

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕСУРСУ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

### **Анастасія Симонова**

кандидат технічних наук, доцент,

докторант кафедри машинобудування,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,  
м. Кременчук, Україна, 39600, NSymonova@gmail.com

**ORCID: 0000-0003-1411-6656**

### **Дмитро Молоштан**

кандидат технічних наук,

докторант кафедри машинобудування,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,  
м. Кременчук, Україна, 39600, moloshtandima@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-8881-8541**

### **Віктор Волошин**

аспірант кафедри машинобудування,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,  
м. Кременчук, Україна, 39600, mb.kafedra@gmail.com

### **Володимир Драгобецький**

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри машинобудування,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,  
м. Кременчук, Україна, 39600, mb.kafedra@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-9637-3079**

### **Артем Симонов**

начальник лабораторії аналізу безпеки інформаційних систем,

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки»,  
вул. Чернишевська 53, м. Харків, Україна, 61002, simonov.a.a.1989@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-6971-523X**

У даній статті розглянуто вплив впровадження заходів по оцінці ризиків при конструюванні, виготовленні та експлуатації деталей машин. Надано детальний аналіз оцінки довговічності деталей різноманітного функціонального призначення, процесів їх деградації та вичерпання ресурсу. Виявлено зростаючий інтерес до використання методів оцінювання та прогнозування ризиків щодо процесів виробництва і експлуатації машин і механізмів та оцінки ресурсу деталей, як елементів складних технологічних систем. Визначено загальні фактори ризику до яких входять конструкторсько-технологічні рішення, властивості матеріалу, умови технологічного процесу отримання деталей машин, геометрія та конструкція деталей, організаційно-економічні питання створення машин заданої довговічності, робоче середовище, практика технічного обслуговування та перевірки. Зазначено, що методи оцінки ризику можуть допомогти визначити оптимальні умови різання та обробки тиском для конкретного матеріалу та застосування, а також гарантувати, що вироблені деталі відповідають запланованому терміну служби та вимогам до міцності і жорсткості. Крім того, методи технічного обслуговування та перевірки відіграють значну роль у забезпеченні довговічності та надійності деталей, виготовлених шляхом різання та обробки тиском. Визначена необхідність оцінки впливу практики технічного обслуговування та перевірки на ключові характеристики, такі як стабільність розмірів деталей, властивості матеріалу, знос, втому та корозію. Подано детальний опис методів оцінки ризику щодо аналізу факторів, які впливають на термін служби та довговічність деталей машин. Визначено, що оцінка ризику є важливим аспектом життєвого циклу деталей машин, оскільки вона допомагає визначити потенційні небезпеки та зменшити їх.

**Ключові слова:** оцінка ризиків, життєвий цикл, деталі машин, ресурс, довговічність.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Виробництво висококонкурентних складних виробів пов'язане з підвищенням ресурсу та довговічності як виробу у цілому, так і його складових частин. Довговічність є одною із властивостей, яка входить у комплексне поняття надійності і вимагає розгляду машинобудівного виробу як складної технічної системи з позиції системного підходу з врахуванням впливу як внутрішніх так і зовнішніх факторів, які впливають на систему на всіх етапах її життєвого циклу.

Одним із комплексних методів який використовується для аналізу та оцінки різних факторів у багатьох галузях промисловості є методи оцінювання ризиків. Ці методи широко використовуються у будівництві, енергетиці, економіці та інших галузях для оцінки надійності систем під впливом різних чинників [1–3]. У роботі [4] зазначено, що у процесі розробки продукції методи управління ризиками використовуються не достатньо у порівнянні з інструментами планування та моніторингу.

За теорією ризиків, поняття ризик визначається як ймовірність настання конкретного явища або процесу протягом заданого або певного часу. Також не можна виключати із розгляду дії випадкових чинників.

