



О. Д. КОЖУШОК,
канд. техн. наук
(ПрАО «Донецксталь» –
металлургический завод»)



А. С. ЯНЖУЛА,
инж.
(ПАО «Шахтоуправление
«Покровское»)



М. А. КИРЬЯКОВ,
инж.
(ООО «Шахтостроительная
компания «Донецкшахтопроходка»)

ПАО «Шахтоуправление «Покровское» уверенно занимает позицию лидера топливно-энергетического комплекса Украины как одно из крупнейших предприятий по добыче коксующегося угля в СНГ и Европе. По мере отработки запасов и увеличения глубины работ перед шахтой остро встала

Решение проблем вентиляции угольной шахты в условиях нештатной ситуации

проблема нормализации проветривания подготовительных и очистных забоев для обеспечения в них санитарных норм и температурного режима шахтного воздуха. Решению этой проблемы способствовало сооружение двух новых вертикальных стволов строящегося блока № 11.

Проходка первого из них – воздухоподающего ствола (ВПС) № 3 (диаметр в свету 8 м, проектная глубина 985 м) – успешно осуществлялась с июля 2013 г. подрядной организацией ООО «Шахтостроительная компания «Донецкшахтопроходка» со средними темпами 75 м/мес, причем в ноябре и декабре 2013 г. было пройдено 102 и 100 м готового ствола соответственно.

Однако в конце мая 2014 г. проходку ствола вынужденно приостановили на отметке –856 м в связи с невозможностью поставки взрывчатых веществ по объективным причинам. В течение двух последующих месяцев ствол поддерживался в работоспособном состоянии, выполнялись проветривание и откачка воды.

Для скорейшего решения проблем с проветриванием вновь вводимых очистных забоев специалисты шахты предложили провести *наклонный воздухоподающий квершлаг* (НВПК) непосредственно из забоя неоконченного ствола на сбойку с 13-м южным конвейерным штреком блока № 10. Перепад глубин и длина выработки (рис. 1) предопределили угол наклона в $11^{\circ}25'$, который близок к максимально допустимому, т. е. 12° , для комбайна КСП-43.

Появление новой выработки в вентиляционной сети шахты, несомненно, улучшит работу очистных и подготовительных забоев ПАО «Шахтоуправление «Покровское». НВПК будет востребован на протяжении длительного периода времени и после прохождения стволов.

Квершлаг запроектирован по стандартам, предусмотренным для капитальной выработки, были учтены положительные и отрицательные стороны выполнения работ непосредственно из забоя ствола. К положительным моментам можно отнести значительное упрощение вопросов проветривания, доставки материалов и персонала в забой выработки, проводимой рядом со стволом.

При проходке ствола в 2014 г. на участке заложения нового квершлага сопряжение не выполнялось. Поэтому в районе «засечки» на НВПК проектом предусмотрели замену участка бетонной крепи ствола на железобетонную. Длину участка железобетонной крепи минимизировали до 7 м за счет ее усиления металлическими кольцами из профиля СВП-33 (рис. 2). На данное решение повлияло и то, что сопряжение необходимо было сооружать без буровзрывных работ, разрушая бетонную крепь и породу только с помощью отбойных молотков.

