

УДК 622.243

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ В ОЧИСТНЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ МНОГОЗАБОЙНОЙ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Зуйков Д. А., студент гр. РПМ-14,
Выговская Д. Д., канд. техн. наук, доц., науч. рук.,
Выговский Д. Д., канд. техн. наук, доц., науч. рук.
(ГОУ ВПО «ДОННТУ, г. Донецк, ДНР)

Предложен метод определения надежности по структурным схемам технологических элементов, определения надежности элементов структурной схемы и коэффициентов готовности технологической схемы многозабойной выемки угольного пласта.

Ключевые слова: система разработки, очистной забой, надежность, структурная схема, коэффициент готовности

Под надежностью системы разработки понимается способность системы сохранять свои свойства безопасности, долговечности, ремонтпригодности на протяжении заданного периода времени при определенных условиях эксплуатации от действия случайных возмущающих факторов – технических, организационных и природных.

Надежность технологии выемки угля при принятых системах разработки определяется надежностью входящих в нее операций и звеньев, способом их взаимодействия и порядком выполнения.

Как показывает опыт конструирования вариантов систем разработки, в них потенциально заложены слабые (ненадежные) звенья подвергающиеся воздействию случайных возмущающих факторов. Так, при сплошной системе разработки с проведением штреков вслед за лавой потенциально ненадежным звеном является концевой участок лавы из-за операций отбойки, уборки и закладки породы; оформление и крепление штреков и просеков и др. При опережающем проведении штреков (на одиночном пласте) забой штрека находится впереди забоя лавы и в этом варианте концевой участок лавы при сопряжении со штреком является

менее сложным. На глубоких горизонтах уровень надежности этого звена может быть снижен за счет уменьшения уровня устойчивости, что снижает нормальную работу транспортных средств.

Варианты комбинационной системы разработки при отработке лав через участковые квершлагги (гезенки) на полевые штреки значительно усложняют технологический процесс добычи угля из-за дополнительных звеньев транспорта, совмещение работ по добыче угля и проведение подготовительных выработок, сложности доставки материалов и оборудования по этим выработкам. Наличие просеков и частые погрузочные пункты на квершлагге (через 100–150 м) и полевом штреке затрудняют производство работ под лавой из-за малого сечения дополнительных выработок и постоянного подвержения их опорному давлению.

Надежность технологической схемы зависит не только от звеньев составляющих эту цепочку, но и от горно-геологических и горнотехнических факторов. Все факторы, влияющие на аварийность принятой системы, представляют в виде отдельных элементов, позволяющих составить структурную схему оценки надежности.

За критерий оценки для восстанавливающихся систем можно принять общепринятый коэффициент готовности [1]. Структурная схема системы разработки должны привязываться к основным наклонным или горизонтальным выработкам при работе одиночной лавы выражается через систему последовательно соединенных элементов. Отказ любого из них вызовет отказ всей системы.

При применении вариантов многозабойной отработки определяют наличие дополнительных транспортных звеньев, то в целом такие структурные схемы будут характеризоваться наличием параллельных и последовательных соединений технологических звеньев.

Надежность элементов структурной схемы технологической цепочки оцениваются следующими критериями: отказ (\bar{t}), наработка на отказ (\bar{t}_p), среднее время восстановления отказа (\bar{r}), интенсивность отказов (λ) и восстановления (μ), вероятность безотказной работы в течение времени (заданного промежутка) ($P(t)$), коэффициент готовности (надежности) (k_d).

Отказ (\bar{t}) – это событие, при котором элемент системы прекращает выполнять свои функции.

Наработка на отказ – это среднее время работы элемента или системы между двумя последовательными отказами определяется из выражения

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{i=1}^m t_{Pi}}{m},$$

где t_{Pi} – время работы элемента или системы до наступления i -го отказа;

m – число периодов работы элемента или системы до наступления отказа, используемое для определения среднего значения \bar{t}_p .

Среднее время восстановления отказа определяется из следующего выражения

$$\bar{\tau} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \tau_i.$$

Интенсивность отказов (λ) – это среднее количество отказов элемента в единицу времени определяется из выражения

$$\lambda = \frac{1}{t_p}.$$

Интенсивность восстановления отказа определяется как среднее количество восстановления в единицу времени.

$$\mu = \frac{1}{\bar{\tau}}.$$

Вероятность безотказной работы в течение заданного промежутка времени определяется следующим образом:

$$P(t) = \frac{N - N_{отк}}{N},$$

где N – общее число одноименных элементов;

$N_{отк}$ – число отказавших элементов за рассмотренный период.

