

УДК 621.3.016:622.232.7

А.Г. Захарова, И.А.Гребенщикова

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ

Режимы работы электродвигателей очистных комбайнов угольных шахт зависят не только от назначения и принципа действия машины и технологического процесса, но и в значительной степени от организации труда, горно-геологических условий, квалификации обслуживающего персонала.

Известно, что комбайн как основная технологическая машина, задающая нагрузку всем технологическим звеньям очистного участка и шахты в целом, работает не в течение всей смены [1]. Продолжительность работы его двигателей характеризуется коэффициентом машинного времени

$$K_{комб} = \frac{t_{p\Sigma}}{T_{см.ср}} , \quad (1)$$

где $t_{p\Sigma}$ – суммарная длительность работы комбайна под нагрузкой, ч; $T_{см.ср}$ – средняя продолжительность смены, ч.

Введение $T_{см.ср}$ вместо обычно применяемого показателя $T_{см}$ (длительность смены) объясняется тем, что имеют место потери рабочего времени при сдаче и приемке смены.

В [1] приведены результаты исследований фактического использования рабочего времени в 252 очистных забоях 110 шахт. Коэффициент машинного времени составил 0,217-0,31. Столь низкие показатели объяс-

няются невысоким уровнем надежности систем транспортирования угля и всей технологической системы шахт.

Выражение (1) представляет, по сути, коэффициент готовности очистного забоя. Этот показатель в существенной мере определяет производительность очистного забоя. В [2] показано, что при значении $K_{комб}=0,75$ производительность комбайна возрастает на 62% при сокращении расстояния транспортирования угля в два раза и на 119% при сокращении в три раза.

Исследование технологических параметров систем разработки позволяет сформировать аппарат для моделирования графиков нагрузки комбайнов и другого горно-шахтного оборудования (ГШО).

Анализ хронометражных наблюдений производственных процессов в очистных забоях показал:

– длительность остановок очистного комбайна по внутризабойным и внезабойным техническим причинам имеет гамма-распределение с плотностью

$$f(t) = \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} t^{\eta-1} e^{-\lambda t},$$

где λ, η – параметры элементарных распределений; $\Gamma(\eta)$ – гамма-функция;

– длительность остановок

по внезабойным организационным причинам также имеет гамма-распределение, а по внутризабойным – экспоненциальное с плотностью

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t};$$

– длительность остановок из-за горно-геологических нарушений подчинена экспоненциальному распределению;

– вероятность возникновения всех видов остановок распределена по закону Пуассона:

$$P(m) = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}.$$

В табл.1 приведены значения параметров элементарных распределений по длительности одной остановки $f(t)$ и частоте остановок $P(m)$ по различным причинам.

Длительность всех видов остановок очистных комбайнов также имеет экспоненциальное распределение

$$f(t_0) = \lambda_0 \exp(-\lambda_0 t_0),$$

где λ_0 – параметр функции, определяющий число событий в единицу времени; t_0 – текущая переменная.

В настоящее время накоплен обширный материал по определению средней продолжительности включения $ПВ$, продолжительности времени работы t_p и продолжительности цикла очистных комбайнов t_u

Таблица 1

Длительность одной остановки $f(t)$			Частоты остановок $P(m)$		
по причинам					
техническим	организационным	горно-геологическим	техническим	организационным	горно-геологическим
внутризабойным					
$\lambda=0,015 \div 0,06$ $\eta=0,51 \div 1,1$	$\lambda=0,04 \div 0,12$	$\lambda=0,03 \div 0,164$	$\lambda=0,16 \div 1,12$	$\lambda=0,09 \div 0,1$	$\lambda=0,07 \div 1,29$
внезабойным					
$\lambda=0,012 \div 0,045$ $\eta=0,16 \div 1,05$	$\lambda=0,03 \div 0,12$ $\eta=0,75 \div 1,46$	–	$\lambda=0,2 \div 1,6$	$\lambda=0,12 \div 0,4$	–

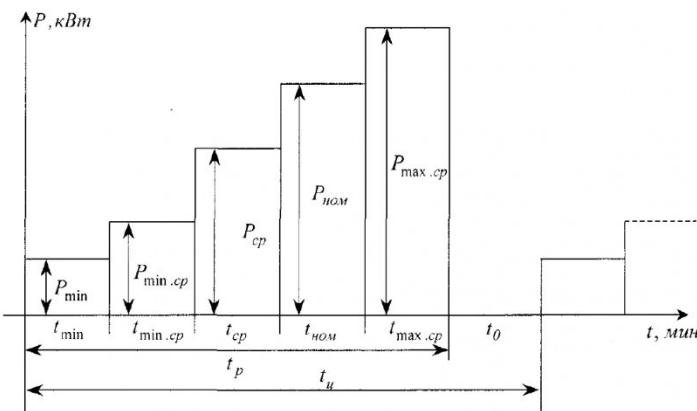


Рис. 1. Распределение длительности рабочего цикла очистного комбайна

в течение смены.

