

---

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАДЕЖДНОСТТА С ОГЛЕД НА МОДЕРНИЗАЦИЯ НА МЕХАНИЧНАТА ЧАСТ НА СЛОЖЕН ТЕХНИЧЕСКИ ОБЕКТ

**Владимир Бояджиев**  
[v.boyardjiev@abv.bg](mailto:v.boyardjiev@abv.bg)

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

**Ключови думи:** експлоатационна надеждност, сложен технически обект, модернизация, механична част

**Резюме:** В съвременните условия на българската индустрия немало фирми работят като поддоставчици на части за вграждане в транспортна техника. Този сегмент от индустрията ни има своите немало и немалки проблеми. Един от най-съществените проблеми е значителната амортизация на технологичния парк. Сравнително достъпно решение на проблема е извършването на модернизация на наличната техника. При тази модернизация изборът на конкретния обект може да стане по различни критерии. В настоящия доклад са разгледани особеностите при изследването на експлоатационната надеждност като критерий при избора на обект за извършване на модернизация.

С оглед на различната физика на отказите в съставните части на сложния технически обект, последният е разделен на електронна, електрическа, механична и хидропневматична част. Предмет на конкретното изследване е механичната част на обекта. Пред вид немалките разходи при изследване на експлоатационната надеждност на техническите обекти въз основа на анализ на конкретните условия на експлоатация при потребителя е избран конкретен метод за изследване, а именно – методът на наблюдаваната експлоатация. Събраната статистическа информация е подложена на първоначална обработка и са определени стойностите на набор от показатели за експлоатационна надеждност и работна ефективност на машините. Въз основа на сравнителен анализ са направени съответните изводи и препоръки относно избора на обект за модернизация.

### **1. Увод**

В актуалната икономическа среда у нас производителите, работещи за нуждите на транспорта, са ангажирани като поддоставчици на детайли и системи за вграждане. Както е добре известно, голямата част от производствените машини в настоящия момент у нас е морално и/или физически е амортизирана. На този фон модернизацията се явява един разумен вариант за обновяване.

Модернизацията е актуален за икономиката ни способ за обновяване на производствените мощности. Внедряването на нови производствени системи е най-добрият вариант, но далече не винаги е приемлив финансово.

Изборът на конкретен обект за модернизация измежду други производствени обекти може да бъде направен по различни критерии. В настоящия доклад са разгледани особеностите на избора на конкретен обект за модернизация според критерия състояние на работната ефективност като функция на експлоатационната надеждност [1].

## **2. Методически особености**

Преобладаващата част от технологичното оборудване се състои от сложни технически обекти с поне три нива на йерархична структура. В състава им може да има електрическа част, електронна, механична, оптична и други части. В тези отделни части на сложните технически обекти протичат преобладаващо съответно електрически, електронни, механични, оптични и други процеси. Спецификата на тези процеси води до специфични за всяка част откази, които формират надеждностното поведение на машината. Тъй като е налице значителна разлика във физиката на отказите в различните части на обектите, целесъобразно е тези части да бъдат изследвани отделно. Предмет на настоящето изследване е механичната част на сложен технически обект.

Експлоатационната надеждност, а от там – и работната ефективност, може да бъде изследвана по различни методи [2, 3]. Всеки от тези методи има своя специфика – предимства, недостатъци, особености, които определят целесъобразността от прилагането на всеки конкретен метод за всяко отделно изследване. Освен това в зависимост от конкретните условия всеки метод може да бъде модифициран с оглед повишаване на ефективността му.

Целта на проведеното изследване беше въз основа на данни за експлоатационната надеждност на изследваните обекти да бъдат формулирани препоръки относно бъдеща модернизация на обектите с оглед повишаване на работната им ефективност. Това изследване третира по-конкретно особеностите на механичната част на обектите.

