

УДК 621.88

І. Гевко, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ЗАПОБІЖНИХ МУФТ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ МАШИН

Резюме. Виведено аналітичну залежність визначення доцільності встановлення запобіжних муфти у конструкціях різних типів машин і обладнання. Розроблено методику вибору запобіжних муфт гвинтових транспортно-технологічних механізмів машин на базі принципу Паретто з використанням тримірної матриці і поділом їх на групи – на базі вартісних та якісних показників.

Ключові слова: запобіжна муфта, гвинтові транспортно-технологічні механізми.

I.Gevko

MODEL OF CHOICE OF PREVENTIVE MUFFS OF SPIRAL TRANSPORT TECHNOLOGICAL MECHANISMS OF MACHINES

The summary. Analytical dependence of determination of expedience is shown out establishments preventive of muffs in the constructions of different types of machines and equipment. The method of choice of preventive muffs of screw is developed transport – technological mechanisms of machines on the base of principle of Pareto with the use of three-dimensional matrix and by a division them on groups on the base of cost and high-quality indexes.

Key words: preventive muffs, screw transport are technological mechanisms.

Умовні позначення:

- i – імовірність настання поломки, зумовленої відсутністю ЗМ, $i = 0 \dots 1$;
- N – кількість можливих поломок, зумовлених відсутністю ЗМ за увесь термін експлуатації машини, шт.;
- B_{11} – вартість деталей (складальних одиниць, вузлів, матеріалів), що використовують при ремонті (замінюють) машини, зумовлених поломкою через відсутність ЗМ з урахуванням витрат на їхній пошук і доставку, грн.;
- h – кількість деталей (складальних одиниць, вузлів, матеріалів), що використовують при ремонті (замінюють) машини, шт.;
- B_{12} – витрати на зарплату робітників, які ремонтуватимуть машину (грн.);
- l – кількість робітників, що братимуть участь у ремонті машини, чол.;
- C_{mj} – годинна тарифна ставка робітника j -го розряду відповідної професії, що буде зайнятий ремонтом машини, грн.;
- T_{pmj} – кількість годин, відпрацьованих робітником j -го розряду відповідної професії, що ремонтуватиме машину, год.;
- $k_{доп}$ – коефіцієнт, що враховує доплати до прямої зарплати, $k_{доп} = 1,25 \dots 1,3$;
- $k_{доп}$ – коефіцієнт, що враховує величину додаткової зарплати, $k_{доп} = 1,03 \dots 1,1$;
- $k_{доп}$ – коефіцієнт, що враховує величину соціальних нарахувань до заробітної плати, $k_{доп} = 1,38 \dots 1,39$;
- B_{13} – витрати на запуск та випробування машини після ремонту, грн.;
- T_1 – час простою машини при поломці та ремонті, год.;
- Q – річний обсяг виробництва продукції при використанні машини, грн.;
- k_n – коефіцієнт, що враховує прибутковість продукції, $k_n = 0,25 \dots 0,75$;
- $F_{эф}$ – річний ефективний час роботи машини, год.;
- B_m – витрати, пов'язані із втратою продукції (сировини, матеріалів) при її переробленні в момент аварії машини, грн.;
- $C_{зм1}$ – собівартість виготовлення ЗМ (витрати на пошук, купівлю, доставку і монтаж), грн.;
- $C_{зм2}$ – експлуатаційні витрати, пов'язані з ЗМ за увесь термін експлуатації машини, грн.;
- $C_{зм3}$ – витрати на технічний огляд (ТО) і ремонт ЗМ за увесь термін експлуатації машини, грн.;
- T_{max} і T_{min} – відповідно максимальне і мінімальне значення моменту спрацювання при однаковому регулюванні ЗМ;
- T_{cm} – статистичний момент спрацювання ЗМ;
- T_o і T_{max} – крутні моменти, при яких починається і закінчується спрацювання ЗМ;
- $T(t)$ і $T(t_o)$ – моменти відімкнення ЗМ після часу експлуатації t і в початковий момент експлуатації;

γ – кут повороту ведучої півмуфти від початку розчеплення елементів зачеплення до їх наступного змикання;

R_M – максимальний радіус ЗМ, м;