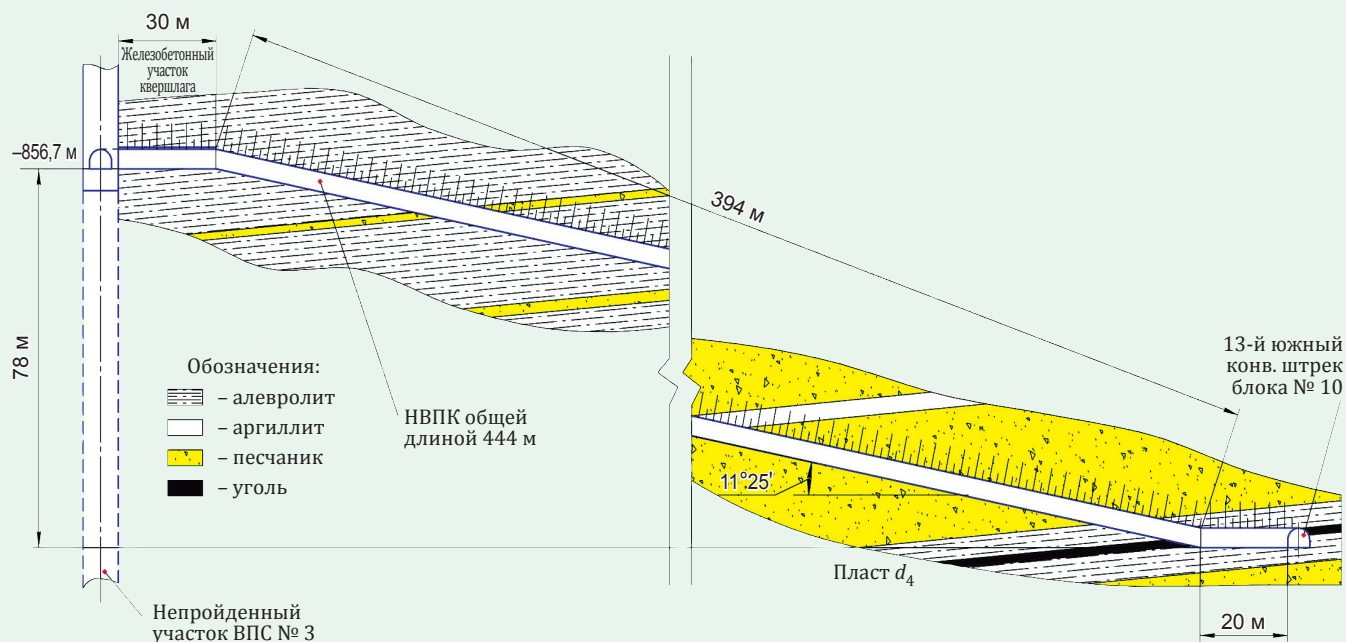


Рис. 1. Схема заложения и профиль наклонного воздухоподводящего квершлага.

В целях приближения срока начала работ в новой выработке сопряжение выполнили на уже пройденном участке ствола, для чего полностью разрушили крепь из монолитного бетона на высоту 5,5 м, сделали горизонтальную засечку глубиной 1,5 м на квершлаг и возвели крепь согласно новому проектному решению. Кроме того, также частично переоснастили ствол для комбайнового проведения НВПК (демонтаж призабойной ствовой опалубки, монтаж по стволу силового кабеля, наращивание технологических трубопроводов).

Техническая служба Донецкшахтопроходки разработала технологию монтажа комбайна КСП-43 в стесненных условиях с учетом расположения комбайна в сечении ствола и поэтапным вводом в работу его элементов.

В первой половине сентября 2014 г. комбайн КСП-43 смонтировали без питателя и перегружателя, после чего появилась возможность разрушения забоя квершлага испол-

нительным органом с ручной уборкой породы к центру ствола. По этой технологии было пройдено 2,5 м выработки, а затем к комбайну пристыковали питатель, и уборка породы стала механизированной. Дальнейшая проходка выработки в сентябре–октябре 2014 г. на 30 м (горизонтальная часть) проводилась

