

УДК 622.24

И. А. Юшков, канд. техн. наук; **А. Е. Петраков**

Донецкий национальный технический университет, Украина

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БУРОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БУРЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Рассмотрена методика расчета профиля восстающей криволинейной скважины, пробуренной из подземной горной выработки. Описана конструкция и принцип действия бурового снаряда для бурения с заданной кривизной профиля скважины.

Ключевые слова: *подземное бурение, восстающая скважина, профиль, радиус искривления, отклонитель непрерывного действия.*

Современное состояние подземного бурения в угольных шахтах характеризуется отсутствием цельного технического и организационного подхода к его проведению.

Значительное количество буримых из подземных выработок скважин предназначено для предварительной дегазации, схема которой зависит от системы разработки угольных пластов и проводится как по углю, так и вмещающим породам. Это в свое время обусловило использование для бурения дегазационных скважин геологоразведочных станков и инструмента, не вполне подходящих для шахтных условий, особенно в условиях бескернового бурения восстающих скважин. По-прежнему открытыми остаются вопросы, составляющие как техническую, так и технологическую основу методики подземного бурения.

Современное зарубежное буровое оборудование для дегазации высокопроизводительное, но его закупка и массовое внедрение в значительной степени сдерживаются высокой стоимостью и затратами на обслуживание и ремонт.

Выходом из сложившейся ситуации в настоящий момент может стать внедрение ранее разработанных технических средств и технологий, не реализованных в силу ряда причин экономического и организационного характера. В 80–90-х годах прошлого века на кафедре технологии и техники геологоразведочных работ Донецкого политехнического института (ныне ДонНТУ) совместно с Тематической экспедицией ПО «Укруглегеология» проводили научно-исследовательские работы по разработке и внедрению в производство бурового оборудования и инструмента для подземного бурения скважин. Были созданы инклинометр оперативного контроля положения скважины ИОШ, гидравлический ориентатор бурового снаряда ОГШ, отклонители разового (СНБ-2Р) и непрерывного (ОНДГ) действия и другие технические средства направленного бурения [1].

В настоящий момент в ДонНТУ проводятся работы по созданию модернизированных образцов бурового инструмента на основе существующих конструктивных схем.

При бурении скважин из подземных горных выработок преобладает восстающее их направление, сочетающее прямолинейные и криволинейные участки. Непосредственно скважины в зависимости от горно-геологических условий залегания дегазируемого пласта и условий забуривания могут быть как плоско- так и пространственно-искривленными. Скважины, буримые из подземных горных выработок, могут профилироваться по простиранию пласта при его горизонтальном залегании, восстанию и падению пласта. Исходя из особенностей размещения бурового оборудования дегазационная скважина должна иметь криволинейный и прямолинейный участки, причем прямолинейная часть скважины быть параллельной горной выработке [2].

Схема для расчета параметров профиля скважины при горизонтальном залегании пласта показана на рис. 1.

