

УДК 622:65.016.8

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ УСТЬЕВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Голдин С. В.

(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

На підставі фактичних даних проведено детальний аналіз руйнування усть вертикальних шахтних стволів і визначено основні чинники, що провокують виникнення аварійних ситуацій.

Based on the actual data a detailed analysis of vertical shaft collar failure is made and main factors that trigger emergency situations are determined.

Одной из проблем при закрытии угольных предприятий является ликвидация горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Ликвидация вертикальных стволов – это специфическая и технологически сложная работа, направленная на обеспечение долговременной устойчивости самого ствола и прилегающей к ним территории земной поверхности.

Важнейшим элементом, влияющим на устойчивость вертикальных стволов в целом, являются их устья. В последнее время отмечены несколько случаев разрушения устьев как ещё действующих, так и ликвидированных стволов, что привело к созданию аварийных ситуаций и необходимости срочной ликвидации или переликвидации данных стволов.

Причины частичного или полного разрушения устьев стволов могут быть различны, но общим признаком во всех случаях является естественное или искусственное ослабление толщи пород, вмещающих устье ствола, главным образом наносов. Засыпка данных стволов либо не производилась (как в случае ствола № 5 шахты имени Н. Изотова ПО "Артемуголь", восточный воздухо-

подающий ствол шахты "Октябрьский рудник", вентиляционная скважина № 4 шахты "Родинская"), либо была вымыта в горные выработки шахты подземными водами (ствол шахты № 6-14 ПО "Макеевуголь").

Опыт, накопленный за прошедшее время, анализ проектных решений, горно-геологической и горнотехнической документации, а также проведенные исследования в области напряженно-деформированного состояния окрествольного массива и крепи стволов, позволили выявить и обосновать несколько основных причин разрушения устьев стволов.

1. Ослабление несущей способности участков крепи устья ствола вследствие его постоянного замораживания в зимний период. Многократное обмерзание и оттаивание верхней части ствола при значительных колебаниях температуры в зимний период, приводит к тому, что в крепи устьев стволов в начале образуются микротрещины и нарушается сама структура материала крепи. В дальнейшем происходит возрастание количества и размеров трещин (с увеличением их раскрытия) как по площади, так и в глубину самой крепи. Данная ситуация со временем приводит к шелушению материала крепи, её сколам, образованию вывалов, и как следствие к уменьшению толщины крепления устьев стволов. В результате возникает ситуация, когда несущая способность уже ослабленной крепи, не обеспечивает равновесного состояния системы «крепь–массив» в условиях деформирующегося окрествольного массива горных пород, и как следствие – разрушение устьев стволов.

2. Вымывание глинистой породы и песка водой из закрепного пространства, снижение несущей способности крепи с последующим её разрушением. Возникновение данной ситуации обуславливается тем, что довольно большое количество стволов пройдено в массивах, верхняя часть которых представлена глинами, песками, глинистыми сланцами с включением песка и плывунами. В результате водонасыщения данные породы теряют свои прочностные свойства, и ослабляется их контакт с крепью. При дальнейшем водонасыщении происходит ослабление физико-механических свойств нижележащей толщи пород, что приводит к разрушению крепи стволов ниже устья и как следствие –

разрушение и оседание непосредственно устья с образованием характерной воронки.

3. В процессе неравномерной усадки закладочного материала происходят внезапные оседания больших масс породы, что приводит к мощным динамическим явлениям (образование волн разрежения). При ликвидации вертикальных стволов методом полного заполнения их закладочным материалом, велика вероятность образования пустот в закладке различных объемов. С течением времени при размокании засыпки и при определенном её водонасыщении, могут происходить внезапные оседания больших масс породы, что может привести к образованию волн разрежения с перепадом давлений до 30 кПа. Такой перепад давлений приводит к ударной нагрузке на устье ствола, которая намного превышает их несущие способности и приводит к их частичному либо полному разрушению.

Проиллюстрируем сказанное на конкретных примерах.

