

УДК 622.281.74

*Гапеев С.Н., к.т.н., доц., Халимендик А.В., асс., Халимендик А.В., асп., Государственный ВУЗ «НГУ», г. Днепрпетровск, Украина*

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТОК И ИХ СОПРЯЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ГЛУБИН РАЗРАБОТКИ**

Спецификой подземной добычи угля является необходимость постоянного выполнения горноподготовительных работ, то есть систематического создания новых производственных мощностей вместо тех, которые существуют и постепенно выбывают.

Это влечет за собой неизбежное увеличение глубины разработки, а, следовательно, и гравитационной составляющей горного давления. При этом возникает необходимость в увеличении площади поперечного сечения горных выработок для обеспечения возрастающих транспортных потоков и необходимости нормального проветривания, что в условиях «больших глубин» связано с постоянным ростом расходов на поддержание и ремонт, повышение металлоемкости крепи и проведение дополнительных мероприятий. Это приводит к значительному росту эксплуатационных затрат, которые иногда становятся соизмеримыми со стоимостью проведения выработки и в конечном итоге негативно отражаются на себестоимости добываемого угля.

Следует отметить, что термин «большая глубина» не имеет четко установленных границ – в качестве основного критерия для ее определения рассматривается уровень напряженного состояния породного массива в зависимости не только от региона, но и от конкретных условий эксплуатации выработки [1]. Данный технический термин подразумевает такую глубину, ниже которой поведение породного массива кардинально меняется, а обеспечение эксплуатационного состояния выработок требует проведение специальных мероприятий [2].

Решение проблем, связанных с влиянием повышенного горного давления в условиях «больших глубин», возможно на основе применения эффективных способов управления деформационными процессами в окружающем выработку породном массиве. Это, в свою очередь, требует обоснования соответствующих критериев, рациональной области применения различных способов поддержания устойчивости выработок.

В настоящее время значительную часть разрабатываемых угольных пластов на шахтах Западного и Центрального Донбасса можно отнести к условиям «больших глубин» [3].

Это обусловлено наличием сильнотрешиноватых пород, резкой потерей прочности этих пород при наличии влаги, пучением пород почвы, наличием геологических нарушений. В связи с этим при строительстве и эксплуатации протяженных выработок возникают значительные проблемы.

При этом традиционные (поддерживающие) виды крепи выработок в данных условиях малоэффективны, поскольку их режим работы не соответствует новым, усложненным горно-геологическим и горнотехническим условиям.

Как известно, все традиционные способы обеспечения устойчивости горных выработок, в зависимости от их влияния на механическое состояние вмещающего массива, можно условно разделить на две группы: активные (основанные на управлении НДС массива) и пассивные (обеспечивающие устойчивость выработки без изменения НДС массива).

Для условий «больших глубин» необходимо применение таких комбинированных систем, которые будут объединять преимущества активных и пассивных способов обеспечения устойчивости и будут свободными от критических недостатков, ограничивающих эффективную область применения традиционных крепей.

В этом свете, одним из перспективных путей повышения устойчивости выработок является применение анкерных систем, которые, кроме всего прочего, являются средством интенсификации производства, повышения производительности труда, уменьшения шахтных расходов и улучшения безопасности горных работ.

В угольной промышленности анкерная крепь начала применяться с 50-е годов XX века и быстро получила широкое распространение ввиду высокой эффективности при взаимодействии с породным контуром, а также меньшей удельной массой и стоимостью по сравнению подпорными типами крепей [4].

Особенностью анкерного крепления является то, что устойчивость пород обеспечивается не за счет возведения поддерживающих конструкций внутри выработки, а за счет увеличения несущей способности прилегающих к выработке пород путем скрепления их анкерами.

Анкерная крепь может применяться:

а) в качестве самостоятельной – в полевых откаточных и вентиляционных штреках, квершлагах, околоствольных выработках, бремсбергах, уклонах и ходках при них, промежуточных штреках, вентиляционных сбояках, скатах и нарезных выработках;

б) в качестве дополнительной (усиливающей) в сочетании с подпорной крепью (так называемая комбинированная крепь) – в капитальных выработках при повышенном горном давлении и в подготовительных выработках, находящихся в зоне влияния очистных работ;

в) в качестве временной – в большепролетных выработках, сопряжениях горных выработок, камерах и т.д., с последующим креплением их подпорной крепью;

г) как средство борьбы с пучением почвы в необводненных породах капитальных и подготовительных выработок.

