

УДК 622.24.065.23

**С. В. Гошовский**, докт. техн. наук<sup>1</sup>; **Б. Н. Васюк**, канд. техн. наук<sup>2</sup>;  
**Д. А. Харитонов**, инж<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Украинский государственный геологоразведочный институт (УкрГГРИ), г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Днепропетровское отделение УкрГГРИ, г. Днепропетровск, Украина

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*There are consideration the question of the designing profile directional wells with employment of computer's technology.*

При направленном бурении необходимо производить отклонение скважин от вертикали в заранее заданном направлении. Это позволяет с уменьшенными затратами времени и средств решать многие геологические задачи, в частности, обеспечивать возможность пересечения пластов горных пород и отложений полезных ископаемых в направлении, определяющем получение наиболее представительных керновых проб. При этом следует отметить, что технология направленного бурения достаточно сложна, поскольку связана с применением специальных технических средств для искусственного искривления скважин, аппаратуры для их ориентирования, шарнирных компоновок и т.д., комплексной методики проектирования профиля скважин, учитывающей целый ряд факторов. Ниже будет рассмотрен вопрос разработки индивидуального проекта профиля направленной скважины с использованием компьютерных технологий. Постановка данной задачи связана с отсутствием в производственных предприятиях Украины, выполняющих геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые, соответствующего программного обеспечения.

Для разработки проекта профиля направленной скважины установим ряд обозначений, определений и зависимостей. На рис.1 представлен схематический геологический разрез с крутопадающим рудным телом и профиль направленной скважины, его пересекающей. Для построения схематического геологического разреза и профиля скважины создано программное обеспечение в среде Borland Delphi. Обозначения на схеме:

$m_o$  – мощность осадочных пород;  $m_k$  – мощность коры выветривания;  $s$  – смещение забоя скважины от вертикали;  $l$  – глубина скважины;  $h$  – глубина скважины по вертикали;  $\varphi$  – угол падения рудного тела;  $q_0$  – начальный зенитный угол скважины;  $q_k$  – конечный зенитный угол скважины;  $\gamma$  – угол встречи рудного тела;  $H$  – условная глубина скважины по вертикали, соответствующая глубине скважины, зенитный угол заложения которой равен 0.

Следует отметить, что начальный зенитный угол скважины не может превышать 15°, что определяется допустимым углом поворота вращателя бурового станка. Угол встречи рудного тела буровым снарядом, обеспечивающий получение наиболее качественной керновой пробы, составляет 90°; экспериментально установлены допустимые пределы изменения указанного угла:  $\gamma = 60-90^\circ$ .

Конечный зенитный угол направленной скважины рассчитывается по формуле:

$$q_k = j + g - 90^\circ. \quad (1)$$

Суммарный угол искривления скважины:

$$\Delta q = q_k - q_0. \quad (2)$$



$$s(h) = \frac{\ln \frac{1 + \operatorname{tg}(IH)^2}{1 + \operatorname{tg}(I(H-h))^2}}{2I}. \quad (6)$$

Для визуализации (6) создано программное обеспечение.

После построения схемы геологического разреза и профиля направленной скважины выполняется разметка последнего с указанием проектных значений зенитного угла. При бурении направленной скважины производятся периодические измерения зенитных углов, сопоставления их значений ( $q_{\phi}$ ) с проектными величинами ( $q_{\Pi}$ ), выполняются определенные технологические операции, за счет чего обеспечивается проходка скважины по заданному направлению.

Равенство зенитных углов скважины проекту указывает на соответствие ее профиля запланированному.

Если проектный зенитный угол меньше фактического (рис. 3,а), применяются специальные технические средства для уменьшения зенитного угла скважины, например буровой снаряд повышенной жесткости. Если проектный зенитный угол больше фактического (рис. 3,б), применяются средства для увеличения зенитного угла скважины, например, шарнирные компоновки, обладающие пониженной жесткостью.

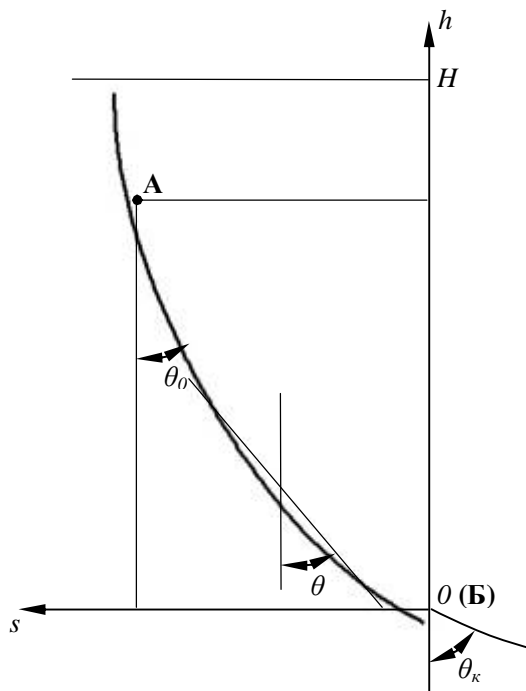


Рис. 2. Схема профиля направленной скважины.

