

УДК 622.25

Усиление крепи и упрочнение породного массива по технологии компании «MINOVA» (Германия) при ремонте восточного воздухоподающего ствола № 2 АП «Шахта им. А. Ф. Засядько»

Пшеничный Ю. А.¹, Никитин А. В.²

¹ Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

² Шахтопроходческое стройуправление №3 ОАО «Трест Донецкшахтопроходка», Донецк, Украина

Аннотация

При поддержании горных выработок, в том числе и вертикальных стволов, в условиях значительного горного давления существует необходимость их периодического перекрепления и ремонта армировки. Изложена технология и проанализирован положительный опыт частичного решения этой комплексной проблемы для вертикальных стволов за счёт применения новых материалов и анкерования породного массива через крепь ствола с закреплением силикатной смолой Geoflex.

Восточный воздухоподающий ствол № 2 арендного предприятия «Шахта им. А. Ф. Засядько» был сооружён и сдан в эксплуатацию Шахтопроходческим строительным управлением №3 ОАО «Трест Донецкшахтопроходка» в 2003 году. Сроки оснащения и проходки этого ствола были достигнуты для нашего государства минимальные [1], когда 1265 м вертикальной выработки диаметром 7 м были выполнены (вместе с оснащением) за 20 месяцев, а за 10 месяцев 2001 года было пройдено 1000 м ствола.

С первых же лет работы ствола в эксплуатационном режиме стали возникать проблемы, связанные с повреждением и частичным разрушением его железобетонной крепи в районе горизонта 1235 м и выше, выдавливанием бетонной крепи внутрь ствола вместе с породным массивом, деформацией металлоконструкций армировки. Всё это вынуждало шахту затрачивать дополнительно немало ресурсов для ликвидации данных нарушений, для возведения временной крепи на особо опасных участках, для восстановления армировки и работоспособности ствола, пока в 2007 году ситуация не стала критической, когда дальнейшая эксплуатация ствола перестала быть возможной.

Причиной вышеуказанных негативных явлений, по заключению института УкрНИМИ, является значительный уровень концентрации напряжений в окружающем массиве пород, обусловленный ведением очистных работ у околоствольного целика, большой глубиной расположения горизонта 1235 м и слабыми вмещающими породами (коэффициент крепости $f = 2-4$). В этих условиях напряжения в массиве достигают и превышают предел прочности пород, когда последние переходят в пластическое состояние, и в них начинают развиваться деформации ползучести. Основными обстоятельствами, обуславливающими сложность условий поддержания ствола, являются: уплотнение околоствольного массива пород в районе отработанного пласта m_3 (рис. 1) и активизация этого процесса при ведении очистных работ на границе с выработанным пространством, а также влияние сопрягающихся со стволом выработок и проведение околоствольных выработок в зоне влияния на ствол (радиус влияния – 44 м).

В сложившейся ситуации инженерные службы шахты провели большую работу и привлекли к разработке рекомендаций по нормализации работы ствола ведущих специалистов украинских научно-исследовательских и проектных институтов: УкрНИМИ, ДонУГИ, НИИОМШС, Донгипрошахт, а также специалистов фирмы «MINOVA» (Германия).

В результате детального изучения вопроса и после неоднократного проведения научно-технических совещаний заказчиком были приняты совместные рекомендации, на основании которых институт Донгипрошахт разработал проект перекрепления участка ствола ВВПС № 2 и его сопряжения с горизонтом 1235 м. Выполнение проекта было связано с полной остановкой всех работ по стволу и было поручено Шахтопроходческому стройуправлению № 3 (ШПСУ № 3) ОАО «Трест Донецкшахтопроходка».