L_M – максимальна довжина ЗМ, м;

k_{cob} – коефіцієнт зведеної собівартості, який визначатиметься для n -ої ЗМ у межах однієї з груп MNL, $k_{cob} = 0,1 \dots 1$;

C_n – сумарна собівартість виготовлення, експлуатації і ТО та ремонту n -ої ЗМ з певної групи MNL, грн.;

$C_{max.zp}$ – максимальна сумарна собівартість певної групи MNL;

$k_{як}$ – коефіцієнт якості, який визначатиметься для n -ої ЗМ у межах однієї з груп MNL, $k_{як} = 0,1 \dots 1$;

P_n – зведений показник характеристик якості n -ої ЗМ з певної групи MNL, грн.;

Z_m – значення фактора;

Φ_{mi} – факторний рахунок для i -того фактора в n -ої ЗМ;

m – кількість факторів;

$k_{ваз}$ – коефіцієнт, що враховує важливість і пріоритетність якісних показників ЗМ порівняно з вартісними (при $k_{ваз} = 0,5$ важливість якісних і вартісних показників є рівнозначною), $k_{ваз} = 0,2 \dots 1$.

Актуальність теми. Для ефективного виконання операцій у кінематичних ланцюгах багатьох машин використовують різні елементи й механізми захисту. Відповідно і в приводах гвинтових транспортно-технологічних механізмів машин (ГТТММ) використовують запобіжні муфти (ЗМ). Специфіка виконання транспортно-технологічних операцій гвинтовими механізмами машин у тому, що в процесі роботи часто виникають різні перевантаження, що призводять до поломок робочих органів. Тому приводи ГТТММ потрібно оснащувати оптимальними захисними пристроями, які б сповна відповідали умовам роботи та характеристикам перевантажень відповідних машин.

Аналіз останніх досліджень. Теоретичні основи кінетостатичного та динамічного дослідження ЗМ, їхнього синтезу й конструювання, методик експериментальних досліджень заклали такі вітчизняні вчені, як Д.М. Решетов [1], В.К. Тепінкічів [2], В.С. Поляков [3], О.А. Ряховський, І.Д. Барбаш, В.О. Малащенко [4], Б.І. Кіндрацький [5], А.З. Паламаренко, Е.М. Попов, Я.І. Єсипенко, С.Г. Афанасєв, С.М. Кожевніков, Б.М. Гевко, М.С. Тривайло, С.Г. Нагорняк [6], І.В. Луців, С.К. Дяченко, Н.Ф. Кіркач, М.Г. Лопаткін, Е.Н. Ізотов, Е.П. Флік, Е.М. Попов, Р.Б. Гевко, М.І. Хрісанов та інші. Серед зарубіжних фірм провідними в розробленні та виготовленні запобіжних муфт є: “Walterscheid”, “Vulkan”, “Ukob”, “Strogmag”, “Unicum”, “Paulstra”, “Hochreuter Baum”, “Lenze”, “Cardelis Kupplung” (ФРН); “Morse”, “Hilard Corporation”, “John Dire”, “Une Waindrover”, “Beisler engineering” (США); “Demahé”, “Sigma”, “Slema”, “Pouille” (Франція); “Hardi-Speuser”, “Metastrim”, “Krofts engineering limited” (Велика Британія); “Кубота” (Японія); ЗАТ „Профтехнології”, Краснодарське ОКТЬ, НДІ при МДТУ ім. Н.Е. Баумана, “Уралмашзавод” (Росія) та інші.

Мета роботи. Розробити моделі вибору запобіжних муфт гвинтових транспортно-технологічних механізмів машин. Роботу виконано згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Високоєфективні технології у машинобудуванні, енергетиці та агропромисловому комплексі на 2010...2015 рр.».

Реалізація роботи. За допомогою ГТТММ виконують широку гамму технологічних операцій, таких як транспортування, змішування, очищення, подрібнення, пресування, пересипання, сепарування, розкидання, згортання, калібрування, нагнітання, розрихлення, викопування, бурування, вгвинчування, ворущіння, сортування, дозування, поштучне подавання, стругання та інші. Як правило, перелічені операції значно відрізняються між собою як передавальними моментами, що виникають при їхньому виконанні, так і швидкостями виконання. Тому одні й ті ж ЗМ не можна використовувати у конструкціях усіх ГТТММ при виконанні наведених вище операцій. Це зумовлює необхідність правильного підбирання ЗМ та їхньої класифікації залежно від характеру операцій, а саме:

- величини передавального моменту;

- частоти обертання;
- вартісних показників;
- якісних показників.