Анкерная крепь как элемент упрочения массива применяется в сочетании с другими видами крепи: набрызг-бетонной с возможным усилением металлическими элементами или сеткой, монолитной бетонной (железобетонной), металлобетонной, тубинговой, блочной и т.д.

Как показывает практика, в условиях Центрального и Западного Донбасса наиболее эффективным является применение анкерной крепи как элемента комбинированных рамно-анкерных систем. Однако в неблагоприятных условиях (зонах ПГД, геологических нарушениях, сопряжении выработок, сопряжении лава-штрек и др.), когда формируются значительные зоны разрушенных пород, традиционные рамно-анкерные конструктивные решения являются недостаточными, т.к. длина анкеров не превышает 2-3-х метров и не позволяет «пришить» разрушенные приконтурные породы к более устойчивой части массива.

Эффективным решением данной проблемы является применение анкеров глубокого заложения, имеющих повышенную несущую способность (рис. 1).

Такие анкерные системы с успехом используются ведущими угледобывающими странами, такими как США, Австралия, ЮАР и Россия для усиления стандартной анкерной крепи, что позволяет вести безопасную добычу полезных ископаемых и гарантирует сохранение необходимых параметров выработок на весь срок их эксплуатации.

Назначение канатных анкеров – упрочнение приконтурного массива вокруг выработки за счет сшивки слоистой толщи пород и подвески неустойчивой части массива к устойчивой.

Основная область применения анкеров глубокого заложения – крепление капитальных и лавных выработок, а также мест их сопряжения, примыкания или пересечения (рис. 2-4). На шахтах Донбасса канатные анкера используются преимущественно для повышения устойчивости выработок, расположенных на границе с выработанным пространством (демонтажных камер, газо-дренажных каналов, выработок для повторного использования), монтажных камер, сопряжений выработок, сопряжения выработок с лавой, сопряжений

выработок с неустойчивой кровлей мощностью более 3-4 м, а также для крепления приводных головок ленточных конвейеров и подвески монорельсовых дорог.

В многоуровневых схемах анкерного крепления обводненных горных выработок оптимальным является использование канатных анкеров глубокого заложения, закрепляемых ампульным либо минеральным способом.

Таким образом, основываясь на положительном опыте применения указанных выше комбинированных крепей можно сделать вывод о том, что применение канатных анкерных систем глубокого заложения с повышенной несущей способностью является перспективным направлением повышения устойчивости выработок в сложных горно-геологических условиях как с технической, так и с экономической стороны.