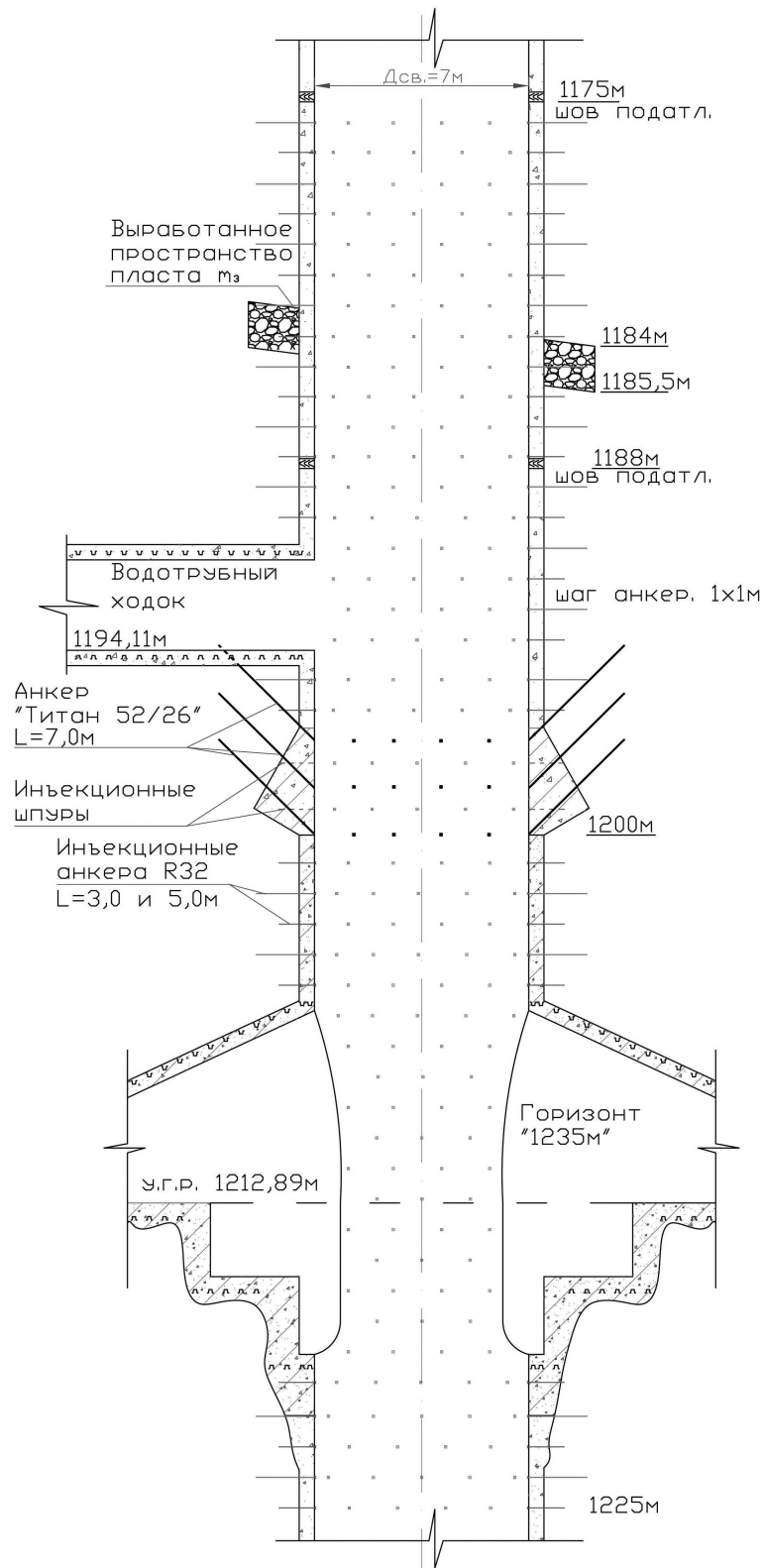


Рис.1. Схема повреждённого участка ствола и расположения анкеров усиления крепи

Одним из факторов, которые должны были улучшить геомеханическую обстановку на неблагоприятном участке ствола в интервале глубин 1175–1225 м, было предложение фирмы «MINOVA» по установке дополнительных мощных анкеров Titan 52/26 длиной 7 м для усиления опорного венца над сопряжением (отм. –1200 м) и по укреплению породного закрепного массива анкерами R32 длиной 3 и 5 м. Оба вида анкеров устанавливаются на специальной силикатной двухкомпонентной твердеющей смоле Geoflex.