Найперше при конструюванні нової машини необхідно визначити, чи доцільно включати у її конструкцію ЗМ. Тому доцільність використання ЗМ у конструкції будь-якої машини можемо визначити за формулою

$$ED_{зм} = i \cdot N \cdot \left(\left[\sum_{w=1}^h B_{11} + B_{12} + B_{13} \right] + T_1 \cdot \frac{Q \cdot k_n}{F_{ef}} + B_m \right) - (C_{зм1} + C_{зм2} + C_{зм3}).$$

Витрати на зарплату робітників B_{12} , які будуть ремонтувати машини (грн.), що визначають із залежності

$$B_{12} = \sum_{d=1}^l C_{mj} \cdot T_{pnj} \cdot k_{дон} \cdot k_{доо} \cdot k_n.$$

Якщо за розрахунками ЗМ у конструкції ГТТММ доцільно використати, то для спрощення підбирання ЗМ, виходячи з їхньої специфіки та специфіки виконання технологічних процесів гвинтовими механізмами (ГМ), доцільно використати принцип Паретто. Відомо [1-7, 9, 12], що для обмеження динамічних навантажень у перехідних процесах рекомендують встановлювати кулачкові та кулькові ЗМ на валах із частотою обертання до 300 об/хв, а при значних частотах обертання у фрикційних ЗМ проходить значне нагрівання фрикційних дисків, що призводить до їхнього злипання і значної втрати точності спрацювання при перевантаженнях. Також, враховуючи контактні напруження, окремі типи муфт мають обмежене застосування по передавальному моменту. Тому, зважаючи на принцип Паретто, усі ЗМ можна розділити на класи, виходячи із можливого використання при різних частотах обертання.

Щоб вирішити цю проблему, доцільно застосувати схему класифікації ABC-XYZ-MNL (тримірна матриця) і поділити усі ЗМ ГТТММ на такі три типи груп:

1. За величиною передавального моменту – ABC класи;
2. За частотою обертання – XYZ класи;
3. За вартісними (якісними) показниками – MNL класи.

У даному випадку величина передавального моменту, частота обертання ЗМ і вартісні (якісні) показники є мірою важливості. У запропонованій класифікації ABC-XYZ-MNL до окремих класів слід зарахувати ЗМ із певними характеристиками (табл. 1) [1-7, 9, 11, 12, 15].

Таблиця 1 – ABC-XYZ-MNL – класифікація ЗМ ГТТММ

№ з/п	Назва класу	Характеристики ЗМ	Типи ЗМ
1.	A	$T^* > 500 \text{ Н}\cdot\text{м}$	З руйнівним елементом, самовідключні, кулькові, фрикційні, комбіновані, планетарні
2.	B	$160 \text{ Н}\cdot\text{м} < T \leq 500 \text{ Н}\cdot\text{м}$	З руйнівним елементом, самовідключні, фрикційні, з підвищеною точністю спрацювання, кулачкові, кулькові, низькочастотні, планетарні, комбіновані
3.	C	$T \leq 160 \text{ Н}\cdot\text{м}$	Усі типи запобіжних муфт
4.	X	$n^{**} > 700 \text{ об/хв}$	З руйнівним елементом, самовідключні, низькочастотні, планетарні, фрикційні, комбіновані
5.	Y	$300 \text{ об/хв} < n \leq 700 \text{ об/хв}$	З руйнівним елементом, самовідключні, фрикційні, низькочастотні, планетарні, комбіновані
6.	Z	$n \leq 300 \text{ об/хв}$	Усі типи запобіжних муфт
7.	M	$C^{***} > 5000 \text{ грн.}$	З підвищеною точністю спрацювання, комбіновані
8.	N	$1000 \text{ грн.} < C \leq 5000 \text{ грн.}$	Усі типи запобіжних муфт
9.	L	$C \leq 1000 \text{ грн.}$	Усі типи запобіжних муфт

T^* – величина передавального моменту ЗМ; n^{**} – частота обертання вала, на якому розміщена ЗМ; C^{***} – вартість ЗМ.

