

12. Лазеева М.П. Программная реализация вероятностно-статистического непараметрического метода распознавания образов/ М.П. Лазеева, А.В. Дерюшев// Вестн. КузГТУ.- 2004.- №4.- С. 117-119.

13. Мякишева Л. Е. Использование ЭВМ для решения задач методами распознавания образов: Методические указания по применению библиотеки научных программ "ПРОИС" / Л. Е. Мякишева, А. В. Дерюшев; КузНИИшахтострой; Кузбас. политехн. ин-т.- Кемерово, 1986.- 40 с.

□ Авторы статьи:

Дерюшев
Александр Владимирович
- канд. техн. наук, доц. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Лазеева
Мария Петровна
- асс. каф. вычислительной техники и информационных технологий

Пимонов
Александр Григорьевич
- докт. техн. наук, проф. каф. вычислительной техники и информационных технологий

УДК 519.21

А.С.Сорокин

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СХЕМ УГЛЕСОСНЫХ СТАНЦИЙ

На основе математических моделей надежности трех технологических схем углесосных станций производится выбор лучшей из них (рис. 1-3).

Функционирование различных систем, рассматриваемых в теории надежности, может быть описано полумарковским процессом с конечным числом состояний [1], [2], построенным соответствующим образом.

Из определения полумарковского процесса следует, что при переходе из i -го в j -ое состояние дальнейшее Поведение процесса зависит от времени пребывания его в j -ом состоянии. Это дает возможность составить систему стохастических уравнений, которая является аналогом формулы полной вероятности для случайных величин.

Эти системы уравнений представляют основную математическую модель [3], [4] (см. также [5], [6]).

На основе полумарковских процессов могут быть получены различные характеристики надежности. Предполагаем, что каждый работающий элемент углесосной станции создает простейший поток отказов с параметром $\lambda=1/T_p$ (I_{arp} , I_k , I_3 - соответственно для агрегата, обратного клапана, задвижки).

Время ремонта отказавшего элемента распределено по показательному закону с параметром $\mu=1/T_B$ (m_{arp} , m_k , m_3 - соответственно для агрегата обратного клапана, задвижки).