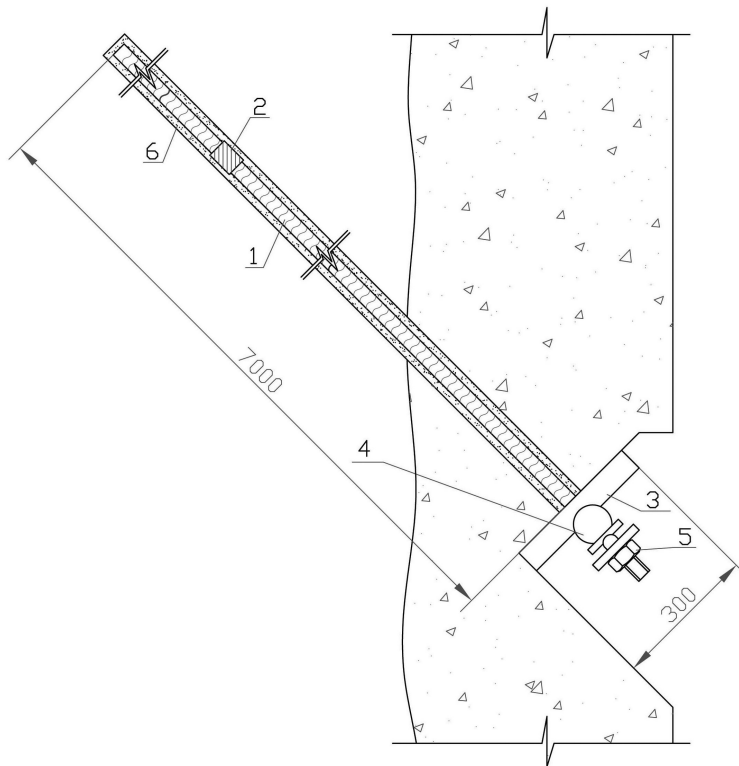


Рис.2. Анкер Titan 52/26 в сборе:

1 – анкерный стержень; 2 – соединительная муфта; 3 – опорная пластина; 4 – опорный шар; 5 – гайка; 6 – отвердевшая смола Geoflex

Работы по ремонту ствола фактически были начаты в 2008 году после того, как в конце 2007 г. были демонтированы подъёмные сосуды (клетки), а на поверхности и в стволе было выполнено оснащение для его ремонта по проекту ОАО «Грест Донецкшахтопроходка». Оно включало в себя монтаж необходимого количества проходческих лебёдок, металлоконструкций на нулевой и подшкивной площадках копра, става подачи бетона по стволу и подвесного полка на месте ремонтных работ. После этого был выполнен демонтаж металлоконструкций армировки на протяжении 50-тиметрового повреждённого участка ствола.

В феврале-марте 2008 года в стволе осуществлялись работы по технологии фирмы «MINOVA» (Германия), направленные на усиление несущего опорного венца (отм.1200 м) в крепи над горизонтом 1235 м и на укрепление (упрочнение) массива горных пород на протяжении проблемного участка ствола.

Технология выполнения работ в стволе для осуществления предложения «MINOVA» была разработана специалистами ШПСУ № 3 после неоднократных консультаций с представителями фирмы в Украине. Наибольшую сложность представляло собой бурение скважин с подвесного оборудования по железобетонной крепи опорного венца. Для этого предусмотрели использовать буровой станок НКР-100м совместно со специально разработанной рамой для его монтажа на подвесном проходческом полке.

Все работы были разделены на 2 этапа.

На первом этапе был обработан опорный венец (рис. 2). Для этого с подвесного полка пробурили 3 ряда по 20 скважин в каждом $\varnothing 76$ мм длиной 7 м под углом к горизонту в 45° , начиная с нижнего. Расстояние между ярусами – 1 425 мм, между скважинами в ярусе – 1100 мм. Предварительно для удобного забуривания в проектных местах на крепи ствола были подготовлены отбойными молотками специальные уступы. Само бурение выполнялось также поэтапно: вначале передовая скважина $\varnothing 43$ мм, затем её расширение до проектного $\varnothing 76$ мм.

По окончании бурения скважин одного яруса в них монтировались анкера Titan 52/26,

которые для возможности их установки в стеснённых условиях собирались из отдельных звеньев на муфтах длиной по 2 и 3 м. При помощи инъекционной трубки, помещённой в шпур, последний полностью заполнялся быстротвердеющей двухкомпонентной смолой Geoflex, после окончательного схватывания которой (через 15 минут) на конец анкера устанавливались опорная плита 200×300×35 мм, опорный шар и шаровая гайка с буртиком (рис. 2).

Аналогично были пробурены и обработаны в восходящем порядке скважины 2-го и 3-го ярусов. Заключительными работами первого этапа стали бурение инъекционных шпуров Ø43 мм длиной 3 м в количестве $16 \times 2 = 32$ штук в интервалах между ярусами (рис. 1) и нагнетание через них в породный массив смолы Geoflex. Нагнетание производилось двухкомпонентным насосом DP-40 с использованием пакера SK-36, расположенного в шпуре на расстоянии 0,5 м от его устья. Давление нагнетания по возможности принималось минимальным при минимальном расходе 1,5 л/мин. Критериями остановки инъектирования смолой были достижение давления на насосе 2,05 МПа, выход смолы через трещины крепи или в стыке заходок, достижение расхода смолы в 20 л. По окончании обработки породного массива в районе опорного венца была произведена окончательная обтяжка опорных узлов анкеров Titan 52/26.