У галузі машинобудування методи оцінки ризиків, найчастіше, використовують для оцінки небезпеки на робочих місцях з огляду охорони та безпеки праці [5]. Аналіз вітчизняних та закордонних джерел показав зростаючий інтерес до методів оцінювання ризиків стосовно машинобудівної галузі, зокрема у процесі виробництва та експлуатації машин та механізмів [6, 7]. З огляду на це, тема даною стаття, яка розкриває перспективи використання методів оцінювання ризиків для оцінки ресурсу та довговічності деталей машин в всьому етапі життєвого циклу є актуальною.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Оцінка ризику є важливим аспектом життєвого циклу деталей машини, оскільки вона допомагає визначити потенційні небезпеки та зменшити їх до того, як вони за дадуть шкоди. Ризик втрати працездатності визначається як ймовірність отримання певного збитку по відношенню до конкретного об'єкту оцінювання. Існує кілька методів, які можна використовувати для оцінки ризику на різних етапах життєвого циклу деталей машини.

Методи оцінки ризику, які можна використовувати для аналізу факторів, що впливають на

термін служби та довговічність деталей, отриманих різанням та тиском, зазвичай передбачають оцінку ймовірності та впливу потенційних режимів відмови, а також визначення найбільш ефективних стратегій пом'якшення для мінімізації ризиків. Достатньо глибокий аналіз аспектів у дослідженнях довговічності деталей машин надано у роботі Інюшева В.В. [8]. Оцінка довговічності обладнання, інструментів, деталей машин різноманітного призначення, які піддаються процесам зношування, деградації, явищам втоми та іншим є особливо складною. Дослідження процесів деградації і процесу витрати ресурсу включають детерміноване, імовірнісне та методи математичного моделювання. Останні складаються із математичного моделювання технологічних процесів виготовлення деталей, початкового стану цих деталей, еволюції службових параметрів, накопичення пошкоджень, зношування, відновлення та ремонту деталей [9]

Загальні фактори ризику, які оцінюються, включають:

- конструкторсько-технологічні рішення;
- властивості матеріалу;
- умови технологічного процесу отримання деталей машин;
- геометрія та конструкція деталей;
- організаційно-економічні питання створення машин заданої довговічності;
- робоче середовище (наприклад, температура, вологість, навантаження);
- практика технічного обслуговування та перевірки.

Розглянемо кожен із цих факторів детально.

Властивості матеріалу відіграють важливу роль у визначенні терміну служби та довговічності деталей, отриманих різанням та тиском. Оцінка ризику, пов'язаного з властивостями матеріалу, може допомогти визначити потенційні режими відмови та переконатися, що правильні матеріали використовуються для передбаченого застосування. Деякі з ключових властивостей матеріалу, які можна оцінити за допомогою оцінки ризику, включають: твердість, міцність на розрив, стійкість до втоми, пластичність, стійкість до корозії. Оцінюючи ці властивості та розуміючи, як вони впливають на продуктивність деталі, процес оцінки ризику може допомогти переконатися, що для запланованого застосування використовуються правильні матеріали та що деталі витримають запланований термін служби. Ризики в транспорті та машинобудуванні охоплюють весь технологічний ланцюг від отримання

мання сировини до процесів виробництва та експлуатації [10]

Умови технологічного процесу отримання деталей машин мають значний вплив на ключові характеристики деталей машин [11]. Ключові фактори технологічного процесу, які впливають на ресурс та довговічність виробів, наведено на рис. 1.

Аналізуючи вплив умов різання та обробки тиском на ці ключові характеристики, методи оцінки ризику можуть допомогти визначити оптимальні умови різання та обробки тиском для конкретного матеріалу та застосування, а також гарантувати, що вироблені деталі відповідають запланованому терміну служби та вимогам до міцності і жорсткості.

Геометрія та конструкція деталей машин, виготовлених різанням та обробкою тиском, мають вплив на термін служби та довговічність деталей через наступні ключових характеристик:

1. Розподіл напруг і деформацій у деталі, що може вплинути на її здатність витримувати навантаження та протистояти руйнуванню.

