

УДК 622.236

**СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ  
ВЫРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Тимошкин В. В., студент гр. ГПс-205, IV курс  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Белово  
г. Белово

Научный руководитель: Адамков А. В., к. т. н., доцент  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Создание и внедрение на шахтах проходческих комбайнов, погрузочных, буропогрузочных машин и другой проходческой техники позволили в последние годы довести уровень проведения подготовительных выработок с механизированной погрузкой горной массы более 80% (рис. 1). Ежегодно на шахтах проводится около 8500 км горных выработок различного назначения. Проведение подготовительных выработок усложняется горно-геологическими условиями – углубление горных работ, повышенная газообильность, вовлечение в разработку большого количества тонких пологих и крутых угольных пластов, нарушенность залегания пластов и горных пород и др.). [1, 2, 3]

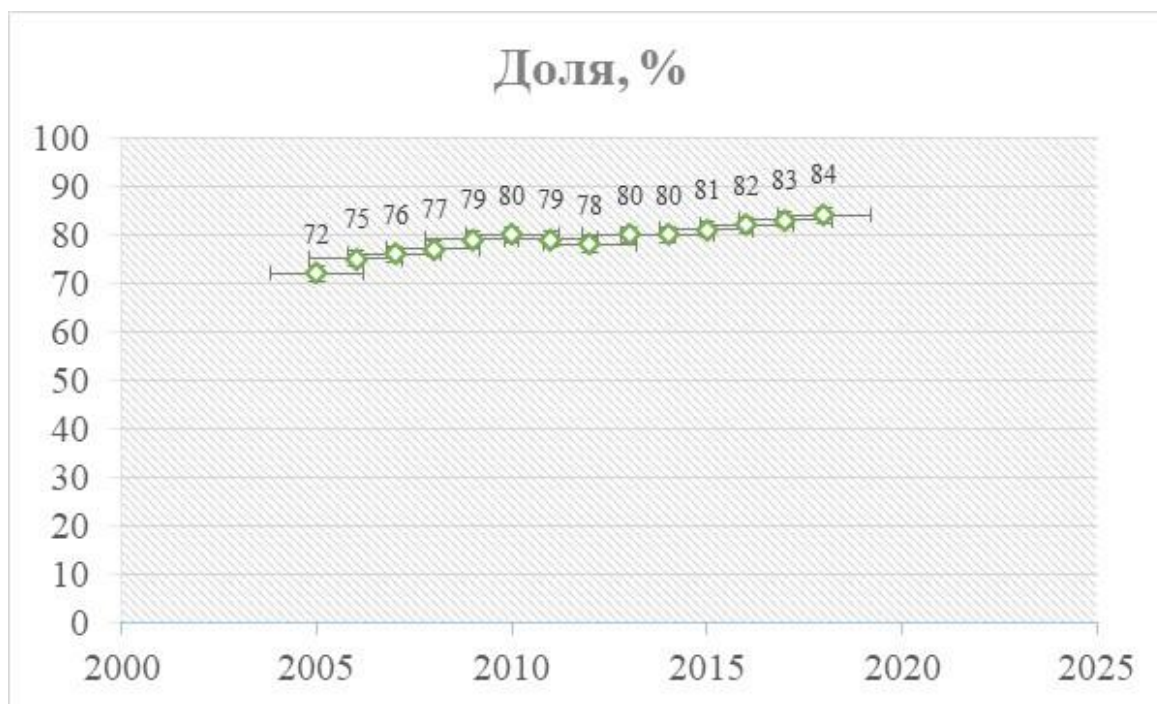


Рис. 1. Объемы в %, к общей длине проходки проведения выработок проходческими комбайнами

Современные проходческие комбайны выпускаются двух типов: избирательного действия (рис. 2, а, в, г) и бурового действия (рис. 2, б). Наличие устройств для орошения забоя через основания резцов препятствует возникновению искр, снижает опасность взрыва при скоплении метана, способствует подавлению пыли в забое. [1]