Рассмотрим проектирование профиля направленной скважины для условий Восточно-Анновского участка Кривбасса. Мощность осадочных пород на участке 20 м, коры выветривания – 10 м, коренные породы представлены сланцами, амфиболитами, гранитами; зона минерализации имеет крутое падение.

Начальные данные:

$$j = 85^\circ; g = 60^\circ; q_0 = 12^\circ; q_k = 55^\circ (1); h = 350\text{ м}; H = 448\text{ м};$$

$$I = 0,12 \text{ град}/\text{м}; I_e = 0,03 \text{ град}/\text{м}.$$

С использованием созданного программного обеспечения выполняется построение схемы геологического разреза и профиля направленной скважины, пересекающей минерализованную зону; по профилю скважины выполняется разметка с шагом 50 м по шкале глубин, для точек разметки указываются проектные значения зенитных углов (рис. 4).

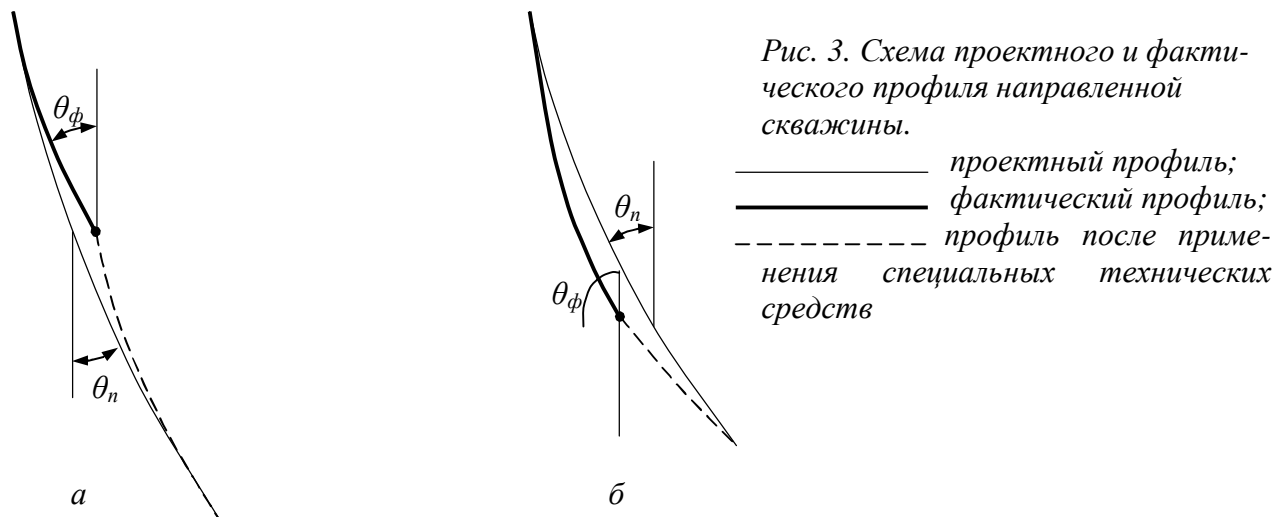


Рис. 3. Схема проектного и фактического профиля направленной скважины.

— проектный профиль;  
 — фактический профиль;  
 - - - - - профиль после применения специальных технических средств

Представленная схема включает необходимую информацию для обеспечения проходки скважины по заданному направлению:

величину смещения забоя скважины от вертикали ( $s = A\Gamma$ ), которая определяет место установки бурового станка;

начальный зенитный угол скважины ( $q_0$ ), который соответствует углу поворота вращателя бурового станка;

значение интенсивности искривления скважины  $I$ , определяющее технологию бурения направленной скважины; в рассматриваемом случае, поскольку  $I_e < I$ , необходимо применение технических средств для интенсификации искривления и увеличения зенитного угла скважины, например бурового инструмента пониженной жесткости;

величины зенитных углов по профилю скважины, которые позволяют в процессе бурения контролировать соответствие трассы скважины проекту, указывают на необходимость применения тех или иных технических средств для корректировки трассы скважины.

### Выводы

1. Предложена зависимость:  $s(h) = \frac{\ln \frac{1 + \operatorname{tg}(IH)^2}{1 + \operatorname{tg}(I(H-h))^2}}{2I}$  для проектирования профиля направленных скважин.

2. Разработано программное обеспечение в среде Borland Delphi для построения схематического геологического разреза и профиля направленной скважины с его разметкой и указанием величин зенитных углов, что является информационным обеспечением бурения скважин в заданном направлении.