2. Умови навантаження деталі, що може вплинути на її здатність витримувати навантаження та протистояти руйнуванню.

3. Легкість складання та потенційну можливість заміни в роботі іншими частинами або компонентами.

4. Легкість і економічність виробництва та виготовлення, а також на можливість помилок або дефектів під час процесу різання або обробки тиском.

5. Здатність деталі відповідати запланованим вимогам до продуктивності, таким як точність розмірів, міцність і довговічність.

Оцінюючи вплив геометрії та конструкції деталей на ці ключові характеристики, методи оцінки ризику можуть допомогти визначити



Рис. 1. Вплив параметрів технологічного процесу на ресурс та довговічність деталей машин

оптимальну конструкцію для конкретного матеріалу та застосування та гарантувати, що вироблені деталі відповідають запланованим термінам служби та вимогам до міцності.

Аналіз впливу робочого середовища (наприклад, температури, вологості, навантаження) на термін служби та міцність деталей, отриманих шляхом різання та обробки тиском може допомогти виявити потенційні проблеми та зменшити ризики, пов'язані з робочим середовищем, такі як деградація матеріалу, нестабільність розмірів і поломка через втоми або корозію. Оцінюючи вплив робочого середовища на ключові характеристики, такі як властивості матеріалу (твердість, міцність на розрив і стійкість до втоми та корозії), деформація та стабільність розмірів, знос, втома та корозія, можна використовувати методи оцінки ризику для оптимізації вибору матеріалів, проектування та виробничих процесів для конкретного робочого середовища, забезпечення того, щоб вироблені частини відповідали запланованому терміну служби та вимогам щодо міцності.

Методи технічного обслуговування та перевірки відіграють значну роль у забезпеченні довговічності та надійності деталей, виготовлених шляхом різання та обробки тиском. Необхідно оцінювати вплив практики технічного обслуговування та перевірки на ключові характеристики, такі як

1. Стабільність розмірів деталей, зменшуючи ймовірність зносу та інших форм деградації, які можуть вплинути на термін служби та довговічність деталей.

2. Властивості матеріалу, зокрема цілісність і якість матеріалу, який використовується в деталях, гарантуючи, що його властивості, такі як твердість, міцність на розрив і стійкість до корозії, залишаються незмінними протягом тривалого часу.

3. Знос, втома та корозія, зменшуючи ймовірність розтріскування, деформації та інших форм деградації, які можуть вплинути на термін служби та довговічність деталей.

Оцінки ризику для виявлення потенційних проблем і пом'якшення ризиків, пов'язаних із практикою технічного обслуговування та перевірки, забезпечать щоб вироблені частини відповідали запланованому терміну служби та вимогам щодо міцності.

Існує цілий шерег методів оцінки ризику [12], які можна використовувати для аналізу властивостей матеріалу, умов технологічного процесу отримання деталей машин, геометрії та кон-

струкції деталей, робочого середовища та практики технічного обслуговування та перевірки, як факторів, що впливають на термін служби та довговічність деталей, отриманих різанням та обробкою тиском. Ці методи зведено у табл. 1, а нижче подано детальний опис.

Аналіз режимів і наслідків відмови (FMEA): це систематичний процес, який передбачає визначення потенційних режимів відмови продукту, оцінку ймовірності та впливу кожного режиму відмови та визначення найкращих стратегій пом'якшення для мінімізації ризику. Слід звернути увагу на те, що значна кількість факторів, які впливають на ресурс та довговічність деталей машин явним та неявним чином залежить від твердості матеріалу, яка достатньо легко контролюється у процесі виробництва та експлуатації деталей і може бути показником технічного стану деталі або виробу [13].

Блок-схеми надійності (RBD): це графічне представлення взаємозалежностей між різними компонентами системи. RBD можна використовувати для моделювання надійності продукту та визначення потенціалу відмови за різних умов.

