

УДК 622.833

А.Н. ШАШЕНКО (д-р. техн. наук, проф.)

ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск

А.И. ДУБОВИК (ген. директор ГП УК «Краснолиманская»)

ГП УК «Краснолиманская», г. Родинское

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Выполнен анализ подходов к установлению критерия экономической целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт. На основе натуральных измерений обоснована вероятностно – статистическая модель процесса деформирования конвейерных штреков в горно-геологических условиях шахты «Краснолиманская». Доказано, что объёмы ремонтных работ по длине выработки представляют собой случайную стационарную эргодическую функцию.

Ключевые слова: критерий экономической целесообразности, повторное использование, подготовительные выработки, эксплуатационные затраты, случайная функция, вероятностно-статистическая модель.

Основной производственной проблемой при добыче угля в Донбассе является его высокая себестоимость. Разработка и осуществление мероприятий по ее снижению чрезвычайно актуальны. Одним из таких мероприятий является повторное использование откаточных выработок. Это позволяет существенно уменьшить затраты на подготовку угольных пластов к выемке и ускорить процесс добычи угля. При этом затраты на восстановление откаточных выработок не должны превышать стоимости сооружения нового штрека, проводимого, как правило, вприщечку к уже существующему.

Обоснование критерия, который позволил бы осуществлять проектирование соответствующих систем крепи и охранных конструкций на сопряжении «штрек-лава», являются довольно сложной научной задачей.

Ее решением занимались А.Н. Шашенко [1,3], С.Н. Гапеев [2,6], А.В. Солодянкин [3,7], И.Н. Попович [4,8], И.В. Дудка [7,8] и другие исследователи. В работах И.Н. Поповича в качестве критерия экономической целесообразности повторного использования конвейерных выработок применительно к горногеологическим условиям шахт ГП «Антрацит» принята некоторая предельная величина (0,4м) смещения контура штреков. В работах А.О. Логуновой принято в качестве критерия предельное значение остаточного сечения, как более объективная величина в горногеологических условиях шахт ГП «Селидовуголь».

Разработка угольных пластов на шахте «Краснолиманская» осуществляется в отличающихся горногеологических условиях и требует иного обоснования критерия целесообразности повторного использования откаточных выработок. Геологической особенностью шахтного поля является наличие в кровле и почве разрабатываемого пласта m_4^2 слоев переменной мощности песчаника и известняка, которые определяют геотехническую ситуацию в подготовительных выработках. С этой целью был выполнен комплекс натуральных исследований, целью которого было установить, прежде всего, объёмы ремонтных работ в подготовительных выработках, вызванных перемещением забоя лавы при существующих системах крепи и охранных устройств на сопряжении «штрек-лава». Идея состояла в том, чтобы, ориентируясь на некоторый критерий, подобрать такие инженерные решения, (конструкции), которые обеспечивали бы требуемую устойчивость откаточных штреков. При этом затраты на их приведение в состояние эксплуатационной пригодности (\mathcal{E}_1) не превышали бы стоимости проведения (K_2) новой выработки при существующих способах обеспечения и поддержания ее устойчивости (\mathcal{E}_1), т.е.

$$\mathcal{E}_2 \leq K_2 + \mathcal{E}_1 \quad \square \quad (1)$$

Исследования проводились в период с 2012 по 2016 годы в следующих выработках при отработке пласта m_4^2 :

- 1) 3 северный вентиляционный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 2) 3 северный конвейерный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 3) 4 северный вентиляционный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 4) 4 северный конвейерный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 5) 3 южный вентиляционный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 6) 3 южный конвейерный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 7) 4 южный вентиляционный штрек уклона №1 пласта m_4^2 ;
- 8) 4 южный конвейерный штрек уклона №1 пласта m_4^2 .

В этих выработках попикетно были определены затраты на их восстановление с целью возможности последующей эксплуатации. Паспорт их крепления приведен на рис. 1.