Для забезпечення ефективного вибору ЗМ проведемо класифікацію технологічних операцій, які виконують при використанні ГТТММ, за швидкостями їхнього виконання (табл. 2).

Таблиця 2 – Класифікація технологічних операцій з використанням ГТТММ

№ з/п	Назва класу	Характеристики валопроводу ГМ	Типи операцій
1.	X	$n > 700$ об/хв	Транспортування, змішування, подрібнення, пересипання, розкидання, нагнітання, бурування, вгвинчування, сортування, стругання
2.	Y	$300 \text{ об/хв.} < n \leq 700 \text{ об/хв}$	Транспортування, змішування, очищення, подрібнення, пресування, пересипання, сепарування, розкидання, згортання, калібрування, нагнітання, розрихлення, викопування, бурування, вгвинчування, ворущіння, сортування, дозування, поштучне подавання, стругання
3.	Z	$n \leq 300$ об/хв	Усі типи операцій з використанням гвинтів

Відомо, що будь-який механізм цінують за його корисність та визначають собівартістю виготовлення і експлуатації. Ці поняття завжди взаємопов'язані: чим вища якість – тим вищі витрати на її досягнення. Тому ЗМ з вищою точністю спрацювання і нижчим коефіцієнтом динамічності завжди дорожчі порівняно з аналогом із нижчими експлуатаційно-технічними характеристиками. Згідно з цим можемо у кожному класі MNL прокласифікувати ЗМ за вартісними показниками, які сповна відповідають їхнім якісним характеристикам, а усю сукупність вартісних та якісних характеристик ЗМ відобразимо на схемі (рисунку 1).

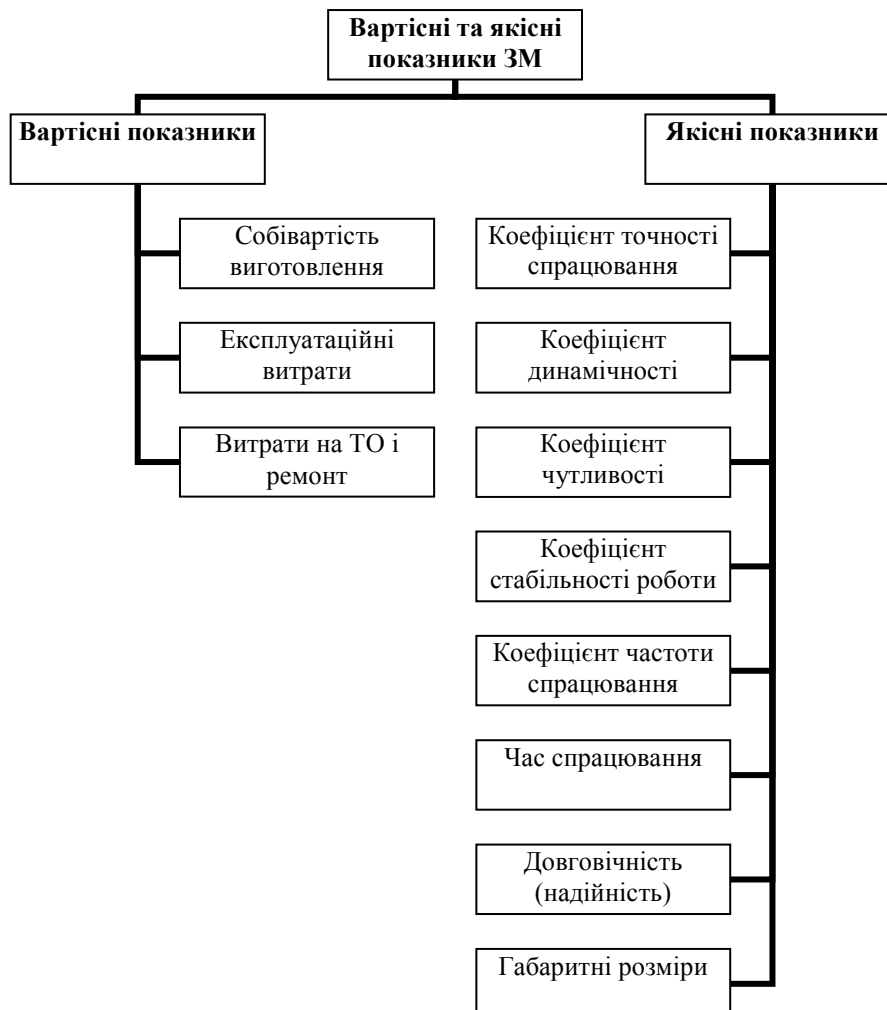


Рисунок 1 – Вартісні та якісні характеристики запобіжних муфт

Технічні вимоги до ЗМ характеризуються коефіцієнтами точності й чутливості спрацювання, коефіцієнтом динамічності й стабільності роботи та іншими [2-7, 9, 15].