Таблиця 1

Методи оцінки ризику щодо аналізу факторів, які впливають на термін служби та довговічність деталей машин

№ з/п	Фактори ризику	Методи оцінки ризику
1.	Властивості матеріалу	FMEA
		RBD
		Моделювання Монте-Карло
		HAZOP
		RCA
2.	Параметри обробки	DOE
		FEA
		LCA
3.	Геометрія та конструкція деталей	FEA
		Аналіз міцності матеріалів
		DFM
4.	Робоче середовище	FMEA
		FMECA
		HAZOP
		Аналіз надійності
		Аналіз довговічності
5.	Практика технічного обслуговування та перевірки	RCM
		RAM
		Аналіз стратегії технічного обслуговування

Моделювання Монте-Карло: це статистичний метод, який передбачає створення комп'ютерної моделі системи та виконання великої кількості моделювань для визначення ймовірності різних режимів відмови.

Дослідження небезпеки та працездатності (HAZOP): це систематичний і структурований метод, який передбачає ідентифікацію та оцінку потенційних небезпек, пов'язаних із системою, і визначення найкращих стратегій для мінімізації ризику [14].

Аналіз першопричини (RCA): це процес, який використовується для визначення основних причин проблеми, оцінки ризику, пов'язаного з кожною причиною, і визначення найкращих стратегій запобігання виникненню подібних проблем у майбутньому.

Планування експериментів (DOE): це статистичний метод, який передбачає систематичну зміну одного або кількох умов різання для визначення їхнього впливу на продуктивність деталі.

Аналіз кінцевих елементів (FEA): це комп'ютерний метод, який використовує математичні моделі для імітації поведінки деталі за різних умов різання та визначення потенціалу відмови.

Оцінка життєвого циклу (LCA): це всебічний метод, який оцінює вплив на навколишнє середовище, економічні витрати та потенціал відмови, пов'язаної з продуктом протягом усього його життєвого циклу.

Аналіз міцності матеріалів: це метод, який використовується для розрахунку напружень і деформацій у деталі та визначення її здатності витримувати прикладені навантаження (механічні, електромеханічні, теплові).

Тобто треба визначити зміну показника міцності у часі  $\frac{\partial(\Delta S)}{\partial t}$ . Зміна показника міцності визначається як

$$\Delta S = \sum_{i=1}^n \Delta S_i, \quad (1)$$

де  $i=1, 2, 3$  та  $\Delta S_1 \dots \Delta S_3$  – зміна показника міцності під дією механічних, електромеханічних та теплових навантажень.

Аналіз технологічності дизайну (DFM): це метод, який використовується для оцінки здійсненності та економічної ефективності проекту та визначення найкращих стратегій виробництва та виготовлення.

Визначення стратегії виготовлення виробів дозволяє визначити початковий стан деталі [15]

$$B^0 = f(E, G, \mu, HB, \sigma^r, \varepsilon^r, A^0, \beta^0, z_j, C), \quad (2)$$

де  $B^0$  – параметри початкового стану,  $E$  – модуль пружності,  $G$  – модуль зсуву,  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона,  $HB$  – твердість матеріалу,  $\sigma^r, \varepsilon^r$  – залишкові напруження та деформації,  $A^0, \beta^0$  – параметри зміцнення або старіння матеріалу,  $z_j$  – початкові розміри деталі,  $C$  – складність деталі.

Слід зазначити, що в процесі експлуатації зміна параметрів початкового стану матеріалу деталі залежить від його твердості.

Слід зазначити, що в процесі експлуатації зміна параметрів початкового стану матеріалу деталі залежить від його твердості.

Аналіз режимів, ефектів і критичності відмов (FMESA): цей метод подібний до FMEA, але він також враховує критичність потенційних режимів відмов та їхній вплив на термін служби та довговічність деталі.

Аналіз надійності: цей метод оцінює надійність частини в конкретному робочому середовищі, включаючи ймовірність відмови з часом і вплив умов експлуатації на термін служби та довговічність частини.