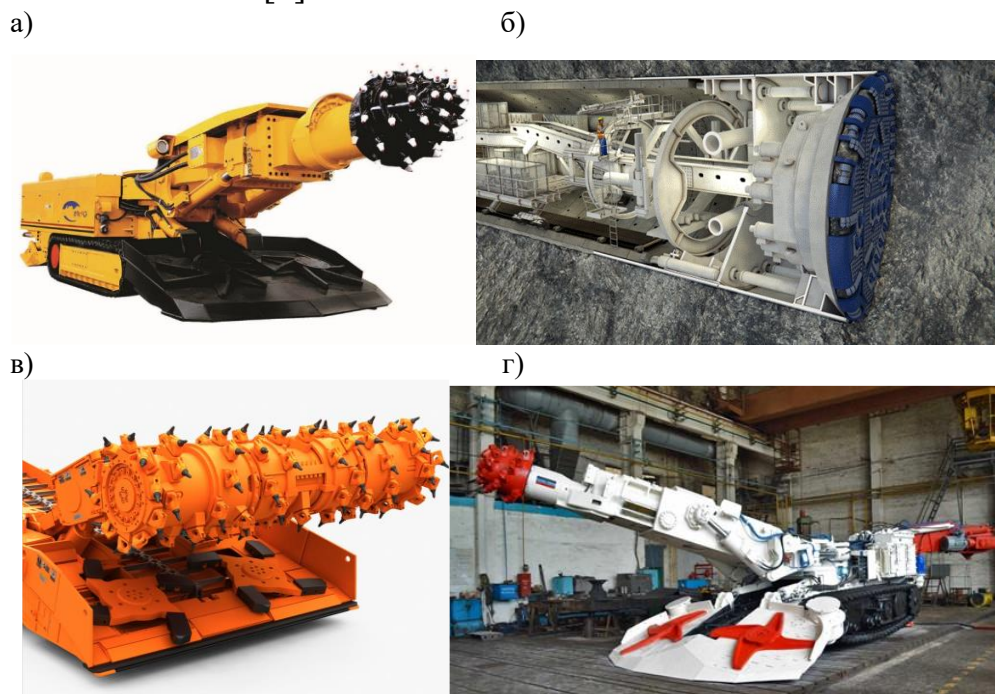


Рис. 2. Проходческие комбайны:  
а, в, г - избирательного действия, б - бурового действия.

Более 80% подготовительных выработок – горизонтальные, около 65% выработок проводится смешанным забоем с присечкой боковых пород с коэффициентом крепости  $f \geq 4$  по шкале М. М. Протоdjяконова.

Комбайн с установкой для анкерной крепи имеет барабанный исполнительный орган шнекового типа, выполненный по схеме с геликоидальной спирали (рис. 3). Высота комбайна позволяет применять ее в выработках небольшой высоты.

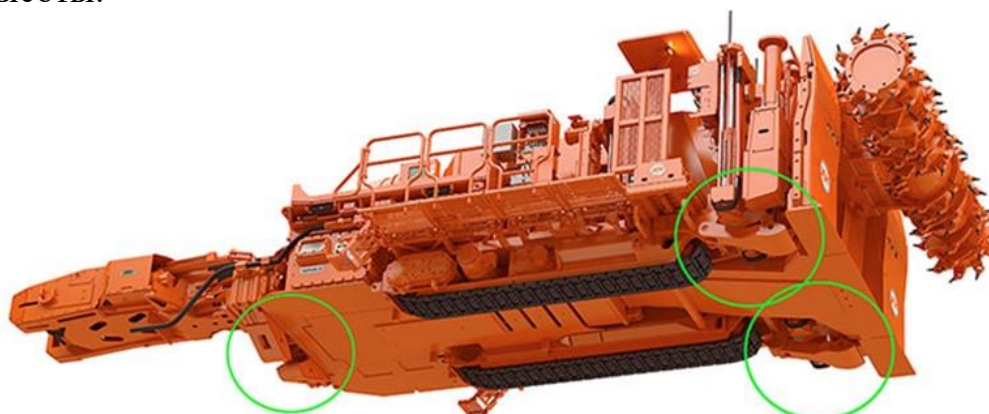


Рис. 3. Проходческий комбайн с установкой для анкерной крепи

Использование анкерных болтов для поддержки кровли при прямоугольном сечении выработки является ключевым требованием систем высокой производительности добычи. Современные системы анкерования основаны на укреплении окружающих пород с использованием смолы-герметика. Первостепенное значение имеет развитие полиэфирной смолы для болтов анкерной системы, которые устанавливаются автоматически легко и быстро, и относительно безопасно. Анкерные системы крепи, разработанные с помощью специального оборудования, которое используют столб герметика, дают возможность использовать очень высокий уровень поддержки породы кровли. Это делает их пригодными для использования в сложных условиях.