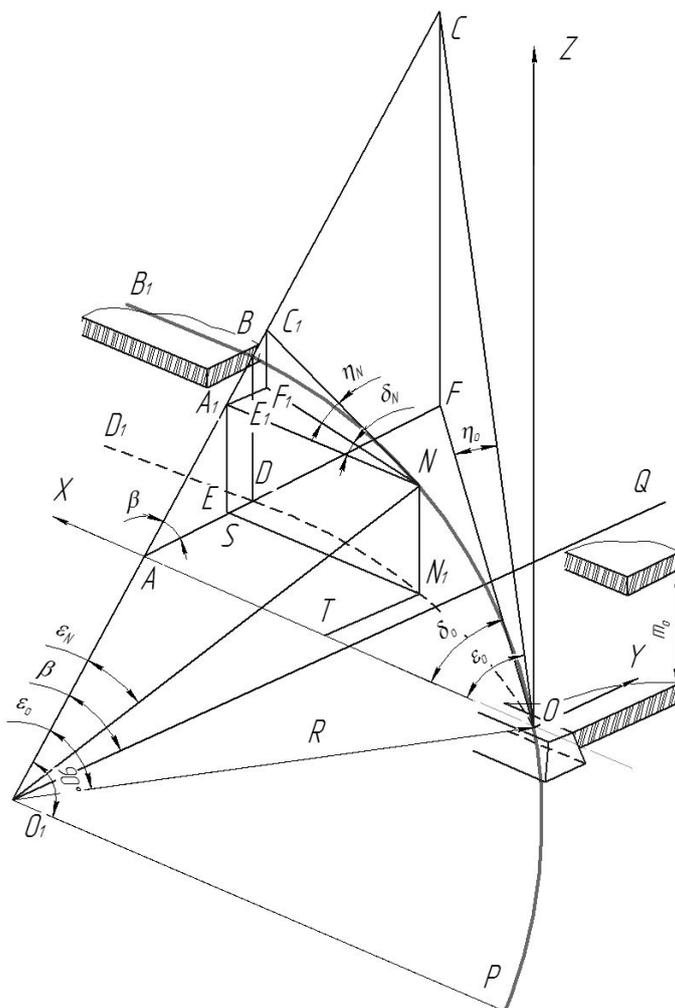


Рис. 1. Схема для расчета плоско-пространственного профиля скважины

Строго горизонтальное залегание пласта встречается редко, но описание такой схемы является общим случаем, необходимым для рассмотрения частных случаев профилирования скважины.

Для определения параметров плоско-пространственного профиля скважины приняты следующие условия (см. рис. 1).

1. Скважина искривляется по дуге O_1B окружности заданного радиуса R .
2. Точка забуривания скважины O находится на штреке на уровне кровли разрабатываемого пласта.
3. В точке B входа в дегазируемый пласт (верхний по схеме) скважина горизонтальная.
4. Межпластовая мощность составляет m_0 .
5. Касательная к скважине в точке B , т. е. прямолинейный участок скважины BB_1 , параллелен оси штрека OA .
6. Задано расстояние $AD = S$ от оси штрека OA до горизонтальной проекции DD_1 прямолинейного участка скважины.
7. Дуга PB является четвертью окружности, плоскость PO_1Q горизонтальная, CO_1Q вертикальная, плоскость окружности наклонена к горизонтальной под углом β .
8. Приняты координатные оси XYZ с центром в точке забуривания, указанные на схеме направления – положительные.

9. Кривая ODD_1 является проекцией оси скважины на горизонтальную плоскость.

Исходя из построенной схемы профиля координаты точки входа скважины в пласт определяются так:

$$Z_B = BD = m_0;$$

$$Y_B = AD = S.$$

Абсцисса точки B равна AO . Из треугольника AO_1O получаем

$$X_B = R \sin \varepsilon_0. \quad (1)$$

Также $\cos \varepsilon_0 = \frac{O_1A}{R}$, где $O_1A = O_1B - AB = R - AB$.

Из треугольника ABD имеем

$$AB = \sqrt{BD^2 + AD^2} = \sqrt{m^2 + S^2}.$$

Отсюда

$$\cos \varepsilon_0 = \frac{R - \sqrt{m^2 + S^2}}{R}$$

и, следовательно,

$$\varepsilon_0 = \arccos \frac{R - \sqrt{m^2 + S^2}}{R}. \quad (2)$$

Очевидно, угол $COA = \varepsilon_0$.

Угол наклона плоскости скважины к горизонту определяется по формуле:

$$\beta = \arctg \left(\frac{m_0}{S} \right) \quad (3)$$

Рассмотрение пирамиды $ACFO$ с вершиной в C , грани которой являются прямоугольными треугольниками, показывает, что

$$\frac{\operatorname{tg} \delta_0}{\operatorname{tg} \varepsilon_0} = \frac{AF}{AC} = \cos \beta,$$

$$\frac{\operatorname{tg} \eta_0}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{AF}{FO} = \sin \delta_0,$$

где η_0 – угол наклона скважины при забурировании, δ_0 – угол разворота скважины от оси штрека.