Точність спрацювання ЗМ оцінюємо коефіцієнтом точності спрацювання

$$K_{Tq} = \frac{T_{\max}}{T_{\min}}.$$

На його величину впливають неточності розмірів, жорсткість, невідповідність твердості й шорсткості, швидкість наростання та величина навантаження, особливості конструкції тощо. Тому завжди $K_{Tq} > 1$, а його межі в загальному $1,2 > K_{Tq} \geq 2,5$.

Відношення моментів спрацювання ЗМ при динамічному прикладанні моменту рухомих сил (T_{\max}) оцінюємо коефіцієнтом динамічності

$$K_D = \frac{T_{\max}}{T_{cm}}.$$

Величина коефіцієнта динамічності ($K_D > 1$) залежить від співвідношення моментів інерції, жорсткості системи, швидкості наростання навантаження та іншого.

Чутливість ЗМ до перевантажень оцінюємо коефіцієнтом чутливості

$$K_q = \frac{T_o}{T_{\max}}.$$

Коефіцієнт чутливості для запобіжних кулачкових і кулькових муфт завжди менший одиниці – $K_q < 1$.

Стабільність ЗМ оцінюємо коефіцієнтом стабільності

$$K_C = \frac{T(t)}{T(t_o)}.$$

Як правило, $K_C < 1$, що пояснюється зношуванням робочих частин деталей ЗМ і зміною характеристик пружин у процесі експлуатації.

Для визначення характеристик ЗМ імпульсного типу використовуємо коефіцієнт частоти спрацювання, який визначає кількість вмикань у режимі холостого буксування муфти в процесі одного спрацювання

$$K_{\text{чс}} = \frac{2\pi}{\gamma}.$$

Для збільшення кількості холостих провертань у процесі одного спрацювання розроблено ряд ЗМ [7, 10, 13, 14], що дозволяє знизити частоту ударних навантажень на елементи машини і використовувати муфту в технологічному обладнанні для регулювання різних дискретних процесів або їхніх елементів. Відповідно при $K_{\text{чс}} \leq 1$ ЗМ є високочастотними, а при $K_{\text{чс}} > 1$ – низькочастотними.

Максимальні габаритні розміри ЗМ оцінюємо коефіцієнтом об'єму умовного циліндра, описаного навколо неї:

$$V_M = \pi \cdot R_M^2 \cdot L_M.$$

Чим більші максимальні габаритні розміри ЗМ, тим більше місця потрібно у ГТТММ для встановлення ЗМ, що призводить до ускладнення машини.

Приклад групування MNL. Класу М притаманні ЗМ з найвищими якісними і вартісними показниками, класу N – із середніми якісними і вартісними показниками, а класу L – з низькими якісними і вартісними показниками. Результати сегментації ЗМ, які належать до класу VZ, наведено в таблиці 3, з якої бачимо, що MNL- підхід поділяє загальну базу даних ЗМ на три групи: М - види складають перші 11,8%; N - види – наступні 29,4%; L - види – останні 58,8%. При цьому помітне явне розмежування між ЗМ. Таким чином, основною метою класифікації є розмежування конструкцій муфт і спрощення подальшого підбирання ЗМ для конкретних умов роботи ГТТММ.

Таблиця 3 – Приклад MNL - групування ЗМ

Класифікація	Ідентифікаційний номер ЗМ	Вартість ЗМ, грн.	Процент від загалу
BZM	22,68	5350, 6700	11,8%
BZN	03, 27, 33, 82, 132	1830, 1680, 2920, 1730, 3610	29,4%
BZL	12, 19, 23, 27, 31, 36, 41, 54, 99, 102	140, 250, 310, 420, 270, 310, 430, 390, 170, 280	58,8%
Разом		16200	100,0%

Наступний етап вибору ЗМ передбачає експертне оцінювання придатності ЗМ з певної групи матриці ABC-XYZ-MNL для конкретної машини, виходячи з її експлуатаційно-функціональних характеристик. При цьому експертне оцінювання у кожному окремому випадку буде проводитись за цінними та нецінними факторами [8].