Эффективная поддержка со стороны этих систем зависит от того, чтобы была связь анкер-смола-порода, а это в свою очередь, зависит от таких факторов, как профиль поверхности анкера, размер отверстия и степень забура шпура, а также системные свойства материала.

Использование анкерных систем для поддержания кровли при прямоугольной форме сечения выработки успешно использовались для глубин более 1000 метров. Укрепление кровли требует конкретного участка, в зависимости от размер сечения выработки и условий горного давления. С точки зрения необходимости увеличения длины анкеров, скорее всего, это потребуется с увеличением глубины шахты, из-за связанного с этим увеличения горного давления, но единственным надежным средством для определения оптимальной длины анкеров являются процедуры, основанные на измерениях и проверках моделирования. Измерение напряжений и свойств горных пород можно использовать в качестве исходных данных для компьютерного моделирования, что дает возможность использовать посредством измерений в точке деформации пород и нагрузки на анкера для проверки модели. [3]

Хотя численное моделирование использовалось в механике горных пород с 1970 года, но только после недавних технических разработок стало возможным точно моделировать поведение угольных пластов шахт и оценивать степень деформации и требования к их поддержке. Моделирование пакетов, которые имитируют разрушения горных пород, напряжение, размягчение и деформацию теперь доступны. Не менее важным является технология, которая была разработана с целью собрать реальные данные о подземных породах, напряжениях и деформациях, как для ввода данных и верификации модели. [3]

RMT (технология шахтных крепей) теперь использует эти передовые измерения в моделировании, как важный инструмент при системном проектировании анкеров для угольных шахт по всему миру. Они особенно ценны для оптимизации установленной модели, содержащей большое количество арматурных элементов, в том числе и тросовых анкеров. [3]

Установка на комбайн буровой подсистемы приносит значительные преимущества, но в результате это усложняет конструкцию всей системы комбайна из-за ограничений позиционирования. Лучшая ориентация для штанги анкерной крепи в прямоугольном сечении выработки в вертикальном положении. Контуры напряжения сдвига, сгенерированные компьютерной моделью

для системы при бурении слоя горизонтально показаны на рисунках 4 и 5. Основные напряжения в кровле — это сдвиговые деформации, развивающиеся из каждого угла и пересекающиеся ближе к центру. Также сдвиг формируется на границе между слабыми и сильными слоями пород недалеко от верхней части анкеров. Оба вертикальные (рис. 4) и угловые анкера (рис. 5) являются эффективным средством укрепления нижней части боковой стенки. [3]

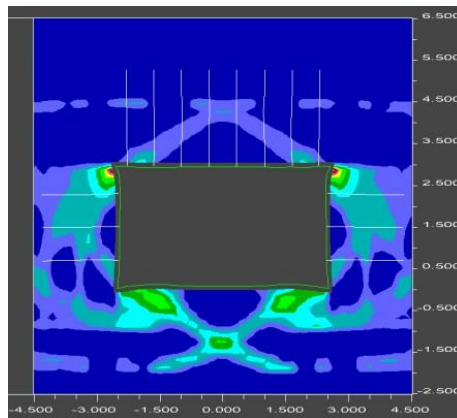


Рисунок 1 - Компьютерная модель с вертикальной и горизонтальной установкой анкеров

При этом боковые анкера обеспечивают возможность сдерживать горное напряжение значительно меньшую чем анкера для верхней части по двум причинам: угол внешнего анкера на боковых местах от области, требующей наибольшего закрепления, склоняет их через деформации слоя пласта. В отличие от вертикальной плоскости на анкера, лежащие в перекрещивающейся зоне верхнего и бокового слоев напряжение действует по нормали к плоскости сдвига непосредственно над выработкой, которая максимизирует усиления эффекта. [3]

