

УДК 622.1:622

## ЦЕНТРИРОВАНИЕ И ОРИЕНТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ГЛУБОКИХ ШАХТ

**Беженцев В. И., Дроздова Н. А., Киселев Н. Н., Феофанов А. Н.**  
(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

*Розроблено нові способи з'єднувальних зйомок глибоких шахт, що забезпечують якісний контроль роботи обладнання технологічного комплексу шахти.*

*New methods of instrumental survey of deep mines that provide qualitative control of equipment of mine production facilities are developed.*

Развитие и становление горнодобывающей промышленности проходило в несколько этапов: от использования простейших инструментов на шахтах мелкого заложения до применения высокотехнологического оборудования в проходческих и добычных участках на глубинах 1000–1600 м. При этом эксплуатация современного угольного предприятия с большими шахтными полями и глубокими фланговыми стволами, расположенными на 5–6 км от главных, требует высокой точности проведения маркшейдерских работ [1].

Добыча полезного ископаемого подземным способом, имеет свои особенности, заключающиеся, главным образом в наличии технологической связи подъемного оборудования, расположенного на поверхности и в горных выработках рабочих горизонтов.

Известно, что строительство и эксплуатация угольной шахты, отдельных её блоков и глубоких горизонтов, осуществляется на основе проекта, разработанного в системе координат осей стволов шахты. Перенос проектных осей с чертежей в натуру осуществляется маркшейдерской службой путём закрепления их

пунктами на промплощадке и в капитальных горных выработках. От этих исходных пунктов создают подземную опорную маркшейдерскую сеть методом соединительных съемок, которые предусматривают установление геометрической связи между опорными сетями на поверхности и в шахте.

Соединительные съемки относятся к числу наиболее ответственных маркшейдерских работ, поэтому их выполняют с высокой точностью и надежно контролируют. Ориентирование по вертикальным горным выработкам производят специальными способами, которые подразделяются на геометрические и физические.

При использовании геометрических способов применяют отвесы, опущенные в вертикальные стволы шахты для определения координат точек и дирекционного угла стороны подземной съемки. Критерием точности передачи отметки является сравнение расстояний между отвесами на поверхности и в шахте. Этот способ используют редко, как правило, при малой глубине рабочих горизонтов (до 500 м) [2].

Существенный недостаток соединительных съемок с помощью отвесов – низкая точность передачи координат и дирекционного угла с поверхности в шахту, поскольку на отвес, изготовленный из проволоки, в стволе действует ряд факторов, которые отклоняют его от вертикали. Это, прежде всего, одностороннее движение воздуха в стволе, обильный капеж, переменное давление, воздействие температуры, гравитационные силы и электромагнитное поле.

Горизонтальная соединительная съемка с применением гироскопа состоит из двух независимых частей: передачи дирекционного угла исходной стороны с точностью 20" и проектирования координат точки с поверхности в шахту с помощью качающегося отвеса. Гироскопический способ горизонтального ориентирования подземных маркшейдерских сетей рекомендуется во всех случаях. В нем используется свойство оси маятникового гироскопа совершать гармонические колебания около положения равновесия, совпадающего с плоскостью астрономического меридиана точки, в которой установлен прибор.

Практическая ценность указанного ориентирования заключается в том, что на любой глубине, в любой выработке шахтного поля, на любом удалении от стволов можно с высокой точностью найти дирекционный угол одной или нескольких сторон маркшейдерской опорной сети. Это предопределило применение соединительной съемки с опусканием в ствол одного отвеса для определения координат  $X$  и  $Y$  начальной точки подземного полигона.

Передача отметок на горизонты от 500 до 1600 м осуществляется одним качающимся отвесом. Известно, что точка на горизонте не лежит на одной вертикальной прямой с точкой, расположенной на поверхности. Это обязывает маркшейдеров выполнять трудоемкие измерения в стволе для определения среднего положения отвеса на рабочем горизонте. Для закрепления отвесов в точке среднего положения применяют обычно центрировочную (проектировочную) тарелочку [3, 4].