Таким образом, получаем:

$$\delta_0 = \arctg(\operatorname{tg} \varepsilon_0 \cos \beta); \quad (4)$$

$$\eta_0 = \arctg(\operatorname{tg} \beta \sin \delta_0). \quad (5)$$

Для проектирования профиля скважины необходимо определить координаты любой точки N скважины, расположенной на длине l_N от устья, угол наклона η_N скважины в этой точке и разворот ее относительно оси штрека δ_N . Последний определяет азимутное направление скважины, так как азимут штрека известен.

Проанализировав построения связанные с произвольной точкой N (треугольников A_1C_1N , A_1F_1N , F_1C_1N) приходим к выводу, что они аналогичны построениям точки O , причем положение точки N зависит от центрального угла ε_N :

$$\varepsilon_N = \varepsilon_0 - \left(\frac{57,3 l_N}{R} \right), \quad (6)$$

где l_N – длина скважины от устья до точки N .

Тогда

$$\operatorname{tg} \delta_N = \operatorname{tg} \varepsilon_N \cos \beta, \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \eta_N = \sin \delta_N \operatorname{tg} \beta. \quad (8)$$

Координаты точки N

$$X_N = OT = AO - AT = AO - A_1N,$$

$$Y_N = TN_1 = AE = AD - ED,$$

$$Z_N = NN_1 = A_1E.$$

При этом из геометрии профиля получим

$$A_1N = R \sin \varepsilon_N,$$

$$ED = A_1E_1 = A_1B \cos \beta,$$

$$A_1B = R - R \cos \varepsilon_N,$$

$$ED = (R - R \cos \varepsilon_N) \cos \beta,$$

$$A_1E = AE \operatorname{tg} \beta.$$

С учетом геометрических преобразований получаем

$$X_N = R(\sin \varepsilon_0 - \sin \varepsilon_N); \quad (9)$$

$$Y_N = S - R \cos \beta(1 - \cos \varepsilon_N); \quad (10)$$

$$Z_N = [S - R \cos \beta(1 - \cos \varepsilon_N)] \operatorname{tg} \beta = m_0 - R \sin \beta(1 - \cos \varepsilon_N) \quad (11)$$

Используя формулы (1)–(11), можно получить все данные, необходимые для проектирования скважины, построения ее проекций и контроля за фактическим положением.

К настоящему моменту на кафедре ТТГР ДонНТУ разработана и тестируется программа расчета на ПЭВМ, позволяющая выполнять профилирование скважины для случаев бурения по горизонтальному пласту, восстанию и падению пласта.

При бурении криволинейных участков дегазационных скважин целесообразно применять отклонители непрерывного действия с фиксированным значением обеспечиваемого радиуса кривизны R . Для этих целей разрабатывается многофункциональный буровой комплекс для ориентирования и бурения направленных скважин.

Конструктивно комплекс включает два основных блока: ориентирующий и отклоняющий (рис. 2).

