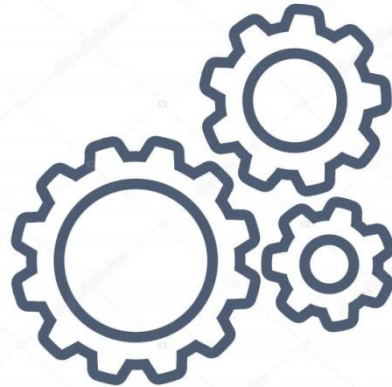


Тема презентації:

Спрацювання деталей



Завдання

Спрацювання деталей, причини їх спрацювання. Види спрацювання: механічне, механічно-хімічне, під впливом електричного струму, їх характеристика, фактори, що впливають на спрацювання деталей. Методи визначення спрацювання деталей. Діаграма спрацювання деталей. Способи попередження передчасного спрацювання деталей обладнання.

Спрацьовування деталей

Несправності деталей машин можна розділити на три групи: зношення, механічні та хіміко-теплові ушкодження.

Зношення деталей машин визначається тиском, циклічними навантаженнями, режимом змащення і ступенем його стабільності, швидкістю переміщення поверхонь тертя, температурним режимом роботи деталей, ступенем агресивності навколишнього середовища, якістю обробки і станом поверхонь тертя та ін.

У залежності від умов роботи всі деталі по виду зношування можна розбити на п'ять груп. До першої групи відносяться деталі ходової частини мобільних машин для яких основним фактором, що визначає їх довговічність, є абразивне зношування; до другої групи (шліцові деталі, зубчаті муфти, вінки маховиків) - деталі, у яких основним фактором, що лімітує довговічність, є зношення внаслідок пластичного деформування; до третьої групи (гільзи, головки блоків циліндрів, розподільчі вали, штовхачі, поршні, поршневі кільця) - деталі, для яких домінуючим фактором є корозійно-механічне або молекулярно-механічне зношування; до четвертої групи (шатуни, пружини, болти шатунів) - деталі, довговічність яких лімітується часом витривалості; до п'ятої групи (колінчасті вали, поршневі пальці, вкладиші підшипників, окремі зубчаті колеса коробки передач та ін.) - деталі, у яких довговічність залежить одночасно від зносостійкості тертьових поверхонь і межі виносливості матеріалу деталей.

Деякі деталі мають декілька робочих поверхонь, що працюють у різних умовах. По найбільш зношуваний поверхні або найбільш ймовірній ознаці руйнування ці поверхні слід віднести до тієї групи, по якій лімітується термін служби деталі. Деталі перерахованих груп можна підрозділити на класи з метою встановлення граничних зношувань і обґрунтування способу відновлення. Більшість (70 %) основних деталей, що зношуються, працюють в сполученнях типу вал-підшипник.

Види спрацювання

Корозійно-механічне зношування – зношування в результаті механічної дії, яка супроводжується хімічною та (або) електричною взаємодією матеріалу з середовищем (киснем, газами, кислотами, лугом). Взаємодія середовища з поверхневими шарами металу призводить до утворення нових хімічних сполук, які різко змінюють властивості тертьових активних шарів металу. При цьому поверхні тертя спрацьовуються внаслідок періодичного утворення і руйнування менш міцного шару. Корозійно-механічного зношування зазнають циліндри двигуна, вкладиші підшипників, шийки колінчастого вала та інші деталі внаслідок дії сірчаної, сірчистої та органічних кислот.

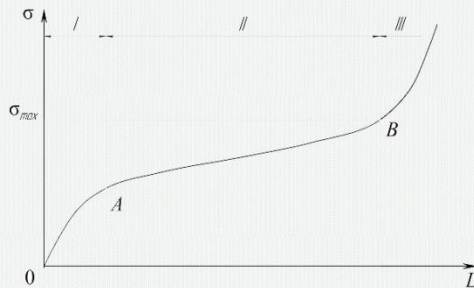
Окислювальне – корозійно-механічне зношування, при якому переважає хімічна реакція матеріалу з киснем або окислювальним навколишнім середовищем.

При фретинг-корозії – корозійно-механічне зношування стичних тіл при малих коливальних відносних переміщеннях.

Електроерозійне зношування – ерозійне зношування поверхні в результаті дії розрядів при проходженні електричного струму.

Залежно від умов роботи одна й та сама деталь може зазнавати одночасно дії кількох видів зношування. Наприклад, верхня частина циліндра двигуна зазнає водночас механічного і корозійно-механічного зношування.

Процес наростання зношування поверхневих шарів має певні закономірності (Рис.). Зношування σ підвищується протягом усього пробігу L автомобіля до певного стану деталі, але інтенсивність зношування різна на різних етапах роботи.



Механічне зношування – зношування в результаті механічних дій. Воно визначається різанням, виламуванням частинок, пластичним деформуванням та ін. Найпоширеніше механічне зношування – це абразивне.