На втором этапе в направлении снизу вверх было выполнено закрепление анкерами R32 и упрочнение смолой Geoflex породного массива по всей протяжённости проблемного участка ствола в интервале отметок 1225–1175 м (рис. 1).

Работы велись поярусно с подвешного полка. Расстояние между ярусами шпуров – 1 м, между шпурами в ярусе – 1,1 м. Глубина шпуров и соответственно длина анкеров R32 – 3 м и 5 м. Шпуры и анкера разной длины чередуются в шахматном порядке (рис. 1). Количество анкеров в ярусе 20 (по 10 разной длины).

Бурение шпуров Ø43 мм производилось ударно-вращательными перфораторами SIG или ХТ-28. Анкера R32 монтировались звеньями 2 м и 3 м на муфтах. Зазор между полым анкером и устьем шпура герметизировался цементным «тестом» на жидком стекле. Нагнетание смолы производилось насосом DP-40 в шпуры одного яруса поочерёдно со всеми требованиями и критериями, ранее указанными для инъекционных шпуров опорного венца.

Поставку всех материалов для выполнения работ по данному направлению ремонта ствола осуществила фирма «MINOVA» (Германия) по договору с АП «Шахта им. А. Ф. Засядько». Ниже приведены некоторые характеристики этих материалов.

Табл.1. Основные характеристики анкеров Titan 52/26 и R32.

№ пп	Наименование характеристики	Ед.изм.	Анкер Titan 52/26	Анкер R32
1.	Внешний диаметр	мм	52	32
2.	Внутренний диаметр	мм	26	20
3.	Поперечное сечение	мм ²	1337	389
4.	Предел текучести	кН	730	244
5.	Пределная разрушающая нагрузка	кН	929	291
6.	Момент инерции	см ⁴	25,6	–
7.	Момент сопротивления	см ³	10,5	–
8.	Вес	кг/м	10,5	3,2

Силикатная смола Geoflex – двухкомпонентная, не вспенивающаяся, эластичная. Минимальное раскрытие трещин и пор, в которые эффективно можно нагнетать смолу, – 0,25 мм. Время схватывания при 25°С – 4 минуты. Окончательный набор прочности 4 МПа через 15 минут. Плотность материала компонента А – 1480 кг/м³, компонента В – 1140 кг/м³, вязкость соответственно 260 и 150 мПа·с, температура вспышки компонента В – 200°С. При работе с

компонентами смолы Geoflex следует руководствоваться мерами безопасности при обращении с химикатами, то есть использовать спецодежду, защитные перчатки, защитные очки и хорошо проветривать место производства работ.

Всего в феврале-марте 2008 года было установлено 60 анкеров Titan 52/26 по опорному венцу, 385 анкеров R32 на повреждённом участке ствола, а также для укрепления анкеров и упрочнения породного массива было закачано 6900 кг смолы Geoflex.

Выполненные в этот период работы по технологии фирмы «MINOVA» наряду с другими ремонтными мероприятиями позволили улучшить геомеханическое состояние ствола, что подтверждают результаты замеров, выполненные специалистами института УкрНИМИ, а именно: абсолютные и поинтервальные вертикальные смещения крепи ствола на глубинах 1173–1204 м во втором полугодии 2008 года были незначительными и не превысили 4 мм.

В настоящее время продолжаются работы по приведению ствола в рабочее состояние в строгом соответствии с проектом института «Донгипрошахт» (перекрепление сопряжения на горизонте 1235 м, замена разрушенной крепи ствола на крепь из железобетонных тубингов, восстановление армировки и другие), по окончании которых шахта сможет полноценно эксплуатировать так необходимый ей фланговый ствол, в районе которого ведутся основные подземные работы.

Библиографический список:

1. Миронов В. В., Пшеничный Ю.А. Опыт организации скоростной проходки воздухоподающего ствола № 2 АП «Шахта им. А. Ф. Засядько» по совмещённой технологической схеме// Уголь Украины. – 2002. – № 4. – С. 16 – 21.

© Пшеничный Ю. А., Никитин А. В., 2009 г.