

УДК 622.252.4



Ю. А. ПШЕНИЧНЫЙ,
зам. технического директора
ООО «Шахтостроительная
компания
«Донецкшахтопроходка»,
канд. техн. наук



Е. И. БУРДА,
начальник технического отдела
ООО «Шахтостроительная
компания
«Донецкшахтопроходка»,
инж.

Новые конструктивные решения в использовании метода опускной крепи

Рассмотрены конструкция разработанного оборудования и технология выполнения работ при сооружении технологического отхода вентиляционного ствола № 3 ПАО «Шахтоуправление «Покровское» методом опускной крепи в тиксотропной «рубашке» с возведением стен крепи из монолитного железобетона.

При сооружении устьев стволов в рыхлых неустойчивых породах для повышения устойчивости и водонепроницаемости горных пород (грунтов) применяют специальные методы. Сегодня это – искусственное замораживание, водопонижение, струйная цементация и др. В случае неглубоко залегающих и маломощных пльвунов и прочих неустойчивых водонасыщенных пород используют метод опускной крепи – наименее энергоемкий и трудозатратный. Для горно-геологических условий ПАО «Шахтоуправление «Покровское» и всего Красноармейского района Донецкой области характерны именно неустойчивые водонасыщенные породы.

Верхняя часть воздухоподающего ствола № 2 шахты в 2002 г. была сооружена методом замораживания, что подтвердило его высокую стоимость. В 2005 г. устье рядом расположенного скипового ствола № 2 было решено пройти методом опускной крепи, набранной из железобетонных тубингов. Специалисты треста «Донецкшахтопроходка» успешно справились с этой задачей, что по-

зволило заказчику минимизировать затраты на сооружение устья.

Метод опускной крепи в системе треста «Донецкшахтопроходка» был унифицирован и стал типовой технологией еще в 60-е – 80-е годы при сооружении многочисленных «точек» для ракетных пусковых комплексов по всей территории бывшего СССР. В 2011 г. ООО «Шахтостроительная компания «Донецкшахтопроходка» была поручена проходка технологического отхода нового вентиляционного ствола № 3 блока № 11 ПАО «Шахтоуправление «Покровское»; способ опускной крепи приняли безальтернативно с учетом горно-геологических условий и успешного опыта сооружения устья скипового ствола № 2 этой же шахты в 2005 г.

В интервале отметок от ± 0 м до $-8,0$ м (высота шейки ствола) выработка в относительно устойчивых грунтах была сооружена обычным способом по традиционной технологии с возведением передовой временной крепи из монолитного бетона заходками высотой 1 м. Эту часть ствола впоследствии закрепят постоянной крепью (перед строительством железобетонного башенного копра).

В неустойчивых породах на отметках от $-8,0$ м до $-22,0$ м успешно модифицировали метод опускной крепи в тиксотропной «рубашке». Из-за нестандартного

диаметра опускного сооружения (8,5 м) для монтажа стен невозможно было использовать готовые тубинги (на такой диаметр отсутствует типовое решение). Инженерам шахтостроительной компании пришлось разработать специальное оборудование и адаптировать традиционную технологию к возведению стен крепи из монолитного железобетона. Впервые был предложен полук-опалубка, обеспечивающий высокий уровень механизации всех процессов метода опускной крепи, где традиционно велика доля ручного труда.

Новизной отличалось и решение укрепить откосы вентиляционного канала, сопрягающегося с устьем ствола, бурением близко расположенных (через 0,3 – 0,5 м) скважин по контуру будущего сооружения с обсадкой их металлическими трубами диаметром 168 мм. Эти работы и оснащение площадки к началу проходки (устройство внутриплощадочных сетей, временных проездов, мобильного АБК, противопожарных резервуаров, тампонажного узла и пр.) осуществляли параллельно с основными работами по сооружению устья ствола, что позволило значительно сократить время в начальный период строительства.

Немаловажным для экономии времени и средств при строительстве нового блока № 11 шахты было то, что рядом, на расстоянии 5 км, находится действующий блок № 10 с развитой инфраструктурой. Это упростило решение вопросов быта, транспорта, эксплуатации и ремонта оборудования, материально-технического снабжения и др.