За постигането на поставената цел за набиране на необходимата статистическа информация за възникващите откази бе избран методът на наблюдаваната експлоатация. При него информацията за отказите се събира в условията на реална експлоатация на представителна извадка от обектите от упълномощен и инструктиран технологичен персонал. Голямото предимство на този метод е всеобхватността, водеща до значителна степен на обективност. При прилагането на този метод следва да се имат пред вид и основните му недостатъци:

- сравнително продължителен период на изследване;
- сравнително големи финансови разходи;
- факторът „субективност” при регистрацията на отказите.

Обекти на изследването са три групи технологични единици с три нива на йерархична структура – система, подсистема, елемент и с механична, електрическа, електронна и хидропневматична части. Изследваните машини работят в условията на дребносерийно и средносерийно производство на части от окачването на транспортни средства. Производителят е поддоставчик на международен бранд.

Изследването обхваща период от три години. В рамките на всяка календарна година обхванатият период от фонда работно време е  $1000 \div 1200$  часа.

Трите групи изследвани машини условно са наречени А, В и С. Всяка група е от различен производител. Извадката включва по две машини от всяка група.

Статистическата информация за отказите в механичната част се попълва в предварително подготвени форми. Тази „сурова“ информация се подлага на първоначална обработка, целяща повишаване на обективността на резултатите. При тази първоначална обработка се определят и стойностите на следните показатели за експлоатационна надеждност и работна ефективност:

- средна отработка между отказите -  $\bar{T}$ , часа;
- средно време за възстановяване на работоспособността -  $\bar{T}_B$ , часа;
- средно време за престои поради откази -  $\bar{T}_{\text{пр.о}}$ , часа;
- коефициент на използване по предназначение  
 $K_{\text{и.пр}} = (\text{СВР} / \text{ФРВ}) \cdot \%$

където:

СВР е сумарното време за работа, часа;

ФРВ – плановият фонд работно време, часа;

- коефициент на организационно-техническа готовност

$$K_{\text{отг}} = \bar{T} / (\bar{T} + \bar{T}_{\text{пр.о}})$$

където

$\bar{T}_{\text{пр.о}}$ , часа - средно време за престои поради откази.

### 3. Получени резултати

Като резултат от първоначалната обработка на събраната информация получаваме стойностите на показателите, показани в таблица 1 и фигура 1.