Аналіз довговічності: цей метод оцінює довговічність деталі в певному робочому середовищі, включаючи здатність деталі протистояти зношенню, втомі та корозії з часом. Довговічність характеризується видом зношування (абразивний, адгезійний, корозійно-механічний та їхні різновиди), умовами дотику, об'ємною або лінійною швидкістю  $\frac{\partial u(x_1, x_2, x_3)}{\partial t}$ , де  $u$  – зміни розміру деталі,  $x_1, x_2, x_3$  – координати поверхні деталей.

Крім того слід визначити швидкість зміни твердості матеріалу у процесі експлуатації  $\frac{\partial(HB)}{\partial t}$ , де  $HB$  – твердість матеріалу по Бринелю. Це пов'язано з тим, що величина умовної границі контактної витривалості є функцією твердості матеріалу  $\sigma_{-1} = kHB$ .

Швидкість корозійного зношування залежить від хімічної активності матеріалу, тому вірогідність безвідмовної роботи за час  $t$  залежить питомої поверхневої енергії та втомної міцності матеріалу, які теж є функціями твердості матеріалу і можуть характеризуватись швидкістю її змін [16].

Технічне обслуговування, орієнтоване на надійність (RCM): цей метод оцінює вплив практики технічного обслуговування та перевірки на надійність деталей і систем і визначає найбільш ефективні та економічно ефективні стратегії технічного обслуговування та перевірки.



Аналіз надійності, доступності та ремонтно-придатності (RAM): цей метод оцінює вплив практики технічного обслуговування та перевірки на надійність, доступність і ремонтпридатність частин і систем.

Аналіз стратегії технічного обслуговування: цей метод оцінює вплив практики технічного обслуговування та перевірок на термін служби та довговічність деталей і визначає найбільш ефективні та рентабельні стратегії технічного обслуговування для задоволення цих вимог.

**ВИСНОВКИ.** Проведений аналіз наочно проілюстрував, що комбінація методів оцінки ризиків дозволить здійснити оцінку ресурсу та довговічності деталей машин на всіх етапах життєвого циклу від вибору геометрії і конструкції, тобто починаючи з етапу проектування і до технічного обслуговування, тобто по етапу експлуатації.