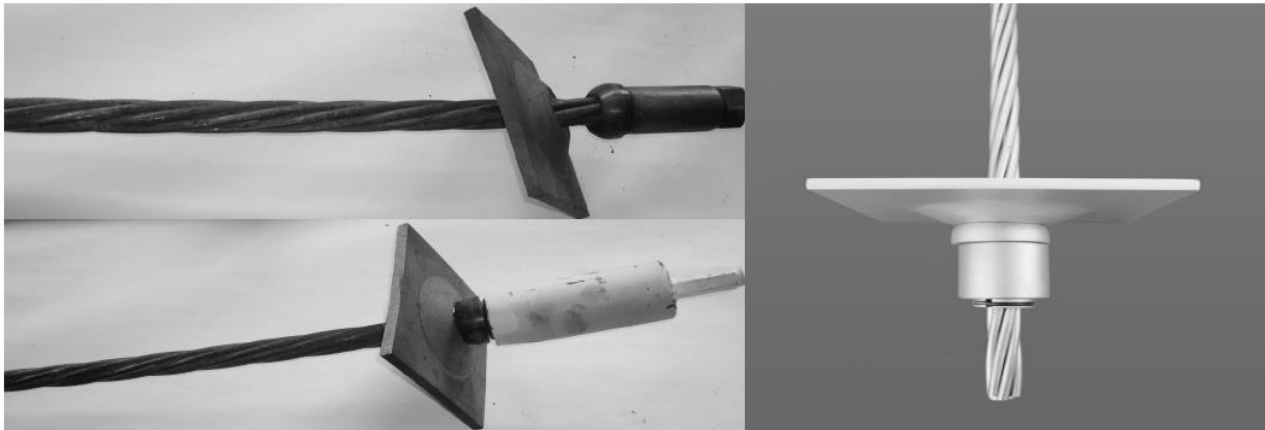


Рисунок 1 – Канатные анкера

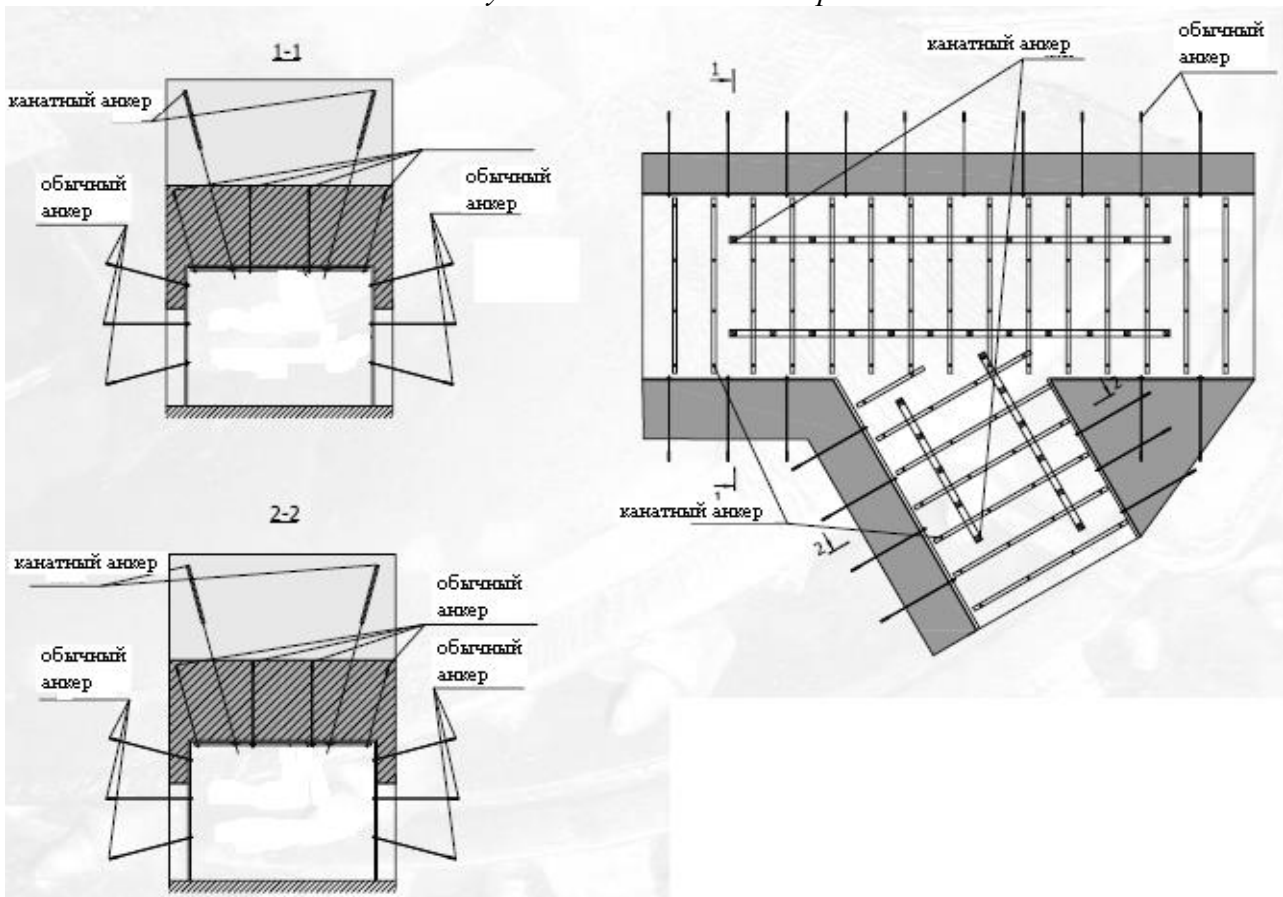


Рисунок 2 – Принципиальная схема усиления крепи сопряжения – примыкание под острым углом