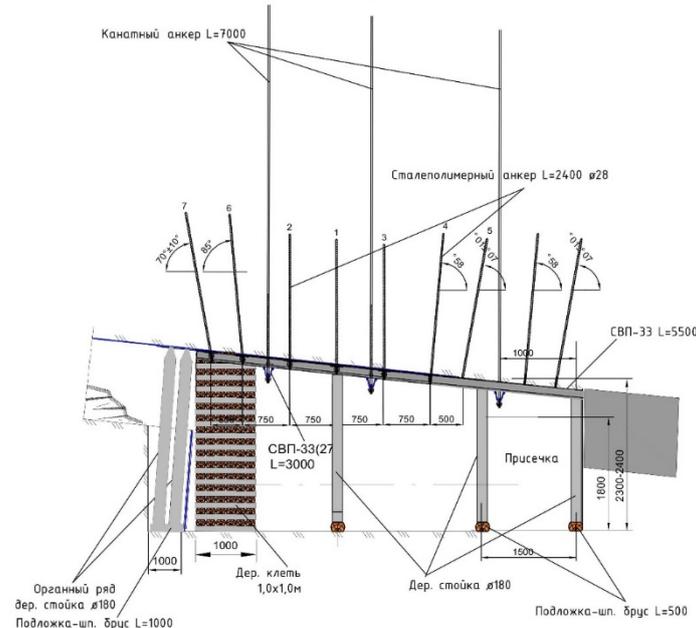


Рис. 1. Паспорт крепления поддержания конвейерного штрека 4-й северной лавы пласта m_4^2

В процессе обследования выработок установлено, что основные объемы ремонтных работ связаны с подрывкой пород почвы и заменой усиливающих элементов (ремонтин, костров). Анализ полученных данных (на примере конвейерного штрека пласта m_4^2) был выполнен в относительных единицах. Для этого стоимость ремонтных работ на i -ом пикете (\mathcal{E}_{li}) была отнесена к максимальной (\mathcal{E}_{lmax}) величине для данной выработки, т.е.

$$\mathcal{E}'_l = \frac{\mathcal{E}_{li}}{\mathcal{E}_{lmax}}$$

Как следует из рис. 2, относительное попикетное изменение стоимости (объемов) ремонтных работ по длине выработки носит случайный характер и может рассматриваться как случайная функция. Анализ структуры такой функции показал, что распределение объемов ремонтных работ как случайных величин подчиняется нормальному закону (рис. 3), а сама функция является эргодической (рис. 4). Это позволяет отнести ее к стационарным случайным функциям.

Установленные вероятностно-статистические закономерности позволяют рассматривать геомеханические процессы, развивающиеся в окрестности подготовительных выработок, как стохастические, на основе чего может быть сформулирована задача обоснования критерия целесообразности их повторного использования. Для этого предположим, что некоторый уровень ремонтных работ в подготовительной выработке, которая будет использоваться повторно, не должен быть превзойден в процессе её эксплуатации некоторого предельного значения (\mathcal{E}_k . на

рис. 2). Тогда задача определения такого уровня может быть сформулирована как задача о том, что случайная функция $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_1^{\max}}(L)$ не должна пересекать некоторый заданный уровень \mathcal{E}_k . В теории вероятностей такая задача известна как задача о выбросах случайной функции за заданный уровень [9]. В результате её решения должно быть обосновано количественное значение такого уровня, что позволит определить и тот максимальный суммарный объем ремонтных работ, при котором повторное использование подготовительных выработок будет являться целесообразным.