Також ці методи оцінки ризику можуть допомогти визначити пріоритети для вдосконалення етапів життєвого циклу та гарантувати, що деталі, отримані шляхом різання та обробки тиском, будуть відповідати вимогам щодо передбачуваного терміну служби та довговічності.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Larson, N., and Kusiak A. Managing Design Processes: Risk Assessment Approach. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part A: Systems and Humans. 2006, 26(6), p. 749–759. doi:10.1109/3468.541335
- Symonov, A., Klevtsov, O., Trubchaninov, S., and Symonova, A. Кіберзахист інформаційних та керуючих систем АЕС. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2022, 4(96), с.62-70. [https://doi.org/10.32918/nrs.2022.4\(96\).08](https://doi.org/10.32918/nrs.2022.4(96).08)
- Герасименко О.М. Інтеграція ризик-орієнтованого підходу до управління у процесі забезпечення економічної безпеки підприємства. *Ефективна економіка*. 2019. № 9. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.9.59
- Афанасьєва Е.А. Совершенствование процесса управления рисками при разработке продукции космического машиностроения путем его непрерывной интеграции. *Проблемы анализа риска*. 2021, 18(6), с. 54–65. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-6-54-65>
- Здановський В.Г., Радіонов М.О., Шепітчак В.Б., Солтисік Р.А. Застосування ризик-орієнтованого підходу до оцінки виробничих чинників з метою підвищення дієвості системи управління охороною праці. *Вісник ЛДУБЖД*. 2021. № 24, с. 12–24, DOI: 10.32447/20784643.24.2021.02
- Nandkumar Wagh. Total Quality Management in The Manufacture of Aerospace Parts- Issues and Problems. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 2020. 7(10), p. 1405–1419. ISSN-2349-5162
- Zio, E. Reliability engineering: old problems and new challenges. *Reliability engineering & system safety*. 2009, 94(2), p. 125–141. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2008.06.002>
- Инюшев В.В., Стадник О.А. Эвристические аспекты в исследованиях долговечности. *Машиностроение и техносфера XXI века: Сборник трудов международной научно-технической конференции в г. Севастополе 9-15 сентября 2002 г. В 3-х томах*. Донецк: ДонНТУ, 2002. Т. 1, 227–232.
- Скіпочка С. І., Паламарчук Т. А., Прохорець Л. В., Сергієнко В. М. Розвиток ризик-орієнтованого підходу для підвищення ефективності і безпеки підземного видобутку твердих копалин. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2020. 4 (123), с. 71–77. DOI: 10.30929/1995-0519.2020.4.71-77
- Крицька О.С. Особливості оцінювання ризиків в проектах створення складної техніки. *Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми створення та забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки»: тези доповідей, 28–29 квітня 2020 р.* Харків, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. С. 45.
- Юрков Н.К., Тюрина Л.А. К проблеме системной организации жизненного цикла промышленных изделий. *Качество и ИПИ (CALS)-технологии*. 2005, 3(7), с. 27–30.
- Марченко Д.М. Теоретичні основи створення системи автоматизованого управління ризиком для об'єктів машинобудування підвищеної небезпеки: монографія. Северодонецьк: Видво СНУ ім. В.Даля, 2016. 176 с.
- Стулов Л.В., Новиченко С.В. Расчет интенсивности отказов многорежимных систем, учитывающий изменение их функционирующей структуры и позволяющий производить сравнительный анализ безотказности различных структур многорежимных систем. *Радиоэлектронні і комп'ютерні системи*. 2003, (4), с. 124–129.
- Тишкова Я.И. Оценка рисков при литейном производстве с использованием метода HAZOP. *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн*. 2020. № 4(73). с. 70–79. DOI 10.32820/2079-1747-2022-29
- Молоштан Д.В., Наумова Е.А., Кузев И.О., Драгобецкий В.В., Богданов С.А. Жизненный цикл облицовочных деталей транспортных средств при производстве и эксплуатации. *Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту»*. Матеріали конференції. Кременчук: КрНУ, 2020, С. 19–21.
- Невлюдов И.Ш., Андрусевич А.А. Основы теории и практика мониторинга жизненного цикла радиоэлектронных средств на этапах проектирования, производства и эксплуатации. Харьков : Коллегиум, 2011. 296 с. ISBN 978-966-8604-75-1

## PROSPECTS FOR USING RISK ASSESSMENT METHODS FOR THE ANALYSIS OF THE MACHINE PARTS' SERVICE LIFE AND DURABILITY

### **Anastasiia Symonova**

PhD, Associate Professor,

Doctoral Student at the Mechanical Engineering Department,

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine,  
NSymonova@gmail.com

**ORCID: 0000-0003-1411-6656**

### **Dmytro Moloshtan**

PhD, Doctoral Student at the Mechanical Engineering Department,

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine,  
moloshtandima@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-8881-8541**

### **Viktor Voloshyn**

PhD Student at the Mechanical Engineering Department,

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine,  
mb.kafedra@gmail.com

### **Volodymyr Drahobetskyi**

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Mechanical Engineering Department,

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, 39600, Ukraine,  
mb.kafedra@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-9637-3079**

### **Artem Symonov**

Head of the Information Systems Security Analysis Laboratory,

The State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety, vul. Chernyshevska 53, Kharkiv, Ukraine,  
61002, simonov.a.a.1989@gmail.com