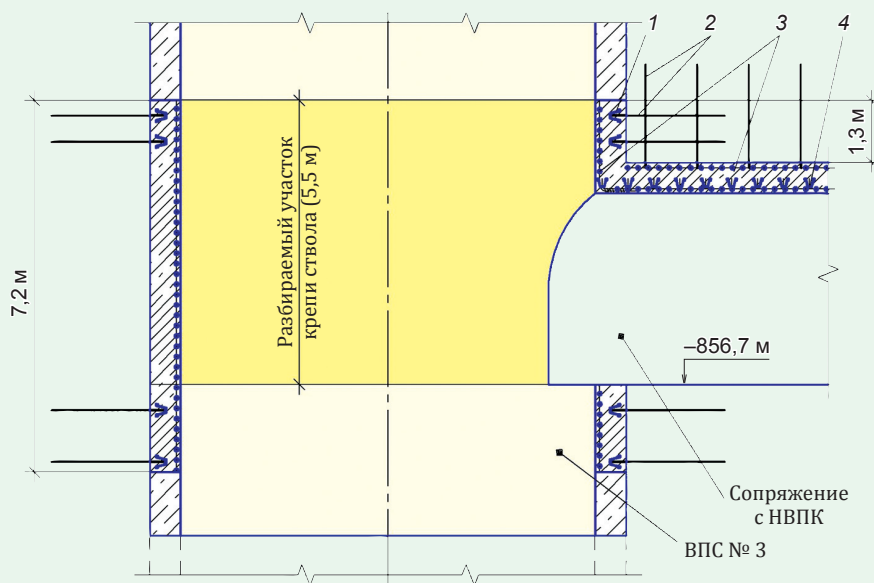


Рис. 2. Разрез по сопряжению ствола ВПС № 3 с НВПК: 1 – усиливающие кольца из профиля СВП-33; 2 – сталеполимерные анкеры длиной 2,9 м; 3 – каркас железобетонной крепи; 4 – арочная крепь выработки.

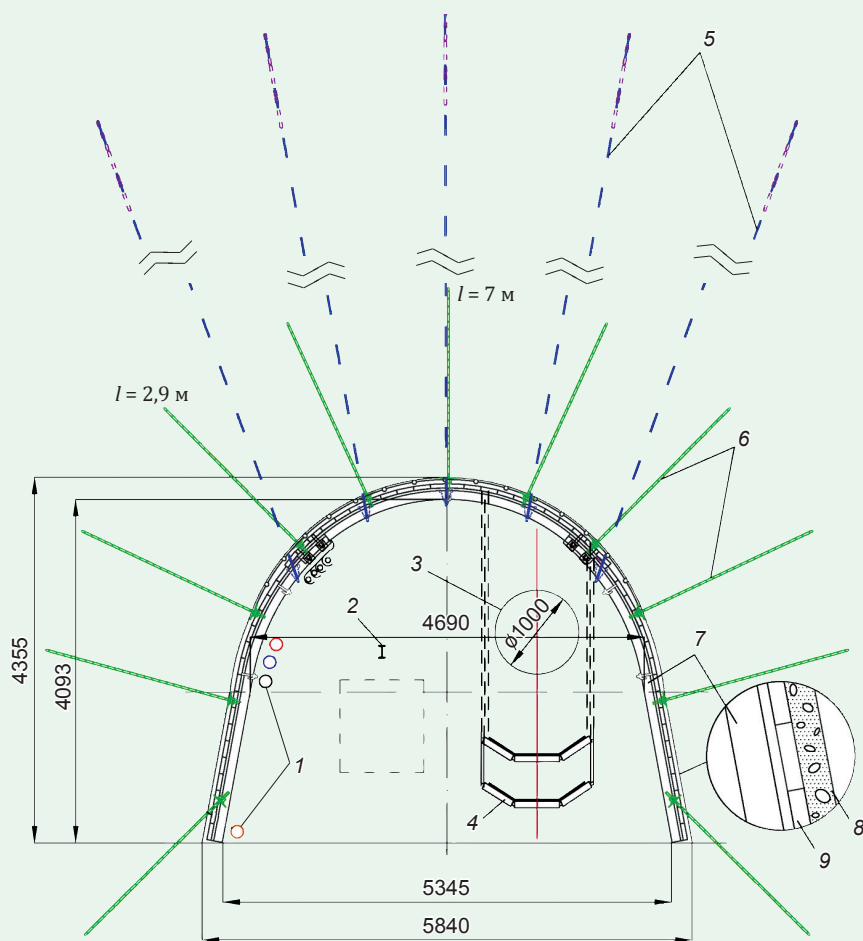


Рис. 3. Сечение НВПК в протяженной части: 1 – технологические трубопроводы; 2 – монорельсовая дорога; 3 – став вентиляции; 4 – став конвейера 1ЛТП-1000; 5 – канатные анкеры, $l = 7 \text{ м}$; 6 – сталеполимерные анкеры, $l = 2,9 \text{ м}$; 7 – арка металлокрепи КШПУ-17,7; 8 – слой забученной породы и тампонажного раствора; 9 – железобетонная затяжка.