**Таблица 1.** Стойности на показателите за експлоатационна надеждност и работна ефективност по години и модели машини

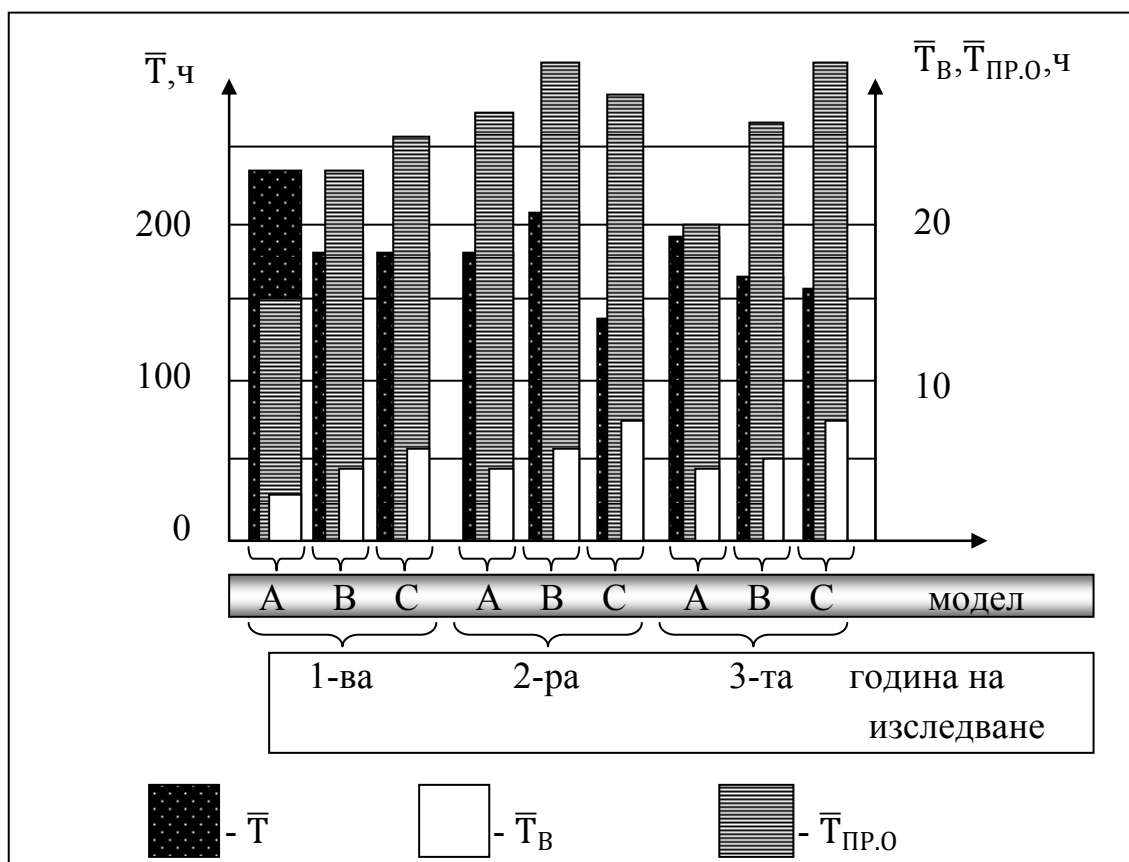
година на изследване	модел	показател				
		$\bar{T}$ , ч	$\bar{T}_B$ , ч	$\bar{T}_{\text{пр.о}}$ , ч	$K_{\text{и.пр}}$	$K_{\text{отг}}$
1-ва	A	233	2,7	14,9	0,66	0,94
	B	182	4,6	23,5	0,54	0,86
	C	184	5,4	25,8	0,52	0,88
2-ра	A	178	4,2	27,3	0,62	0,87
	B	207	6	31,7	0,6	0,87
	C	142	7,2	28,8	0,43	0,83
3-та	A	194	3,6	19,8	0,65	0,91
	B	169	5,3	27,7	0,37	0,86
	C	155	6,7	33,2	0,4	0,82

Въз основа на така получените числени стойности на изследваните показатели за експлоатационна надеждност и работна ефективност могат да бъдат формулирани следните изводи и препоръки, отнасящи се за механичната част на изследваните обекти с оглед на избор на обект за модернизация:

1. По отношение на средната отработка между отказите  $\bar{T}$  от таблицата и фигурата се вижда, че най-ниските стойности са регистрирани за машини от модел С – на практика – за целия период на изследване. Т.е. работната ефективност на този модел е понижена поради влошено ниво на експлоатационната надеждност на механичната му част. Това означава, че следва да се очаква при модернизация на този модел да се получи най-значимо

подобрене на работната ефективност. Можем да направим извода, че въз основа на получените стойности на отработката между отказите препоръчителен за модернизация е най-вече модел С, следван от модел В и след това – от модел А.

- Средното време за възстановяване  $\bar{T}_B$  е с високи стойности за трите модела и за трите години на изследване. Очевидно са налице сериозни проблеми с организацията на ремонтната дейност. Но това не е предмет на настоящето изследване. При сравнението на получените стойности се вижда, че най-големи са тези за машините от модел С – при тях времето за възстановяване отнема най-голяма част от разполагаемия фонд работно време. Т.е. въз основа на стойностите на показателя средна стойност на възстановяването най-препоръчителен за реализацията на модернизация също са машините от модел С, следвани от модел В и на края – модел А.



**Фигура 1.** Графична интерпретация на изследваните надеждности показатели по модели машини и по години

- Стойностите на средното време за престои поради откази  $\bar{T}_{PR.O}$  също са сравнително високи и за трите модела машини и за трите години. Това вече е белег за значителното износване на елементите на механичната част на изследваните машини. Следва да се обърне внимание и на организацията на възстановителната дейност. При така регистрираните стойности на този показател най-препоръчителна е модернизацията на машините от група С, въпреки по-неблагоприятните стойности за втората година за модел В. Следват машините от модел В и машините от група А.