Абразивне – механічне зношування матеріалу в результаті ріжучої або дряпаючої дії твердих тіл чи твердих частинок, які мають різну форму й по-різному орієнтовані своїми гострими ребрами щодо зношеної поверхні. Одні з них мають різальну дію, інші пластично деформують м'який матеріал, залишаючи сліди у вигляді видавлених рисок. У результаті багаторазового переміщення частинок поверхневий шар деталі поступово руйнується. Абразивні частинки можуть потрапляти на поверхні тертя разом із повітрям, паливом, мастильними матеріалами тощо. Абразивного зношування в поєднанні з іншими видами зазнають практично всі тертьові деталі автомобіля.

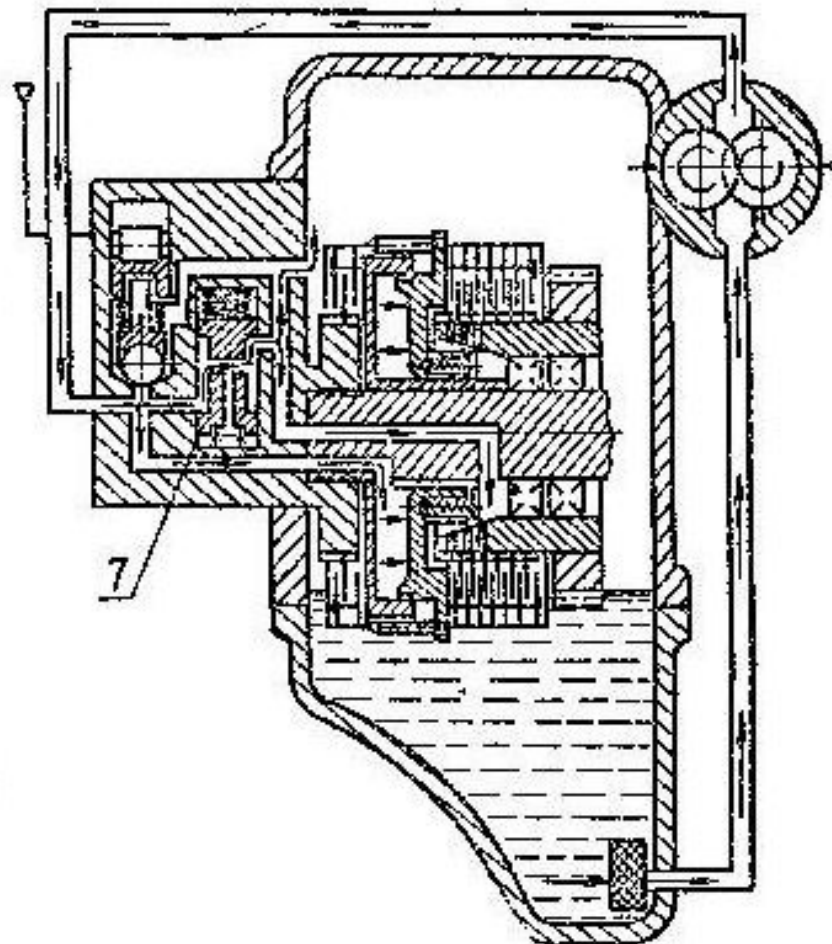
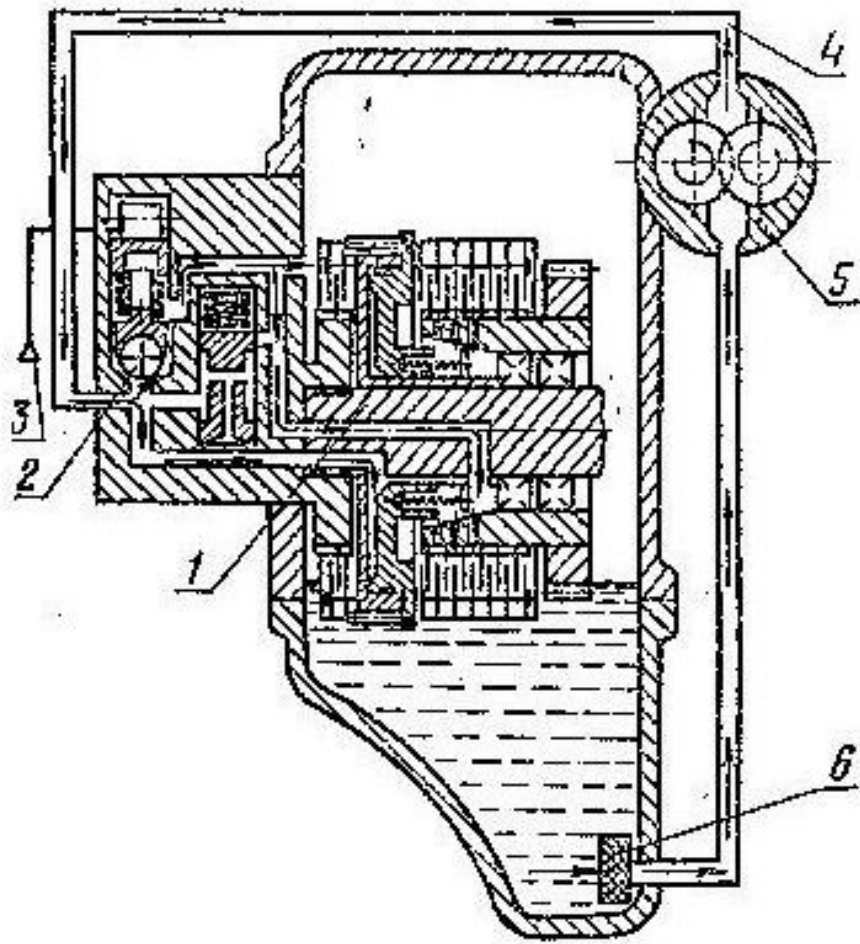
Гідроабразивне (газоабразивне) – абразивне зношування в результаті дії твердих тіл або твердих частинок, захоплених потоком рідини (газу).