Пример 1. 15 августа 2001 года произошло обрушение пород устья ствола № 5 шахты имени Н. Изотова ПО "Артемуголь" со стороны висячего бока (с северной стороны). Грузолюдской (скипо-клетевой) ствол № 5 был пройден в 1938-41 гг. на глубину 150 м. В 1965-67 гг. углублен до 795 м, в 1978-84 гг. до глубины 1073 м, в 1987-90 гг. - до глубины 1251,7 м. Диаметр ствола в проходке - 6,9 м, в свету - 6,0 м. Ствол закреплен: 30 м - бетоном, до глубины 150 м - кирпичом, в интервале глубин 390 м – 750 м – железобетонными тубингами, остальная часть - монолитным бетоном. Толщина крепи – 0,4 м – 0,5 м. Общие размеры образовавшейся воронки обрушения первоначально составляли ориентировочно 10,8 м × 17 м в плане и не менее 20 м по глубине с общим объемом обрушенной породы в 1,36 тыс. м³, представленной главным образом почвенным слоем, глиной и выветрелым глинистым сланцем. Стенки воронки - ровные, практически отвесные. Причина возникновения аварийной ситуации - ослабление несущей способности части крепи устья ствола вследствие его постоянного замораживания в зимний период времени (ствол использовался в качестве своеобразного "калорифера" для свежей струи для двух других стволов, через которые осуществляется водоотлив), возможно некачественная закладка вентиляционного кана-

ла. Побудительным толчком для развития нарушения стал обрыв каната в ствол.

Со времени воронка обрушения значительно расширилась. Общие размеры воронки достигли к середине сентября 2001 г. размеров 18,8 м × 27,4 м в плане и до 30 м в глубину (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид провала на стволе № 5 шахты им. Н. Изотова

Оцениваемый объем обрушившейся в ствол породы оценивается более чем в 7 тыс. м³. Расширившаяся воронка вызвала обрушение стен ближайших зданий надшахтного здания и здания сортировки ЦОФ, которые упали в воронку. Проем в крепи ствола расширился и достиг по визуальной оценке высоты 8 м (глубина 22 м – 30 м). Весь участок ствола в данном диапазоне глу-

бин, по данным маркшейдерской службы, "повело", при этом образовались нарушения и на остальных стенках ствола.

Пример 2. Восточный воздухоподающий ствол шахты "Октябрьский рудник" пройден в 1965 – 68 гг. методом БВР на глубину 1000,2 м диаметром 5 м. На большем протяжении ствол закреплен монолитным бетоном толщиной не менее 300 мм. Исключение составляет зона выветрелых, трещиноватых пород четвертичных и неогеновых отложений в интервале 0 м – 24 м, которая закреплена железобетонными тубингами в бетоне. Несмотря на проведенные предварительную и последующую цементации окружающих пород, при проведении проходческих работ наблюдались вывалы породы большого объема. При строительстве ствола вывалы были ликвидированы.

7 октября 2006 года было обнаружено появление глины в воде сточной канавки с восточного крыла шахты в сторону руд двора. В связи с этим было произведено обследование выработок и сопряжения ствола с восточным полевым откаточным штреком, в результате которого было выявлено засыпание глинистой породой с включением бетонных обломков сопряжения ствола. На подходе до 100 м к стволу восточный полевой откаточный штрек был заилен глиной до 40 см по почве. Вода и воздух по стволу проходили. При обследовании промплощадки восточного воздухоподающего ствола провалов и проседаний поверхности не обнаружено.

9 октября утром поступило сообщение о шумах в стволе и о вибрации проводниковых канатов. При осмотре ствола с калориферного канала, который находится под сопряжением нулевой площадки, при подсветке мощным прожектором было обнаружено отсутствие 1-й или 2-х заходов бетона в стволе на глубине 20 м – 30 м от устья ствола и высыпание глинистых пород в ствол. В 15 часов произошел провал поверхности вокруг ствола, "нулевая" рама вместе с шейкой ствола и стаканом крепления опустилась на глубину 6 м – 8 м с образованием воронки до 16 м в диаметре (рис. 2). Рудстанок оторвало от копра, и он завис на 4-х проводниковых канатах, копер устоял, но под ним конусом ушла порода в ствол. Расширение провала продолжается и в на-

стоящее время его размеры в плане составляют 27 м на 26 м (рис. 3).



Рис. 2. Провал “нулевой” рамы вместе с шейкой ствола и стаканом крепления восточного воздухоподающего ствола



Рис. 3. Общий вид провала восточного воздухоподающего ствола шахты "Октябрьский рудник"

Анализ геологической данных показал, что восточный воздухоподающий ствол в интервале глубин 0 м – 38 м проходил в очень слабых породах, представленных глинами, песками и глинистыми сланцами с включением песка, которые склонны к вымыванию. Причиной аварии послужило вымывание глинистой породы и песка водой из закрепного пространства, снижение несущей способности крепи с последующим её разрушением в интервале глубин 20 м – 30 м, что привело к проседанию бетонной и тубинговой крепи шейки ствола на место вываленной породы.

