

## Лекція 7. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.

1. Керування надійністю машин.
2. Забезпечення надійності машин на стадії проектування.
3. Конструкторські методи забезпечення надійності.
4. Забезпечення і підвищення надійності машин на стадії виробництва.
5. Забезпечення надійності машин у процесі експлуатації та ремонту.

Надійність виробів машинобудування закладається на стадії , конструювання, забезпечується на стадії виробництва, реалізується в експлуатації.

**Керування надійністю машин** - це встановлення, забезпечення і підтримання її заданого рівня, який здійснюється шляхом систематичного контролю і цілеспрямованої дії на умови та фактори, що впливають на надійність. Керування надійністю машин здійснюється через її основні властивості: безвідказність, довговічність, довговічність, ремонтоздатність, збереженість.

Кожна машина складається з певних агрегатів механізмів, які в свою чергу, з вузлів, складальних одиниць. Тому для вирішення проблеми надійності машин потрібний системний підхід, який є методологічною основою вивчення, що ґрунтується на розгляді об'єктів, як системи, тобто сукупності елементів.

Надійність вцілому залежить від надійності її складових, насамперед деталей. **Деталь** це елементарна частина машини. З іншого боку деталь - система.

Функціональні і структурні її частини можна розглядати, як підсистеми, а поверхні як елементи кожна поверхня теж має складну будову.

Вирішення проблеми забезпечення і підвищення надійності с/г техніки слід починати з нижнього ієрархічного рівня – поверхні деталі і далі рухатись по ланцюгу до машини вцілому.

Всі заходи щодо забезпечення надійності машин поділяють на: конструкторські, технологічні, експлуатаційні, організаційні.

### **1. Забезпечення надійності машин на стадії проектування.**

- а) схема надійності. Схема виробу повинна бути вибрана так, щоб число його елементів було по можливості найменшим, поява відказів зводилась до мінімуму. Для аналізу надійності машини складають її структурну схему. ця схема дає можливість уявити машину як умовне графічне (позначення) зображення з основними її складовими елементами.

Структурний аналіз включає: опис функціонування машини, як як об'єкта дослідження з позицій надійності, встановлення впливу на роботу здатність машини основних елементів.

Дається оцінка з'єднання деталей. Користуючись структурними схемами можна дати кількісну оцінку підвищенню надійності.

- б) надійність кожного елемента можна підвищити шляхом вибору характеристик матеріалів і комплектуючих виробів, витриваліших деталей.
- в) використання уніфікованих і стандартизованих елементів.
- г) захисту від шкідливих впливів та зовнішнього середовища.
- д) правильний вибір умов роботи вибору.
- е) розширення допустимих границь для параметрів, які визначають роботу здатність виробу (регулювання зазорів).

- е) уточнення методів розрахунку, зокрема імовірнісна оцінка умов зовнішнього впливу.
- ж) вдосконалення методів випробувань: випробування матеріалів деталі, дослідних зразків.
- з) резервування – це метод підвищення надійності об'єкта введенням надлишковості, тобто додаткових методів, засобів і можливостей над мінімально необхідними, для виконання об'єктом заданих функцій.

Для машинобудування с-г техніки розрізняють:

- навантаження;
- структурне – два стержні;
- навантажувальне – зміни стержня навантаження матеріалу;
- функціональне.

Резервування може бути роздільним загальним. Але резервування призводить до зростання вартості.

### **Конструкторські методи забезпечення надійності.**

#### **1. Удосконалення конструкції машин:**

- оптимізація зазорів ;
- оптимізація зусиль в контактах ;
- покращення мащення;
- уніфікація матеріалів;
- зменшення концентрації напруг при виборі форми і розмірів;
- підвищення жорсткості конструкцій;
- за рахунок створення попереднього натягу (у підшипниках );
- застосування нових матеріалів (КМ – композиційні матеріали з металевою, полімерною і керамічною основою. **найперспективніші** – волокнисті композитні матеріали. Їх ефективність – висока міцність;
- можливість використання нитковидних кристалів;
- невелика чутливість до концентраторів напруг.