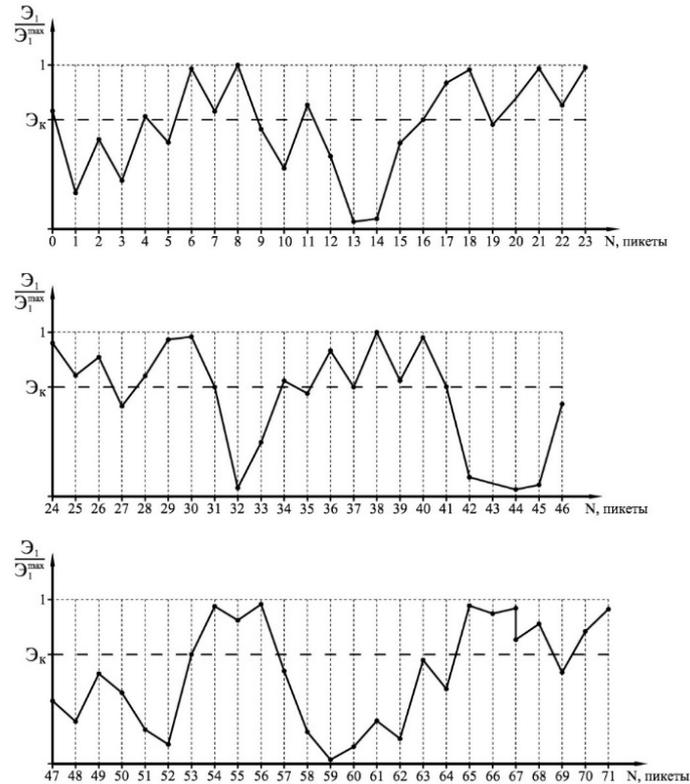


Рис. 2. Распределение относительных объемов ремонтных работ (стоимости) попикетно по длине выработки

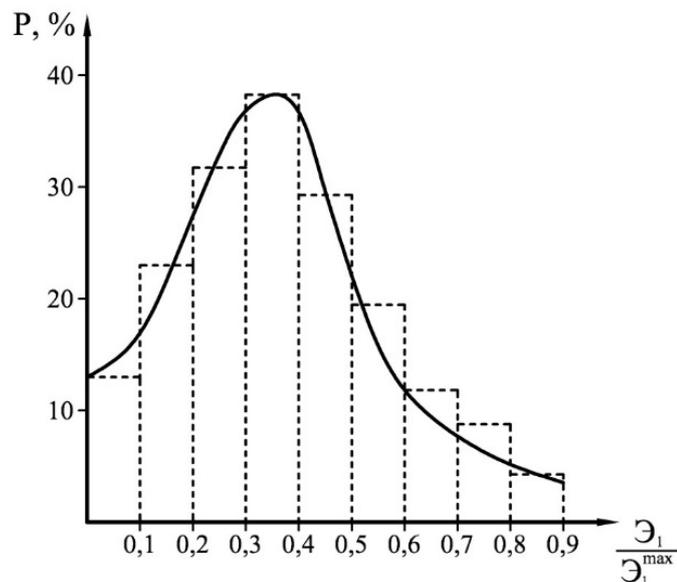


Рис. 3. Распределение объемов ремонтных работ как случайных величин

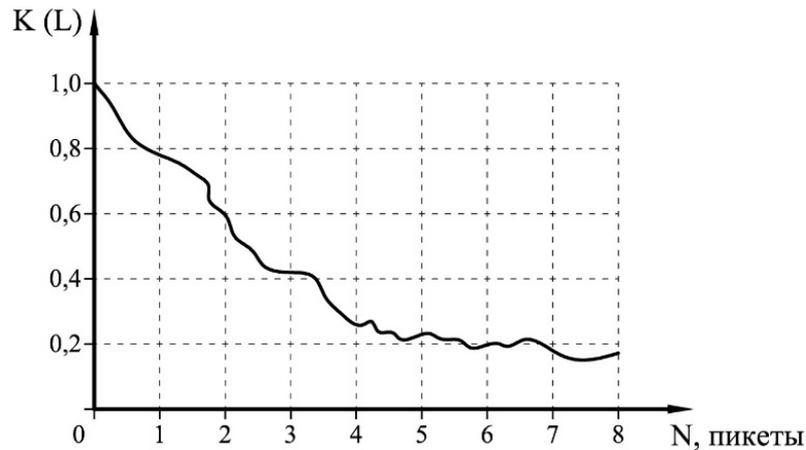


Рис. 4. Автокорреляційна залежність зміни відносних об'ємів ремонтних робіт по довжині виробки

Висновки.

1. Обоснована актуальність науково-технічної проблеми зниження себестоимости добываемого угля путем повторного использования подготовительных выработок.