Пример 3.

21 апреля 2001 года на стволе № 6-14, расположенном в Красногвардейском районе г. Макеевки Донецкой области, который был ликвидирован в 1971 году, произошла авария в виде внезапного обвала пород в районе шейки ствола с уходом обвалившихся пород, конструкций полков перекрытия ствола, устья ствола, газоотводящей трубы и бетонной крепи в ствол, с образованием воронки чашеобразной формы. Развитие провала в дальнейшем происходило за счет расширения его диаметра до 28 м – 29 м при глубине 13 м (рис. 4).

Образовавшаяся воронка имела объем примерно в 6 тыс. м³. Произошедшая авария привела к уходу из ствола в горные выработки более 3 тыс. м³ кладочного материала и к обрушению в ствол около 6 тыс. м³ грунта из образовавшейся воронки, конструкций полков перекрытия, бетонной шейки ствола и закупориванию сечения ствола ниже дна воронки.

Основные причины, вызвавшие обрушение пород в устье ствола:

1) в процессе ликвидации ствола из-за неэффективного кладочного материала (бутовый камень в сочетании с сухой бетонной смесью), недостаточного по объему количества закладки не удалось создать на сопряжении ствола с горизонтальной выработкой упорный слой, препятствующий растеканию кладочного материала;

2) деревянная крепь и армировка, простоявшие более 100 лет, на отдельных участках пришла в нерабочее состояние, в закрепном пространстве образовались пустоты, и под динамическим воздействием крупных кусков закладки крепь разрушалась

и привела к нарушению равновесного состояния приствольного массива, активизации сдвижения пород, формированию в устье ствола запредельного состояния пород.



Рис. 4. Общий вид провала стволе № 6-14

При этом не исключалось образование на отдельных участках узлов-заторов, состоящих из переплетения выбитых расстрелов, проводников, труб, кабелей, канатов и брусьев крепи и способствующих зависанию закладочного материала при уходе закладки ниже образовавшихся заторов.

3) наличие в стволе дренирующих водопритоков способствовали выносу, на первом этапе, мелких фракций закладочного материала, а в последующем и более крупной фракции, с образованием разуплотненных, микро- и макрополостей, размоканию закладки и при определенном водонасыщении образованию пульпы со скачкообразным перемещением и резким уходом закладочного материала в сопрягающиеся выработки.

Кроме того, на развитие обрушения пород приствольного массива повлияло постоянное замачивание грунта у устья ствола, пригрузка и вибрация от проходящих вблизи большегрузных автомобилей.

Выводы.

В результате детального анализа фактических данных определены причины разрушения крепи устьев вертикальных стволов и установлены основные факторы, влияющие на естественное или искусственное ослабление толщи пород, вмещающих устье ствола, такие как:

– ослабление несущей способности участков крепи устья ствола вследствие его постоянного замораживания в зимний период;

– вымывание глинистой породы и песка водой из закрепного пространства, и как следствие, снижение несущей способности крепи;

– внезапные оседания больших масс породы в процессе неравномерной усадки закладочного материала, что приводит к мощным динамическим явлениям (образование волн разрежения).

СПИСОК ССЫЛОК

1. Правила ликвидации стволов угольных шахт [Текст]: КД 12.12.005-2001: Утв. Министерством топлива и энергетики Украины 15.02.2001.– Донецк: ОАО "Донгипрошахт" и УкрНИМИ, 2001. – 122 с.
2. ДНАОП 1.1.30 – 1.01.96. Правила безпеки у вугільних шахтах [Текст].– Донецьк: «Видавництво Донеччина», 2001.– 495 с.
3. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания [Текст]: КД 12.01.01.201–98: Утв. Минуглепромом Украины 25.06.98. – Донецк: УкрНИМИ, 1998. – 154 с.
4. Дрибан, В.А. О напряженно-деформированном состоянии массива горных пород [Текст] / В.А. Дрибан //Проблемы горного давления. – 1999. – № 2. – С. 89 – 104.

5. Гавриленко, Ю.Н. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины [Текст]/ Ю.Н. Гавриленко, В.Н. Ермаков, Ю.Ф. Кренида, О.А. Улицкий, В.А. Дрибан//.– Донецк: «Издательство НОРД-ПРЕСС», 2004.– 632 с.