Металокерамічні вкладки коли слід забезпечити достатнє мащення;

- застосування залізо-графітних втулок (1,5% графіту, решта залізо)  $U=4$  м/с, більш відповідальні деталі – залізо мідні – графітні (1,5% графіту , 2,5% міді). Використовують також пористі антифрикційні матеріали на основі міді (87% міді, 10% олова, 3% графіту).
- перспективним є полімерні полиці із фторопластів, що знижують опір плуга на 20%. Такі плуги використовують в Японії, Румунії.
- Забезпечення заданих температурних режимів: 100°C – спрацювання схоплювання I - го роду, до 500°C оплавлення зношування, понад 500°C – теплове.
- Забезпечення надійних умов мащення.
- Покращення герметизації, використання герметизуючих паст, клеїв; використання лабіринтних ущільнень. Такі ущільнення у шарнірах підвищили зносостійкість у 2,5 рази.

Застосування плаваючих деталей (поршневі пальці). При роботі механізму плаваючий палець повертається.

## 2. Підвищення ремонтоздатності.

Використання блочних конструкцій.

Використання у посадках в пальцях гусениць різних втулок, які утримуються в отворах силами пружності.

- взаємозамінність, відновлюємість, уніфікація, доступність, легкоз'ємність, діагностування.

## 3. Трибологічні заходи підвищення надійності. Вибір матеріалів пар тертя.

Матеріали *конструкцій* - висока міцність, жорсткість, піддатливість (вали, осі, пальці, плунжери, кільця).

*Фрикційні* - це ті, що контактують з металевою поверхнею і мають стабільний коефіцієнт тертя - органічні речовини (дерево, шкіра, пробка, повсть), металеві (чавун, сталь У6, У7), азбестотекстоліт, фібра.

*Зносостійкі* - ті, що мало зношуються (плунжерні пари, лепехи плугів, зубці ковшів...).

*Антифрикційні сплави* - з низьким коефіцієнтом тертя (при роботі у парі зі стальним валом: олов'яні бабіти.) міцність при підвищенні температури падає; у антифрикційних бронз незадовільне припрацювання.

### **Рекомендації:**

- 1) З'єднувати твердий матеріал з м'яким. с/г – гума + мін. олива.
- 2) З'єднувати твердий матеріал з твердим (утворення поверхні з азотованої, хромованої та загартованої сталей).
- 3) Уникати поєднань твердого і м'якого матеріалів, а також пар з однакових матеріалів (незагартована сталь по назагартованій сталі) Al по Ni.
- 4) Застосування для важкодоступних місць матеріалів для реалізації режиму вибіркового переносу:  
Cr – гума  
Cr – бронза
- 5) - заміна у вузлах машин тертя ковзання на тертя кочення.

### **Перевага підшипників кочення:**

1. зменшення витрат на тертя. Статичний момент на 30-50% перевищує момент тертя, а у підшипників кочення у 15 разів більший, тому доцільно установлювати у машинах з частими пусками зупинками;

2. економія свинцю, олова;
3. зменшення мастила;
4. відпадає примусове охолодження;
5. скорочується догляд;
6. масло міняється від швидкості тиску;

### **Недоліки:**

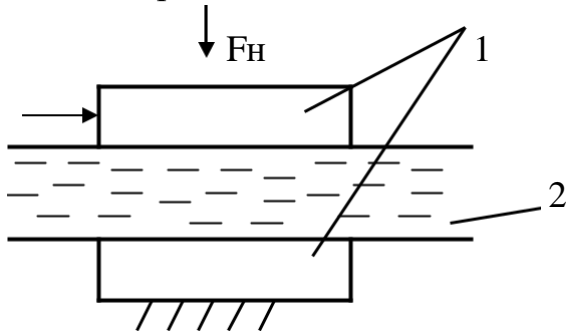
1. менша надійність при мах Р і U;
2. низька дія масляної плівки;
3. погано для ДВЗ;
4. шум при роботі;
5. менша довговічність;

б. поганий монтаж;

Формування зносостійких поверхонь тертя, тобто структура не повинна змінюватись під час тертя, до складу матеріалу слід вводити речовини, які здатні працювати як тверде мастило, повинен існувати адгезійний зв'язок.

Зменшення тертя

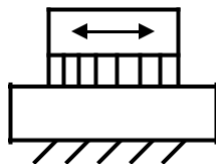
Ідеальною конструкцією пари тертя така трибосистема, де усувається контактування твердих тіл.



