

УДК 622.035.4

В.В. Левит¹, д-р. техн. наук, проф.,
А.А. Горелкин², А.О. Логунова²

1 – ГОАО „Трест „Донецкшахтопроходка“, г. Донецк, Украина
2 – Государственное высшее учебное заведение
„Национальный горный университет“, г. Днепропетровск,
Украина, e-mail: lajana@inbox.ru

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

V.V. Levit¹, Dr. Sci. (Tech.), Professor,
A.A. Gorelkin², A.O. Logunova²

1 – GOAO “Trast “Donetskshakhtoprokhodka”, Donetsk, Ukraine
2 – State Higher Educational Institution “National Mining
University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: lajana@inbox.ru

PROBABILISTIC AND STATISTICAL MODEL OF VERTICAL WELLS OF LARGE DIAMETER

Способ сооружения вертикальных выработок путем их бурения в будущем является одним из наиболее перспективных. Повышение его конкурентоспособности требует анализа существующих технических и технологических параметров с целью их дальнейшего совершенствования. Выполнен статистический анализ качества пробуренных скважин в Красноармейском, Должано-Ровенецком, Донецко-Макеевском и Петропавловском горнопромышленных районах. Составлены вероятностно-статистические прогнозные модели. Получены автокорреляционные функции для каждой скважины, позволяющие оценивать качество стенок выработок, которые сооружаются.

Ключевые слова: статистический анализ, бурение, вертикальная выработка, автокорреляционная функция, прогнозные модели

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 предусматривает 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 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 математических моделей является анализ данных каротажа, пробуренных в разных горнопромышленных условиях скважин. В частности, исследуются скважины большого диаметра, пробуренные на шахтах Красноармейского, Петропавловского, Донецко-Макеевского и Должано-Ровенецкого промышленных районов. Геологической особенностью Красноармейского района является выдержан-

ное стратиграфическое расположение пластов горных пород с углом залегания 6–9°; 0–5° для Петропавловского района. Это обеспечивает примерно схожие условия для сооружения вертикальных выработок (скважин) и однородную выборку при статистическом анализе результатов каротажа.

Глубина бурения скважин на обследуемых шахтах вышеперечисленных районов значительно меньше, чем глубина шахт Должано-Ровенецкого и Донецко-Макеевского районов. В Должано-Ровенецком районе пласты горных пород залегают под углом 3–14°, в Донецко-Макеевском – под углом 4–46°.

В таблицах 1–4 приведены параметры исследуемых скважин каждого из районов.

Таблица 1

Характеристики исследуемых скважин Красноармейского района

Характеристики	Название шахты			
	Белозерская	Красноармейская	Новодонецкая	Пионер
Глубина, м	525,00	390,00	323,00	410,00
Дконд.св, м	3,50	4,30	4,30	4,20
Досн.св, м	2,60	3,20	3,20	3,20
Дбур.конд. м	4,00	5,00	4,70	4,70
Дбур.осн, м	3,20	4,00	4,00	4,00
Спр.конд, м ²	12,56	19,63	17,34	17,34
Спр.осн, м ²	8,04	12,56	12,56	12,56

Таблица 2

Характеристики исследуемых скважин
Должанско-Ровенецкого района

Характеристики	Название шахты				
	Войскова	Войскова 2	Космонавтов	Свердлова	Харьковская
Глубина, м	405,00	745,00	742,00	742,00	336,00
Дконт.св, м	4,20	2,90	2,90	2,90	4,20
Досн.св, м	3,50	2,30	2,30	2,30	3,50
Дбур.конт. м	4,70	3,20	3,20	3,20	4,70
Дбур.осн, м	4,00	2,60	2,60	2,60	4,00
Спр.конт, м ²	17,34	8,04	8,04	8,04	17,34
Спр.осн, м ²	12,56	5,31	5,31	5,31	12,56