Гідроерозійне (газоерозійне) – зношування поверхні в результаті дії потоку рідини (газу). Цей вид зношування характерний для паливної апаратури дизельних двигунів, жиклерів карбюраторів, випускних клапанів двигуна.

Кавітаційне – механічне зношування при русі твердого тіла відносно рідини, при якому пухирці газу захоплюються поблизу поверхні, що створює місцевий ударний тиск або високу температуру. Кавітаційне руйнування іноді буває у водяних насосах, на зовнішніх поверхнях мокрих гільз циліндрів і в інших деталях автомобіля.

Зношування від втоми – механічне зношування в результаті руйнування від втоми при повторному деформуванні мікрооб'ємів матеріалу поверхневого шару. Зношування від втоми може відбуватись як при терті кочення, так і при терті ковзання.

При фретинзі – механічне зношування стичних тіл при коливальному відносному мікророзміщенні.



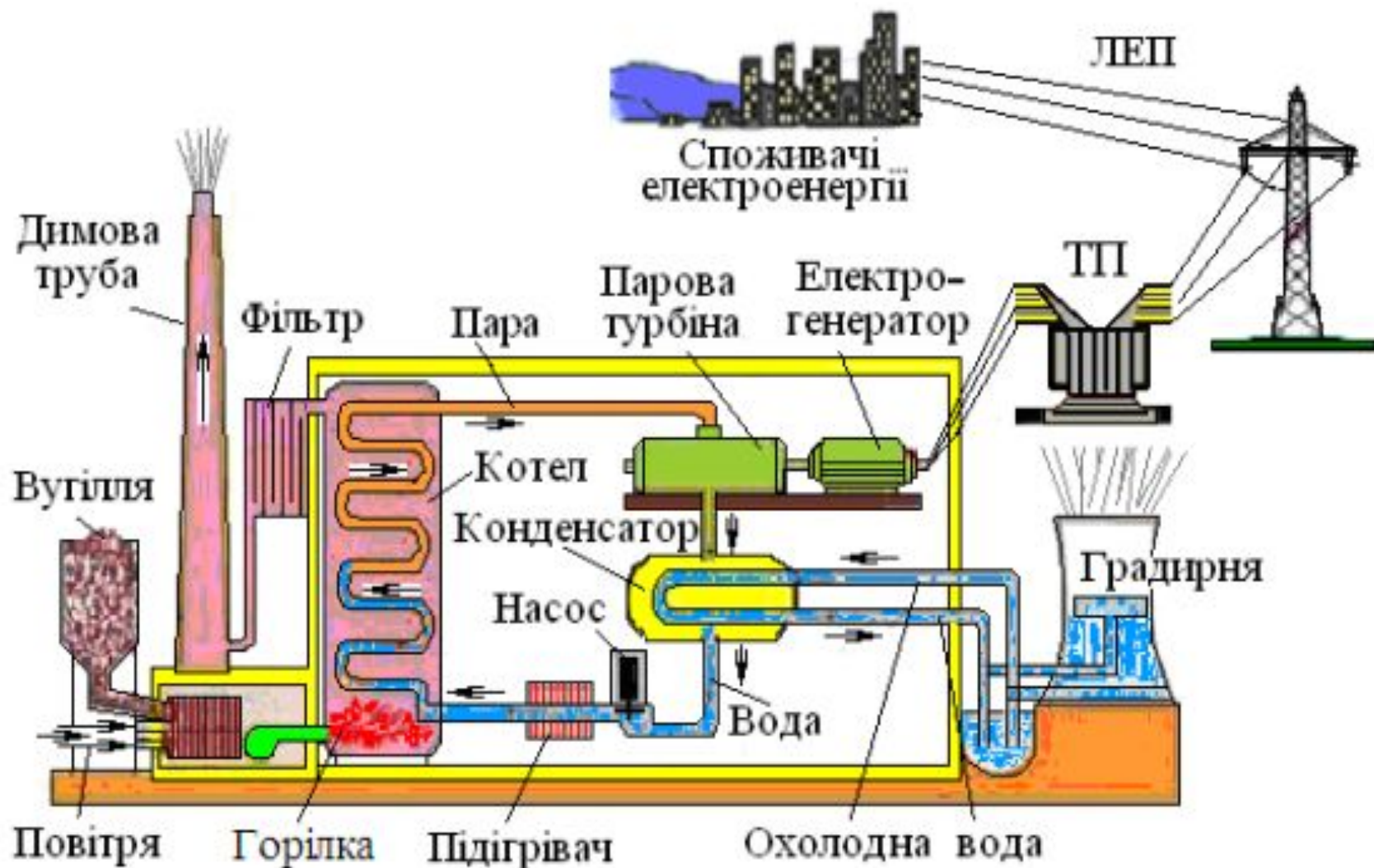


Рисунок 1.2 – Процес виробництва електричної енергії на теплових електричних станціях



Рисунок 1.5 – Схема надходження та розподілу електричної енергії на теплових і атомних електростанціях



Рисунок 1.11 – Дизель-генератор для автономного электроснабжения

- *У період припрацювання* тертя взаємодіючих поверхонь відбувається за умов недостатнього змащення і супроводжується пластичною деформацією та виділенням великої кількості теплоти. Саме в цей період виникає мікрорізання, адгезія та когезійний відрив, а внаслідок наявності високих температур - структурні зміни поверхонь тертя.
