Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIII, вып. 1, 1960 г.

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ

Е. А. Зимина

Большой объем работ при строительстве шахт, как известно, приходится на горные работы, причем наибольшую сложность и трудоемкость представляет проведение вертикальных стволов.

За последние годы создано много новых машин, механизмов и разных типов оборудования, позволивших значительно повысить темпы проведения горных выработок, в частности вертикальных стволов. Так, по данным Д. И. Малиованова, по угольной промышленности при увеличении объемов проходки вертикальных стволов с 5958 *м* в 1946 г. до 20 724 *м* в 1956 г. уровень механизации погрузки породы вырос с 2,3% в 1948 г. до 87,4% в 1956 г. Максимальные темпы проходки вертикальных стволов выросли с 69,4 *м* в 1946 г. до 202,1 *м* в 1955 г. 241,1 *м* в 1957 г. и 264,6 *м* в 1959 г.

Достигнутые в отдельных случаях высокие темпы проведения вертикальных стволов должны стать устойчивыми и получить широкое распространение при строительстве шахт. Для этого в первую очередь необходимо ручной труд свести до минимума, перейти к наиболее полной и комплексной механизации и обеспечить увязку между собой всех процессов проходческого цикла. Уменьшение числа проходчиков в забое даст повышение производительности труда.

Наиболее трудоемкими процессами цикла, оказывающими влияние на скорость проходки ствола, являются бурение и уборка породы (считается, что постоянное крепление совмещается с этими процессами). Относительная трудоемкость работ по бурению и уборке породы изменяется в зависимости от способа механизации уборки породы.

При применении грузчиков БЧ-1 трудоемкость работ по бурению мало отличается от трудоемкости работ по уборке породы. Например, при проходке вентиляционного ствола шахты № 5/6 им. Калинина трудоемкость работ по бурению составила 16 чел.-час., а по уборке породы тремя грузчиками БЧ-1 — 22,5 чел.-часа за цикл.

При проходке вспомогательного ствола шахты № 3 им. И. В. Сталина (Кузбасс) трудоемкость работ по бурению составила 24 чел.-час., а по уборке породы тоже тремя грузчиками БЧ-1 — 20 чел.-час. за цикл.

Освоение высокопроизводительных грузчиков КС-3 и КС-2 позволяет уменьшить число их и, следовательно, число людей в забое, занятых на уборке породы, так как вместо 3—5 грузчиков БЧ-1, которые обслуживаются 6—10 проходчиками, достаточно одного-двух грузчиков КС, которые могут обслуживаться 2—4 проходчиками, а для обслуживания

грузчика КС-2 с механическим вождением потребуется 1—2 проходчика.

В связи с уменьшением трудоемкости уборки породы число проходчиков на этой операции сокращается, а на бурении шпуров сохраняется прежним или даже возрастает (при желании сократить время на бурение). Вследствие этого увязка процесса уборки породы с процессом бурения шпуров в цикле работ усложняется. Например, при проведении вентиляционного ствола № 2 шахты Бутовская-Глубокая трудоемкость работ по бурению составила 50 чел.-час. за цикл, а погрузка породы при работе 5 грузчиков КС-3 — 30 чел.-час.

При применении грузчиков КС-2 с механическим вождением трудоемкость работ по уборке породы снизится еще больше.

Если бурением и уборкой породы будут заниматься 2—4 человека, то на бурение шпуров потребуется времени в 3 раза больше, чем на современных проходках стволов, что увеличит продолжительность цикла и снизит темпы проходки ствола.

Для сокращения времени на бурение шпуров при проходке стволов, в которых применялись грузчики КС, число проходчиков в забое на время бурения увеличивали за счет бригады крепильщиков, что является нерациональным, так как нарушаются работы на подвесном полке.

Таким образом, бурение шпуров в проходческом цикле при применении высокопроизводительных грузчиков становится узким местом.

Частичное совмещение бурения шпуров с уборкой породы не решает полностью вопрос. Невозможность точного размещения шпуров при этом снижает эффективность взрывных работ и зачастую приводит к взрыванию породы в объеме, превышающем проектный, т. е. частично взрывается порода за проектным контуром сечения ствола.