Основные технические решения. Железобетонная крепь опускной крепи возводилась заходками по 1,4 м с помощью наружной (несъемной) опалубки и внутренней опалубки, установленной на верхнем этаже полка, который был подвешен на двух лебедках ЛПП-10 по полиспастной схеме. Для разработки и погрузки породы в забое использовали грейфер ГП-0,65, подвешенный на крюк крана. Плотные грунты рыхлили отбойными молотками. В качестве грузоподъемных механизмов работали два самоходных крана МКГ-25БР (рис. 1).

Породу выдавал кран бадьей вместимостью 3 м³, проветривание осуществляли два вентилятора ВМ-6, откачку воды – насос Н-1м, сжатый воздух подавали два компрессора УКВШ-15/7 по трубопроводу, питание потребителей обеспечивал блок энергоснабжения БЭС-630, сигнализация и связь – селекторная. Бетонную смесь на объект доставляли автобетоновозами, по стволу ее спускали через гибкий бетонопровод. Для перемещения рабочих

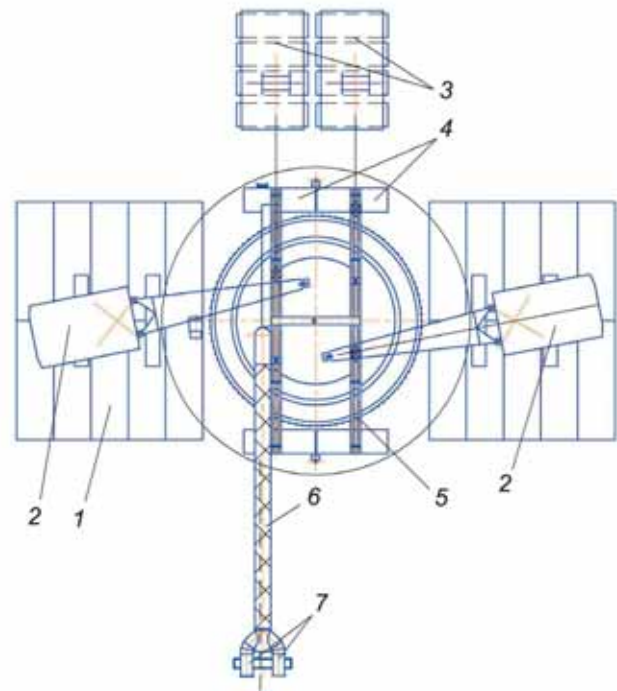


Рис. 1. Расположение оборудования на поверхности: 1 – площадка под кран из железобетонных плит; 2 – краны МКГ-25БР; 3 – лебедки проходческие ЛПП-10; 4 – фундаментные блоки БФ-2; 5 – подшивные металлоконструкции; 6 – гибкий трубопровод; 7 – вентиляторы ВМ-6.

и инженерно-технических работников на полук, в забой и обратно по стволу было смонтировано лестничное отделение.

Все оборудование, завезенное на площадку и предназначенное для реализации метода опускной крепи, позже будет использовано при проходке основной части ствола.

Особенности конструкции оборудования. Разработанный инженерами ШСК «Донецкшахтопроходка» полук представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из верхнего и нижнего этажей, соединенных между собой шестью стойками (рис. 2).

Этажи полка выполнены в виде кольцевых площадок. Такая конструкция позволяет максимально увеличить площадь сечения ствола, не занятого оборудованием, для удобства погрузки и выдачи породы из забоя. Верхний этаж, предназначенный для подвески полка, является опорой для опалубки, на нем же размещаются рабочие во время возведения стен крепи. Для распора полка предусмотрены четыре винтовых домкрата, расположенных на нижнем этаже.