с ежесуточным выполнением дополнительных работ по дооснащению: монтаж перегружателя, скребкового конвейера СП-202, элементов пусковой и контрольной аппаратуры, маневровой лебедки, технологических трубопроводов и т. д.

Одновременно с дооснащением и в первый месяц проведения квершлага ствол углубили на 3 м отбойными молотками, не приостанавливая при этом работы по сооружению НВПК. Это обеспечило в будущем «аккумулятор» объемом 150 м^3 для выдаваемой в ствол породы и воды.

Чтобы исключить смещение породного массива в районе нового, не предусмотренного первоначальным проектом, сопряжения,

арочную крепь на первых 30 м выработки забетонировали. Это придало конструкции необходимую несущую способность на самом уязвимом, с точки зрения геомеханики, приствольном участке. После проведения горизонтальной части квершлага горные работы приостановили на время возведения железобетонной крепи данного участка (30 м), что позволило избежать увеличения горного давления на крепь до момента приобретения ею необходимой прочности. Несоблюдение этого условия могло бы привести к преждевременной потере крепью несущей способности и необратимым деформациям. В данном случае приоритетом служило не сиюминутное достижение высоких темпов проходки, а высокое качество работ для повышения срока службы выработки, предполагая ее долгосрочную эксплуатацию.

С этой же целью проектный паспорт крепления наклонной части НВПК дополнили для усиления крепи пятью канатными анкерами длиной 7 м, которые каждые 0,5 м чередовались с одиннадцатью сталеполимерными анкерами длиной 2,9 м (рис. 3), и тампонажем закрепного пространства за железобетонной затяжкой арок цементно-песчаным раствором с отставанием от забоя не более чем 20 м [1].

Анкеры обоих типов устанавливали непосредственно у забоя выработки через каждые 0,5 м с помощью двух анкеропосадочных станков «Rambor» сразу после обнажения кровли комбайном и монтажа очередной рамы арочной крепи. Благодаря своевременной установке анкерной крепи удалось избежать значительного смещения породного массива в зоне опорного давления, что в совокупности с рамной крепью и тампонажем обеспечило

необходимую долговременную устойчивость данного вида комбинированной крепи квершлага. При проведении последних 20 м квершлага по угольному пласту d_4 повышенное внимание уделялось обязательному заземлению канатных анкеров в песчанике, расположенном в 3–4 м выше кровли пласта.

Осуществление тампонажных работ в необходимых значительных объемах (от 2,5 до 5 м³ раствора на 1 м выработки) и высокими темпами стало возможным вследствие использования стволовой схемы подачи бетонной смеси для транспортирования раствора, а также впервые успешно применили пневмонагнетатель ПН-600 для удаленных точек нагнетания. В результате процесс приготовления и доставки тампонажного раствора полностью механизировали: приготовление производилось на оборудовании приствольного бетонорастворного узла СБ-75 углубленного типа, в ствол смесь подавалась по вертикальному трубопроводу $\varnothing 168 \times 12$ мм с гасителем скорости, затем пневмонагнетателем раствор доставлялся к месту укладки в призабойную зону по трубам $\varnothing 108 \times 5$ мм на расстояние до 600 м от ствола. Благодаря этому обеспечивались необходимые средние темпы тампонажных работ – 15–20 м³ раствора в сутки на 3–4 м длины выработки. Работы выполнялись заходками длиной 10–12 м, каждая заходка тампонировалась 3–4 дня.