В производственных условиях задачи центрирования и ориентирования решаются в такой последовательности. С помощью отвеса традиционным способом выполняют проектирование точки с поверхности в шахту [2]. Ориентирование исходной стороны подземной опорной маркшейдерской сети производят гироскопическим способом. Особенно широко его используют на предприятиях, имеющих большие шахтные поля.

На глубоких шахтах координаты  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  передают по вертикальным стволам проволочными качающимися отвесами и глубиномерами ДА-2. При этом недостатком является отсутствие в нормативных документах способа определения погрешности координат  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ .

Известно, что приборы и средства измерения должны периодически подвергаться метрологическому обследованию [5]. Измерения нельзя считать законченными, пока не дана оценка их точности. В результате измерений нужно получить два ряда чисел, значение физических величин и оценку их точности, что достигается при определённых условиях метрологического обследования приборов на поверхности. Для некоторых маркшейдерских приборов, применяемых в глубоких стволах (например, глубино-

мер ДА-2 и проволочный отвес), такая поверка не проводится, т.к. нет эталона для сравнения.

В силу производственной необходимости маркшейдер работает с приборами, которые не подлежат метрологическому обследованию на поверхности. К таким приборам относятся ДА-2, ПМ4 и ПМ11, предназначенные для измерения глубины ствола от 500 до 1600 м. С 1980 г. ДА-2 не выпускается из-за несовершенства считывающего устройства и невозможности выполнения метрологических поверок, приближенных к шахтным условиям, что относится и к ПМ4 и ПМ11. Заменить проволочные глубиномеры нечем, так как нет специальных маркшейдерских приборов передачи высоты в шахту. Требовалось найти выход из сложившейся ситуации. Для этого маркшейдеры удлиннили проволоку ДА-2 до 1300 м и измеряют глубину стволов, между которыми должны проводиться выработки встречными забоями, одним и тем же прибором ДА-2. В этих условиях ошибка при измерении на одной шахте не влияет на точность смыкания встречных забоев выработок [6].

При консервации и закрытии шахт возникла необходимость устройства водоспускных выработок с высокой точностью в вертикальной плоскости, иначе может «зависнуть» значительный объем воды в старых выработках. Это объясняется тем, что уровень затопления выработанного пространства по каждому пласту определен недостоверно. Вода из затопленных выработок может проникать на действующие горизонты. В связи с этим понадобилось разработать современные приборы и методику измерения глубины стволов, передачи высотных отметок с поверхности на глубину величины подъемного каната.

УкрНИИМИ разработал способы, новизна которых заключается в том, что проектирование точек и передача высотных отметок с поверхности в выработки осуществляется на любую глубину без присутствия в стволе маркшейдера и без измерительных проволочных приборов. Кроме того, исключается устройство настила на поверхности и рабочем горизонте, трудоемкая работа по спуску в шахтный ствол и подъему отвесов и глубиномера. Простота серийного оборудования, несложность измерений обеспечивают высокую точность, производительность и безопасность.

Новый способ передачи координат  $X$  и  $Y$  с поверхности на рабочий горизонт заключается в том, что в качестве координато-передающего элемента вместо отвеса предлагается использовать проводники армировки ствола следующим образом. На нулевой площадке шахтного ствола и рабочего горизонта на проводнике наносят метки. Координаты метки находят на поверхности обычным способом. Затем с помощью профилирующей станции СИ вычисляют отклонение проводника от вертикали на рабочем горизонте, а также координаты метки в шахте. Далее методом при-мыкания определяют координаты  $X$  и  $Y$  на поверхности и передают их в шахту с армировки на подземную опорную сеть [7].

Использование предполагаемого способа передачи координат точек с поверхности на глубокие горизонты снижает трудоемкость маркшейдерских работ, сокращает на порядок затраты времени, повышает безопасность. Опытная проверка способа выполнена при строительстве горизонта 950 м шахты им. Гагарина. Точность положения начального пункта опорной сети на рабочем горизонте получена в пределах, предусмотренных Инструкцией [2].

