

А.А. Горелкин, А.О. Логунова

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА БУРЕНИЯ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В КРАСНОАРМЕЙСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

А.А. Gorelkin, A.O. Logunova

## STATISTICAL ANALYSIS OF QUALITY OF BIG DIAMETER BOREHOLES DRILLING IN KRASNOARMEYSKIY MINING AREA

Выполнен статистический анализ качества пробуренных скважин большого диаметра в Красноармейском горнопромышленном районе. Составлены вероятностно-статистические прогнозные модели. Получены автокорреляционные функции для каждой скважины, позволяющие оценивать состояние стенок выработок.

**Ключевые слова:** статистический анализ, бурение, вертикальная выработка, автокорреляционная функция

**Постановка задачи.** Одним из наиболее перспективных способов сооружения вертикальных выработок: стволов, скважин большого диаметра, восстающих – является бурение. Этот способ удобен по многим причинам, главными из которых являются безопасность и темпы сооружения. По мере совершенствования техники, он, несомненно, вытеснит привычный способ проходки вертикальных выработок с применением буровзрывных работ.

Сказанное выше предоставляет необходимость выполнения научных исследований в области совершенствования технологии бурения вертикальных выработок, поскольку при всех своих достоинствах, этот способ при существующей технике обладает и серьезными недостатками. Так, например, есть проблемы: с соблюдением вертикальности выбуриваемых скважин, в особенности при пересечении ими крепких пород, залегающих под углом к направлению проходки выработок; с соблюдением требуемых размеров сечения при проходке в слабых породах; с заклиниванием и обрывом породоразрушающего инструмента и т.п.

**Основная часть.** Одним из способов создания соответствующих физических моделей является анализ данных каротажа пробуренных в разных горнопромышленных условиях скважин. В частности, исследуются скважины большого диаметра, пробуренные на шахтах Красноармейского промышленного района: „Горняк-1“, „Горняк-2“, „Новгородовская“, „Россия“ и „Украина“. Особенностью данного региона является выдержанное стратиграфическое расположение пластов горных пород с углом залегания 6–9°. Это обеспечивает примерно схожие условия для сооружения вертикальных выработок (скважин) и однородную выборку при статистическом анализе результатов каротажа. В таблице приведены параметры исследуемых скважин.

На рис. 1–5 показаны графики зависимости фактического коэффициента разработок ( $K_f$ ) от глубины залегания почв пластов ( $H$ ) для каждой из шахт. В качестве фактического коэффициента

разработки принято отношение фактического отклонения диаметра скважин от нормативного.

Таблица

Характеристики исследуемых скважин

Характеристики	Название шахты				
	Горняк - 1	Горняк - 2	Новгородовская	Россия	Украина
Н, м	464	470	450	336	543
Дконд.св, м	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5
Досн.св, м	2,6				
Дбур.конд., м	4				
Дбур.осн, м	3,2				
Спр.конд, м <sup>2</sup>	12,56				
Спр.осн, м <sup>2</sup>	8,04				

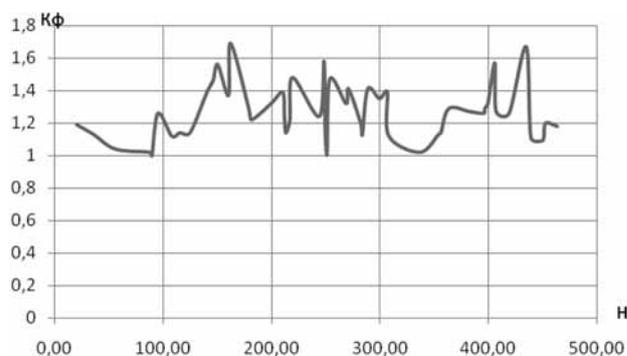


Рис. 1. График зависимости фактического коэффициента разработок от глубины залегания почв для шахты „Горняк-1“

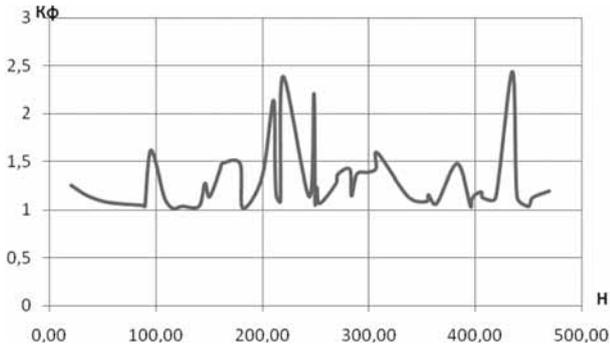


Рис. 2. График зависимости фактического коэффициента разработок от глубины залегания почв для шахты „Горняк-2“