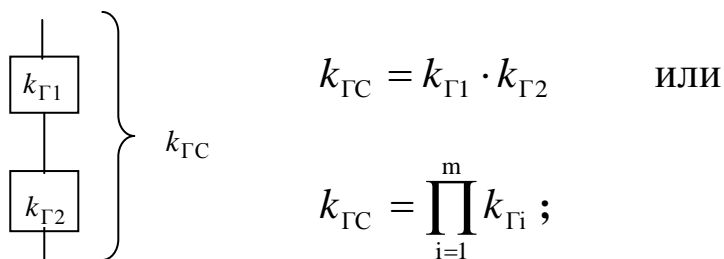
Обобщающим показателем надежности восстанавливаемых систем является коэффициент готовности – k_G .

Коэффициент готовности – это вероятность того, что элемент будет работоспособен в произвольный момент времени

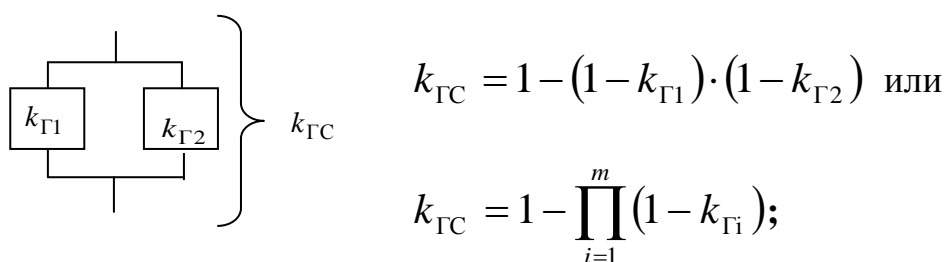
$$k_{\Gamma} = \frac{\bar{t}_p}{\bar{t}_p + \bar{\tau}} = \frac{1}{\lambda \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \right)} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}.$$

Коэффициент готовности (надежности) простейших систем разработки при известных коэффициентах готовности элементов определяем следующим образом:

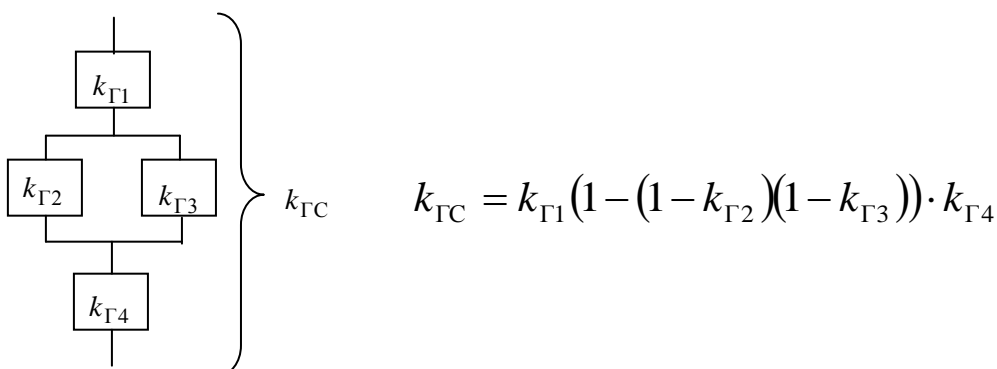
– при последовательном соединении элементов



– при параллельном соединении элементов



– при последовательно-параллельном соединении



Надежность технологического процесса выемки угля при различных системах разработки определяется надежностью входящих в него технологических звеньев и их взаимодействие (структурная схема).

Система разработки и выемочный участок представляют собой восстанавливающиеся системы. В качестве критерия оценки их надежности может быть принят общеизвестный для восстанавливающихся систем – коэффициент готовности. Система разработки состоит из элементов с различными коэффициентами готовности. Так, например:

– при проведении штрека одним забоем с лавой в зоне их сопряжения выполняются процессы, связанные с проведением штрека, уборкой породы, возведением охранных конструкций штрека, перегрузка угля из лавы на транспортные средства штрека и др.;

– при проведении штрека с опережением забоя лавы перечисленные выше процессы в определенной степени рассредоточены по длине штрека, что повышает надежность их выполнения.