Процесс бурения шпуров в настоящее время нельзя считать процессом, полностью механизированным, так как ряд операций — замена штанг и коронок, создание осевого усилия и другие, не говоря о подготовительно-заключительных операциях, производится вручную.

Одним из направлений решения механизации бурения шпуров при проходке стволов является создание специального (складного) станка для комплектного бурения шпуров и переход на более тяжелые и производительные бурильные молотки.

Нам представляется, что такое решение не может полностью ликвидировать все недостатки бурения шпуров, имеющие место в настоящее время (спуск и подъем, установка, проверка и др.).

Кардинальным решением вопроса буровзрывных работ был бы переход на бурение скважин для взрывания пород на полную глубину ствола в период подготовительных работ.

Идея такого метода производства работ была высказана Б. И. Бокием еще в 1925 г., но в Советском Союзе она осуществлена не была. Б. И. Бокий предлагал на месте заложения ствола устанавливать несколько буровых станков, которыми с поверхности пробуривать скважины на полную его глубину. Пробуренные скважины, если они не окажутся заполненными водой, должны засыпаться на всю глубину песком. В процессе проходки ствола скважины освобождаются от песка на глубину 1,5—2 *м*, заряжаются и взрываются. После уборки породы скважины снова освобождаются от песка на глубину 1,5—2 *м* и т. д.

При таком способе бурение скважин производится в более благоприятных условиях, чем при обычном бурении шпуров в стволе, пробуриваемые скважины уточняют геологический разрез пород, которые должен пересечь ствол, и устанавливают водоносные горизонты.

Б. И. Бокием было подсчитано, что при предлагаемом способе проведения ствола на глубину 400 *м* только за счет усовершенствования организации работ темпы проведения ствола могут быть увеличены в шесть и более раз по сравнению с применявшимися ранее.

В качестве недостатка предлагаемого способа Б. И. Бокий указывал на возможное отклонение скважин при значительной их глубине от первоначального направления.

В современных условиях отклонение скважин значительной глубины от своего первоначального направления нельзя считать неизбежным и бурение их может быть осуществлено с достаточной точностью, так как имеется аппаратура для измерения кривизны скважин и средства для ее исправления в процессе бурения.

В частности, по данным А. З. Литвина, бурение скважин для замораживания на одной из шахт Голландии обеспечивалось с точностью отклонения от вертикали при глубине 350 *м* не более 0,5 *м*. При этом из 42 скважин только одна достигла такого предельного отклонения.

Очевидно, при необходимости точного бурения в больших масштабах в современных условиях возможно создать аппаратуру, которая автоматически будет устранять отклонение скважин от заданного направления.

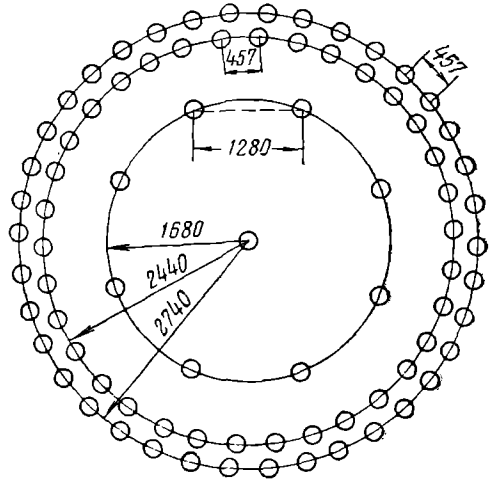


Схема расположения скважин в забое вентиляционного ствола, проводимого на одном из рудников США

Идея, высказанная Б. И. Бокием, значительно позже была осуществлена за рубежом на одном из рудников США. Вентиляционный ствол диаметром в проходке 5,48 *м* был пройден с бурением скважин для взрывных работ на полную глубину ствола (24 *м*)

Скважины диаметром 216 *мм* располагались по концентрическим окружностям радиусами 2440 и 2740 *мм* при расстоянии между скважинами 457 *мм* (см. рисунок) и на окружности радиусом 1680 *мм* при расстоянии между скважинами 1280 *мм*. Кроме того, была пробурена скважина в центре сечения ствола.