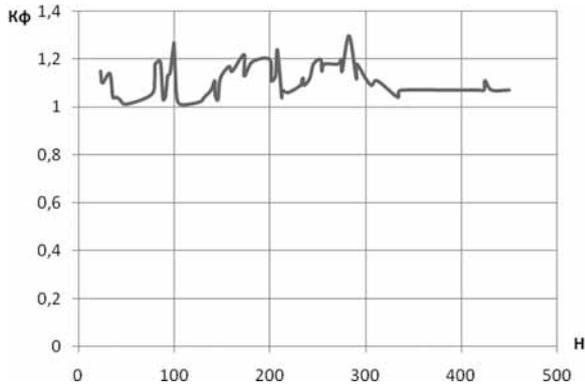


Рис. 3. График зависимости фактического коэффициента разработок от глубины залегания почв для шахты „Новгородовская“

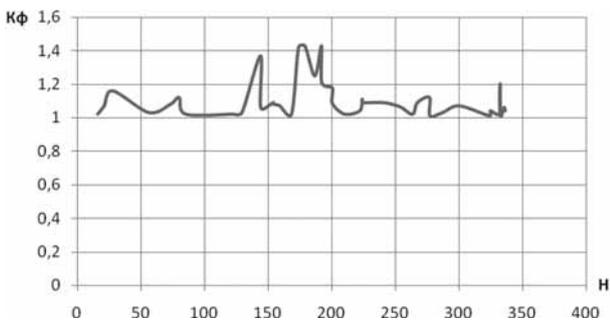


Рис. 4. График зависимости фактического коэффициента разработок от глубины залегания почв для шахты „Россия“

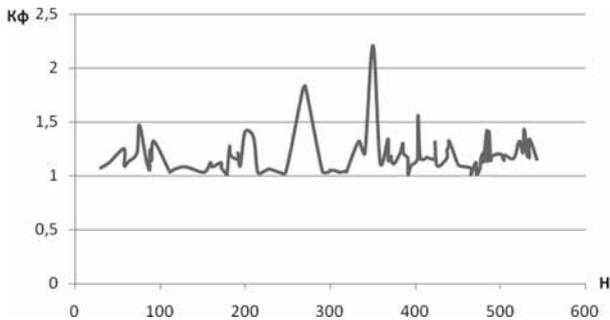


Рис. 5. График зависимости фактического коэффициента разработок от глубины залегания почв для шахты „Украина“

Приведенные на рис. 1–5 кривые представляют собой случайные функции некоторого параметра (Кф) на глубине скважины. Более представительными являются графики, показывающие изменение параметра Кф от геомеханического показателя  $\Theta$ , который определяется по формуле

$$\Theta = R_{ci} / \gamma H_i. \quad (1)$$

Здесь  $R_{ci}$  – среднее значение предела прочности на одноосное сжатие в пределах исследуемого интервала (слоя);  $\gamma$  – плотность горных пород;  $H_i$  – глубина расположения места геофизических измерений.

На рис. 6–10 показаны результаты таких вычислений по каждой скважине. На этих же графиках нанесены результаты усреднения этих показателей в зависимости от геомеханического показателя условий разработки.

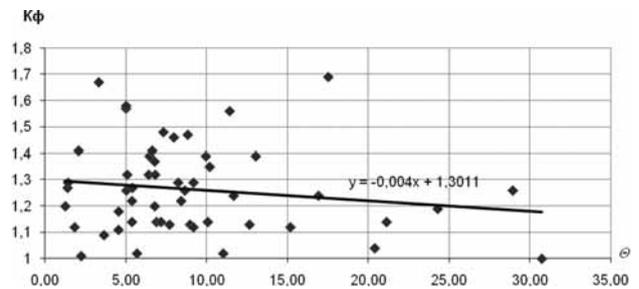


Рис. 6. Графики зависимости фактического коэффициента разработки от геомеханического параметра для ш. „Горняк-1“:  $\blacklozenge$  – результат измерений; — — — — — аппроксимирующая функция

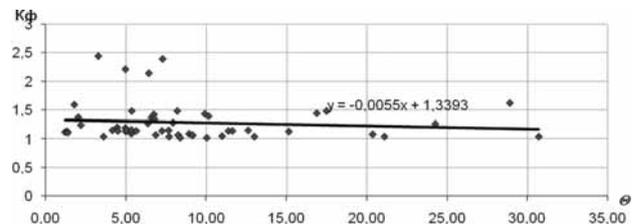


Рис. 7. Графики зависимости фактического коэффициента разработки от геомеханического параметра для ш. „Горняк-2“ (условные обозначения рис. 6)

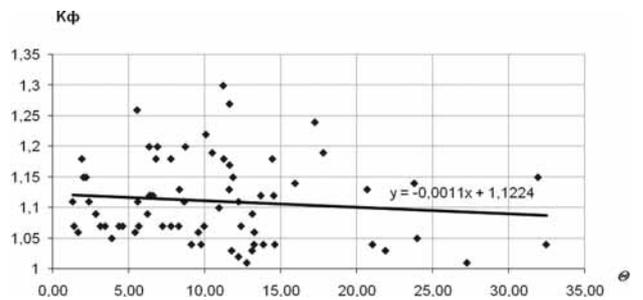


Рис. 8. Графики зависимости фактического коэффициента разработки от геомеханического параметра для ш. „Новгородовская“ (условные обозначения рис. 6)