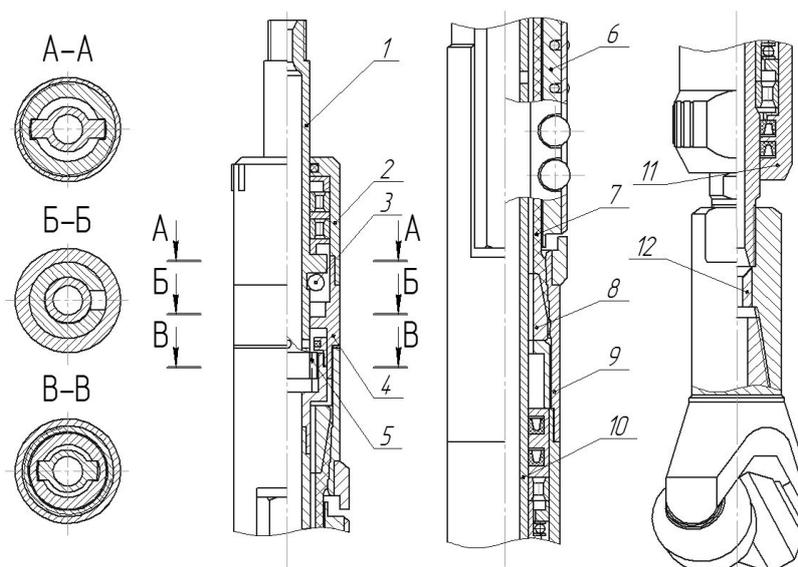


Рис. 2. Буровой комплекс направленного бурения

В качестве основы ориентирующего блока использовали систему шарикового ориентатора, в целом аналогичную ориентатору серии ОГШ конструкции ДПИ [3]. Отклоняющая система комплекса представляет собой усовершенствованный отклонитель с гидромеханическим распором спроектированный на основе отклонителя ОНДГ-93МР конструкции ДПИ и ПО «Укруглегеология» [4].

Распорный блок состоит из корпуса камеры 9 с ползуном 6, выходящим за габариты

корпуса под действием расширяющейся резиновой камеры 7, охватывающей вал – трубу 10. В теле трубы выполнено отверстие, сообщающееся с внутренней полостью резиновой камеры. Концы резиновой камеры 7 закреплены в корпусе 9 с помощью конусов 8. Ползун 6 снабжен набором роликов 14, которые при выдвигении ползуна контактируют со стенкой, удерживая корпус отклонителя от поворота. Предельный выход ползуна ограничен упорами 15, закрепленными на корпусе камеры с помощью винтов и свободно расположенными в пазах ползуна.

К корпусу камеры присоединен корпус подшипников 11, где размещен блок упорных шарикоподшипников 16 и радиальных роликоподшипников 17. Для предотвращения утечки промывочной жидкости в корпусе 11 установлены манжеты 18. Поверхность корпуса 11 выполнена в виде эксцентричной втулки. Наружная поверхность корпусов 2 и 11 армирована твердосплавными вставками, выполняющими функцию опорных элементов, регулирующих интенсивность искривления скважины.

К верхней части корпуса отклонителя на резьбе присоединен ориентирующий ниппель 4. К ниппелю 4 присоединен корпус 2, внутри которого размещены два радиальных шарикоподшипника, разделенных распорным кольцом. Подшипники защищены от воздействия промывочной жидкости и частиц шлама уплотнительным резиновым кольцом 13. Внутренняя часть ориентирующего ниппеля имеет пазы для сопряжения с валом отклонителя. В нижней части ниппеля выполнен паз для размещения ориентирующего шара 3 при ориентировании корпуса отклонителя.

Через корпус 2 и ориентирующий ниппель 4 проходит верхний вал 1. На его поверхности расположен блокировочный шпоночный узел, сопрягаемый с пазами ориентирующего ниппеля.

В нижней части верхнего вала размещен шпоночный разъем 5 для компенсации смещения вала при ориентировании. Вал снабжен отверстиями для прохода промывочной жидкости, предназначены для сигнализации об окончании процесса ориентирования.

В кольцевой полости, образованной внутренней поверхностью ниппеля 4 и расточкой верхнего вала 1 под шпоночным участком вала, размещен ориентирующий шар 3, свободно перекатывающийся в исходном положении под действием силы тяжести.

Рассмотрим работу разрабатываемого комплекса. Процесс ориентирования отклонителя заключается в следующем. Вал подтягивают за колонну бурильных труб. При этом верхний вал 1 может смещаться вверх по шпоночному разъему ниппеля 4. В результате освобождается шар 3, который перекатывается по кольцевой полости, занимая положение, соответствующее нижней образующей апсидальной плоскости скважины. Снаряд опускают до забоя, включают подачу промывочной жидкости и начинают медленно проворачивать корпус снаряда через колонну бурильных труб. При этом периодически подтягивают и опускают верхний вал 1 (при ориентировании в горизонтальных и восстающих скважинах периодически осуществляют досылку и извлечение верхнего вала). Корпус проворачивается благодаря шпоночному сопряжению с валом. В момент, когда положение паза совпадет с нижней образующей апсидальной плоскости скважины, ориентирующий шар 3 переместится в паз ниппеля 4. Благодаря этому вал 1 сместится вниз по корпусу отклонителя, разъединится шпоночное соединение вала и корпуса, сместится вниз нижний шпоночный разъем, тем самым открыв боковые отверстия вала, и промывочная жидкость получит возможность выхода. Резкое снижение давления в подводящей линии будет гидравлическим сигналом о завершении ориентирования, что отмечается манометром.