Продолжительность включения ПВ очистных комбайнов с режимами частых пусков определяется по формуле:

$$ПВ = \frac{(nt_{\Pi} + t_p)}{t_u},$$

где n - число двигателей комбайна; t_{Π} - длительность пуска двигателя; t_p - длительность работы под нагрузкой; $t_u = n t_{\Pi} + t_p + t_0$ - длительность цикла; t_0 - время пауз.

По данным [2] продолжительность включения ПВ для забоев с суточной нагрузкой до 1200 т составляет 0,5 – 0,68; с нагрузкой 2000 – 2500 т – 0,7 – 0,81; с нагрузкой выше 2500 т – 0,85.

Распределение длительности рабочего цикла показано на рис. 1.

В течение времени t_{min} включается и работает на холостом ходу первый двигатель (нижний шнек), затем в течение времени $t_{min.cp}$ включается двигатель верхнего шнека и работает на холостом ходу. Далее, после непродолжительного времени набора нагрузки (оно составляет 3 - 5 с, поэтому им пренебрегаем), комбайн работает с некоторой нагрузкой, гистограмма распределения которой приведена на рис.2 [1].

Во время технологического цикла, длительность которого составляет от 25 до 80 мин, можно выделить пять уровней

тограммой нагрузки двухшнекового комбайна. Уровни нагрузок по отношению к номинальной составляют:

$$P_{min} = (0.12 \div 0.165) P_{nom.dv};$$

$$P_{min.cp} = (0.26 \div 0.35) P_{nom.dv};$$

$$P_{cp} = (0.7 \div 0.8) P_{nom.dv} + 0.8 P_{nom.pod};$$

$$P_{nom} = P_{nom.dv} + P_{nom.pod};$$

$$P_{max.cp} = (1.06 \div 1.36) P_{nom.dv} + P_{nom.pod}.$$

Для двухшнековых комбайнов с обособленным приводом номинальная мощность принимается равной сумме этих двигателей. Мощность вынесенного двигателя подачи $P_{nom.pod}$ учитывается при работе комбайна на средней, номинальной и максимальной усредненной мощности.

Гистограммы и выравнивающие их кривые времени работы и остановок в общем виде (рис.3) имеют экспоненциальный закон распределения с плотностью

нагрузки комбайна:

- минимальная P_{min} ;
- минимальная усредненная $P_{min.cp}$;
- средняя P_{cp} ;
- номинальная P_{nom} ;
- максимальная усредненная $P_{max.cp}$.

Для целей моделирования удобно воспользоваться приведенной на рис. 2 типовой гис-

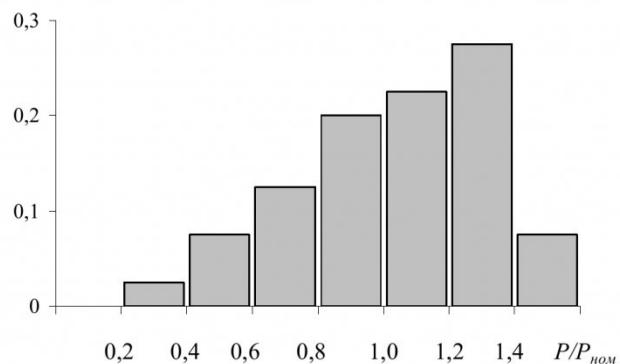


Рис. 2. Гистограмма нагрузок комбайна

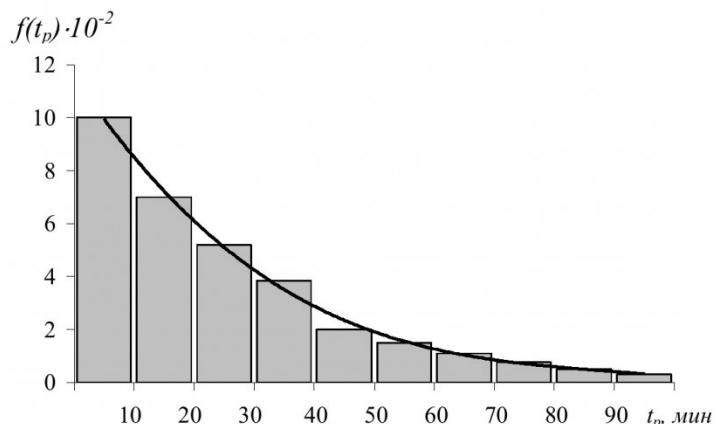


Рис. 3. Гистограмма распределения времени работы комбайна

$$f(t_p) = \lambda_p \exp(-\lambda t_p),$$

где λ_p – параметр распределения, имеющий смысл числа событий в единицу времени; t_p – текущая переменная.