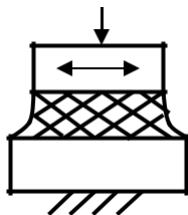
а) плівка рідини

1- елементи; 2- мастило;

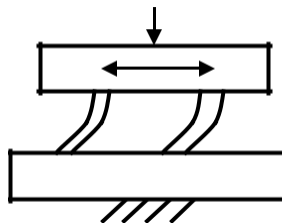
б) магнітне поле



в) еластомери



г) гнучкі елементи



- а) най універсальніше є забезпечення рідинного гідродинамічного тертя. Умови
- клиновидна форма зазору;
  - підвищення необхідної кількості мастила потрібної кількості;
  - достатня швидкість ковзання;

При високих швидкостях переходять на малов'язкі мастила, наприклад газові. У звичайних умовах газовим мастилом є повітря. В'язкість повітря у 100 разів менша за в'язкість рідких мастил.

Недолік – небезпека динамічної нестабільності, необхідність високої точності.

б) системи з принципом магнетизму - системи, в'язких несуча здатність утворюється течією рідини з провідною

здатністю в середині магнітного поля (магніто динамічні підшипники МГД)

- системи без мастила, несуча здатність яких утворюється протягуванням або відштовхуванням (магнітні підвісні підшипники).

8) використання ефекту вибіркового переносу.

- поверхні тертя змінюють форму і розміри, але частинки, відокремлюючись при спрацюванні, схоплюються цією ж поверхнею або переносилися б на з'єднану.

*Необхідні умови:* малий розмір частинок, пластичні та здатні схоплюватись; не повинно бути окисних плівок, не повинно окислюватись.

*Найкращий матеріал* – мідь. При відповідному мастилі вона не окислюється.

Відповідною фрекційною парою є сталь – бронза, оптимальним мастилом є гліцерин. Коефіцієнт тертя 0,01- 0,005

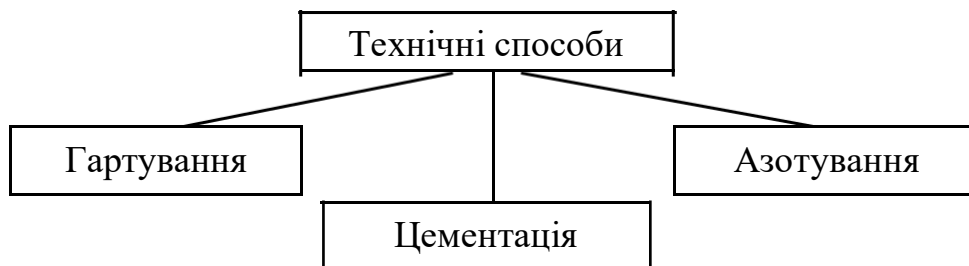
Вибірковий перенос також реалізується у парі сталь-сталь при введенні у мастило мідних порошоків.

## 2. Забезпечення і підвищення надійності машин на стадії виробництва.

- забезпечення точності виготовлення деталей. Точність визначається умовами роботи деталей і рівнем обладнання а оцінюється допусками.
- забезпечення оптимальної якості. Обґрунтування шорсткості (мікро геометрія, відхилення форми і розташування (овальність, конусність), макрогеометрія і хвилястість.

Для високих геометричних характеристик

- зрізання нерівностей шліфуванням;
- знімання нерівностей за рахунок пластичного деформування;
- створення нового мікро профілю.



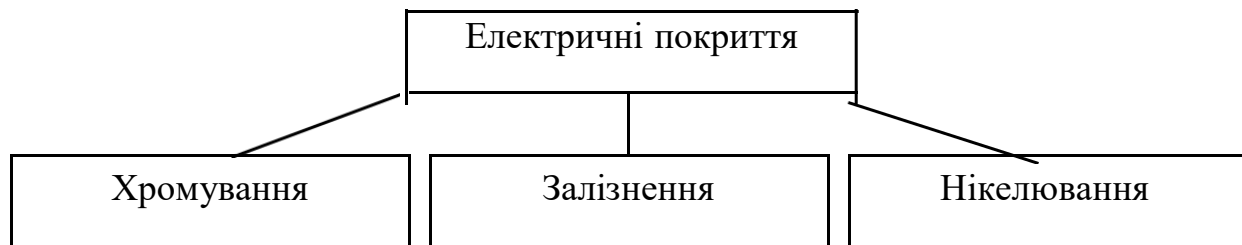
Цементация - HRC 50..60, h= 0,5- 2 мм. Насичення вуглецем, в глибині деталей м'яка.  
 Азотування – HV 1150, що у 2 рази більше ніж при загартуванні, h ≤ 0,5 мм.