Скважины, расположенные на двух наружных окружностях, не заряжались. Они служили для лучшего оконтуривания ствола и предохранения боковых пород от разрушения. Скважины по внешней окружности бурились до известняка, залегающего в кровле угольного пласта, что обеспечивало создание уступа, на который в дальнейшем должна была опираться металлическая крепь ствола. Остальные скважины бурились до угольного пласта.

Восемь скважин, расположенных на внутренней окружности, и центральная заряжались и служили для отбойки породы. Эти скважины также бурились до угольного пласта.

Бурение скважин осуществлялось установкой «Джой Чампион», смонтированной на гусеничном ходу и применяемой обычно для вращательного бурения скважин на открытых работах. Двое рабочих бурили скважины со скоростью 106,75 *м* в смену. Скорость бурения была значительно ниже обычной, так как ствол пересекал весьма водоносные

породы. Для уменьшения притока воды в ствол была применена цементация. Пробуренная на полную глубину скважина заполнялась измельченным известняком.

После того как все скважины были пробурены и заполнены известняком, производилась выемка породы. Верхний слой мягкой породы на глубину 3,65 *м* был вынут с помощью двухлопастного грейфера емкостью 1,53 $м^3$.

В породах, которые требовали применения взрывных работ, скважины от известняка очищались сжатым воздухом на глубину 3,05 *м*, а затем заряжались и взрывались. Время очистки каждой скважины занимало 2 мин.

Очистка скважины осуществлялась в два приема. Сначала очищалась скважина на глубину примерно 1 *м* сжатым воздухом, поступавшим по шлангу диаметром 25,4 *мм* и трубе диаметром 19 *мм*, вводимой в скважину. Затем сжатый воздух перекрывался, и шланг диаметром 25,4 *мм* заменялся шлангом диаметром 50 *мм*, а труба диаметром 19 *мм* — трубой диаметром 38 *мм* и длиной 3,66 *м*. После того как воздух снова пускался, а трубопровод диаметром 38 *мм* опускался в скважину, известковая засыпка удалялась на глубину 3,05 *м*.

Очищенные скважины заряжались взрывчатыми веществами и взрывались все девять одновременно. Расход ВВ на одну скважину при первой заходке глубиной 3,05 *м* составлял 5,67 *кг*, во всех последующих заходках заряд в скважинах такой же глубины был удвоен. Порода оказалась хорошо раздробленной без повреждения стенок ствола, которые почти не приходилось обирать.

Уборка породы производилась двухлопастным грейфером.

Ствол был пройден при минимальном задалживании людей: два бурильщика, три уборщика породы и два взрывника, производившие заряжание и взрывание в течение 1,5 часа в каждую смену.

Подвигание забоя составляло 2,9 *м* за 7,5-часовую смену, не считая времени, затраченного на первоначальное бурение. Цикл работ начинался с погрузки породы, которая взрывалась в конце предыдущей смены. Затем очищались скважины на следующую заходку 3,05 *м*, заряжались ВВ и взрывались. В конце смены откачивалась насосом вода.

На основании опыта проведения ствола указанным способом на глубину 24 *м* американские инженеры рекомендуют:

1) заполнять пробуренные скважины песком вместо известковой засыпки, так как известняк слеживается, вследствие чего скорость очистки скважины снижается;

2) при наличии значительного притока воды цикл работ начинать с очистки скважины, затем производить заряжание, взрывание и уборку породы в конце смены, не оставляя ее на ночь; откачка воды может производиться между сменами, при этом грейфер будет грузить сравнительно сухую породу, в то время как при применявшемся графике работ отбитая порода оказывалась насыщенной водой;

3) в некоторых случаях упразднять наружный незаряжаемый ряд скважин; при этом должно быть установлено расстояние наружных за контуром скважин от стенки ствола, при котором боковые породы за контуром сечения ствола не разрушались бы;

4) рассматриваемый способ использовать при проходке глубоких стволов большого поперечного сечения.