- Отже, в період припрацювання відбувається не лише кількісна, а й якісна зміна поверхонь тертя. Наприклад, у процесі припрацювання пари тертя вал- підшипник ковзання відбувається зміна не тільки шорсткості поверхні, а й структури поверхневих шарів і, як наслідок, їхніх механічних властивостей. Швидкість зміни мікронерівностей поверхонь тертя, а разом з нею і швидкість спрацювання поступово зменшуються і настає другий, триваліший період - період нормального спрацювання.
- *Період нормального спрацювання* характеризується незмінністю рельєфу нерівностей та збільшенням проміжку без істотних якісних змін структури поверхневих шарів і характеру роботи пари, зокрема для пари тертя вал - підшипник ковзання зона нормального спрацювання характеризується незмінністю рельєфу нерівностей та поступовим зростанням зерна без зміни взаємодії вала з підшипником ковзання. У цей період швидкість спрацювання близька до постійної.
- *У період аварійного спрацювання* виникає якісний стрибок у взаємодії між поверхнями тертя. На швидкість спрацювання починають впливати нові фактори: вібрація (внаслідок збільшення проміжку окремих зчленувань або спрацювання та послаблення кріпильних деталей), інтенсивне спрацювання окремих деталей та зчленувань (внаслідок спрацювання поверхневого шару), які раніше не відбувались. Усе це призводить до погіршення стану окремих деталей і, нарешті, до їх руйнування. Для деталей машин період аварійного спрацювання неприпустимий.