Способ передачи высотной отметки в шахту на большие глубины заключается в том, что вместо традиционного проволочного глубиномера, предусматривающего спуск по стволу мерной проволоки с грузом, в качестве измерительного инструмента используется движущийся канат подъемной машины. Высотная отметка передается следующим образом (рис. 1) [8].

В надшахтном копре 1 формируют стационарную эталонную базу. Для этого параллельно канату 2 подъемной машины на участке между подшкивной 3 и нулевой 4 площадками натягивают компарированную рулетку 5. Напротив нее в створе каната 2 устанавливают на подшкивной площадке нивелир 6 и мерную рейку 7, а на нулевой площадке – нивелир 8 и мерную рейку 9 расположенную на исходном репере. Рулеткой 5 с помощью реек 7 и 9 измеряют расстояние между осью нивелира 6 на площадке 3 и осью нивелира 8 на площадке 4 с учетом правок на компарирование и температуру. Верхнюю  $Mп$  и нижнюю  $Mп-1$  точки сформированной таким образом эталонной базы  $L$  переносят на канат подъемной машины.

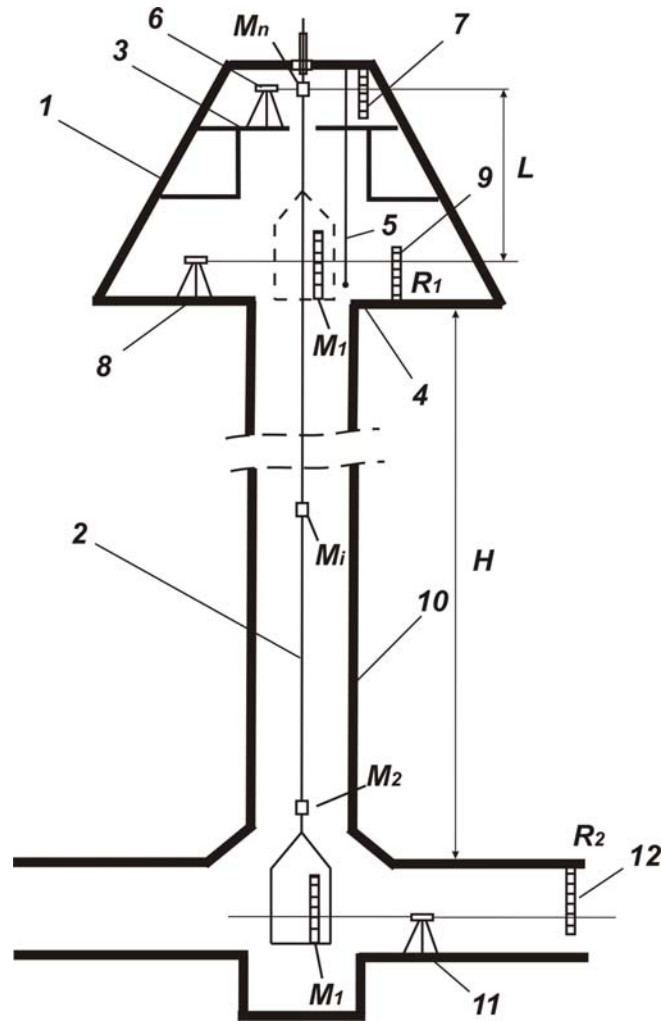


Рис. 1. Способ передачи высотной отметки в шахту по подъемному канату

По мере перемещения каната 2 в ствол 10 эталонную базу  $L$  пошагово переносят на канат. Глубину ствола  $H$  определяют по формуле:

$$H = \sum L \pm \sum d, \quad (1)$$

где  $d$  – домеры в копре и стволе.

Передачу высотной отметки в стволе на горизонт осуществляют нивелиром 11 на рейку 12 через самую нижнюю метку в клету на репер  $R_2$ .

В соответствии с Инструкцией [2] маркшейдерская опорная сеть является геометрической основой шахты для ориентирования и центрирования горных выработок и технологического оборудования, расположенного в подземных условиях и на поверх-

ности шахты [9], и решения горно-геологических задач, связанных с разработкой угольного месторождения.