До цінних факторів (вартісних показників) належатимуть собівартість виготовлення, експлуатаційні витрати і витрати на ТО та ремонт. Їх оцінюватимемо за коефіцієнтом зведеної собівартості:

$$k_{\text{соб}} = \frac{C_n}{C_{\text{max.зр}}}, \quad C_n = (C_{\text{зм1}} + C_{\text{зм2}} + C_{\text{зм3}}).$$

(для групи М - $C_{\text{max.M}} = 1000$, для групи N - $C_{\text{max.N}} = 5000$, для групи L - $C_{\text{max.L}} = 15000$), грн.

Показник максимальної сумарної собівартості, як і верхню межу вартісних показників в MNL – класах, слід періодично коректувати з урахуванням інфляційних процесів та знецінення національної валюти, у бік збільшення.

До нецінних факторів (якісних показників) належатимуть коефіцієнти точності спрацювання, динамічності, чутливості, стабільності, частоти спрацювання, час спрацювання, довговічність (надійність), габаритні розміри та інші специфічні показники. Їх оцінюватимемо за коефіцієнтом якості:

$$k_{\text{як}} = \frac{P_n}{1000}, \quad P_n = \sum_{s=1}^m Z_m \cdot \Phi_{mn}.$$

Кінцевий вибір проводитимемо пошуком ЗМ, яка дасть максимізацію очікуваних позитивів із загальної сукупності альтернативних варіантів, що визначатимемо за формулою

$$A_n = \sum_{m=1}^n (k_{\text{як.n}} \cdot k_{\text{ваг}} - k_{\text{соб.n}} \cdot (1 - k_{\text{ваг}})).$$

Покажемо вибір ЗМ ГТТММ на прикладі. Для приводу ГТТММ необхідно вибрати ЗМ з такими характеристиками: $n = 400$ об/хв; $T = 1000$ Н·м; K_{Tq} і $K_d \rightarrow \min$.

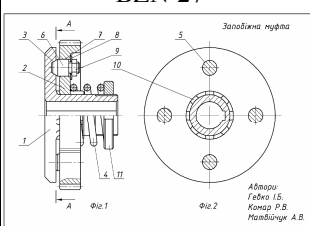
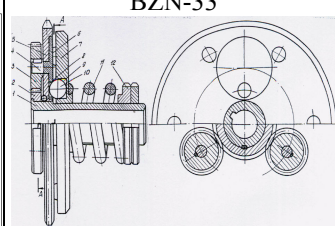
Рішення.

Виберемо ЗМ з класу BZM і розглянемо дві альтернативи: BZN-27 і BZN-33. Аналіз вартісних показників ЗМ показав, що сумарна вартість BZN-27 – 1680 грн., а BZN-33 – 2920 грн. Коефіцієнти зведеної собівартості становитимуть:

$$k_{\text{соб. BZN-27}} = 1680 / 5000 = 0,336; \quad k_{\text{соб. BZN-33}} = 2920 / 5000 = 0,584.$$

Оцінимо показники характеристик якості ЗМ у таблиці 4. Бальна шкала оцінювання якісних факторів ЗМ: відмінно – 10; дуже добре – 8; добре – 6; задовільно – 4; погано – 2.

Таблиця 4 – Оцінювання показників характеристик якості ЗМ

Значення фактора ($\Sigma 100$)	Фактори оцінювання якісних характеристик ЗМ	BZN-27		BZN-33	
					
25	Точність спрацювання	6	6	8	8
25	Коефіцієнт динамічності	4	4	8	8

10	Коефіцієнт чутливості спрацювання	6	8
10	Коефіцієнт стабільності роботи	8	6
5	Коефіцієнт частоти спрацювання	2	10
5	Час спрацювання	8	4
10	Довговічність (надійність)	8	6
10	Габаритні розміри	8	4