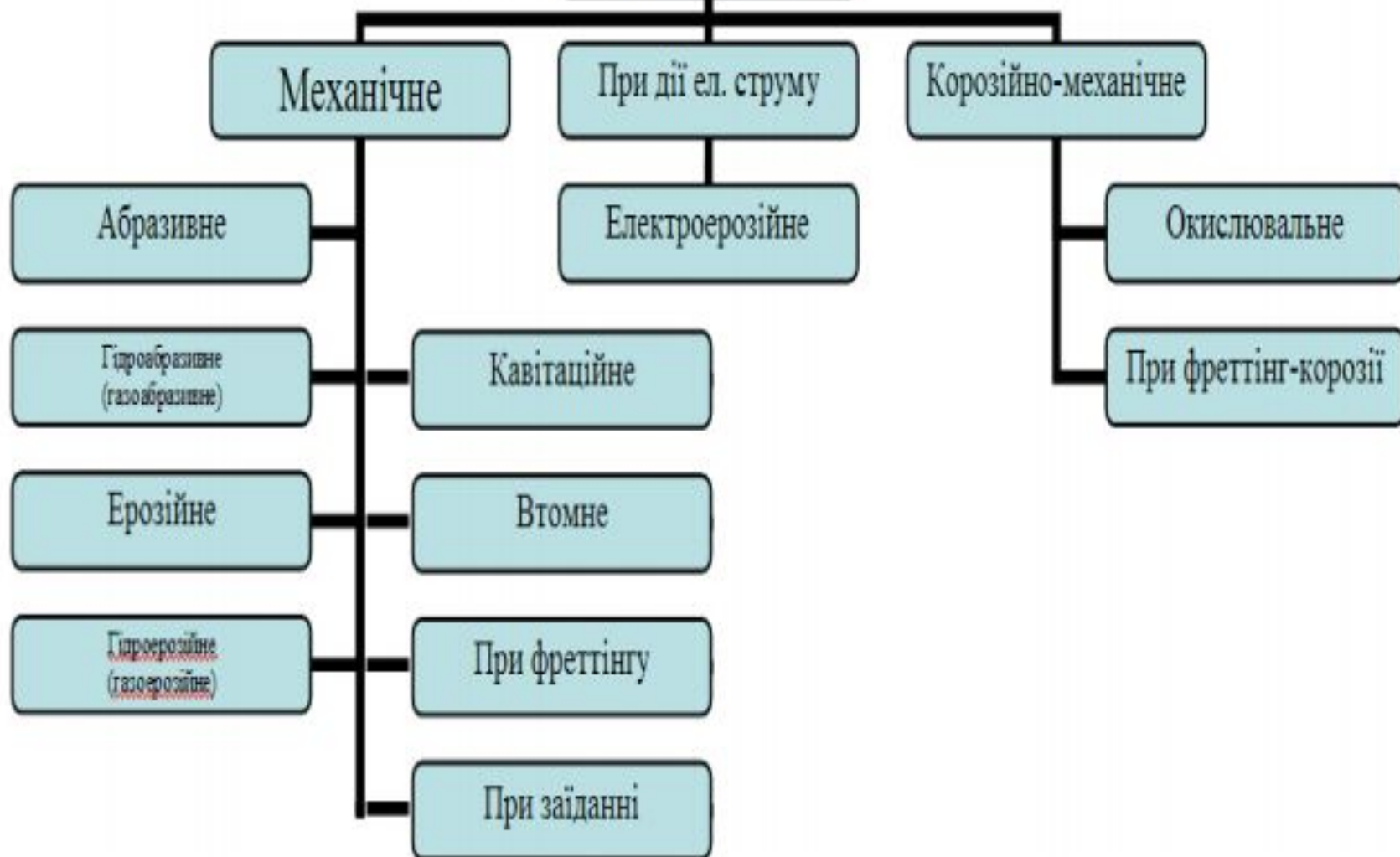
● Механічне спрацювання

- *Механічне спрацювання* — це спрацювання внаслідок механічної дії.
- Механічне спрацювання, в свою чергу, можна поділити на: абразивне, гідроабразивне (газоабразивне), гідроерозійне (газоерозійне), внаслідок втомленості та фретингу.
- *Абразивне спрацювання* — це механічне спрацювання матеріалу внаслідок різальної або дряпаючої дії твердих тіл чи частинок.
- Деталі лісогосподарських та лісозаготівельних машин найбільше знаходяться під дією абразивного спрацювання. Абразивні частинки можуть бути мінерального походження, металевими, продуктами окислення, а також твердими структурними складовими одного зі спряжених металів.
- Основне джерело потрапляння абразивних частинок у спряження машин — навколишнє середовище. В 1 м^3 повітря міститься $0,04 \dots 5,0$ г пилу, що на $60 \dots 80$ % складається з частинок мінералів. Більшість частинок мають розміри $5 \dots 120 \text{ мкм}$, тобто співмірні із проміжками в спряженнях машин. Основні складові пилу такі: діоксид силіцію SiO_2 , оксид заліза Fe_2O_3 , сполуки Al , Ca , Mg , Na та інших елементів. Усі ці елементи, як правило, мають високу твердість. Так, твердість SiO_2 досягає $1078 \dots 1170 \text{ H}_{\text{RA}}$, а оксиду алюмінію — $1800 \dots 2290 \text{ H}_{\text{RA}}$, що перевищує твердість робочих поверхонь більшості деталей машин.
- Якщо твердість абразивних частинок співмірна з твердістю основного металу робочої поверхні деталі, то вони сприяють руйнуванню оксидної плівки та активізації корозійних та адгезійних процесів під дією вологи та кисню повітря.
- Якщо твердість абразивної частинки перевищує в $1,5 \dots 2$ рази твердість основного металу деталі, то спостерігається пластичне відтиснення, а якщо частинка проникає в поверхню деталі гострою гранню, то пластичне відтиснення переходить у мікрорізання.
- Швидкість абразивного спрацювання від $0,5 \dots 50$ мкм/год (у разі функціонування деталей зі змащувальним матеріалом) та від $0,13 \dots 1,27$ мм/год (у разі функціонування деталей без змащувального матеріала).
- Різновидом абразивного є *гідроабразивне (газоабразивне) спрацювання* — абразивне спрацювання внаслідок дії твердих тіл або твердих частинок, що заносяться потоком рідини (газу) до поверхонь тертя.