Таблица 3

Характеристики исследуемых скважин
Донецко-Макеевского района

Характеристики	Название шахты			
	13-бис	им. 60 лет Советской Украины	им. 60 лет Советской Украины 2	Нижнекрынская
Глубина, м	455,00	748,00	370,00	560,00
Дконт.св, м	4,20	4,20	3,50	2,90
Досн.св, м	3,20	3,40	2,60	2,30
Дбур.конт. м	5,00	4,70	4,00	3,20
Дбур.осн, м	4,00	4,00	3,20	2,60
Спр.конт, м ²	19,63	17,34	12,56	8,04
Спр.осн, м ²	12,56	12,56	8,04	5,31

Таблица 4

Характеристики исследуемых скважин Петропавловского района

Характеристики	Название шахты				
	Героев Космоса	Днепровская	Першотравнева	Герновская	Юбилейная
Глубина, м	485,00	210,00	260,00	280,00	260,00
Дконт.св, м	4,20	3,50	3,50	3,50	3,40
Досн.св, м	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Дбур.конт, м	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Дбур.осн, м	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Спр.конт, м ²	19,63	12,56	12,56	12,56	12,56
Спр.осн, м ²	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04

Представительным является анализ изменения фактического коэффициента разработки (Кф), принятого как отношение фактического отклонения диаметра скважин от нормативного, от геомеханического показателя Θ , который определяется по формуле

$$\Theta = R_{ci} / \gamma H_i$$

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

Анализ проводился для каждой из шахт вышеперечисленных районов и показал, что все статистические совокупности достаточно близко описываются функцией линейного вида

$$K_{\phi} = a\Theta + b, \tag{1}$$

где a, b – коэффициенты аппроксимации.

Функция (1) имеет максимальные значения при небольших значениях Θ , 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. 1–4 показаны автокорреляционные функции, построенные в соответствии с проанализированными данными.

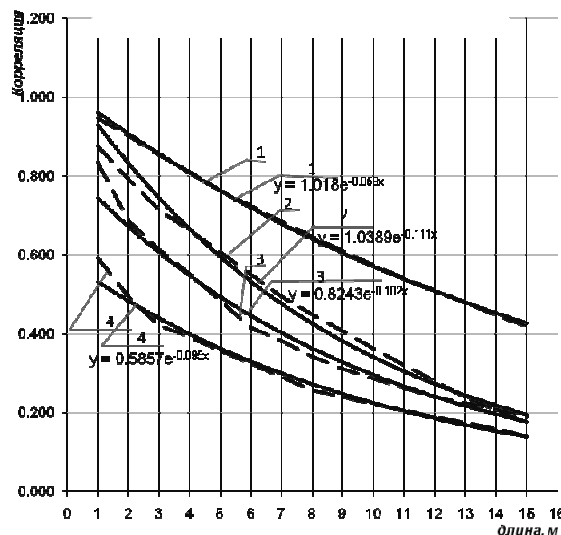


Рис. 1. Автокорреляционные функции и их аппроксимации по данным для шахт Красноармейского района. Условные обозначения: — — — аппроксимирующая функция; — — — автокорреляционная функция 1) для ш. „Белозерская“; 2) для ш. „Новодонецкая“; 3) для ш. „Пионер“; 4) для ш. „Красноармейская“

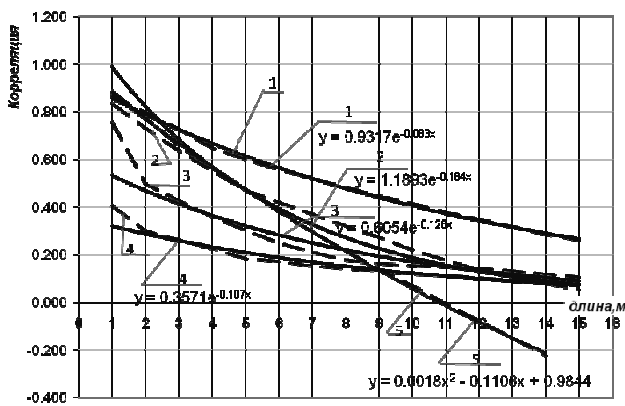


Рис. 2. Автокорреляционные функции и их аппроксимации по данным для шахт Петропавловского района. Условные обозначения: — — — — — аппроксимирующая функция; — — — — — автокорреляционная функция 1) для ш. „Першотравнева“; 2) для ш. „Терновская“; 3) для ш. „Героев“; 4) для ш. „Юбилейная“; 5) для ш. „Днепровская“

