

УДК 622.232.83 – 043.2

*М.Г. Рахутин***РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА
ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОСТЕПЕННО
ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ**

Семинар № 16

Анализ имеющейся литературы показал, что подход к расчету запасных частей заключается в установлении вероятности наступления определенного количества внезапных отказов на рассматриваемом интервале эксплуатации, и определении необходимого количества запасных частей в зависимости от требуемой вероятности достаточности резерва.

Также существуют методы расчета вероятности внезапного отказа для некоторых элементов в зависимости от величины изменения параметра.

В данной статье рассмотрена модель определения среднего расхода запасных частей с учетом того, что продолжение эксплуатации элемента после достижения им рассчитанного для данных условий предельного состояния приводит к ущербу вследствие снижения производительности оборудования, «перерасходу» ресурса как самой машины, содержащей элемент, так и связанного с ней технологического оборудования.

Для оценки затрат будущих периодов находящейся в эксплуатации и приобретаемой новой техники, а также определения потребности в запасных частях, необходимо установление их среднего расхода. Если учитывать замены элементов (гидросистем) по достижении ими расчетного предельного состояния и вероятность восстановления выбывшего элемента в условиях предприятия, то для определения предполагаемого среднего расхода запасных частей предлагается использовать следующее выражение.

$$C_{cp}(T) = (P_{вно}(T) * (1 - P_{восст.вн}) + P_{пс}(T) * (1 - P_{вно}) * (1 - P_{восст.пс})) * N$$

где $C_{cp}(T)$ – средний расход запасных частей за период T ; $P_{вно}(T)$ – вероятность внезапного отказа за период T ; $P_{восст.вн}$, $P_{восст.пс}$ – вероятность восстановления элемента соответственно после внезапного или постепенного отказа; $P_{пс}(T)$ – вероятность достижения установленного (расчетного) предельного состояния; N – количество однотипных элементов.

Если иметь запасные части соответственно среднему расходу прошлых периодов, то примерно в половине случаев их будет недостаточно. Поэтому необходимо количество запасных частей рассчитывается исходя из минимума потерь от нехватки запасных частей и затрат на их приобретение и хранение.

Нами предлагается кроме учета потерь от нехватки запасных частей вследствие внезапных отказов, также учитывать ущерб от дальнейшей эксплуатации элемента после достижения его определяющим параметром предельного состояния.

Для установления необходимого количества запасных частей предлагается использовать следующую модель:

$$N_z C_{z1} + \sum_{j=0}^{N_0 - N_z - i} \sum_{i=0}^{N_0 - N_z} P_{вн}(N_z + i) P_{пс}(j) j C_{упс} T_{cp} + \sum_{i=0}^{N_0 - N_z} P_{вн}(N_z + i) i C_{увн} + \sum_{j=0}^{N_0 - N_z + i} \sum_{i=0}^{N_z} P_{вн}(i) P_{пс}(k) k C_{упс} T_{cp} = C_e \rightarrow \min$$

где N_0 – количество эксплуатируемых элементов; N_z – рассчитываемое количество запасных частей; C_{z1} – затраты на одну запасную часть (без стоимости приобретения запасной части); $C_{увн}$ – ущерб из-за нехватки одной запасной части при внезапном отказе (без стоимости приобретения запасной части); $C_{упс}$ – ущерб в единицу времени при продолжении эксплуатации элемента после достижения им установленного предельного состояния; T_{cp} – математическое ожидание эксплуатации элемента после достижения предельного состояния; $P_{vn}(N_z + i)$ – вероятность наступления ровно $N_z + i$ отказов; $P_{pc}(j)$ – вероятность наступления ровно j постепенных отказов; $P_{pc}(k)$ – вероятность наступления ровно k постепенных отказов; i – количество внезапно отказавших элементов; j – количество постепенных отказов; k – количество постепенных отказов без замены элемента при $i < N_z$;

$k = 0$ при $j + i - N_z \leq 0$,

$k = j + i - N_z$ при $j + i - N_z \geq 0$.

C_e – суммарные затраты на эксплуатацию при использовании N_z элементов.

Модель разработана для следующих условий:

- запасные части приобретаются заранее, на определенный интервал эксплуатации (например, квартал). В конце этого периода производится пополнение запаса до расчетной величины N_z

- в работе находится N_0 элементов, вероятность отказа поставленного запасного элемента (вместо отказавшего) пренебрежимо мала;

- при внезапном отказе элемент экстренно заменяется. При отсутствии запасной части имеет место ущерб из-за отказа;

- при достижении расчетного предельного состояния (параметрический отказ) элемент заменяется при наличии запасной части. Если запасная часть отсутствует, элемент не заменяется и имеет место ущерб из-за потери производительности и перерасхода ресурса оборудования;

- элемент, при достижении расчетного предельного состояния и наличии запасной части заменяется и помещается на склад. При внезапном отказе и отсутствии запасных частей такой элемент снова устанавливается. При этом имеет место ущерб из-за потери производительности;

- величина ущерба зависит от времени функционирования элемента после достижения расчетного предельного состояния. В данной модели рассматривается математическое ожидание этой величины.

Расчет на ПК с использованием предлагаемой модели позволяет получить обоснованное количество запасных частей для оборудования включающее элементы с постепенно изменяющимися параметрами, в частности элементы гидропривода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Управление запасами*. Рыжиков Ю.И. – М.: Наука. 1969, 344 с.

Коротко об авторах

Рахутин М.Г. – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Горные машины и оборудование», Московский государственный горный университет.