затяжкой в 3 раза – до 120 м²/чел·см (рис. 8). При этом сокращает численность работающих на 4 чел/см.

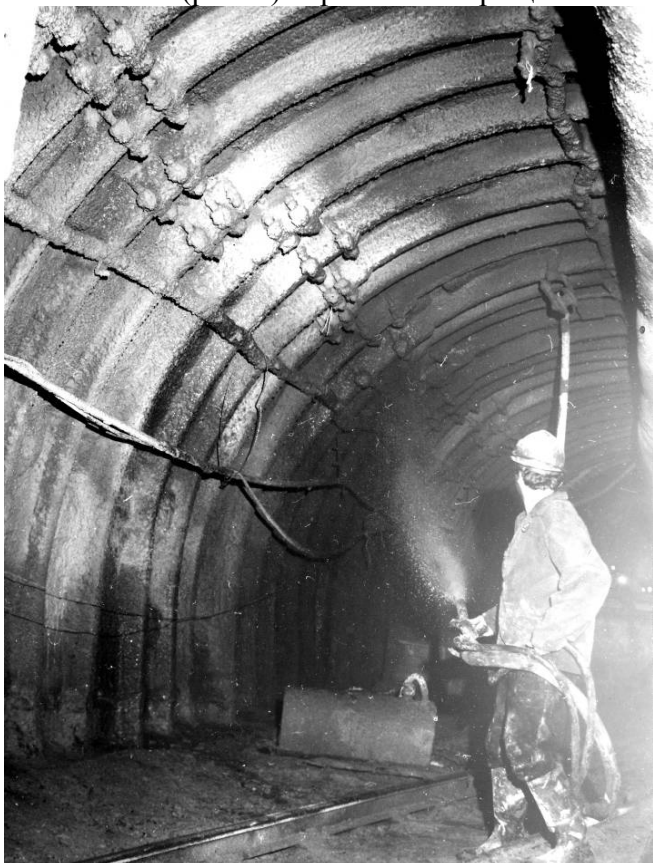


Рис. 10. Процесс нанесения торкретбетонной смеси на крепь выработки

Установка прошла испытания в забое откаточного квершлага № 3 гор. 470 м шахты им. Героев космоса и показала высокие качественные показатели набрызгбетонного слоя (рис. 10).

Выводы

Разработаны рекомендации по совершенствованию технологии проведения Северного конвейерного уклона и повышению его устойчивости. Обоснованы конструкции крепи для участков со сложными горно-геологическими условиями и некоторые технические решения по повышению работоспособности и долговесности крепи и увеличению производительности работ по креплению.

Список литературы

1. Выгодин М.А. Обоснование параметров армопородных грузонесущих конструкций на базе рамно-анкерных крепей и технология их сооружения в выработках шахт Западного Донбасса. Дис...канд. техн. наук: 05.15.04. – Днепропетровск, 1990. – 215 с.