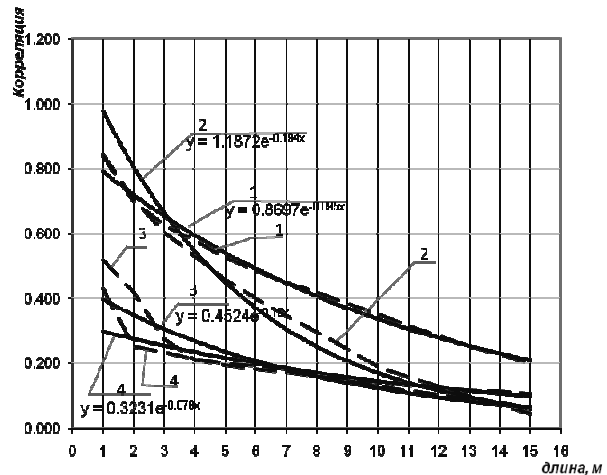


Рис. 4. Автокорреляционные функции и их аппроксимации по данным для шахт Донецко-Макеевского района. Условные обозначения: — — — — — аппроксимирующая функция; — — — — — автокорреляционная функция 1) для ш. „13-бис“; 2) для ш. „Нижнекрынская“; 3) для ш. „им. 60 лет Советской Украины 2“; 4) для ш. „им. 60 лет Советской Украины“

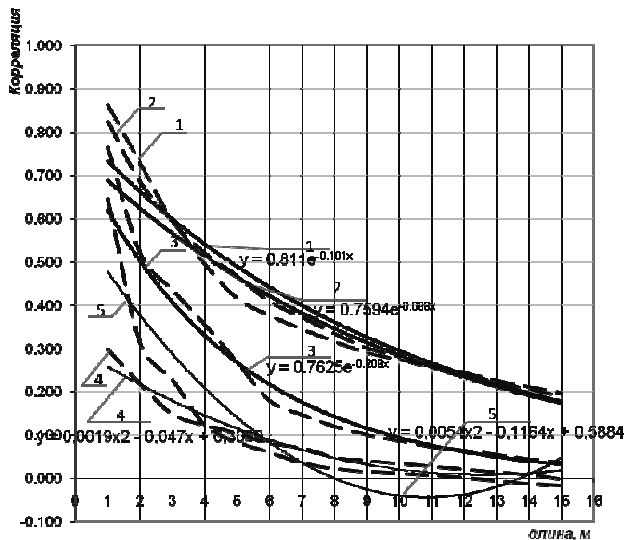


Рис. 3. Автокорреляционные функции и их аппроксимации по данным для шахт Должаново-Ровенецкого района. Условные обозначения: — — — — — аппроксимирующая функция; — — — — — автокорреляционная функция 1) для ш. „Космонавтов“; 2) для ш. „Войсковая 2“; 3) для ш. „Сверлова“; 4) для ш. „Харьковская“; 5) для ш. „Войсковая“

Полученные функции представляют собой спадающие кривые, подчиняющиеся общей зависимости вида

$$y = e^{-ax}$$

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

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

Автокорреляционные функции и их аппроксимации для шахты „Днепровская“ Петропавловского района, а также для шахт „Войсковая“ и „Харьковская“ Должаново-Ровенецкого района подчиняются зависимости вида

$$y = ax^2 + ax + ax^0,$$

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

Выводы.