На основании описанного американского опыта можно не сомневаться в возможности осуществления проходки ствола при бурении скважин для взрывания сразу на полную глубину ствола. При этом появляются следующие преимущества:

1. Бурение скважин может производиться в подготовительный период строительства шахты, что приведет к сокращению продолжительности цикла и соответственно к увеличению темпов проходки ствола и сокращению сроков строительства шахты.

2. Сокращение числа проходчиков, работающих непосредственно в забое, и, следовательно, повышение производительности труда и безопасности работ.

3. Установление точного гидрогеологического разреза, что безусловно приведет к повышению качества работ.

4. Возможность использования периферийных скважин для цементации пород при значительных притоках.

При существовавшей до настоящего времени технологии предварительного тампонирования пород это мероприятие могло вызвать возражение, так как после тампонирования зоны 10—15 *м* скважины приходилось перекрывать на 20—25 часов. В течение этого времени тампонажный раствор успевал затвердевать, скважины приходилось разбуривать на затампонированном участке и углубляться в следующую зону. Эта операция вызывала много дополнительного времени, увеличивая срок тампонажных работ и расход тампонажного материала, в частности цемента.

По данным К. М. Завадовского, при производстве тампонирования пород при проходке стволов на шахтах Львовско-Волынского бассейна на глубину 160 *м* при общей длине всех скважин 3900—4500 *м* перебур на один ствол составлял 22 500—47 500 *м*, а дополнительный расход цемента — 280—400 *т*.

Циркуляционный способ тампонирования пород по ряду причин не получил распространения и не может быть рекомендован.

В настоящее время М. Н. Шкабара (ВНИИОМШС) разработана новая технология тампонажа горных пород с дневной поверхности. При этом способе в скважины диаметром 200 *мм* опускаются до тампонируемой зоны трубы диаметром 75 *мм*, по которым нагнетается тампонажный раствор. Устье скважины перекрывается сальником. Водяной столб в скважине оказывает противодавление и не допускает поднятия тампонажного раствора, имеющего большой удельный вес, выше тампонируемой зоны. Таким образом, необходимость последующего перебуривания скважин отпадает.

При отсутствии в верхнем участке скважины воды, она нагнетается в скважину насосом до тех пор, пока манометр не покажет наличия в скважине давления.

5. При осуществлении производства буровзрывных работ и уборке породы с помощью грейферных агрегатов типа КН-6,5; КПГА-1 или КС-2 число проходчиков, работающих непосредственно в забое, значительно сокращается, что повысит производительность труда и безопасность работ.

6. Ряд незаряженных скважин по проектному контуру сечения ствола предохраняет от нарушения массив пород за контуром сечения ствола, что будет благоприятствовать повышению устойчивости ствола.

Это предположение основано на практике добывания с помощью взрывных работ облицовочных материалов, например гранитных блоков. В последнем случае по контуру блока пробуривается ряд незаряжаемых скважин, назначением которых является ограждение массива (соседнего блока) от распространения в нем трещин, возникающих при взрыве. Расстояние ряда заряжаемых скважин от незаряжаемых обычно принимается равным 200 *мм*, при этом между соседними блоками образуются целички шириной 200 *мм*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокий Б. И. Пути развития каменноугольной промышленности Донецкого бассейна. «Уголь и железо», 1925, № 1.

2. Завадовский К. М. Проходка шахтных стволов в условиях Львовско-Волынского бассейна. Углетехиздат, 1957.

3. Калмыков Е. П. Скоростная проходка вертикальных стволов угольных шахт. Углетехиздат, 1957.

4. Шкабара М. Н. Пути ускорения проходки шахтных стволов в обводненных условиях Луганского района. (Доклад на научно-технической конференции по скоростному строительству шахт в Луганске, 22—24 апреля 1958 г.).

5. „The New in Shaft-Sinking" Coal Age, № 4, 1955. стр. 74—75.

6. Experience with Large Rotary Drills. Mining Congress Journal, № 10, 1954, стр. 29—32.