Отметим новизну проектного решения по противопожарной защите на период сооружения НВПК. Соблюдение требований нормативных документов [2] для условий вертикального ствола, оснащенного проходческим оборудованием, в составе которого отсутствует постоянный противопожарно-оросительный трубопровод, потребовало разработки и осуществления новых технических решений (рис. 4). В сечении ствола на расстоянии 70 м выше сопряжения с квершлагом на площадках смонтировали три бака для воды общей вместимостью 16 м³. От них вниз по стволу проложили противопожарно-оросительный трубопровод и завели в НВПК. В баках постоянно находилась вода, обеспечивая необходимое минимальное давление (0,6 МПа) в трубопроводе, проложенном в выработке. Если уровень воды в баках снижался ниже допустимого, на поверхности автоматически включался насос подкачки с подачей воды по вертикальному трубопроводу для заполнения системы. На случай пожара предусматривалась подача воды из баков в количестве 100 м³/ч в первые 10 мин после возгорания. В течение этого времени основные противопожарные насосы на поверхности смогли бы включиться в работу и своевременно подать воду для восполнения в эти же баки по ненапорному вертикальному трубопроводу и далее в выработку.

График организации работ при выполнении процессов проходческого цикла предусматривал темп проведения квершлага 90 м/мес (рис. 5). Данные темпы в породах средней крепости (алевролитах и аргиллитах крепостью $f = 4 \dots 7$ по шкале проф. Протождьяконова) выдерживались, а при пересечении крепких песчаников ($f = 7 \dots 11$) корректировались до уровня 60 м/мес.

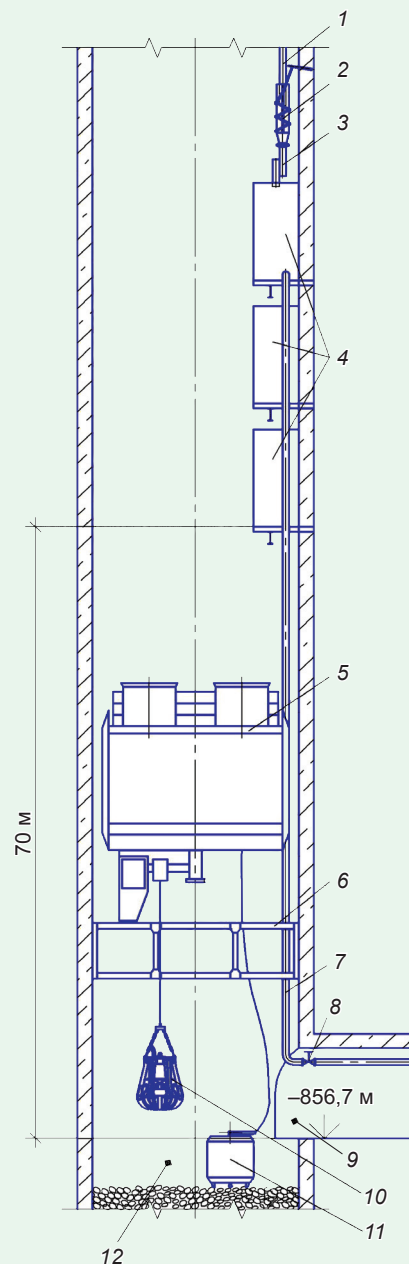


Рис. 4. Схема противопожарной защиты и уборки породы при проведении выработок со стороны ствола ВПС № 3: 1 – трубопровод $\varnothing 168$ мм для заполнения системы водой; 2 – воронка; 3 – гаситель скорости; 4 – баки для запаса воды; 5 – подвесной проходческий полок; 6 – каркас ствольной опалубки; 7 – противопожарный трубопровод $\varnothing 159$ мм; 8 – задвижка; 9 – сопряжение с НВПК; 10 – грейфер породопогрузочного комплекса КС-2у/40; 11 – бадня вместимостью 5 м³; 12 – ствол ВПС № 3.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ШАХТ