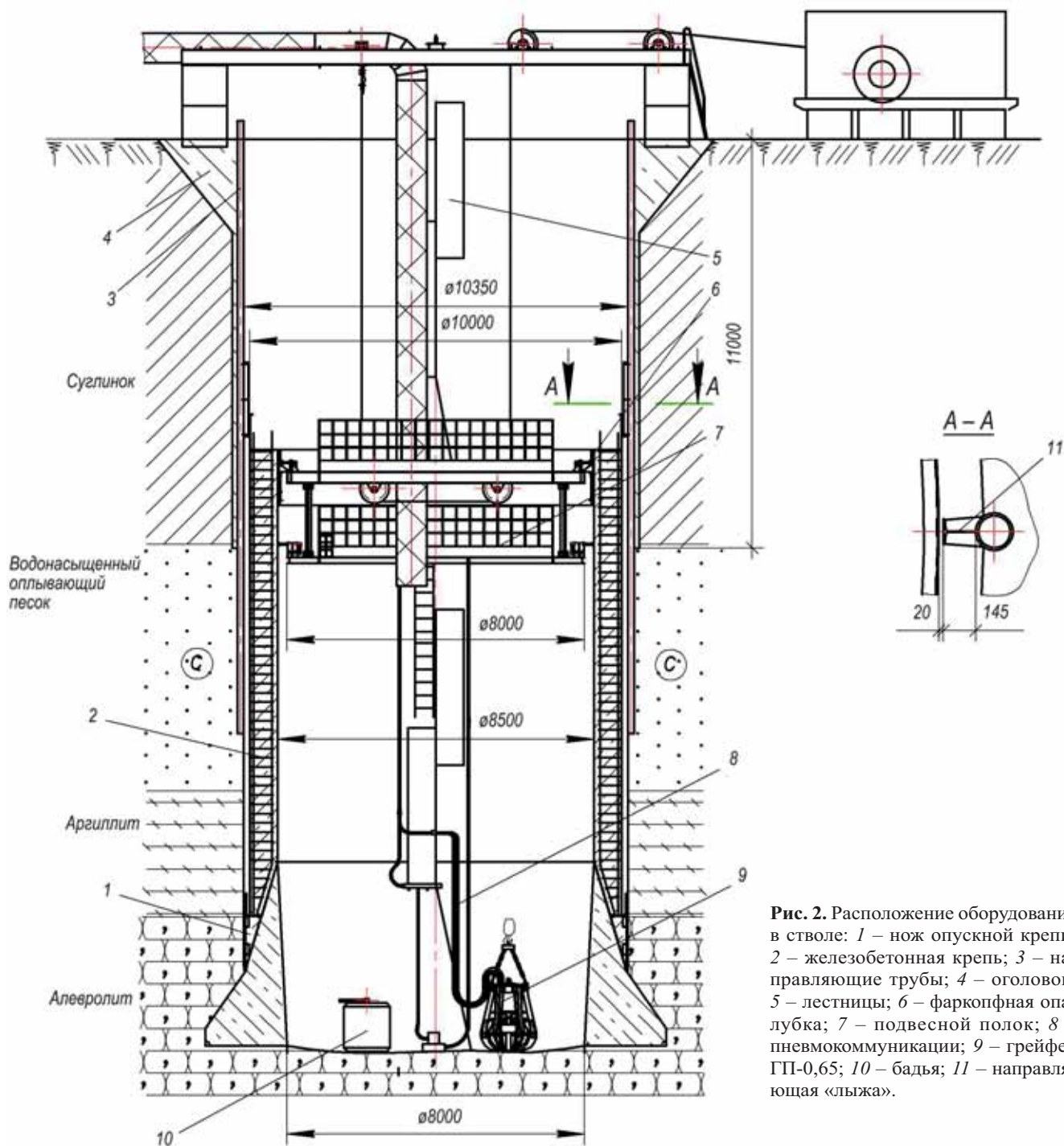


Рис. 2. Расположение оборудования в стволе: 1 – нож опускной крепи; 2 – железобетонная крепь; 3 – направляющие трубы; 4 – оголовок; 5 – лестницы; 6 – фаркопная опалубка; 7 – подвесной полок; 8 – пневмокоммуникации; 9 – рейфер ГП-0,65; 10 – бадья; 11 – направляющая «лыжа».