Благодаря дросселирующей втулке 12 во внутренней полости вала 10 создается повышенное давление, что приводит к расширению резиновой камеры 7 и выдвигению ползуна 6 до упора его роликов 14 в стенку скважины. Корпуса 2 и 11, упираясь в противоположную стенку скважины твердосплавными вставками на эксцентричных выступах, обеспечивают заданный перекосяк оси снаряда.

Применение такого комплекса направленного бурения позволит повысить надежность работ по искривлению, вследствие устранения таких причин отказа из-за дезориентации снаряда, как случайное или намеренное снятие осевой нагрузки, запуск снаряда в нагруженном состоянии. Наличие шарикового ориентирующего узла позволяет исключить использование веса снаряда для разворота корпуса отклонителя под требуемым углом установки, а значит, эффективно использовать разработанный снаряд для бурения как наклонных, так и горизонтальных и восстающих скважин.

Розглянуто методику розрахунку профілю підняттявої криволінійної свердловини, пробуреної з підземного гірського вироблення. Описано конструкцію і принцип дії бурового снаряду для буріння із заданою кривизною профілю свердловини.

Ключові слова: підземне буріння, підняттява свердловина, профіль, радіус викривлення, відхилювач безперервної дії.

The design procedure of a profile of the rising curvilinear well drilled from an underground excavation is considered. The design and a principle of action of a chisel shell for drilling with the set curvature of a profile of a well is described.

Key words: the underground drilling, rising well, profile, curvature radius, deflecting tool of continuous action.

Литература

1. Юшков А. С., Корсаков А. Д. Новые технические средства для искусственного искривления скважин при подземном бурении // Техн. и технол. геол.-развед. работ в Сибири. – Томск: ТПИ, 1981. – С. 69–75.
2. Юшков А. С. Проектирование криволинейных восстающих скважин сложного профиля: реф. карты. – М.: ЦНИЭИуголь, 1979. – Вып. 10(118). – № 835. – 18 с.
3. А. с. 595497 СССР, М. Кл² Е 21 В 47/022. Гидравлический ориентатор / А. С. Юшков; Донецк. политехн. ин-т (СССР). – № 2148082/22-03; Заявл. 25.06.1975; Опубл. 28.02.78, Бюл. № 8.
4. А. с. 744106 СССР, М. Кл² Е 21 В 7/08. Снаряд для направленного бурения / А. С. Юшков, Б. Ф. Головченко, А. Д. Корсаков и др.; Донецк. политехн. ин-т и Тематическая экспедиция ПО «Укруглегеология». – № 2582171/22-03; Заявл. 20.02.78; Опубл. 30.06.80, Бюл. № 24.

Поступила 11.06.12

УДК 622.24

Г. М. Эфендиев¹, И. И. Джанзаков², С. К. Буктыбаева², А. Аббасов¹, Э. М. Нагиев³

¹ *Институт Геологии НАН Азербайджана, г. Баку*

² *Атырауский Институт нефти и газа, Республика Казахстан*

³ *Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, г. Баку*

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ, ПОСТУПАЮЩИМ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Рассматриваются закономерности изменения физико-механических свойств горных пород (в частности, петрофизических характеристик и коэффициента Пуассона) геологических разрезов, определённые по технологическим данным бурения скважин. Анализу подвергались данные по скважинам месторождения Гюнешли, пробуренным в различных участках, полученные по результатам геолого-технологических исследований в процессе бурения и реализации соответствующей программы, позволяющей по отмеченным исследованиям оценить различные характеристики геологического разреза, в том числе и показатели физико-механических свойств горных пород (пористость, проницаемость, коэффициент Пуассона, твёрдость и др.). Построены зависимости коэффициента Пуассона от пористости и глинистости, а также взаимосвязь между средневзвешенными значениями глинистости и пористости.

Ключевые слова: аномально высокие пластовые давления, горные породы, твёрдость, пористость, коэффициент Пуассона.