4. От регистрираните числени стойности на коефициентите  $K_{и.пр}$  и  $K_{отг}$  се вижда реалното състояние на механичната част на изследваните обекти – ниските стойности обуславят нуждата от коригиращи мероприятия при машините и от трите модела. При модел С е най-голям потенциала за повишаване на работната ефективност чрез извършване на модернизация. Но и при другите два модела, най-вече – при модел В, се препоръчва провеждането на коригиращи мероприятия с оглед подобряване на надеждностните показатели. Тези коригиращи мероприятия следва да имат като основна компонента подобряване на организацията на възстановителната дейност.

Като краен резултат се налага изводът, че машините от модел С са с най-голям потенциал за повишаване на работната ефективност при бъдеща модернизация, що се отнася до механичната им част. Следват машините от група В и на края – от група А. За да бъде взето окончателно решение кой модел машини да бъдат модернизирани, следва да бъдат взети пред вид и други фактори, основните измежду които са:

- състояние на експлоатационната надеждност и на другите части на изследваните машини – електронна, електрическа, хидропневматична;
- наличност на комплекти за модернизация за механичната и горепосочените части на конкретните модели машини;
- достъпност, най-вече – финансова, на тези части.

#### **4. Изводи**

1. С оглед постигането на поставената пред изследването цел е синтезирана система от конкретни показатели за експлоатационна надеждност и работна ефективност.
2. Оформена е методика и е проведено в реални условия изследване на експлоатационната надеждност на три модел машини.
3. Въз основа на експериментално получените стойности на надеждностните показатели са формулирани изводи и препоръки относно модернизацията на механичните части на изследваните машини.
4. Посочени са и другите основни фактори, въз основа на които да бъде взето окончателно решение за избор на конкретни машини за модернизация.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Levitin Gregory, Anatoly Lisnianski; Optimal multistage modernization of power system subject to reliability and capacity requirements; Electric Power Systems Research; Elsevier, 1999;
- [2] Klyatis Lev M., Accelerated Quality and Reliability Solutions, Chapter 2 – Useful accelerated reliability testing performance, Elsevier, 2006;
- [3] Edited by Krishna B. MISRA, Fundamental Studies in Engineering, Volume 15, 1 – Reliability Engineering: An Overview, Elsevier, 1992.

# RESEARCH ON RELIABILITY AS REGARDS THE MODERNIZATION OF MECHANICAL PARTS OF COMPLEX TECHNICAL OBJECTS

Vladimir Boyadjiev

[v.boyadjiev@abv.bg](mailto:v.boyadjiev@abv.bg)

*Todor Kableshkov Univercity of Transport,  
158 Geo Milev Steet., Sofia 1574,  
BULGARIA*

**Key words:** *operational reliability, complex technical object, modernization, mechanical part*

**Abstract:** *In modern conditions of Bulgarian industry many companies act as suppliers of parts for installation in transport equipment. This segment of our industry has its many and sizable problems. One of the most significant problems is the significant depreciation of the technological park. Relatively affordable solution to the problem is to carry out modernization of existing equipment. In this modernization selection of the specific object may be achieved by different criteria. This report examined the characteristics in the study of operational reliability as a criterion when choosing a object for carrying out modernization.*

*In view of the different physics of failures in the components of the complex technical object, the latter is divided into an electronic, electric, mechanical and hydropneumatic part. Object of the specific study of the mechanical part of the machines. In view of the not inconsiderable costs in the study of the operational reliability of technical objects based on an analysis of the operating conditions in the user's particular method chosen for study, namely - the method of monitored exploitation. Collected statistical information is subjected to initial processing and set the values of a set of indicators for operational reliability and work efficiency of the machines. Based on comparative analysis made relevant conclusions and recommendations on the choice of object for modernization.*