1. Дефекты стенок скважин, пробуренных в пределах Красноармейского, Должаново-Ровенецкого, Донецко-Макеевского и Петропавловского промышленных районов, 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 / References

1. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей / Вентцель Е.С. – М.: Наука, Физматгиз, 1969 – 576 с
Wentsel Ye.S. Probability theory / Wentsel Ye.S. – М.: Nauka, Fizmatgiz, 1969 – 576 p

Спосіб спорудження вертикальних виробок шляхом їх буріння в майбутньому є одним із найбільш перспективних. Підвищення його конкурентоспроможності потребує аналізу існуючих технічних і технологічних параметрів з метою їх подальшого вдосконалення. Виконано статистичний аналіз якості пробурених свердловин у Червоноармійському, Должанно-Ровенецькому, Донецько-Макиївському та Петропавлівському гірничопромислових районах. Складено ймовірно-статистичні прогнозні моделі. Отримано автокореляційні функції для кожної свердловини, що дозволяють оцінювати якість стінок виробок, які споруджуються.

УДК 622.281.4

В.В. Коваленко, канд. техн. наук, доц.

Ключові слова: статистичний аналіз, буріння, вертикальна виробка, автокореляційна функція, прогнозні моделі

Method of construction of vertical workings by drilling them is one of the most promising methods. Improvement of its competitiveness requires an analysis of existing technical and technological parameters for their further improvement. The statistical analysis of the quality of wells drilled in Krasnoarmeysk, Dolzhano-Rovenetsk, Donetsk-Makeevka and Petropavlovsk mining areas is carried out. Probabilistic and statistical prediction models are designed. Autocorrelation functions were obtained for each well, allowing assess the quality of the walls of excavations, which are being built.

Keywords: statistical analysis, drilling, vertical development, autocorrelation function, predictive models

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук О.М. Шапенком. Дата надходження рукопису 14.02.11

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kovalenko_vlad@mail.ru

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПВА ЭМУЛЬСИИ

V.V. Kovalenko, Cand. Sci. (Tech.), Associate professor

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kovalenko_vlad@mail.ru

LABORATORY STUDIES OF THE POSSIBILITY OF THE SHOTCRETE SUPPORT RECOVERY USING PVA EMULSION

Представлены результаты лабораторных испытаний образцов набрызгбетона на растяжение при изгибе. Опытные образцы – предварительно разрушенные и восстановленные путем склеивания нарушенных поверхностей ПВА эмульсией. Контрольные образцы – стандартные образцы, с которыми осуществляется сравнительный анализ результатов испытаний. Представлены графики зависимости деформаций прогиба опытного и контрольного образцов от нагрузки. Определены пределы прочности образцов на растяжение при изгибе.

Ключевые слова: фибробетон, предварительная трещина, ПВА эмульсия, испытание на растяжение при изгибе

Введение. Наиболее технологичный материал крепи в условиях шахт с установившимся горным давлением-набрызгбетон. Образование трещины значительно ослабляет набрызгбетонную крепь, в результате чего зачастую возникает необходимость перекрепления соответствующего участка. Хотя образование трещин в крепи не означает полного исчерпания ее несущей способности, в процессе трещинообразования могут произойти опасные обрушения породы на отдельных участках выработки. С целью снижения объемов ремонтных работ, альтернативный вариант восстановления крепи может предусматривать „залечивание“ возникшей трещины и тампонаж закрепного пространства. Однако практически данный способ восстановления крепи не исследован.

В данной статье рассматривается вопрос исследования прочности восстановленного набрызгбетона и

сравнение его прочностных показателей со стандартными набрызгбетонными образцами.

Целью данной статьи является изучение возможности восстановления набрызгбетонной крепи на основе лабораторных испытаний балочек на растяжение при изгибе.

Описание эксперимента. Для проведения испытаний была использована стандартная методика испытаний призм размером 40x40x160мм на растяжение при изгибе.

Для приготовления образцов использован бетон со стандартным подбором исходных компонентов: цемент марки М400, песок речной, вода техническая (соотношение Ц/П=1/3, В/Ц=0,4). Используются образцы двух типов: стандартные балочки (контрольные образцы) и восстановленные образцы, в которых поверхности контакта на границе трещины с обеих сторон обработаны раствором ПВА. Образцы подвергались действию раз-