

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ УСЛОВИЯ И ВЛИЯНИЕТО ИМ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАДЕЖНОСТТА НА ЗАХРАНВАЩ ИЗТОЧНИК ЗА ИНДУКЦИОННА ТЕХНОЛОГИЯ

RESEARCH ON THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND THEIR EFFECT UNDER DETERMINING THE RELIABILITY ON THE POWER SUPPLY FOR INDUCTION HEATING

Минчо В. Симеонов, Продан Ив. Проданов

Технически университет – Габрово

Abstract

In this paper is proposed methodology for the determining the reliability of electronic components and systems in power supplies for induction technologies. The research examine factors determining the reliability of a particular electronic system and their effect on its functionality. With reference to a variety environmental conditions are scientifically justified one new correction coefficient for the determining the failure rate on power supplies. The new correction coefficient is offered for the precise calculation reliability of power supplies.

Keywords: Reliability, Power supply, Induction technologies, Environment conditions.

ВЪВЕДЕНИЕ

За анализ на количествените показатели и характеристики на надеждността на захранващи източници за индукционни технологии, според теорията по надеждност [1], следва да се използва понятието експлоатационна надеждност. От публикации [2, 3] е известно, че експлоатационните условия са доминантен фактор при анализа на показателите на експлоатационна надеждност. Важно е да се анализира и представи влиянието им върху показателите на експлоатационна надеждност – интензивност на отказите и вероятност за безотказна работа.

Цел на доклада: Да се определят на граничните експлоатационни условия на захранващ източник за индукционно нагряване, при зададени ниво на надеждност и експлоатационен срок.

За постигане на целта се решават следните задачи:

1) Въвеждане в изчисленията по надеждност на количествен корекционен коефициент по експлоатационни условия, отразяващ конкретните условия на работа за различните видове производствени участъци;

2) Анализ на влиянието на експлоатационните условия върху количествените показатели на надеждност на транзисторен захранващ източник, използван в производството на тръбна мебел.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За анализ и изчисления на експлоатационната надеждност се използват следните подходи: натрупване на база данни за брой и видове откази на еднотипни производствени партии или прилагане на утвърдени методики за изчисление на количествените показатели на надеждност [4, 5].

Обобщената формула, според [4, 5] за изчисление на интензивността на отказите се представя с:

$$\leq \sum_{i=1}^n \lambda_{EEi} = \sum_{i=1}^n \lambda_{bi} \pi_i, \text{ F.I.T.} \quad (1)$$

където: Λ – интензивността на отказите на захранващи източници за индукционни технологии; n – брой елементи използвани в ЗИ; λ_{EEi} – интензивност на отказите на i -тия елемент в ЗИ; λ_{bi} – основна интензивност на отказите на i -тия елемент в захранващия източник, дефинирана при нормални условия на експлоатация; π_i – пи-фактори, отразяващи режимите на работа и експлоатационните условия, класифицирани в съответните методики.

Предлаганите пи-фактори при всички методи се отнасят за стойности на факторите на околна среда, изменящи се в широки

граници. Използването на общ пи-фактор е сериозен недостатък, предвид изменението на факторите на околна среда в широк диапазон.

В [6] е предложен подход, чрез въвеждане на нов корекционен коефициент в основното уравнение за интензивността на отказите (1):

$$\lambda_{EEi} = \beta_E \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_{bi} \beta_{OPi}, \text{ F.I.T.} \quad (2)$$

където: β_E – корекционен коефициент според експлоатационните условия на захранващия източник; β_{OPi} – корекционен коефициент по работен режим, според електрическите и топлинни натоварвания на i -тия елемент в ЗИ.

Въвеждането на този коефициент при пресмятането на количествените показатели на надеждност на захранващи източници за индукционни технологии е предпоставка за коректни изчисления. Неговото дефиниране във физически вид и с конкретни цифрови стойности е свързано със следното:

- отчитане главните експлоатационни фактори, които влияят в продължителен период, върху показателите на надеждност на ЗИ за конкретна работна среда;

- задаване на граничните експлоатационни условия на захранващи източници работещи, при зададени ниво на надеждност и време за експлоатация.

С използването на експоненциалния закон за разпределение на случайните величини във времето, за вероятността за безотказна работа на даден захранващ източник в експлоатационен период е валидно уравнението:

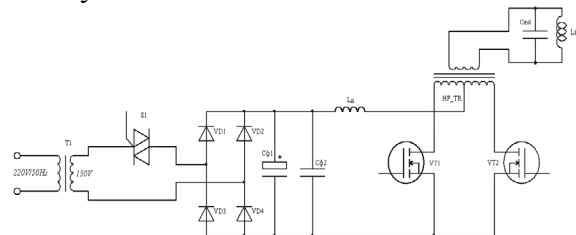
$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-(\beta_E \sum \lambda_{bi} \beta_{OPi}) \cdot t}, \text{FIT} \quad (3)$$

където: $P(t)$ – вероятност за безотказна работа на захранващия източник, t – време за експлоатация на захранващия източник.