Опалубка конструктивно состоит из секций, четыре из них снабжены фаркопами для уменьшения наружного диаметра при отрыве от бетона. Опорными ребрами опалубку устанавливают на верхний этаж полка и она перемещается вместе с ним. Такое неординарное решение позволило исключить как

минимум три дополнительных лебедки для подвески опалубки и тем самым сократить затраты на сооружение технического отхода. Центровку опалубки осуществляли специальными распорными винтами.

Нож опускной крепи (рис. 3) состоит из нижней четырехсекционной и верхней восьмисекционной

частей. Секции соединены между собой монтажными болтами и обварены после сборки. Угол заострения ножа $16,7^\circ$, общая высота 2970 мм. По наружному периметру ножа прижимными планками крепится уплотняющий резиновый фартук, препятствующий выходу тиксотропного раствора под нож.

Производство работ методом опускной крепи.

Все работы по сооружению верхней части ствола на высоту технологического отхода были выполнены с июня по октябрь 2011 г. в такой последовательности. Оголовок и верхняя часть ствола в районе будущей шейки были сооружены обычным способом – путем увеличения диаметра до 10,35 м до отметки –8,0 м. С этой глубины применили метод опускной крепи.

На тщательно выровненной поверхности забоя был смонтирован режущий башмак (нож) опускной крепи, опирающийся на круговой веер из деревянных брусьев (см. рис. 3): вначале – нижняя металлическая часть, затем – верхняя металлобетонная.

После монтажа полка-опалубки и удаления брусьев из-под ножа приступили к разработке забоя ствола. Разрушение породы выполняли от центральной части забоя по спирали к контуру ствола слоями высотой 0,3 – 0,5 м, оставляя на периферии берму нетронутой породы шириной до 0,6 м, которую срезали и опрокидывали ножом в центр ствола во время погружения крепи. При пересечении оплывающих песков кромка ножа крепи опережала разрабатываемый забой минимум на 0,5 м, чтобы исключить выход неустойчивых пород в забой из-за крепи.

Породу грузили в бадю грейфером и выдавали на поверхность. Обнаружив перекося опускной крепи, усиленно разрабатывали забой у ножа с отстающей стороны. Для минимизации перекосов на направляющие трубы в форшахте наваривали дополнительные «лыжи» из металлопроката, обеспечивающие 20 мм – минимальный зазор со стороны наружной опалубки (см. рис. 2).

Расчетная толщина стен опускной крепи 0,75 м обеспечила ее достаточный для погружения вес и исключила необходимость дополнительных пригрузов. Проверочный расчет выполнен по методике, разработанной в тресте «Донецкшахтопроходка»*.

Условием, необходимым для погружения крепи под собственным весом, является превышение сум-