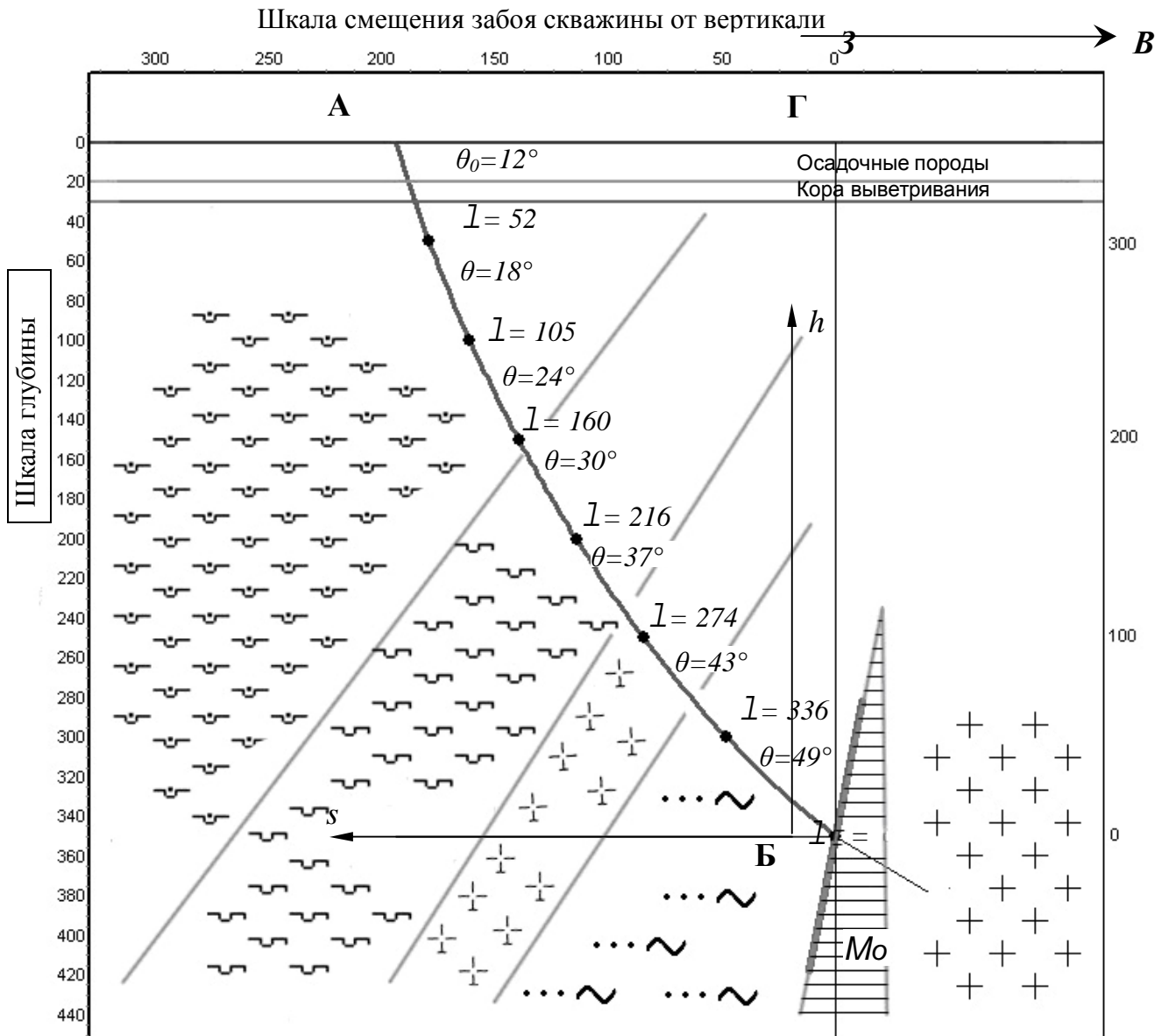
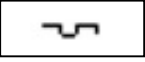
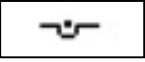

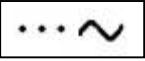
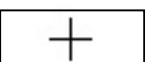


Рис. 4. Схема направленной скважины при разведочном бурении на Восточно-Анновском участке Криворожского бассейна.

- |   |   |
|---|---|
|  | сланцы кварц-серицитовые;                         |
|  | сланцы кварц-биотитовые;                          |
|  | граниты биотитовые;                               |
|  | амфиболиты разсланцованные;                       |
| <b>Mo</b>   | минерализованная зона;                            |
|  | граниты плагиоклаз-микроклиновые, мелкозернистые. |

$$a - q_n < q_\phi; \quad b - q_n > q_\phi$$

**Литература**

1. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: в 2-х т. / Под общей ред. проф. Е. А. Козловского. – Т. 1. – М.:Недра, 1984. – 512 с.
2. Сулакшин С. С. Закономерности искривления и направленное бурение геологоразведочных скважин. – М.:Недра, 1964. – 294 с.

*Поступила 25.06.07.*