За решаване на поставената втора задача се анализират показателите на надеждност на транзисторен захранващ източник **IHS-2,5/100**, работещ в производството на тръбна мебел.

Силовата схема на този захранващ източник е показана на фиг.1. Този захранващ източник се използва в ремонтно-механи-

чен участък при нагряване на тръбни детайли за валцуване.



Фиг. 1. Силова схема на транзисторен захранващ източник.

Електрическите режими са измерени за режим на работа $P_{NOM} = 2000VA$ и време за нагряване на детайла $t_h = 25s$. Топлинните режими са определени при температура на охлаждащата вода $T_C = 25^{\circ}C$. За условията на експлоатация, където работи изследвания захранващ източник е известно: температура на околната среда – $T_A = 30^{\circ}C$; относителна влажност на въздуха – 50%; високи нива на запрашеност – 4 mg/m³ поради наличието на шлайфмашини в работното помещение.

В [6] е предложен и защитен от авторите, нов корекционен коефициент по експлоатационни условия за този тип участъци:

$$\beta_E = \beta_T \cdot \beta_{RH} \cdot \beta_D \quad (4)$$

където: β_T – корекционен коефициент по температура на околната среда; β_{RH} – корекционен коефициент по относителна влажност на въздуха; β_D – корекционен коефициент по запрашеност.

Коефициентът β_E е функция на експлоатационните условия – температура, относителна влажност на въздуха и запрашеност. За влиянието на температурата и относителната влажност на въздуха съществуват аналитични изрази, докато за влиянието на запрашеността се използват сравнителни таблици.

При използване на аналитични изрази за корекционните коефициенти по температура и относителна влажност на въздуха, уравнение (4) добива следния вид:

$$\beta_E = \beta_D \cdot \left(\frac{RH_{apll}}{RH_{lab}} \right)^b \cdot \exp \left(-\frac{E_a}{k} \cdot \frac{1}{T_{apll} + 273} - \frac{1}{T_{lab} + 273} \right) \quad (5)$$

където: RH_{apll} – стойност на относителната влажност на въздуха при експлоатация, RH_{lab} – стойност на относителната влажност на въздуха при лабораторни условия, b – степенен показател, отразяващ степента на влияние на относителната влажност на въздуха, E_a – енергия на активация, предизвикваща механизма на отказ, k – константа на Болтцман, T_{apll} – стойност на температурата при реалните експлоатационни условия, T_{lab} – стойност на температурата при лабораторни условия.

След заместване на (5) в (3) се получава връзката между работните експлоатационни условия и показателите на надеждност:

$$P(t) = \exp \left(\beta_D \left(\frac{RH_{apll}}{RH_{lab}} \right)^b \cdot \exp \left(-\frac{E_a}{k} \cdot \frac{1}{T_{apll} + 273} - \frac{1}{T_{lab} + 273} \right) \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_{bi} \beta_{OPi} \cdot t \right) \quad (6)$$

Уравнение (6) се използва за създаване на примерен модел за представяне на зависимостта на вероятността за безотказна работа от изменението на параметрите температура и относителна влажност на въздуха при известни базова интензивност на отказите на елементите λ_{bi} , корекционен коефициент по работни електрически режими β_{OPi} и експлоатационно време t .

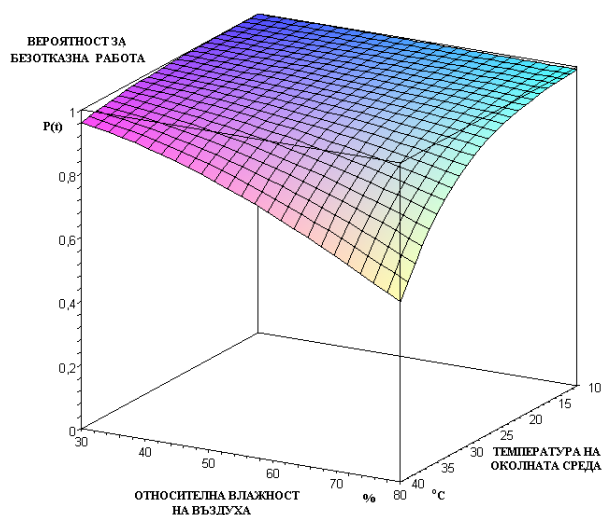
За изследваният транзисторен захранващ източник в таблица 1 са представени базовата интензивност на отказите и корекционния коефициент по електрически режим на отделните електронни елементи използвани в захранващия източник. По изведения модел (6) са получени примерни зависимости на вероятността за безотказна работа на транзисторния захранващ източник като функция на експлоатационните условия – температура и относителна влажност на въздуха.