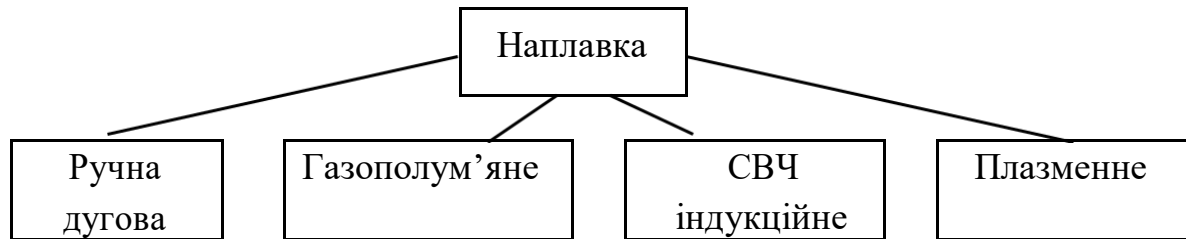
Наклеп дробом- підвищення опору проти втомленості, твердість підвищується на 20%, h= 1,0 мм.

Обробка роликами – HV 300, h ≤ 7.0 підвищується опір проти втомленості.

Наклеп вибухом – HV 300, h ≤ 20...30 мм, проходить великий тиск.



Підвищення зносостійкості, опору корозії, жаростійкості.



Ручна дугова,  $h = 5 \dots 6$  мм. HRC 50..60.

Газополуменева,  $h = 4 \dots 5$  мм,  $h = 4 \dots 5$  мм, HRC 50...60, в полум'я входить електрод.

Індукційне – вихрові струми ВЧ нагрівають деталь, на яку наносять шар матеріалу, що наплавляється.

### 3. Забезпечення надійності машин у процесі експлуатації та ремонту.

- 1). Система ТО і ремонту (ТОР) є сукупність засобів, документації та виконавців, необхідних для приймання, підтримки та відновлення надійності.

*Стратегії ТОР можуть бути:*

При I-й ТОР виконують тільки за потребою після відказу. Сюди відносять заміну, ремонт, регулювання після раптового відказу.

При II – й стратегії, роботи мають планово-запобіжний характер й виконують періодично виконують протягом напрацювання. Сюди відносять заміну мастил, мащення підшипників.

При III - й стратегії, роботи виконують залежно від стану виробу за результатами діагностування.

2). Структура ремонтно-обслуговуючої бази: сервісні центри заводу виробника, майстерні.

3). Експлуатаційні заходи щодо підтримання надійності.

- сталі кадри механізаторів і їх кваліфікація;
- систематичне проведення обкатки;
- зацікавленість у кінцевих результатах;
- забезпечення нормального режиму роботи;
- організація систематичного ТО;
- проведення періодичних ТО;
- застосування палива, масел за призначенням та шляхи економії мастила.

Неправильне регулювання форсунок веде до перевитрат палива на 15-20 %, незадовільний стан ЦПС до 10 – 15%.

#### Правила зберігання с-г техніки.

Для консервування використовують мастило ПВК (гарматне вищої якості). Строк дії в захищеному приміщенні 3 роки, у незахищеному 1,5 років.

К-176 – для внутрішніх порожнин.

Інгібітор АКОР -1 – антикорозійна присадка до моторних і трансмісійних масел 15-20% для паливних систем і гідросистем.

#### Ремонтні заходи щодо відновлення надійності.

Для їх якісного проведення необхідне: діагностування, ремонту, очищення, дефектація, вихідний контроль.

- нормування надійності відремонтованих машин:  $K_r$ ,  $t_\gamma$ ,  $t$ ,  $t_0$ ,  $\omega_0$ .
- Обґрунтування планування ремонту (передчасне направлення на ремонт недопустиме).
- Модернізація машин у процесі ремонту.

**Модернізація** - часткове оновлення машини, при якому усувається експлуатаційне моральне зношування, внесення тихнічних змін і удосконалень (нові робочі органи.).