

МОДЕЛИРАНЕ ЧРЕЗ ГРАФ НА НАДЕЖДНОСТНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ПРИПАСВАЩАТА ЧАСТ НА МЕТАЛОРЕЖЕЩА МАШИНА С ЦИФРОВО-ПРОГРАМНО УПРАВЛЕНИЕ

Владимир Бояджиев
v.boyadjiev@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
1574, ул. "Гео Милев" 158, София
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: моделиране, надеждност, граф, металорежеща машина

Резюме: Моделирането на надеждностното поведение на цялостни сложни технически обекти е принципно труден за решаване проблем най-вече поради значителното разнообразие на физическите фактори и процеси, които влияят на надеждността на обектите. В настоящия доклад се изследват възможностите за надеждностно моделиране на сложни технически системи чрез изграждането на граф. По-конкретно е разгледана комплектуващата система „Припасваща част” на стругова металорежеща машина с цифрово-програмно управление (ММ с ЦПУ) малък типоразмер, родно производство. Въз основа на събрана статистическа информация за възникващите откази в условията на реална експлоатация са определени конкретните фактори и процеси, които изменят нивото на експлоатационната надеждност и работната ефективност на изследваната система. За целта е използвана предварително съставена класификация на тези фактори и процеси. Въз основа на информацията за реално възникващите откази са определени и тегловните коефициенти на споменатите фактори и процеси. Факторите и процесите, които влияят на надеждността на изследваната комплектуваща система „Припасваща част”, са разделени в три групи:

- обусловени от външни фактори, включително човека;
- обусловени от взаимното влияние на комплектуващите системи;
- обусловени от вътрешни за системата фактори.

1. Въведение

Макар и не с темповете и в обема, в който бихме желали, в България се развива производството на части – детайли и системи за първоначално вграждане или за ремонтни цели, предназначени за транспортни средства. Използваните за тази цел производствени мощности често в по-малка или по-голяма степен са остарели морално и физически. Това налага необходимостта от изследване на експлоатационната им надеждност, а оттам – и на работната им ефективност.

Обикновено при синтезирането на модели на надеждностното поведение на техническите обекти последните се разделят на обособени части и моделирането се извършва поотделно за всяка от тези части или се отнася за сравнително ограничена

област от физиката на отказите [1, 2, 3]. Основната причина за това е не малкото разнообразие на физиката на отказите, възникващи в тези обособени части на машините. Изграждането на цялостни надеждностни модели на сложни технически обекти се прилага обикновено само на формално математическо ниво, без да се изследва конкретната физика на отказите с тяхната разнородност [4, 5, 6, 7].

На този фон на обективни причини, затрудняващи съставянето на цялостни надеждностни модели на сложни технически обекти, инструментариумът на теорията на графите се очертава да бъде изключение. Именно спецификата при надеждностно моделиране на припасващата част на ММ с ЦПУ, която е типичен сложен технически обект чрез изграждането на граф е обект на изследване в настоящата разработка.

2. Методика – особености

Припасващите части, обект на настоящето изследване, са на три стругови ММ с ЦПУ от един модел, малък типоразмер, родно производство. С цел набиране на статистическа информация са регистрирани данни за възникващите експлоатационни откази в продължение на около 1300 – 1400 работни часа.

За да представим разглежданата комплектуваща система „Припасваща част” като граф $G(V, E)$, нека да го дефинираме:

- V – непразното крайно множество върхове на графа,
- E – непразното крайно множество ребра на графа.

Множеството върхове на графа V дефинираме като комплектуващите системи, изграждащи разглеждания модел стругова ММ с ЦПУ, а множеството ребра на графа E дефинираме като факторите и процесите, влияещи върху експлоатационната надеждност на съответния сложен технически обект:

- $$V \ni \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ цифрово – програмно управление (ЦПУ),} \\ 2) \text{ припасваща част (ПЧ),} \\ 3) \text{ главно задвижване (ГЗ),} \\ 4) \text{ подавателно задвижване по ос X (ПЗ X),} \\ 5) \text{ подавателно задвижване по ос Z (ПЗ Z),} \\ 6) \text{ главен превод (ГП),} \\ 7) \text{ подавателен превод по ос X (ПП X),} \\ 8) \text{ подавателен превод по ос Z (ПП Z),} \\ 9) \text{ хидропневматична система (ХПС),} \\ 10) \text{ система за импулсно дозаторно мазане (ИДМ),} \\ 11) \text{ система за автоматична смяна на инструмента (АСИ),} \\ 12) \text{ електрически вериги (ЕВ),} \\ 13) \text{ система за смазочно – охладителна течност (СОТ),} \\ 14) \text{ система за затягане на детайла (ЗД)} \end{array} \right\}$$

Въз основа на събраната в процеса на наблюдавана експлоатация статистическа информация за възникващите откази всеки от тях е отнесен към един от елементите на множеството E .

