

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ПРИМЕНЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КЛАССА «РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ»

*М.А. Монахов (НИУ «ВШЭ», МИЭМ, г. Москва)*

Данное научное исследование (№ проекта 14-05-0038) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014 г.

В состав современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), помимо электронных компонентов, входят механические элементы, которые, в свою очередь, вносят определенный вклад в безотказность аппаратуры в целом. Для оценки безотказности РЭА с учетом механических элементов используются математические модели интенсивностей отказов американского стандарта NSWC-2011 [1], на основе которых разрабатывается модуль расчета и раздел базы данных (БД) для системы АСОНИКА-К-СЧ программного комплекса (ПК) АСОНИКА-К [2, 3]. Подробное описание ПК АСОНИКА-К и его БД приведено в [4, 5].

Одним из примеров устройств, использующихся в РЭА, содержащих механические элементы, являются электрогенераторы. В качестве примера на рисунке 1 показан генератор постоянного тока LKD 3701010.

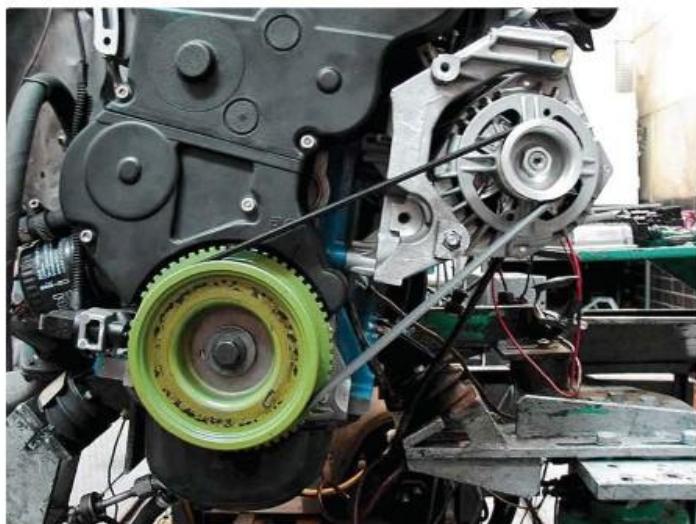


Рисунок 1 - Генератор постоянного тока LKD 3701010

Как правило, в схемах расчета надежности генераторы включаются «последовательно» с РЭА, т.е. отказ генератора приводит к отказу аппаратуры, для питания которой он предназначен.

Одной из возможных причин отказов генераторов является отказ ременной передачи, показанной на рисунке 1.

Математическая модель интенсивности отказов ( $\lambda_{BD,B}$ ) ременной передачи, приведенная в стандарта NSWC-2011 [1], имеет вид:

$$\lambda_{BD} = \lambda_{BD,B} \cdot C_{BL} \cdot C_t \cdot C_{PD} \cdot C_{BT} \cdot C_{BV} \cdot C_{SV} + \lambda_p, \quad (1)$$

где:  $C_{BL}$  - коэффициент, учитывающий нагрузку на ремень,  $C_t$  - коэффициент, учитывающий влияние рабочей температуры ремня,  $C_{PD}$  - коэффициент, учитывающий диаметр шкива,  $C_{BT}$  - коэффициент, учитывающий тип ремня,  $C_{BV}$  - коэффициент, учитывающий периодичность обслуживания,  $C_{SV}$  - коэффициент, учитывающий ударные воздействия на передачу,  $\lambda_p$  - эксплуатационная интенсивность отказов ведущих (ведомых) шкивов.

Более подробное описание математической модели (1) и классификация ее параметров и коэффициентов приведены в [6]. В соответствии с этой классификацией параметрами режима применения ременной передачи являются рабочая нагрузка, рабочая температура, крутящий момент и ударные воздействия.

На рисунке 2 приведен график зависимости эксплуатационной интенсивности отказов ременной передачи генератора постоянного тока LKD 3701010, в котором используется ремень Gates 6PK745 от рабочей нагрузки и температуры при высоком крутящем моменте и ударных воздействиях средней величины.

3D plot:

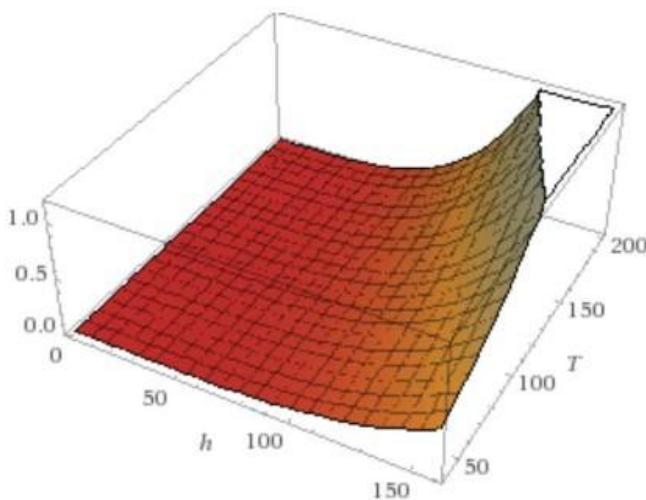


Рисунок 2 - График зависимости интенсивности отказов ременной передачи от рабочей нагрузки и температуры

Как видно из рисунка 2, изменение рабочей нагрузки в диапазоне 0...150 ft-lbs/min и температуры в диапазоне 0...200 °F приводят к существенному возрастанию интенсивности отказов ременной передачи.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили возможность использования математических моделей интенсивностей отказов механических элементов американского стандарта NSWC-2011 [1] для решения задач обеспечения показателей безотказности РЭА, в которой применяются механические элементы класса «Ременные передачи».

## ЛИТЕРАТУРА

1. NSWC-2011/LE10. Handbook of reliability prediction procedures for mechanical equipment.
2. Monakhov, M.A. Procedure for creating database partition on the characteristics of reliability of mechanical elements. / M.A. Monakhov. // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. / Отв. ред. И.А. Иванов, под общ. ред. С.У. Увайсова. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014.
3. Монахов, М.А. Разработка модели информационно-справочной базы данных для оценки безотказности электронных средств с учетом механических элементов. / М.А. Монахов. // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. - с. 68.
4. Жаднов, В.В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры: научное издание. / В.В. Жаднов, Ю.Н. Кофанов, Н.В. Малотин. - М.: Радио и связь, 2003. - 156 с.
5. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств: Учебное пособие. / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - 464 с.
6. Монахов, М.А. Разработка информационно-справочной базы данных для оценки безотказности механических элементов класса «Ременные передачи». / М.А. Монахов. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы семинарско-практического семинара. / Под общ. ред. С.Р. Тумковского. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014.