Для построения опорных маркшейдерских сетей на глубоких шахтах рекомендуем следующее:

- наземная геодезическая сеть на территории горного отвода шахты должна обеспечивать требуемую точность определения исходных пунктов подземной маркшейдерской сети на момент их закладки [10];

- координаты и дирекционные углы с поверхности на глубокие горизонты следует передавать по методике УкрНИМИ [7, 8];

- постоянные пункты подземных маркшейдерских сетей необходимо закладывать так, чтобы сохранить неизменным их положение в пространстве не менее срока существования выработки, где они заложены [10];

- инструментальные измерения выполнять существующими и перспективными моделями измерительных приборов;

- точность определения координат пунктов должна соответствовать требованиям современного горного производства.

В соответствии с Инструкцией [2] на большинстве шахт Донбасса необходимо произвести повторные измерения для определения координат подходных пунктов на поверхности и в выработках от государственной геодезической сети, пункты которой частично уничтожены или к ним нет подхода. В этих случаях целесообразно использовать спутниковую геодезию [11].

## **ВЫВОДЫ**

УкрНИМИ разработал новые беспроводные способы передачи координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  на глубокие горизонты шахт, которые обеспечивают высокую точность проведения горных выработок, ориентирование и центрирование технологического комплекса шахты. Данные способы являются дополнением КД 1206203-2000.

## СПИСОК ССЫЛОК

1. Правила технічної експлуатації вугільних шахт. Видання офіційне. Стандарт Мінуглепрому України. – Київ, 2006. – 303 с.
2. КД 12.06.203-2000 Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах. Інструкція: Затв. Мінпаливенерго України 12.12.00. – Донецьк: «АЛАН», 2001. – 264 с.
3. Оглоблин Д.Н., Герасименко Г.И. и др. Маркшейдерское дело. Изд-во II перераб. и доп. – М.: Недра, 1972. – 584 с.
4. Борщ – Компанец В.И., Навитный А.М., Кныш Г.М. Маркшейдерское дело. Изд-во II перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 397 с.
5. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 11 лютого 1998 р. // Відомості Верховної Ради України – 1998 - № 30–31, ст. 194 (175 – IV від 15.06.2004 р.).
6. Беженцев В.И., Полосьмак В.Н. Новые условия и способы маркшейдерских работ в шахтном строительстве // Уголь Украины. – 2000. – № 2.
7. Спосіб передачі координат точок з поверхні на робочий горизонт [Текст]: пат. 16782 Україна: МПК (2006) E21D 1/00 / Беженцев В.И., Камбурова Л.О., Кисельов М.М., Філатов В.Ф.; заявитель и патентообладатель УкрНДМІ НАНУ. – № U200602837; заявл. 16.03.2006; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8. – 8с.
8. Спосіб передачі висотної відмітки [Текст]: пат. 15618 Україна: МПК (2006) E21B 47/04, E21D1/00 / Анциферов А.В., Тіркель М.Г., Кисельов М.М., Беженцев В.И., Філатов В.Ф. Полосьмак В.М.; заявитель и патентообладатель УкрНДМІ НАНУ. - № U200512476; заявл. 23.12.2005; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7. – 6 с.
9. Спосіб орієнтування шахтної підьомної установки [Текст]: пат. 19534 Україна: МПК (2006) E21L1/00 / Беженцев В.И., Кисельов М.М., Філатов В.Ф.; заявитель и патентообладатель УкрНДМІ НАНУ. - № U 200607396; заявл. 03.07.2006; опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12. – 4 с.



10. Беженцев Д.А., Беженцев В.И. Влияние маркшейдерских работ на безопасность труда в угольных шахтах // Уголь Украины. – 2009. – № 11.
11. Маркшейдерия: Учебник для вузов / Под ред. Певзнера М.Е., Попова В.Н. Изд-во Московского государственного университета. – М., 2003. – 419 с.