Предварително факторите и процесите, оказващи влияние на експлоатационната надеждност на изследваните комплектуващи системи са структурирани в три групи:

E	}	U – изменение на параметрите на ел. ток,
		t°C – въздействие на температурата,
		D – въздействие на прах,
		V – въздействие на вибрации,
		S – въздействие на механични натоварвания,
		CH – химични въздействия,
		EM – електромагнитни въздействия,
		C – корозионни процеси,
		W – процеси на износване,
		A – процеси на стареене,
		M – въздействие на влага,
		Ma – въздействие на човека,
p – повишаване или пад на налягането,		
BE – влияние на нискокачествена елементна база		

1) Процеси, въздействащи върху експлоатационната надеждност на комплектуващата система „Припасваща част”, обусловени от външни за металорежещата машина фактори, включително човека:

- U - изменение на параметрите на ел.ток,
- t°C – въздействие на температурата,
- V – въздействие на вибрации,
- M - въздействие на влага,
- EM - електромагнитни въздействия,
- CH - химични въздействия,
- Ma - въздействие на човека,
- D - въздействие на прах;

2) Процеси, въздействащи върху експлоатационната надеждност на комплектуващата система „Припасваща част”, обусловени от взаимното влияние на комплектуващите системи (КС):

а) процеси, въздействащи от други КС върху експлоатационната надеждност на комплектуващата система „Припасваща част”:

- U – от КС „Електрически вериги” към КС „Припасваща част”;

б) процеси, въздействащи от КС „Припасваща част” върху експлоатационната надеждност на други КС:

- U- към КС „Главен превод”,
- U – към КС „Подавателен превод по ос X”,
- U – към КС „Подавателен превод по ос Z”,
- U – към КС „Хидропневматична система”,
- U – към КС „Система за импулсно дозаторно мазане”,
- U – към КС „Система за автоматична смяна на инструмента”,
- U – към КС „Система за смазочноохладителна течност”,
- U – към КС „Система за затягане на детайла”.

3) Процеси, въздействащи върху експлоатационната надеждност на комплектуващата система „Припасваща част”, обусловени от вътрешни за системата фактори:

- U-изменение на параметрите на ел.ток,
- A-процеси на стареене,
- EM-електромагнитни въздействия,
- BE-влияние на нискокачествена елементна база,
- t°C – въздействие на температурата.

3. Построяване на графа G_{пч}(V_{пч}, E_{пч})

На база на анализ на събраната статистическа информация за всеки отказ, отнасящ се до КС „Припасваща част” са определени тегловните коефициенти за всеки

върх (респективно – ребро) на графа. Относно дименсията на тези тегловни коефициенти за целите на конкретното изследване е избрано те да бъдат показани като относителен дял в проценти (със закръглени стойности) на броя откази за всяко ребро (върх). Графът $G_{ПЧ}(V_{ПЧ}, E_{ПЧ})$ с отразени тегловни коефициенти е показан на фиг. 1.