**ORCID: 0000-0001-6971-523X**

The impact of risk assessment measures on the design, manufacture, and operation of machine parts is examined in this article. A detailed analysis of the durability assessment of machine parts for various functional purposes, as well as the processes of their degradation and resource depletion were provided. The research showed a growing interest in using risk assessment and forecasting methods to evaluate the production and operation of machines and mechanisms and to assess the resources of parts as elements of complex technological systems. Several general risk factors, including design and technological solutions, material properties, conditions of the technological process, geometry and construction of parts, organizational and economic issues, working environment, maintenance, and inspection practices were identified. Risk assessment methods can help determine optimal cutting and pressure treatment conditions for a particular material and application, and ensure that the parts produced meet intended service life, strength, and stiffness requirements were noted. Moreover, maintenance and inspection methods play a significant role in ensuring the durability and reliability of parts manufactured by cutting and die-cutting. The study emphasizes the importance of evaluating the effect of maintenance and inspection practices on key characteristics such as dimensional stability, material properties, wear, fatigue, and corrosion. A description of risk assessment methods for analyzing factors that affect the service life and durability of machine parts was provided. Overall, risk assessment is identified as a crucial aspect of the life cycle of machine parts, helping to identify and mitigate potential hazards.

**Key words:** risk assessment, life cycle, machine parts, resource, durability.

REFERENCES

1. Larson, N., and Kusiak, A. (2006). Managing Design Processes: Risk Assessment Approach. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part A: Systems and Humans*, 26(6), 749–759. doi:10.1109/3468.541335. [in English]
2. Symonov, A., Klevtsov, O., Trubchaninov, S., Symonova, A. (2022). Kiberzakhyst informatsiinykh ta keruiuchykh system AES. [Cyber protection of NPP information and control systems]. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka. [Nuclear and radiation safety]*, 4(96), 62–70. https://doi.org/10.32918/nrs.2022.4(96).08 [in Ukrainian]
3. Herasymenko, O.M. (2019). Intehratsiia ryzyk-oriientovanoho pidkhodu do upravlinnia u protsesi zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva. [Integration of a risk-oriented approach to management in the process of ensuring the economic security of the enterprise]. *Efektivna ekonomika. [Efficient economy]*, no 9. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.9.59 [in Ukrainian]
4. Afanas'eva, E.A. (2021). Sovershenstvovanie processa upravlenija riskami pri razrabotke produkcii kosmicheskogo mashinostroenija putem ego nepreryvnoj integracii. [Improving the risk management process in the development of space engineering products through its continuous integration]. *Problemy analiza riska. [Problems in Risk Analysis]*, 18(6), c. 54–65. https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-6-54-65 [in Russian]
5. Zdanovskiy, V.H., Radionov, M.O., Shepichak, V.B., Soltysik, R.A. (2021). Zastosuvannia ryzyk-oriientovanoho pidkhodu do otsinky vyrobnychykh chynnykiv z metoiu pidvyshchennia diievosti systemy upravlinnia okhoronoiu pratsi. [The application of a risk-oriented approach to the assessment of production factors in order to increase the effectiveness of the occupational health and safety management system]. *Visnyk LDUBZhD. [Bulletin of the LDUBZH]*, no 24, 12–24, DOI: 10.32447/20784643.24.2021.02 [in Ukrainian]
6. Wagh, N. (2020). Total Quality Management in The Manufacture of Aerospace Parts – Issues and Problems. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 7(10), 1405-1419. ISSN-2349-5162 [in English]