Как видно из сравнения этих схем, что еще большая надежность будет при варианте проведения штрека до начала очистных работ.

При системе разработки с полевой подготовкой технологический процесс добычи угля усложняется из-за появления дополнительного звена транспортирования угля по просеку (штреку). Наличие этого звена (штрека) увеличивает длину цепи транспортирования на 150–200 м и затрудняет выполнение работ под лавой и в просеке (штреке) из-за малого их сечения и подвержения их опорному давлению.

Так, для оценки надежности многозабойной отработки предлагается структурная схема (рис.1).

Коэффициент готовности данного варианта определяется по предложенной структурной схеме, т.е. сперва для каждой лавы ($k_{ГI}$ и $k_{ГII}$):

$$k_{ГI} = k_{Г1} \cdot k_{Г3} \cdot k_{Г4} \cdot k_{Г7} \cdot k_{Г8} \cdot k_{Г9} \quad (\text{ветвь 1-й лавы});$$

$$k_{ГII} = k_{Г2} \cdot k_{Г5} \cdot k_{Г6} \cdot k_{Г9} \cdot k_{Г10} \cdot k_{Г11} \quad (\text{ветвь 2-й лавы}),$$

а затем для совместной работы двух забоев ($k_{ГА}$)

$$k_{ГА} = 1 - (1 - k_{ГI})(1 - k_{ГII}) = 1 - (1 - k_{Г1} \cdot k_{Г3} \cdot k_{Г4} \cdot k_{Г7} \cdot k_{Г8} \cdot k_{Г9}) \times \\ \times (1 - k_{Г2} \cdot k_{Г5} \cdot k_{Г6} \cdot k_{Г9} \cdot k_{Г10} \cdot k_{Г11}).$$