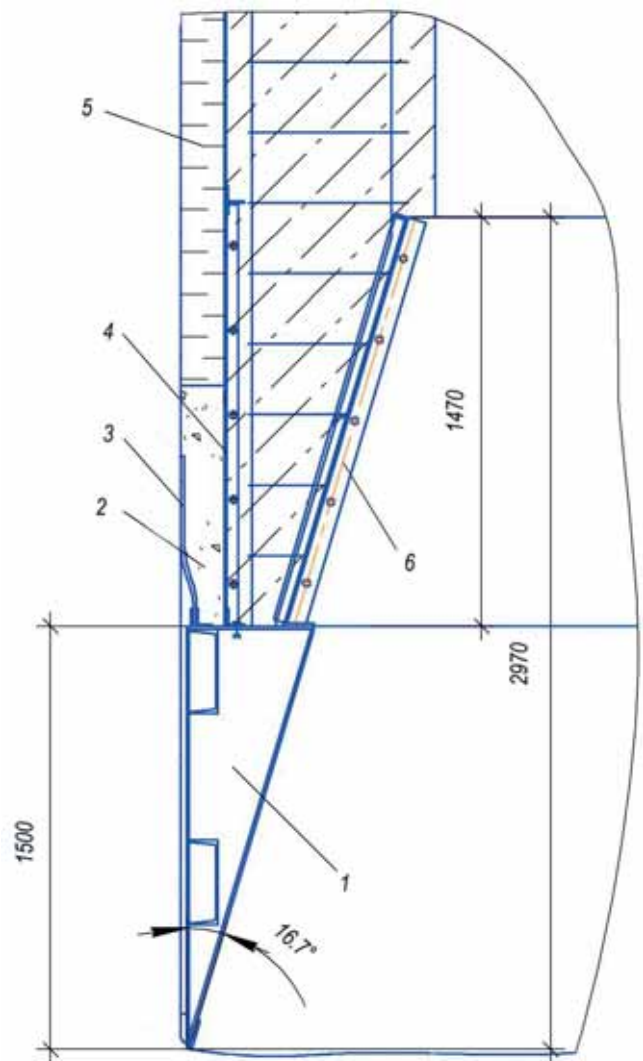


Рис. 3. Конструкция опускного ножа: 1 – нижняя часть; 2 – глиняный замок; 3 – уплотняющий фартук; 4 – наружная опалубка; 5 – тиксотропный раствор; 6 – верхняя часть.

марного веса крепи ΣG над силами сопротивления опусканию ΣP , т. е. $\Sigma G > \Sigma P$.

Расчеты показали значительное превышение сил, способствующих погружению (6800 кН), над силами сопротивления в конечном положении крепи (1450 кН) при условии использования тиксотропной «рубашки». Это обеспечило беспрепятственное прорезание неустойчивых пород и опускание крепи до проектной отметки. Следует указать на необходимость строгого соблюдения такой технологии, поскольку без тиксотропного раствора силы трения стен крепи о породу составили бы 7150 кН, и в этом случае опускание крепи под собственным весом было бы невозможным.

* *Руководство по производству работ способом опускной крепи в тиксотропной «рубашке» при проходке вертикальных стволов шахт и сооружений неглубокого заложения* / [под общ. ред. Е. А. Мустафина]. – Донецк: ДШП, 1993. – 72 с.



После каждого спуска ножа на заходку 1,4 м с полка на стенах крепи наращивали армокаркасы, фиксировали опалубку, разжимая фаркопфные створки и центрируя ее специальными винтами, после чего приступали к укладке бетона.

Опалубку отрывали от бетона не ранее чем через 12 ч. После отрыва опускная крепь не имела связи с полком и опалубкой, которые свободно были подвешены внутри крепи.

Тиксотропный раствор готовили из бентонитовых глинопорошков и подавали за наружную опалубку в конструктивный зазор (см. рис. 3), постоянно добавляя по мере спуска крепи.

Для ликвидации водопритоков и упрочнения пород, в которых закладывали опорный венец, одновременно с работами по опусканию крепи был выполнен предварительный тампонаж алевролита в отметках –20,0...–26,0 м цементными растворами через скважины, пробуренные с поверхности и расположенные за контуром крепи.

По достижении забоем ствола глубины –22,4 м опускную крепь останавливали, под нож подводили металлические опоры и последовательно четыре

секторами под крепью выполняли опорный венец с одновременным переходом на диаметр 8 м протяженной части ствола. Максимальное смещение опускной крепи от вертикали составило 0,15 м, что значительно меньше допустимых 0,5 м.

Успешная проходка технологической части вентиляционного ствола № 3 ПАО «Шахтоуправление «Покровское» в неустойчивых водонасыщенных породах методом опускной крепи позволила:

- исключить первоначально предполагаемый проектом более длительный и дорогостоящий способ замораживания, получить экономический эффект в сумме 1400 тыс. грн.;

- считать способ опускной крепи для проходки устьев вертикальных стволов и других сооружений неглубокого заложения в Красноармейском геолого-промышленном районе Донбасса основным специальным методом строительства;

- подтвердить вывод о предпочтении реконструкции существующих горных предприятий, имеющих уже сложившуюся инфраструктуру и обеспечивающих быстрое освоение новых строительных площадок по сравнению со строительством новых шахт.



Обслуживание ствовой бурильной установки БУКС-1М.