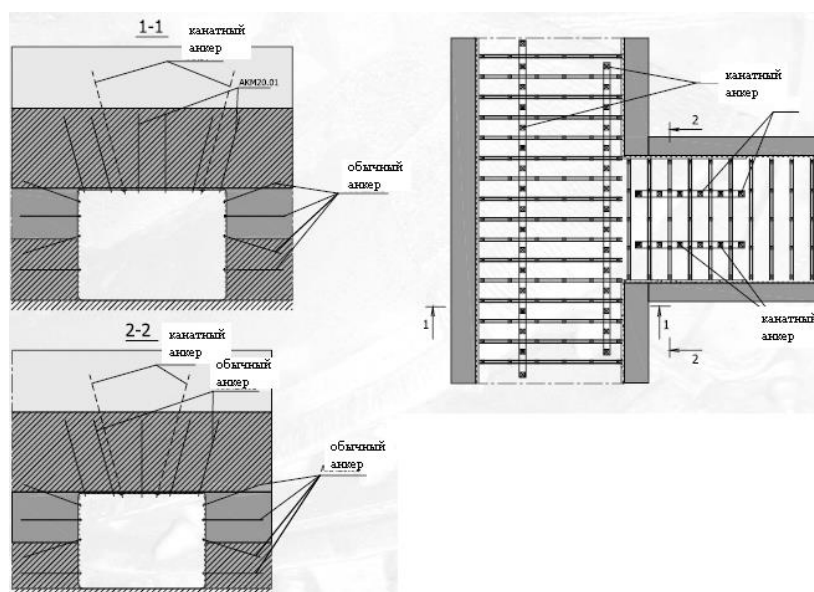


Рисунок 3 – Принципиальная схема усиления крепи сопряжения – примыкание под прямым углом

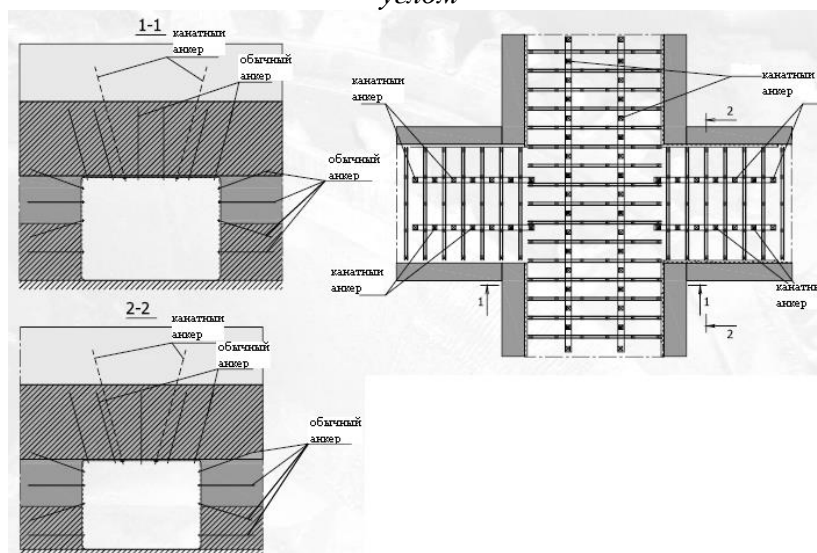


Рисунок 4 – Принципиальная схема усиления крепи сопряжения – пересечение под прямым углом

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крупенников Г.Г., Давидович И.Л., Заславский Ю.З. Горное давление и крепление капитальных выработок при увеличении глубины подземной разработки // Исследование проявлений горного давления на глубоких горизонтах шахт. Сб. науч. трудов ВНИМИ. – Л., 1971. – С. 8–23.
2. Кошелев К.В., Трумбачев В.Ф. Повышение устойчивости капитальных горных выработок на больших глубинах. – М.: Недра. 1972. – 273 с.
3. Солодянкин А.В. Геомеханические модели в системе геомониторинга глубоких угольных шахт и способы обеспечения устойчивости протяженных выработок. Автореферат. дис...доктора технических наук. Днепропетровск, 2009. – 37 с.
4. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / ИГМ НАН Украины – Днепропетровск, 2002. – 372 с.