7. Zio, E. (2009). Reliability engineering: old problems and new challenges. *Reliability engineering & system safety*, 94(2), 125–141. https://doi.org/10.1016/j.res.2008.06.002 [in English]
8. Injushev, V.V., Stadnik, O.A. (2002). Jevristicheskie aspekty v issledovaniyah dolgovechnosti. [Heuristic aspects in longevity research]. *Mashinostroenie i tehnosfera XXI veka: Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. [Mechanical engineering and technology of the 21st century: Proceedings of the international scientific and technical conference]*, Doneck: DonNTU, No 1., 227–232 [in Russian]
9. Skipochka, S.I., Palamarchuk, T.A., Prokhorets, L.V., Serhienko, V.M. (2020). Rozvytok ryzyk-oriientovanoho pidkhodu dlia pidvyshchennia efektyvnosti i bezpeky pidzemnogo vydobutku tverdykh kopalyn. [Development of a risk-oriented approach to increase the efficiency and safety of underground mining of solid minerals]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. [Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky KrNU]*, 4 (123), c. 71–77. DOI: 10.30929/1995-0519.2020.4.71-77 [in Ukrainian]
10. Krytska, O.S. (2020). Osoblyvosti otsiniuvannia ryzykiv v proektakh stvorennia skladnoi tekhniki. [Peculiarities of risk assessment in complex engineering projects]. *Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia «Problemy stvorennia ta zabezpechennia zhyttievoho tsykladu aviatsiinoi tekhniki».* [International scientific and technical conference "Problems of creating and ensuring the life cycle of aviation equipment"], Kharkiv, 45 [in Ukrainian]
11. Jurkov, N.K., Tjurina, L.A. (2005). K probleme sistemnoj organizacii zhiznennogo cikla promyshlennykh izdelij. [To the problem of system organization of the life cycle of industrial products]. *Kachestvo i IPI (CALS)-tehnologii. [Quality and IPI (CALS) technologies]*, 3(7), 27–30. [in Russian]
12. Marchenko, D.M. (2016). *Teoretychni osnovy stvorennia systemy avtomatyzovanoho upravlinnia ryzikom dlia ob'ektiv mashynobuduvannia pidvyshchenoi nebezpeky.* [Theoretical foundations of creating an automated risk management system for high-risk engineering facilities]. monohrafiia. Sievierodonetsk: Vydvo SNU im. V. Dalia – 176 p. [in Ukrainian]
13. Stulov, L.V., Novichenko, S.V. (2003). Raschet intensivnosti otkazov mnogorezhimnykh sistem, uchityvajushhij izmenenie ih funkcionirujushhej struktury i pozvoljajushhij proizvodit' sravnitel'nyj analiz bezotkaznosti razlichnykh struktur mnogorezhimnykh sistem. [Calculation of the intensity of failures of multimode systems, taking into account the change in their functioning structure and allowing to make a comparative analysis of failure-free structures of various multimode systems]. *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi. [Radioelectronic and computer systems]*, (4), 124–129. [in Russian]
14. Tishkova, Ja.I. (2020). Ocenka riskov pri litejnom proizvodstve s ispol'zovaniem metoda HAZOP. [Assessment of risks in foundry production using the HAZOP method]. *Universum: Tehnicheskie nauki. [Universum: Technical sciences]*, 4(73). 70–79. DOI 10.32820/2079-1747-2022-29 [in Russian]
15. Moloshtan, D.V., Naumova, E.A., Kuzev, I.O., Dragobekij, V.V., Bogdanov, S.A. (2020). Zhiznennyj cikl oblicovochnykh detalej transportnykh sredstv pri proizvodstve i jekspluatcii. [The life cycle of facing parts of vehicles during production and operation.]. *Vseukraïns'ka naukovo-tehnichna konferencija «Suchasni tendencii rozvitku mashinobuduvannja ta transportu».* [All-Ukrainian scientific and technical conference "Modern trends in the development of mechanical engineering and transport"]– Kremenchuk: KrNU, 19–21 [in Russian]
16. Nevljudov, I.Sh., Andrusovich, A.A. (2011). *Osnovy teorii i praktika monitoringa zhiznennogo cikla radiojelektronnykh sredstv na jetapah proektirovanija, proizvodstva i jekspluatcii.* [Fundamentals of the theory and practice of monitoring the life cycle of radio-electronic devices at the stages of design, production and operation] – Har'kov : Kollegium, 2011. 296 p. ISBN 978-966-8604-75-1 [in Russian]