● Молекулярно-механічне спрацювання

- При високих температурах і відсутності змащувального матеріалу може відбутися майже миттєве руйнування поверхонь через перенесення матеріалу з поверхні менш міцної деталі на поверхню твердішої деталі (наприклад, з поверхні вкладишів на шийки колінчастого вала або з поверхні поршня на циліндр). Таке спрацювання називається спрацюванням при заїданні (когезія), що є різновидом молекулярно-механічного спрацювання.
- *Спрацювання при заїданні* виникає внаслідок схоплювання, глибинного викидання матеріалу, перенесення його з однієї поверхні тертя на іншу. Спрацювання цього виду - одне з найнебезпечніших і руйнівних. Відбувається воно в умовах тертя без змащувального матеріалу або за недостатньої його кількості і при великих навантаженнях.
- Розрізняють заїдання внаслідок схоплювання I і II роду.
- *Процес схоплювання I роду* виникає при малих швидкостях ковзання поверхонь тертя (0,005...0,2 м/с) і тисках $(5...100) \cdot 10^5$ Па, що перевищують межу текучості металу на ділянках фактичного контакту. Цей процес супроводжується незначним підвищенням температури і призводить до інтенсивного пластичного деформування та руйнування поверхонь деталей.
- *Процес схоплювання II роду* розвивається при великих швидкостях ковзання поверхонь тертя і підвищених тисках. У цьому разі основним фактором є досить великий тиск. При цьому спостерігається значне збільшення температури в поверхневих шарах металів, що зумовлює послаблення їх міцності та призводить до руйнування.
- Частинки металу, що відірвалися від поверхонь тертя в першому та у другому випадках частково налипають на протилежну поверхню, а частково утворюють продукти спрацювання. В цьому разі велике значення мають правильний вибір в'язкості змащувального матеріалу та спеціальних добавок, оскільки наявність у мастилі води та повітря призводить до його спінювання, що сприяє спрацюванню при заїданні.
- Спрацювання при заїданні найчастіше трапляється в полюсі зубчастих зачеплень, у кулькових та роликів підшипниках, а також в опорах кочення, що функціонують при великих тисках та відсутності змащувального матеріалу.

Спрацьовування



мал. 1.3 Класифікація видів спрацьовування деталей.