Зведені показники характеристик якості ЗМ становитимуть:

$$P_{BZN-27} = 25 \cdot 6 + 25 \cdot 4 + 10 \cdot 6 + 10 \cdot 8 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 8 + 10 \cdot 8 + 10 \cdot 8 = 600;$$

$$P_{BZN-33} = 25 \cdot 8 + 25 \cdot 8 + 10 \cdot 8 + 10 \cdot 6 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 4 + 10 \cdot 6 + 10 \cdot 4 = 730.$$

Коефіцієнти якості розглянутих ЗМ становитимуть:

$$k_{як. BZN-27} = 600 / 1000 = 0,6; \quad k_{як. BZN-33} = 730 / 1000 = 0,73.$$

У зв'язку з потребою вибору ЗМ з високою точністю спрацювання і низьким коефіцієнтом динамічності, тобто якісними показниками, коефіцієнт важливості й пріоритетності якісних показників приймаємо $k_{ваз} = 0,7$.

Визначаємо очікувані позитиви від застосування альтернативних ЗМ:

$$P_{BZN-27} = 0,6 \cdot 0,7 - 0,336 \cdot (1 - 0,7) = 0,319;$$

$$P_{BZN-33} = 0,73 \cdot 0,7 - 0,584 \cdot (1 - 0,7) = 0,336.$$

Отже, краща альтернатива з використання у конструкції ГТТММ належить ЗМ BZN-33.

На основі проведених дослідів можна зробити такі **висновки**:

1. Виведено аналітичну залежність визначення доцільності встановлення запобіжних муфти у конструкціях різних типів машин і обладнання.

2. Розроблено методику вибору запобіжних муфт гвинтових транспортно-технологічних механізмів машин на базі принципу Паретто з використанням тримірної матриці і поділом їх на групи на базі вартісних та якісних показників.

Література

1. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов / Решетов Д.Н. – М.: Машиностроение, 1989. – 469 с (– 4-е изд., перераб. и доп).
2. Тепинкевич В.К. Предохранительные устройства от перегрузок станков / Тепинкевич В.К. – М.: Машиностроение, 1969. – 157 с.
3. Поляков В.С. Справочник по муфтам / Поляков В.С., Барабаш И.Д., Ряховский О.А. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1974. – 352 с.
4. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків / Малащенко В.О. – Львів: Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2006. – 196 с.
5. Кіндрацький Б.І. Концепція і алгоритм багатокритеріального структурно-параметричного синтезу машинобудівних конструкцій / Б.І. Кіндрацький // Вісник ТДТУ. – 2003. – Т.8, №1. – С.73–82.
6. Нагорняк С.Г. Предохранительные механизмы металло-обрабатывающего оборудования: Справочник / С.Г. Нагорняк, И.В. Луцив. – Киев: Техника, 1992. – 72 с.
7. Гевко І.Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання / Гевко І.Б. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307 с.
8. Гевко І.Б. Операційний менеджмент: Навчальний посібник. / Гевко І.Б. – К.: Кондор, 2005. – 228с.
9. Гевко І.Б. Технологічність та ремонтпридатність конструкцій запобіжних муфт сільськогосподарських машин : зб. наук. праць / Гевко І.Б. – Вінниця: ВДАУ. – Вип. 23. – 2005. – С. 225–231.
10. Пат. 4284. Україна, МПК⁷ F16D7/06. Низькочастотна запобіжна муфта / Гевко І.Б.; заявник і власник патенту Гевко І.Б. – № 2004 0402780; заявл.15.04.2004р.; опубл.17.01.2005р., Бюл.№1.
11. Муфти механічні. Ряди номінальних крутних моментів : ДСТУ 3557-97 (ГОСТ 19107-97). – [Чинний від 1998-04-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 6с. – (Національні стандарти України).
12. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
13. А.с. 1751530 СССР, МКИ³ F 16 D 7/06. Предохранительная муфта / И.Б. Гевко, Р.Б. Гевко, Б.М. Гевко, О.И. Дубык (СССР). – № 4898920/27; заявл.18.10.1990р.; опубл.30.07.1992р., Бюл.№28.

14. А.с. 1767251 СССР, МКИ³ F 16 D 7/08. Предохранительная муфта / И.Б. Гевко (СССР). – № 4913622/27; заявл.02.01.1991р.; опубл.07.10.1992р., Бюл.№37.
15. Флик Э.П. Механические приводы сельскохозяйственных машин / Флик Э.П. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

Одержано 23.02.2010 р.