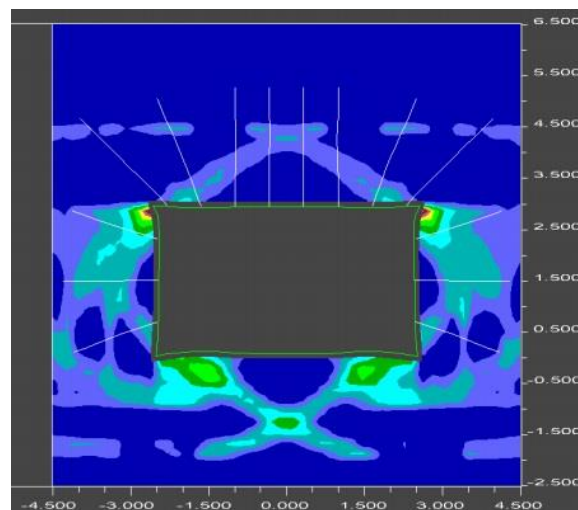


Рисунок 2 - Компьютерная модель с наклонной установкой анкеров

В моделях современных проходческих комбайнов предусмотрены средства механизации процесса крепления, а также простые ручные инструменты, которые можно подключать к электрической и гидравлической системам



комбайнов, что также обеспечивает снижение трудоемкости работ в проходческом забое.

Тем не менее, процесс крепления выработок рамной крепью остается наименее механизированным, особенно это относится к установке межрамных стяжек, затягиванию хомутов и др.

Проходческие работы все еще характеризуются рядом проблем, к основным из которых можно отнести следующие: [4]

- недостаточная эффективность используемых технологических схем проведения выработок, характеризующихся последовательным выполнением операций и цикличностью процесса;
- высоки объемы ручного труда и удельная трудоемкость вспомогательных работ при выполнении механизированных операций.
- низкая степень механизации операций крепления выработки, трудоемкость крепления занимает до 35% (в зависимости от типа крепи) всех трудозатрат проходческого цикла;
- много времени и средств затрачивается на поддержание машин в работоспособном состоянии вследствие недостаточного уровня их надежности, ремонтпригодности, неэффективной организации ремонта и профилактического обслуживания. [4]

#### Выводы

Современные проходческие комбайны, как правило оснащаются всевозможными дополнительными устройствами для частичной механизации процессов крепления, отдельных вспомогательных процессов проходческого цикла с целью возможного совмещения их по времени с основными работами, снижении трудоемкости работ и травматизма.

Повышение эффективности комбайновой проходки связывают с совершенствованием контроля и управления, внедрения частично автоматизации

Основным направлением дальнейшего развития техники и технологии горноподготовительных работ является:

- переход на комплексную механизацию проведения горных выработок, для чего необходимо ускорить создание и внедрение проходческих комбайнов и комплексов с элементами автоматизации и робототехники на базе микропроцессорной техники, обеспечивающих малооперационную поточную технологию проведения выработок большого сечения, в том числе выработок по крепким породам;
- разработка и внедрение новых средств механизации вспомогательных процессов в проходческом забое, крепления при комбайновом и буровзрывном способе проходки, доставки оборудования и материалов (подвесных и напочвенных дорог, самоходного транспорта, специальных конвейеров и т.д.).

#### Список литературы:

1. Аксенов В. В., Обоснование необходимости разработки новой технологии строительства подземных выработок / А. А. Хорешок, А. В. Адамков, А. Н. Ермаков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. №4 (110). С. 21-25.

2. Линник Ю. Н. Сравнительный анализ показателей работы при эксплуатации отечественных и зарубежных проходческих комбайнов / Ю. Н. Линник, В. Ю. Линник, О. В. Байкова, А. В. Поляков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019 – № 11 – С. 208–215. – DOI:10.25018/0236-1493-2019-11-0-208-215.

3. Проходческие комбайны типа Bolter Miners для подготовки лав – Режим доступа: [http://www.rmtltd.com/pdfs/altounyan et al aachen 01 bolter miners.pdf](http://www.rmtltd.com/pdfs/altounyan%20et%20al%20aachen%2001%20bolter%20miners.pdf) – [22.02.2023]

4. Воронова, Э. Ю. Современное состояние и перспективы развития средств механизации при проведении выработок по крепким породам / Э. Ю. Воронова, С. В. Щербаков, П. Р. Воронов // Современные прикладные исследования : материалы четвертой национальной научно-практической конференции, Шахты, 16–18 марта 2020 года. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2020. – С. 17-20. – EDN ADEEUJ.