мал. 1.5 Класифікація дефектів деталей

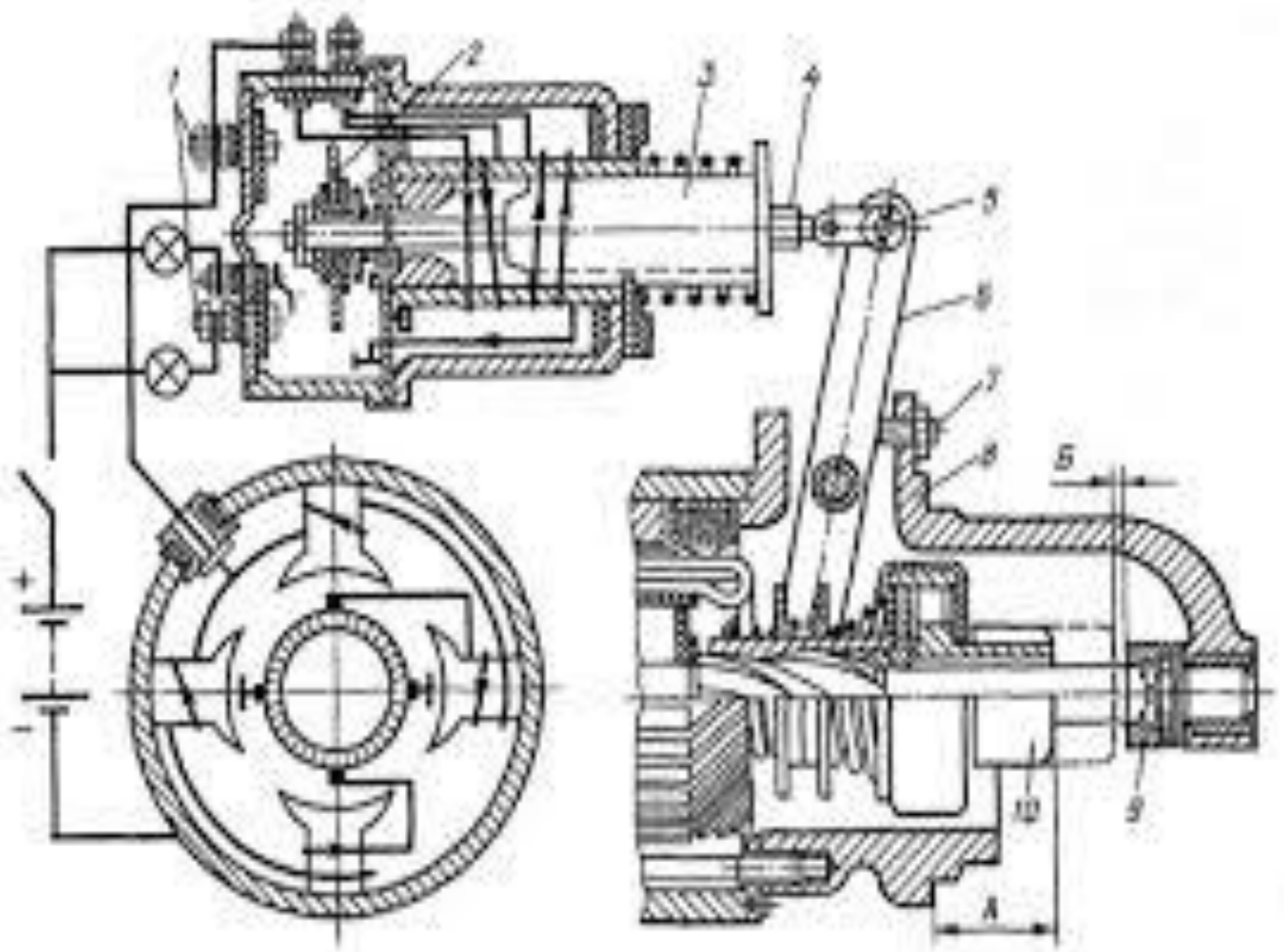
- Під **абразивним спрацюванням** розуміють руйнування поверхні металу абразивними частинками мінерального походження
- В результаті абразивного спрацювання відбувається досить інтенсивне руйнування деталей машин (до 1 мм/г).
- В загальному випадку знос зв'язаний гіперболічною залежністю з твердістю матеріалу.
- При високій твердості абразивних частинок зносостійкість пропорційна твердості металу. лінія 1 відноситься до чистих металів і відпалених сплавів, додаткова лінія 2 – до сталі У8 після гартування. Це свідчить про те, що загартовані вуглецеві і низьколеговані сталі при рівній твердості мають понижену зносостійкість в порівнянні зі стабільними сплавами.
- В залежності від умов взаємодії деталі з абразивними частинками руйнування металу може відбуватися такими шляхами: мікро різання поверхні, багатократною пластичною деформацією; корозійно-механічним зносом. Експериментально встановлено, що механізм абразивного зносу визначається в першу чергу відношенням твердоті матеріалу до твердості абразивних частинок . При - а і б, при - в або крихкого викришування.
- В реальних умовах роботи всі види зносу проявляються одночасно, але зносостійкість визначається домінуючим в конкретних умовах видом зносу.
- Справедливий для , а при лінійний характер втрачається і , де , Н – твердість матеріалу при .
- Дослідним шляхом встановлено, що абразивний знос двофазних структур лінійно зв'язаний з % твердої складової і для ефективного підвищення абразивної зносостійкості потрібно 80 і >% карбідів. Це неможливо через крихкість і тому необхідно тверді основи сплаву, тобто ще високолегованих (особливо 12% Cr). Термообробка для сталей неефективна.