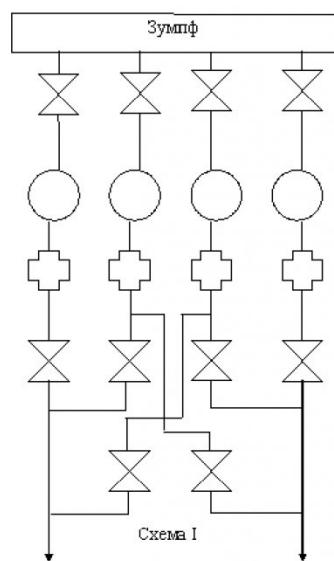


Рис. 1. Блок-схема углесосной станции

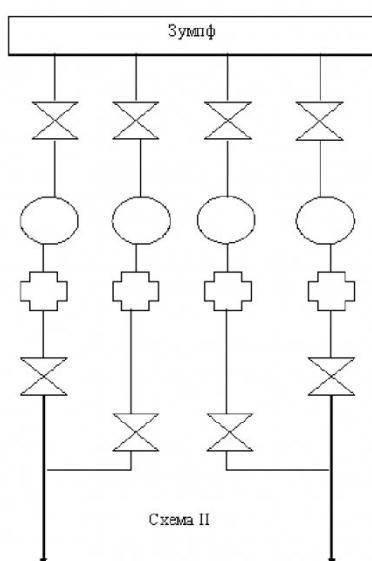


Рис. 2. Блок-схема углесосной станции

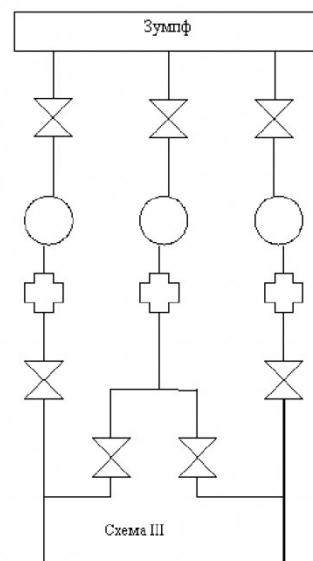


Рис. 3. Блок-схема углесосной станции



Углесосный агрегат



задвижка



Обратный клапан

Таблица 1

Математические модели надежности

Схема	Коэффициент готовности K_G	Вероятность работы одной нитки K'	P_Φ	Наработка на отказ T_0
I	$\frac{1}{1 + \frac{8\lambda_1^2\lambda_2}{(\mu + \mu_n)(\mu^2 + 2\mu\lambda_1 + 4\lambda_1^2)}}$	$\frac{1}{1 + \frac{(\mu - \lambda_1)\lambda_1^3\lambda_2}{(\mu^4 - \lambda_1^4)(\mu + \mu_n)}}$	$\frac{K_G + K'}{2}$	$\frac{\mu^2 + 2\mu\lambda_1 + 4\lambda_1^2}{8\lambda_1^2\lambda_2}$
II	$\frac{1}{1 + \frac{2(\lambda^2 + 3\mu\lambda + 3\lambda^2)\lambda^2}{\mu^2(\mu^2 + 2\mu\lambda + 2\lambda^2)}}$	$\frac{1}{1 + \frac{\lambda(6\lambda^3 - \mu^3)}{\mu(\mu^3 + 3\lambda\mu^2 + 4\lambda^2\mu + 6\lambda^3)}}$	$\frac{K_G + K'}{2}$	$\frac{\mu(\mu^2 + 2\mu\lambda + 2\lambda^2)}{2\lambda^2(\mu^2 + 3\mu\lambda + 3\lambda^2)}$
III	$\frac{1}{1 + \frac{4\lambda_1\lambda_2}{(\mu + \mu_n)(\mu + 2\lambda_1)}}$	$\frac{1}{1 + \frac{\lambda_1^2\lambda_2}{(\mu + \mu_n)(\mu^2 + \mu\lambda_1 + \lambda_1^2)}}$	$\frac{K_G + K'}{2}$	$\frac{\mu + 2\lambda_1}{4\lambda_1\lambda_2}$

В табл. 1 приведены математические модели надежности для трех указанных схем как функции интенсивности отказов, интенсивности восстановлений, интенсивностей переключений технологической цепи.

Получены для каждой схемы коэффициенты готовности K_G , вероятности функционирования в системе только одной технологической цепи K' , вероятности функционирования, приведенные по производительности технологической схемы в целом P_Φ , наработки на отказ T_0 , вероятности безотказной работы схем как функции времени.

Среднее время работы технологической цепи

$$T_{pu} = \frac{1}{(\lambda_{acp} + \lambda_{bc} + \lambda_k + \lambda_s)}. \quad (1)$$

Среднее время восстановления технологической цепи

$$T_{bu} = T_{pu} \left(\frac{\lambda_{acp}}{\mu_{acp}} + \frac{\lambda_{bc}}{\mu_{bc}} + \frac{\lambda_k}{\mu_k} \right). \quad (2)$$

Так как полученные в данной работе матема-

тические модели характеристик надежности технологических схем являются многомерными моделями, то делают некоторые упрощения, которые позволяют представить их как функции одного безразмерного параметра:

$$\rho = \frac{\mu_u}{\lambda_u}, \quad (3)$$

где m_u - интенсивность восстановления (одной нитки) технологической цепи схемы;

l_u - интенсивность отказов технологической цепи.

Положив интенсивности переключений $l_n = m_n = 0$, получаем

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_u. \quad (4)$$

На рис. 4 - 6 представлены для каждой схемы коэффициенты готовности K_G как функции параметра r . Из графика следует, что наиболее надежной схемой будет первая, а вторая и третья примерно равнозначны для $r > 4$. Здесь же даны

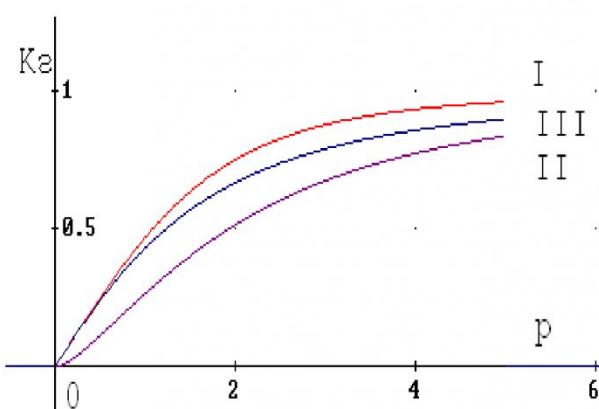


Рис.4. Зависимость коэффициентов готовности K_G от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