2. Выполнен комплекс натурных обследований подготовительных выработок по пласту l шахты «Краснолиманская», что позволило установить характер их распределение по длине выработок, определить вероятностно-статистическую их природу, получить соответствующие характеристики.

3. Задача определения предельного уровня эксплуатационных затрат в качестве критерия экономической целесообразности повторного использования подготовительных выработок сформулирована как задача о выбросах случайной функции за заданный уровень.

Бібліографічний список

1. Шашенко А.Н., Тулуб С.Б., Сдвижкова Е.А. Некоторые задачи статистической геомеханики. – Киев, Изд-во «Пульсары», 2002. – 302 с.
2. Гапеев С.Н. Моделирование и прогноз геомеханических процессов в выработках глубоких шахт. : дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.15.09 / Гапеев С. Н. – Днепропетровск -2014. - 335 с.
3. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Смирнов А.В. Пучение пород почвы в выработках угольных шахт. – Днепропетровск, Изд-во «ЛизуновПресс», 2015. – 256 с.
4. Попович И.Н. Обоснование параметров способа охраны выработок для повторного использования на ОП «Шахта «Комсомольская» ГП «Антрацит» / И.Н. Попович // Міжнародна науково-технічна конференція «Сталій розвиток промисловості та суспільства» 21 травня, 2015 р. Т. 1. – Криворізький національний університет. - 2015. – С. 20-21.
5. Логунова А.О. Управление геомеханическими процессами в окрестности подземных выработок с помощью анкерных систем / Логунова А.О. // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Випуск 1 (13). – С. 89-96
6. Гапеев С. Н. Критериальная величина остаточного сечения конвейерного штрека, используемого повторно / С. Н. Гапеев, А. Е. Григорьев, А.О. Логунова. // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Випуск 2 (16). – С. 90-99
7. Солодянкин А.В., Машурка С.В., Дудка И.В. К вопросу об эффективности повторного использования выработок в сложных геомеханических условиях // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – 2015. – № 2 (16). – С. 99-109.
8. Попович И.Н. Исследование эффективности элементов крепления и охраны выемочных выработок в условиях шахты «Партизанская» ГП «Антрацит» / Е.А. Сдвижкова, А.В. Солодянкин, И.Н. Попович, И.В. Дудка // Форум гірників-2014: Матеріали міжнародної конференції 1-4 жовтня 2014 р. Т. 2. Геомеханіка і геотехніка. – Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2014. – С. 97- 103.
9. Свешников А.А. - Прикладные методы теории случайных функций. – М: Наука, 1968 – 463с.

Надійшла до редакції 29.04.2016

О.М. Шашенко¹, О.І. Дубовик²

¹ДВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпропетровськ

²ДП ВК «Краснолиманская», м Родинське

ОБГРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЮ ДОЦІЛЬНОСТІ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Виконано аналіз підходів до встановлення критерію економічної доцільності повторного використання підготовчих виробок вугільних шахт. На основі натурних вимірювань обгрунтована ймовірносно - статистична модель процесу деформування конвеєрних штреків в гірничо-геологічних умовах шахти «Краснолиманська». Доведено, що обсяги ремонтних робіт по довжині виробки являють собою випадкову стаціонарну ергодичу функцію.

Ключові слова: критерій економічної доцільності, повторне використання, підготовчі виробки, експлуатаційні витрати, випадкова функція, ймовірносно-статистична модель.

A.N. Shashenko¹, A.I. Dubovik²

¹State university «National Mining University», Dnipropetrovsk

²"Krasolimanskaya" of Rodynske

RATIONALE CRITERIA OF DEVELOPMENT WORKINGS REUSE AT COAL MINES

The approaches to setting of development workings feasibility reuse criteria of coal mines are analyzed. On the basis of in-situ measurements the probabilistic - statistical model of the deformation of belt road is proved to the geological conditions of the mine "Krasnolimanskaya". It is proved that the volume of repair work on the length of the working are ergodic stationary random function.

Keywords: economic feasibility criteria, re-use, preparation production, operating costs, a random function, probabilistic-statistical model.