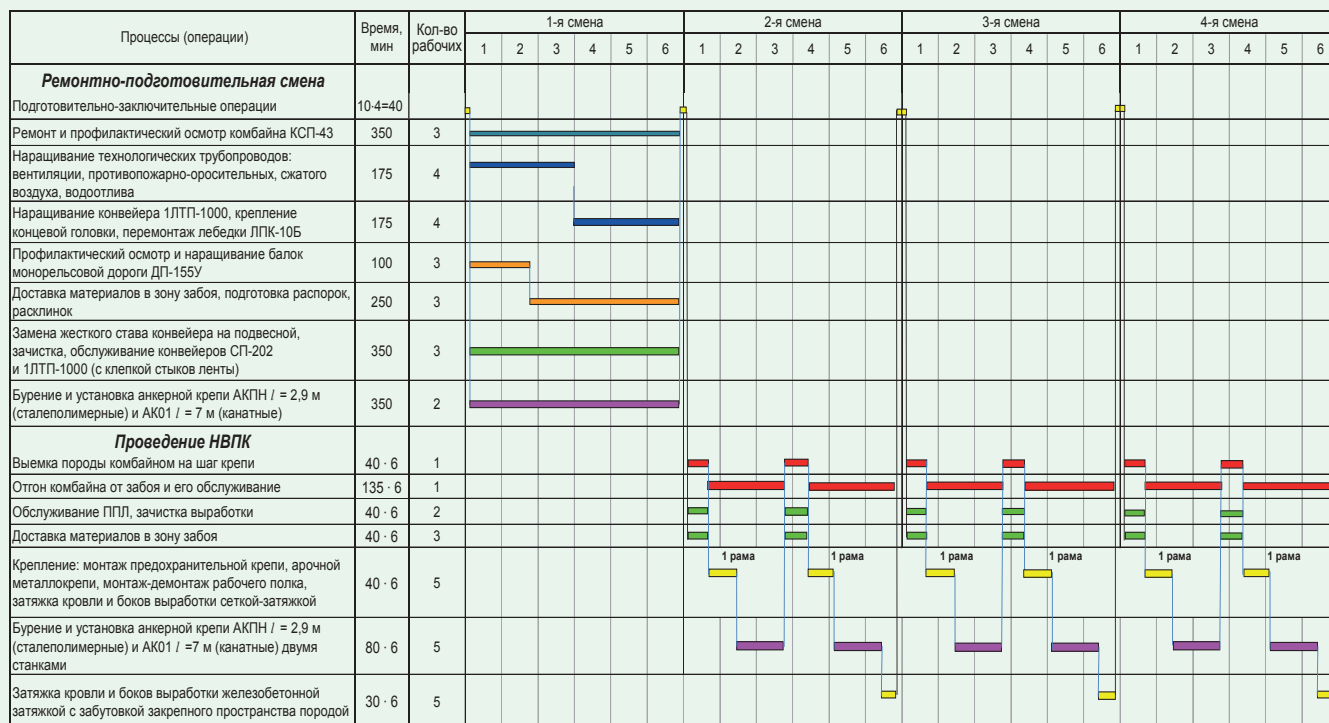


Рис. 5. График организации работ при проведении и креплении НВПК. Подвигание забоя – 3 м в сутки.

Следует отметить достаточно надежную работу комбайна КСП-43 по крепким породам: количество отказов оборудования не превысило среднестатистические показатели. Ремонт комбайна выполняли в минимальные сроки вследствие быстрого транспортирования заменяемых узлов по рядом расположенному стволу.

В период проходки квершлага благодаря строгому соблюдению паспорта крепления выработки (в основном, своевременной и качественной установке анкеров) деформации арочной крепи не наблюдались. Только в районе пикетов ПК13, ПК14 и ПК15 отмечался сдвиг ножек крепи, который сразу остановили с помощью дополнительных анкеров и канатных связей на данных локальных участках.