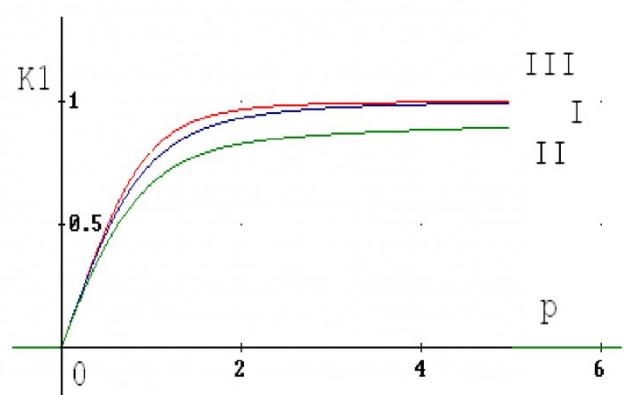


Рис.5. Зависимость коэффициентов простоты K_1 от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

Таблица 2

Схема	I	II	III
Кг	0,999535	0,996715	0,994152

для каждой схемы вероятности функционирования, приведенные по производительности технологической схемы в целом P_Φ как функции r . Наиболее высокой вероятностью функционирования обладает первая схема. Для $r > 3.5$ вероятности функционирования второй и третьей схем практически одинаковы.

Конкретный пример. По данным лаборатории повышения надежности и износостойкости машин:

$$\begin{aligned} \lambda_{bc} &= 0.00167; \lambda_{agr} = 0.0238; \lambda_k = 0.0021; \\ \lambda_3 &= 0.0038; \mu_{bc} = 0.333; \mu_{agr} = 0.843; \\ \mu_k &= 1.43; \mu_3 = 1.28. \end{aligned} \quad (5)$$

Отсюда с учетом (1) – (3)

$$T_{pu}=29.3 \text{ часа}; T_{vu}=1.167; r=25.1;$$

$$K_{Gu}=0.961.$$

Отсюда и из табл. 1 получаем значения коэффициентов готовности для каждой из схем.

Из табл. 2 видно, что для данных условий все схемы будут высоконадежными.

Для выбора наилучшей схемы необходимо учесть влияние надежности на экономичность технологических схем. Для компоновки схем I и II требуется примерно одинаковое число технологического оборудования, а для схемы III - на четверть меньше. Следовательно, предпочтение нужно отдать схеме III.

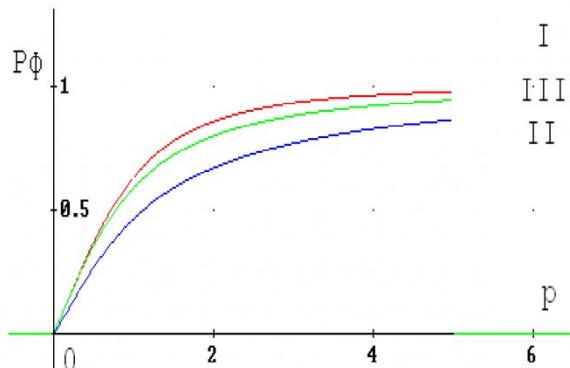


Рис.6. Зависимость вероятностей функционирования P_Φ от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

Итак, для указанных на рис. 1 - 3 технологических схем с учетом исходных данных (5), влияния надежности на экономичность и необходимого количества технологического оборудования в каждой схеме получаем, что оптимальной будет технологическая схема III.

Предложенная методика позволяет выбирать оптимальную технологическую схему углесосной станции по условию надежности.

Полученные методом полумарковских процессов [1] математические модели надежности могут быть применены для анализа технологических схем, где необходимо учесть влияние надежности на экономичность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сорокин А.С. Применение полумарковских процессов к определению характеристик надёжности технологических схем // Вестн. КузГТУ, №1 (45). -Кемерово, 2005. с. 3 – 9.
- Сорокин А.С. Применение методов теории вероятностей к исследованию некоторых процессов производства. Труды 4-ой междунар. Конф. Кибернетика и технологии XXI века. -Воронеж, 2003, с. 312-323.
- Стахеев Н.А., Витебский В.Я. Анализ и оценка технологических систем на основе теории надежности // Изв. ВУЗов. Горный журнал, № 12, 1966.
- Силин Н. А., Витошкин Ю.К. Гидротранспорт угля по трубам и методы его расчета. -Киев. 1964.
- Сорокин А.С. Алгоритм решения линейных систем дифференциальных уравнений Колмогорова. // Качество высшего педагогического образования; уровни, параметры и критерии оценки. Сб. научных трудов КузГПА. -Новокузнецк, 2004. с. 45 - 48.
- Сорокин А.С. Математическая модель: влияние надежности на экономичность // Инновации и информационные технологии в образовании. Труды Всероссийской конф. Т.2. -Владивосток, 2004. с. 126 – 128.

□ Автор статьи:

Сорокин
Андрей Семенович
- канд. физ.-мат. наук,
доцент, ст.н.с. (филиал КузГТУ в
г. Новокузнецке)