

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.

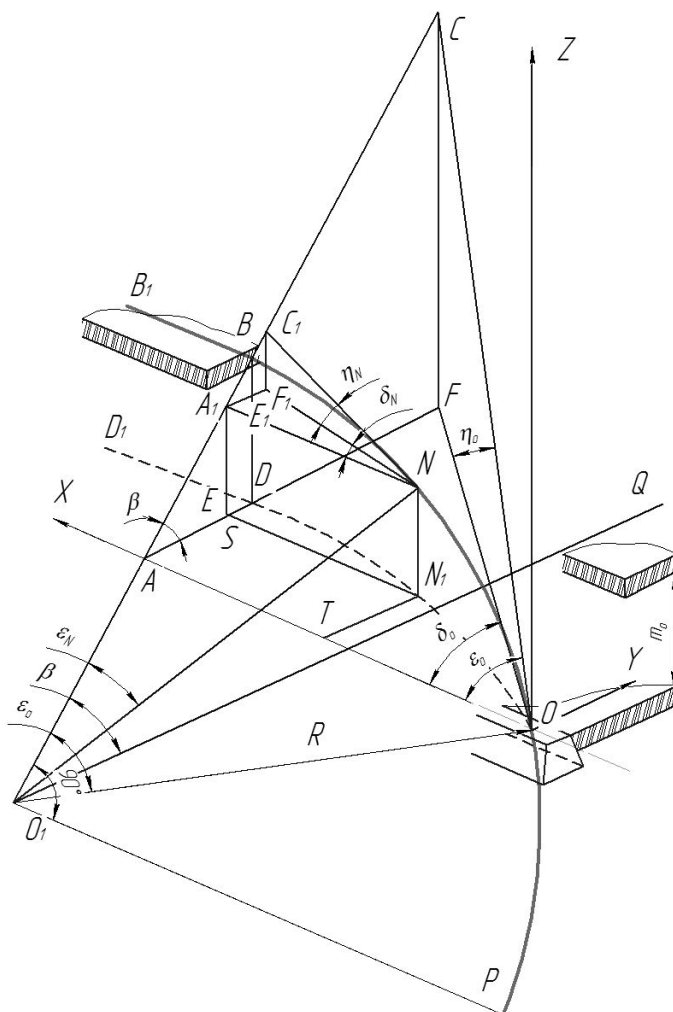


Рис. 1. Схема для расчета плоско-пространственного профиля скважины

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  $\beta$ .
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  $\eta_0$  – угол наклона скважины при забурировании,  $\delta_0$  – 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  $\eta_N$  скважины в этой точке и разворот ее относительно оси штрека  $\delta_N$ . 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  $\varepsilon_N$ :

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

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).

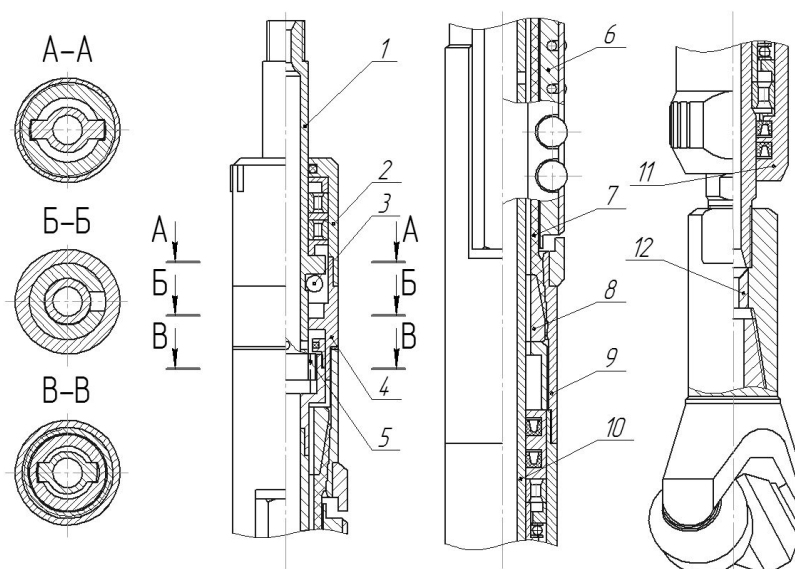


Рис. 2. Буровой комплекс направленного бурения

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 шарикоподшипников 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. Кл<sup>2</sup> 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. Кл<sup>2</sup> 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. Эфендиев<sup>1</sup>, И. И. Джанзаков<sup>2</sup>, С. К. Буктыбаева<sup>2</sup>, А. Аббасов<sup>1</sup>, Э. М. Нагиев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт Геологии НАН Азербайджана, г. Баку*

<sup>2</sup> *Атырауский Институт нефти и газа, Республика Казахстан*

<sup>3</sup> *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, твердость, пористость, коэффициент Пуассона.