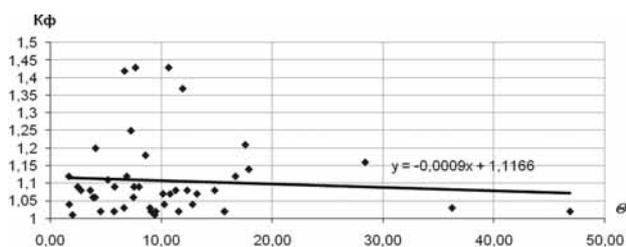


Рис. 9. Графики зависимости фактического коэффициента разработки от геомеханического параметра для ш. „Россия“ (условные обозначения рис. 6)

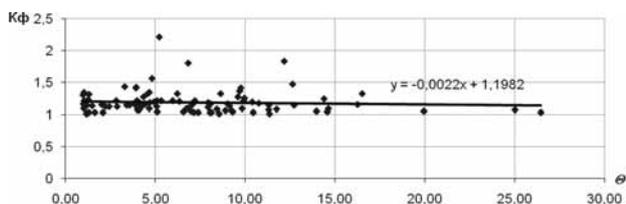


Рис. 10. Графики зависимости фактического коэффициента разработки от геомеханического параметра для ш. „Украина“ (условные обозначения рис. 6)

Анализ полученных графиков показал, что все они достаточно близко описываются функцией линейного вида

$$K_{\phi} = a\Theta + b, \quad (2)$$

где  $a, b$  – коэффициенты аппроксимации.

Функция (2) имеет максимальные значения при небольших значениях  $\Theta$ , что соответствует большим глубинам бурения, которые монотонно, по линейному закону, уменьшаются к дневной поверхности.

Статистические совокупности были также исследованы методами теории случайных функций. На рис. 11 показаны автокорреляционные функции, построенные по данным рис. 6–10.

Все они представляют собой ниспадающие кривые, подчиняющиеся общей зависимости вида

$$y = e^{-ax}, \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент аппроксимации;  $x$  – размер лага (длина, м).

Такой вид кривых в соответствии с теоремой Дуба говорит о стационарности функций.

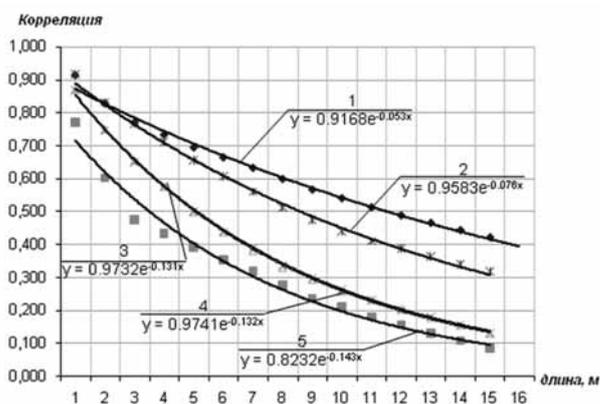


Рис. 11. Автокорреляционные функции и их аппроксимации: 1 – для ш. „Украина“; 2 – для ш. „Новгородовская“; 3 – для ш. „Горняк-2“; 4 – для ш. „Горняк-1“; 5 – для ш. „Россия“.

### Выводы.

1. Дефекты стенок скважин большого диаметра, пробуренных в шахтах в пределах Красноармейского промышленного района, статистически выдержаны и подчиняются с глубиной линейной зависимости, что позволяет прогнозировать расход строительных материалов для обеспечения устойчивости скважины.

2. Нарушения стенок скважин по длине образуют стационарную случайную функцию, автокорреляционная функция которой позволяет определить длину участков, имеющих схожие признаки.

### Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, Физматгиз, 1969 – 576 с.

Виконано статистичний аналіз якості пробурених свердловин великого діаметру в Червоноармійському гірничопромисловому районі. Складено ймовірнісно-статистичні прогнозні моделі. Отримано автокореляційні функції для кожної свердловини, що дозволяють оцінювати стан стінок виробок.

**Ключові слова:** статистичний аналіз, буріння, вертикальна виробка, автокореляційна функція

Statistical analysis of quality of the drilled big diameter boreholes in Krasnoarmeyskiy mining area is carried out. Probabilistic and statistical predictive models have been designed. For each borehole it has been received autocorrelation functions which allow estimating condition of mine tunnel's walls.

**Keywords:** the statistical analysis, drilling, vertical development, autocorrelation function

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.В. Солодяніним.  
Дата надходження рукопису 11.10.10