Функция распределения имеет вид

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t).$$

По этим двум формулам можно рассчитать вероятность непрерывной работы комбайна t_p (его электродвигателей), остановки t_0 , а также вероятность того, что время непрерывной работы составит не более t_{pi} мин и продолжительность остановок не превышает t_{oi} мин.

Продолжительность цикла достаточно точно удовлетворяет гамма-распределению с плотностью

$$f(t) = \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} t^{\eta-1} e^{-\lambda t}.$$

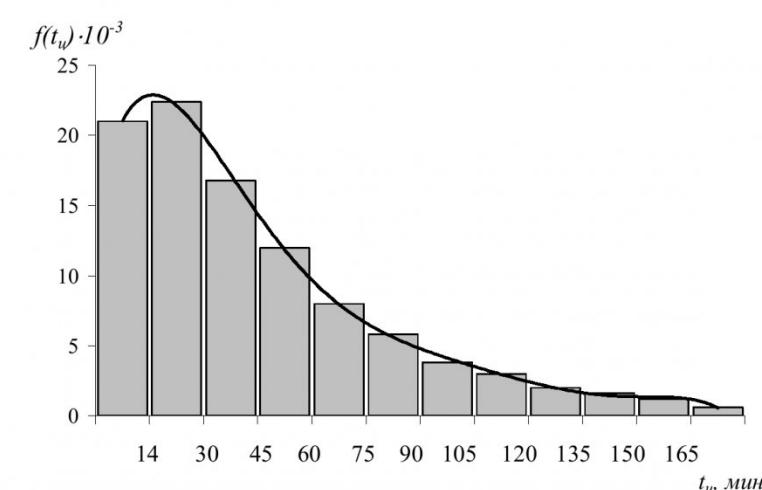


Рис. 4. Гистограмма распределения продолжительности цикла работы комбайна

(рис. 4). Наблюдения показали, что при нагрузке на очистной забой до 1500 т/сутки продолжительность цикла с доверительной вероятностью $p=0.9$ находится в пределах 40 – 50 мин, а при нагрузке до 2500 т/сутки – до 78 мин.

Очистные забои, работающие с нагрузкой 1,0 млн. т/год и выше, характеризуются продолжительностью цикла до 135 – 180 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Стариков Б.Я., Азарх В.Л., Рабинович З.М. Асинхронный электропривод очистных комбайнов. М.: Недра, 1981. - 288 с.
- Технические и технологические решения по созданию шахты нового технического уровня для перспективных угольных районов Кузбасса: Препринт №2 / Брагин В. Е., Герман П. П., Ялевский В. Д., Лермонтов Ю.С.- Кемерово: «Кузбассугleteхнология», 1996. - 31 с.

□ Авторы статьи:

Захарова Алла Геннадьевна - канд. техн. наук, доц. каф. электропривода и автоматизации	Гребенщикова Ирина Анатольевна - канд. техн. наук, ст.преп. каф. электропривода и автоматизации
--	---

УДК 621.3.016:622.232.7

И.А. Гребенщикова, А.Г.Захарова

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

Одной из важнейших задач при решении проблемы энергосбережения является установление закономерностей формирования затрат энергии в виде математических моделей, необходимых для анализа режимов потребления электроэнергии как отдельными звенями технологической цепи, так и предприятием в целом, а также реализация этих моделей в виде конкретных программных решений.

Важным вопросом, решение которого необходимо для прогнозирования затрат электроэнергии, является учет случайных воздействий на звенья технологической цепи, так как случайные воздей-

ствия на отдельные звенья формируют разбросы характеристик системы при продвижении вверх по иерархической лестнице объектов, образующих систему (предприятие).

Теория случайных процессов описывает переходы системы между ее состояниями под влиянием случайных воздействий. Для построения математической модели случайного процесса необходимо определить число состояний системы и вероятности переходов системы между ее состояниями. Далее можно промоделировать траектории случайного процесса - последовательность переходов системы между ее состояниями.