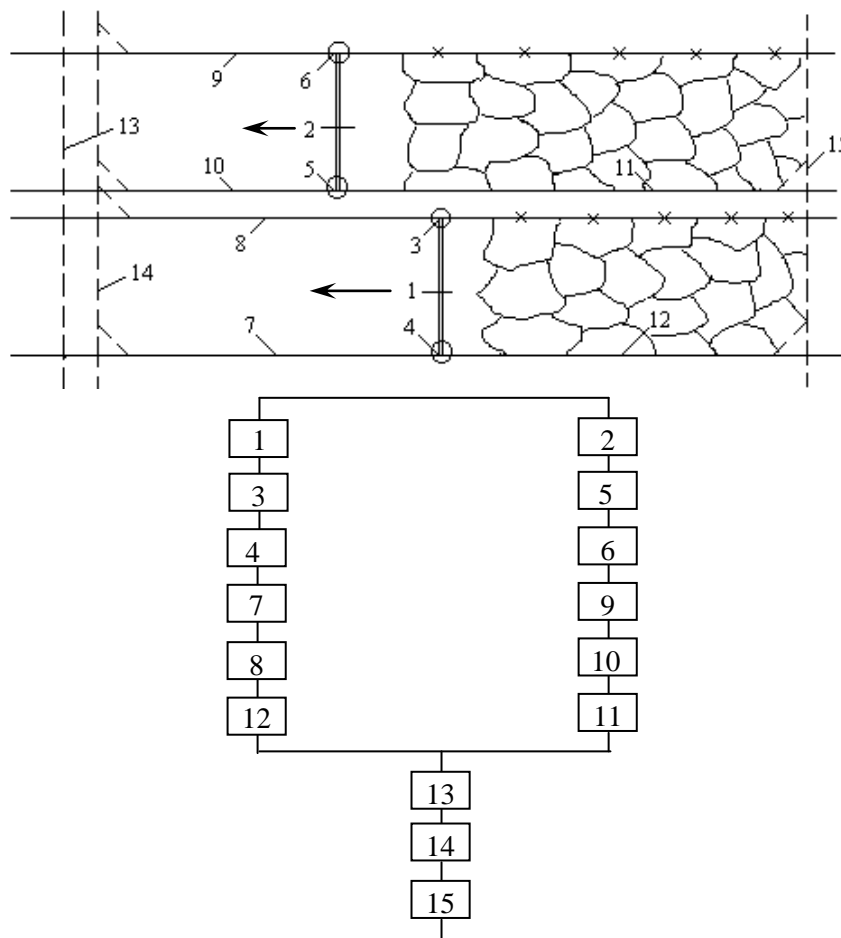


Рис. 1. Структурная схема оценки надежности многозабойной отработки пласта: 1,2 – очистные забои; 3,6 – сопряжение лавы с вентиляционным штреком; 4,5 – сопряжение лавы с транспортным штреком; 7,10 – транспортные штреки впереди лавы; 8,9 – вентиляционные штреки; 11,12 – транспортные штреки позади лавы; 13 – секционный вентиляционный уклон; 14 – секционный воздухоподающий уклон; 15 – секционный фланговый уклон

Коэффициент готовности для многозабойной отработки пласта определяется из выражения

$$k_{ГМЗ0} = k_{Г1} \cdot k_{Г13} \cdot k_{Г14} \cdot k_{Г15} = [1 - (1 - k_{Г1} \cdot k_{Г3} \cdot k_{Г4} \cdot k_{Г7} \cdot k_{Г8} \cdot k_{Г12}) \times \\ \times (1 - k_{Г2} \cdot k_{Г5} \cdot k_{Г6} \cdot k_{Г9} \cdot k_{Г10} \cdot k_{Г11})] \cdot k_{Г13} \cdot k_{Г14} \cdot k_{Г15}.$$

Если принять $k_{Г}$ для различных элементов из проводимых исследований [4] равными –

$$\begin{array}{lll} k_{Г1} \text{ и } k_{Г2} = 0,5 & k_{Г3} \text{ и } k_{Г6} = 0,97 & k_{Г4} \text{ и } k_{Г5} = 0,95 \\ k_{Г7} \text{ и } k_{Г10} = 0,85 & k_{Г8} \text{ и } k_{Г9} = 0,95 & k_{Г11} \text{ и } k_{Г12} = 0,95 \\ k_{Г13} = 0,9 & k_{Г14} = 0,95 & k_{Г15} = 0,95, \end{array}$$

то $k_{\Gamma_{\text{МЗ0}}}$ многозабойной отработки пласта будет равен:

$$k_{\Gamma_{\text{МЗ0}}} = [1 - (1 - 0,5 \cdot 0,97 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,95) \times \\ \times (1 - 0,5 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,95)] \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,88.$$

Вывод. Уменьшение коэффициента готовности (надежности) всей системы уменьшает пропорционально добычу из секции панели [3]. Повышение надежности элементов технологической схемы очистные работы, подготовительные работы, транспорт и вентиляция позволяют увеличить нагрузку на секцию и улучшить технико-экономические показатели в целом по шахте.

Библиографический список

1. Топчиев, А. В. Надежность горных машин и комплексов [Текст] / А. В. Топчиев, [и др.]. – М., «Недра», 1968.
2. Бурчаков, А. С. Надежность технологических схем и процессов угольных шахт [Текст] / А. С. Бурчаков, Б. М. Воробьев, Е. В. Шибяев. – М., «Недра», 1975.
3. Выговская, Д. Д. Обоснование параметров подготовки запасов уклонных ступеней глубоких горизонтов. [Текст] : дис. ... кан. тех. наук: 05.15.02 / Выговская Даниэла Данииловна; Донецкий государственный технический университет – Донецк, ДонГТУ, 2000 – 158с.
4. Кулаков, Ю. Н. Оценка надежности технологических схем выемки в условиях шахт Западного Донбасс [Текст] / Ю. Н. Кулаков, В. Н. Кулаков – Уголь Украины, 1993, №7.

Zuikov D. A., Vygovskaya D. D., Vygovskiy D. D.

(SEI HPE «Donetsk national technical university», Donetsk, DPR)

DETERMINATION OF OPERATIONAL RELIABILITY IN CLEANING PROCESSES IN THE MULTIPLE-EFFECTED PROCESSING OF COAL MINE

A method for determining the reliability of the structural schemes of technological elements, determining the reliability of structural elements of the structural scheme and the availability factors of the technological scheme of a multi-bottom coal seam is proposed.

Keywords: system of mining, breakage face, reliability, block diagram, availability