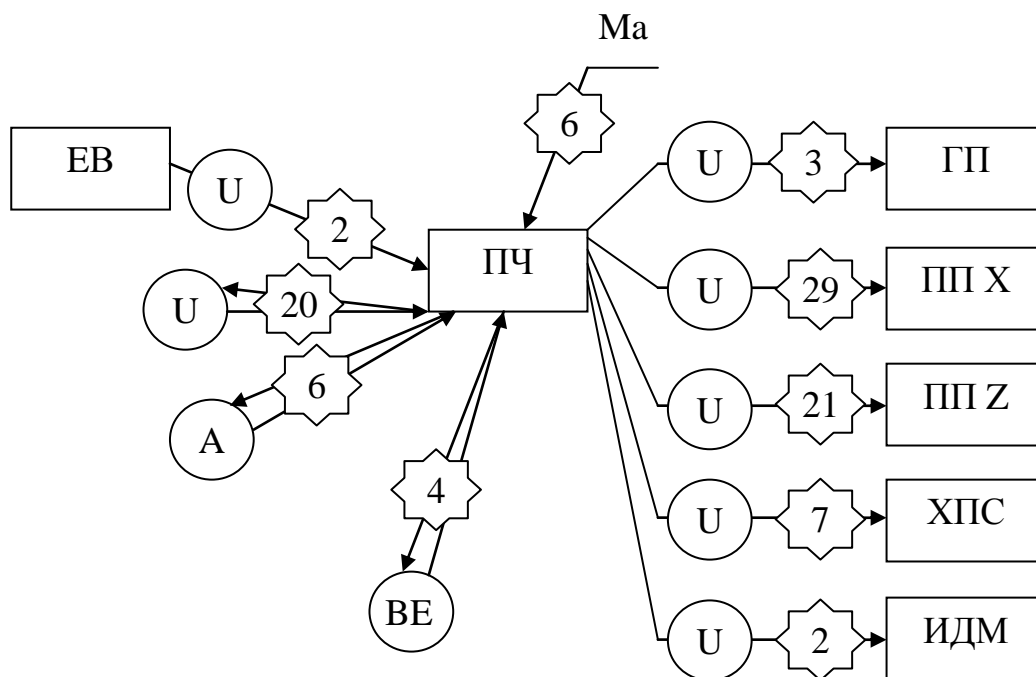
4. Заключение

1) В представеният модел са обединени разнородните фактори и процеси, отнасящи се до експлоатационната надеждност и работната ефективност на разглеждания сложен технически обект – комплектуващата система „Припасваща част” на стругова ММ с ЦПУ. Това дава възможност за изследване на тези фактори и процеси в тяхната цялост за разлика от редица други методи за изследване на надеждността.

2) Предложената структура на факторите и процесите, влияещи на надеждността на сложните технически обекти дава възможност за изследване на взаимовръзките между тези фактори и процеси.

3) Представянето на тегловните коефициенти в различни дименсии може да послужи за изследване на разнородни показатели за експлоатационна надеждност и работна ефективност на изследваните обекти.

4) Предложеният подход за моделиране може да бъде мащабиран в различни направления, като например:



Фигура 1. Ориентираният граф $G_{ПЧ}(V_{ПЧ}, E_{ПЧ})$ с отразени тегловни коефициенти за всяко ребро (върх) на графа

- различен обхват на факторите и процесите, формиращи надеждността на съответния обект;

- различно ниво на йерархична структура на изследвания обект.

5) Предложеното моделиране чрез построяването на граф е приложимо и за други сложни технически обекти.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Konstantinos Pesinis, Kong FahTee; Statistical model and structural reliability analysis for onshore gas transmission pipelines, Engineering Failure Analysis, Volume 82, December 2017, Pages 1-15, 2017, Elsevier Ltd.;
2. Michele Compare, Luca Bellani, Enrico Zio; Reliability model of a component equipped with PHM capabilities, Reliability Engineering & System Safety, Volume 168, December 2017, Pages 4-11, 2017, Elsevier Ltd.;
3. P.Wilda, D.Lorenzc, T.Grözingerb, A.Zimmermann; Effect of voids on thermo-mechanical reliability of chip resistor solder joints: Experiment, modelling and simulation, Microelectronics Reliability, Volume 85, June 2018, Pages 163-175, 2018, Elsevier Ltd.;
4. Fan Wang, Heng Li; Distribution modeling for reliability analysis: Impact of multiple dependences and probability model selection, Applied Mathematical Modelling, Volume 59, July 2018, Pages 483-499, 2018, Elsevier Ltd.;
5. Ling-ling Li, Cong-Min Lv, Ming-Lang Tseng, Jin Sun; Reliability measure model for electromechanical products under multiple types of uncertainties, Applied Soft Computing, Volume 65, April 2018, Pages 69-78, 2018, Elsevier Ltd.;
6. Mindaugas Šnipas, Virginijus Radziukynas, Eimutis Valakevičius; Numerical solution of reliability models described by stochastic automata networks, Reliability Engineering & System Safety, Volume 169, January 2018, Pages 570-578, 2018, Elsevier Ltd.;
7. Peng Weiwen, Narayanaswamy Balakrishnan, Huang Hong-Zhong; Reliability modelling and assessment of a heterogeneously repaired system with partially relevant recurrence data, Applied Mathematical Modelling, Volume 59, July 2018, Pages 696-712, 2018, Elsevier Ltd.

MODELING THROUGH A GRAPH OF THE RELIABILITY OF THE COUPLING PART OF THE METAL-CUTTING MACHINE WITH DIGITAL PROGRAMMING MANAGEMENT

V. Boyadzhiev

v.boyadjiev@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport, Geo Milev str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA*

Key words: modeling, reliability, graph, metalcutting machine

Abstract: *The modeling of the reliable behavior of complete complex technical objects is in principle a difficult problem solving largely due to the considerable diversity of physical factors and processes, which affect the reliability of the objects. This report explores the possibilities for reliable modeling of complex technical systems by building a graph. In particular, the completing system "Coupling part" of a lathe metal-cutting machine with a digital program control small size, domestic production is considered. Based on the collected statistical information on emerging failures in conditions of real exploitation specific factors and processes that alter the level of operational reliability and operational efficiency of the system under study are identified. A pre-formulated classification of these factors and processes is used for this purpose. On the basis of the actually occurring failures information weighting coefficients of said factors and processes are also determined. The factors and processes that affect the reliability of the complex system under study "Coupling part", are divided into three groups:*

- conditioned by external factors, including man;
- conditioned by mutual influence of the assembly systems;
- conditioned by factors that are internal to the system.