В феврале–марте 2015 г. во время сооружения выработки возникла организационная проблема, связанная с прекращением поставки канатных анкеров. В период вынужденного простоя инженерные службы шахтостроительной компании «Донецкшахтопроходка» и шахтоуправления «Покровское» искали решение проблемы своими силами. Была разработана новая конструкция оголовка анкера

с канатом закрытого типа, а после проведения успешных промышленных испытаний, в том числе и на выдергивание из породного массива, налажено производство анкеров из каната, бывшего в употреблении. Проходка квершлага возобновилась.

Проведение НВПК (444 м от ствола до выхода на пласт d_4 и узла сопряжения с 13-м южным конвейерным штреком) было окончено в мае 2015 г. (рис. 6). Поскольку породный целик до встречного забоя в то время составлял еще более 800 м, было принято решение проходить штрек с обеих сторон. Бригада шахтостроителей продолжила проведение теперь уже пластовой выработки навстречу проходческой бригаде шахты.

Для слабых пород Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса характерна зависимость интенсивности пучения пород подошвы от ориентировки выработки в пространстве. Эта закономерность подтвердилась и при проведении квершлага. Направление выработки было задано в самом начале работ нештатной ситуацией, однако оказалось нецелесообразным по факторам пучения (под углом к падению и к простиранию пород).

ВЕНТИЛЯЦИЯ ШАХТ

№ пп	Вид работ	Объем		Срок, мес	Месяцы 2014 г.					Месяцы 2015 г.									
		Ед. изм.	Кол-во		8-й	9-й	10-й	11-й	12-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	
1	Разрушение отбойными молотками крепи ствола в районе сопряжения с НВПК	м ³	105	0,25	■														
2	Сооружение сопряжения ствола с квершлагом отбойными молотками	м/м ³	3/90	0,5	■	■													
3	Оснащение ствола и сопряжения для проведения горизонтальных выработок	%	100	1,75		■	■	■											
4	Монтаж комбайна КСП-43	к-т	1	0,5		■													
5	Проведение наклонного воздухоподающего квершлага	м	441	7			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	Бетонирование участка квершлага, примыкающего к стволу	м ³	224	0,5			■												
7	Углубление ствола отбойными молотками	м	3	1,5			■	■											
8	Монтаж ленточных конвейеров 1ЛТП-1000 по квершлагам и штреку	к-т	2	0,4					■										
9	Монтаж системы п/п защиты в стволе	к-т	1	0,2						■									
10	Подрывка подошвы НВПК	м ³	1030	3							■	■	■						
11	Сооружение узла поворота с НВПК на 13-й южный конвейерный штрек	м	12	0,25															
12	Проведение 13-го южного конвейерного штрека	м	361	3,8															

Рис. 6. Исполнительный график работ по сооружению выработок со стороны ствола ВПС № 3 для сбойки с блоком № 10.

Это привело к необходимости параллельно с проходкой выполнять в два приема подрывку пучащих почв в объеме 1030 м³. Со временем процесс пучения замедлился, но не прекратился. В то же время при переходе с НВПК на 13-й южный конвейерный штрек (поворот выработки на 53°) и дальнейшем проведении штрека по простирацию угольного пласта пучение практически не проявлялось.

При проведении 13-го южного штрека были другие проблемы. Неспкойная гипсометрия угольного пласта d_4 («уход» пласта за пределы сечения выработки в кровлю), с одной стороны, и необходимость выдержать проектный уклон штрека по подошве выработки, с другой, стали причиной значительного увеличения высоты выработки (до 5,5 м) с вынужденным переходом на пятизвенную арочную крепь, а также возрастания объемов работ и снижения темпов. Скоростная проходка была невозможна и из-за необходимости безусловного соблюдения всех требований нормативных документов по проведению выработок по выбросоопасному пласту угля: ежедневные замеры скорости газовыделения в разведочных шпурах при прогнозе опасности

и периодическое проведение противовыбросных мероприятий (гидрорыхление пласта) с помощью специального оборудования.

Тем не менее штрек проводился темпами более 100 м/мес, что обеспечило своевременную сбойку с выработками блока № 10 по общешахтному графику 22 сентября 2015 г.