Таблица 1. Показатели на надеждност на елементите от силовата схема на транзисторния захранващ източник

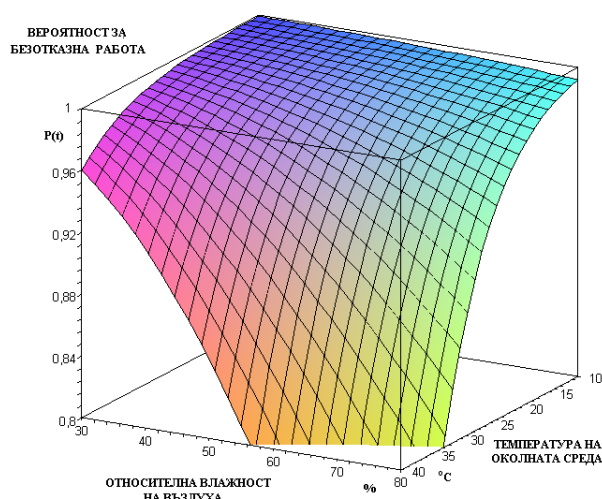
Електронен елемент	Базова интензивност на отказите λ_{bi} , [F.I.T]	Корекционен коефициент по електрически режим β_{OPi}
Исправителни диоди VD1-VD4	10	2,148
Симистор, S1	2,2	3,5
Филтров кондензатор, $C_{\Phi 1}$	0,12	10,15
Филтров кондензатор, $C_{\Phi 2}$	0,37	3,81
Дросел, L_D	0,03	4,39
ВЧ Трансформатор, HF_TR	49	5,69
ВЧ Транзистори, VT1 и VT2	12	4
Кръгови кондензатори, C_{IND}	0,51	7,25

Използваните константи в модела имат следните стойности: корекционен коефициент по запрашеност $\beta_D = 0,8$ изчислен според [4], при ниво на запрашеност $4mg/m^3$ и нехерметизиран корпус на захранващия източник; степенен показател на влиянието на относителната влажност на въздуха $b = 2,7$ [4], енергия на активация $E_a = 0,9eV$ [1], константа на Болтцман $k = 8,85 \cdot 10^{-5} eV/^{\circ}C$; стойности на относителната влажност на въздуха и температурата при лабораторни условия съответно – $RH_{lab} = 40\%$ и $T_{lab} = 25^{\circ}C$.

На фиг. 2. са представени графично резултатите от извършения анализ. В представеният модел са заложили изменения на тези параметри в следния диапазон: температура на околната среда $T_{apll} = (10 - 40)^{\circ}C$ и относителна влажност на въздуха $RH_{apll} = (30 - 80)\%$. Резултатите са получени при зададено експлоатационно време $t = 5760$ часа – едногодишен период при двусменен режим на работа.



а)



б)

Фиг. 2. Тримерен модел на зависимостта на вероятността за безотказна работа от факторите на околна среда – температура и относителна влажност на въздуха.

Анализът на получените резултати е следният:

- от получената крива на фиг. 2а може да се определи вероятността за безотказна работа на захранващия източник, при зададен диапазон на изменение на заложените в модела фактори на околна среда – температура и относителна влажност на въздуха;

- от фиг. 2б, при зададено ниво на надеждност и време за експлоатация на захран

ващия източник от потребителя на захранващия източник, се определят допустимите параметри на факторите на околна среда.

За конкретния случай при зададено ниво на надеждност $P(t) = 0,8$ за време на експлоатация $t = 5760h$, допустимите

стойности на температурата и относителната влажност на въздуха - $T_{appl} = 360C$ и $RH_{appl} = 54\%$ – фиг. 2б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въвеждането на корекционните коефициенти позволява коригиране на показателите на надеждност с стойности, коректни спрямо условията на експлоатация на захранващите източници. По изведения модел са получени зависимости, посредством който е възможно да бъдат определени допустимите експлоатационни условия при зададено от потребителя ниво на надеждност. Така създаден този модел е приложим за оценка на влиянието на останалите характерни въздействия при индукционните технологии - механичните и вибрационни въздействия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hnatek, E., "Practical reliability of electronic equipment and products", Marcel Dekker, Inc. New York, 2003, ISBN: 0-8247-0832-6.
- [2] Krasich M. "Realistic reliability requirements for the stresses in use", IEEE Trans. On reliability vol.56 No.1 March 2007 pp. 13-16.
- [3] LuValle M. J. "Identifying mechanisms that highly accelerated tests miss" IEEE Trans. On reliability vol.56 No.2 June 2007 pp. 349-359.
- [4] FIDES GUIDE 2004, Issue A, "Reliability methodology for electronic system", Fides Group, France, 2004.
- [5] MIL-HDBK-217F. "Military Handbook – Reliability Prediction of Electronic Equipment". USA, Department of Defense, 1991.
- [6] Проданов, П. И., "Корекционни коефициенти по надеждност на захранващи източници за индукционни технологии". Известия на Технически университет – Габрово. Том 38, 2009 г., Габрово, стр. 56 – 60.