Сбоечные работы по 13-му южному конвейерному штреку были выполнены с точностью совпадения по площади сечения 95 %, что при длине теодолитного хода по поверхности в 7 км и по шахте – в 6,5 км является очень высоким показателем качества работ маркшейдерских служб шахтоуправления «Покровское» и компании «Донецкшахтопроходка». Для исключения ошибки эти ходы были пройдены дважды.

Сбойка ствола ВПС № 3 с выработками блока № 10 позволила стабильно обеспечивать шахту необходимым количеством воздуха и поднимать на более высокий уровень безопасность труда шахтеров. У шахты появился и дополнительный запасной выход, что немаловажно с учетом значительной удаленности ближайшего ствола от ВПС № 3 (6,3 км по выработкам шахты до ВПС № 2). Кроме того, уже сегодня ствол можно использовать для аварийной

подачи необходимых материалов в выработки блоков № 10, 11 и спуска-подъема ограниченного количества рабочих и инженерно-технических работников шахты.

Выводы. Организация работ по проведению НВПК и 13-го южного конвейерного штрека со стороны ВПС № 3 показала, что основные вопросы жизнедеятельности крупного угольного предприятия (вентиляция, транспорт, водоотлив, доставка персонала к месту работ и др.) безальтернативно решаются путем своевременного сооружения дополнительных вертикальных стволов на флангах шахтного поля.

В капитальных выработках, которые служат горному предприятию не одно десятилетие, повышенные первоначальные затраты, особенно связанные с дополнительным анкерным креплением, бетонированием и тампонажем, однозначно окупаются в будущем и в итоге удешевляют стоимость работ по сооружению выработки за счет отсутствия необходимости ее перекрепления. Удовлетворительное состояние НВПК подтверждает это.

Приоритетом при сооружении горной выработки остается строгое соблюдение технологии, без чего любые мощные конструкции и дополнительные расходы на современные материалы будут бесполезны. Контроль допустимого отставания от забоя НВПК: 1 м при установке анкерной крепи, 20 м при тампонаже закрепного пространства – обеспечили устойчивость кровли квершлага.

Сегодня экономические проблемы любого предприятия, связанные с поставкой зарубежных материалов и оборудования, могут быть минимизированы путем создания программы импортозамещения на различных уровнях (от шахты до государства). Для шахтостроительной компании «Донецкшахтопроходка» как единственной организации по проходке вертикальных стволов в Украине,

помимо канатных анкеров, о которых упоминалось, актуальны поставка взрывчатых веществ повышенной работоспособности, канатов закрытой конструкции и резиновой спецодежды.

Повышенные первоначальные затраты при сооружении капитальной выработки возможно значительно снизить за счет экономии (повторного использования материалов) и грамотной корректировки проектных решений. Примеры подобных решений для описанных выработок: монтаж системы противопожарной защиты в ВПС № 3 вместо постоянного трубопровода – 1300 тыс. грн; изготовление 690 канатных анкеров из бывших в употреблении канатов – 200 тыс. грн; повторное использование материалов для ленточных конвейеров и труб – 2700 тыс. грн и др.

Нештатная ситуация по строительству блока № 11 ПАО «Шахтоуправление «Покровское» (при остановке проходки ствола по объективным причинам) подтолкнула исполнителей к принятию нестандартного решения о проведении новой дополнительной выработки в ранее не встречавшихся условиях, что позволило шахте своевременно осуществить сбойку и получать необходимое количество свежего воздуха для новых очистных и подготовительных забоев. Авторы надеются, что примеры подобных нестандартных решений помогут и другим предприятиям не только «выживать» в нынешних условиях, но и наращивать производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Підземні гірничі виробки вугільних шахт. Правила виконання робіт: СОУ 10.1.00174131.004–2006. – К.: М-во вугільної пром-сті України, 2006. – 86 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
2. Правила пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України: НАПБ Б.01.009–2004. – К.: М-во палива та енергетики України, 2005. – 366 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).