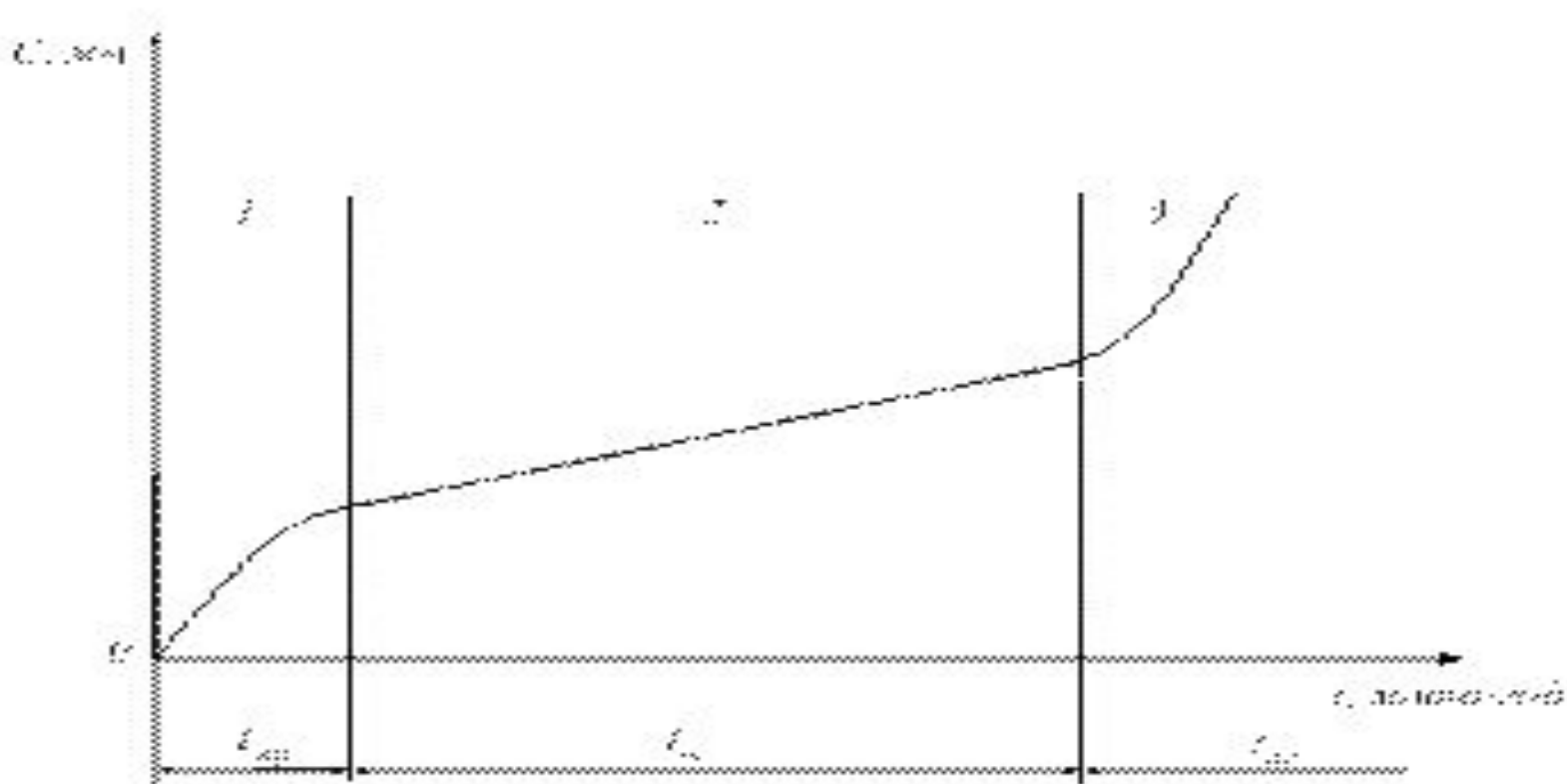
- Основною причиною порушення працездатності СДПТМ є зміни деталей внаслідок зношування.

Зношування - процес руйнування і відділення матеріалу з поверхні твердого тіла і (або) накопичення його залишкової деформації при терті, яка в поступову зміну розмірів і (або) форми тіла. Зношування може супроводжуватися корозійними процесами, що відбуваються в матеріалах деталей під впливом хімічно активних складових середовища, і є складним фізико-хімічним процесом. Теорії тертя і зношування присвячена велика вітчизняна та зарубіжна література.

Відповідно до ГОСТ 27674-88 зношування ділиться на три основні групи: механічне, що відбувається в результаті тільки механічного взаємодії матеріалів, що труться, корозійно-механічне, що характеризується процесом тертя матеріалів при розробляється і затверджується (або) електричному взаємодії з середовищем, і зношування при дії електричного струму

- Для забезпечення надійної роботи машин при їх експлуатації необхідно створити такі умови, при яких не відбувався б перехід від нормальних умов тертя до ненормальним, від нормальної роботи до аварійної, від допустимого окисного зносу до інших видів зносу, що викликає руйнування поверхні деталей.
- Експлуатаційним засобом боротьби з механічним і молекулярно-механічним спрацюванням є застосування мастильних матеріалів з протівонагрузочними добавками поверхнево-активних речовин.
- Для зменшення зношування робочого органу потрібен відповідний кут різання, відсутність його перевантаження, а також очищення території від великих каменів, пнів та інших перешкод, які сприяють зношування.
- Усунення теплового зносу досягається зменшенням питомої роботи тертя, а отже, що виділяється при терті теплоти. Це забезпечується роботою машини на оптимальних режимах, що виключають можливість перевантажень, а також введенням в мастильний матеріал добавок, що перешкоджають розвитку процесів термічного схоплювання.
- Для підвищення надійності і довговічності деталей машин, крім усунення неприпустимих видів зносу, необхідно прагнути також до максимального зменшення окислювального зношування.
- Підвищення зносостійкості деталей за рахунок зменшення окислювального зносу досягається збільшенням межі текучості і твердості, що труться, а також застосуванням хімічних впливів; введенням присадок в мастильний матеріал.
- З наведених вище способів усунення неприпустимих видів зносу слід, що оптимальний експлуатаційний режим роботи машини є вельми важливим фактором у досягненні цієї мети. Крім того, необхідно своєчасно усувати несправності, що виникли в результаті природного зносу, не допускаючи подальшого їх розвитку, яке може привести до прискорених износам.
- Так, в період підробітки сполучених деталей, коли зношування особливо інтенсивно, роботу машин необхідно проводити при зменшеній навантаженні і швидкостях. При цьому посилюють змазування деталей, щоб усунути їх прогрів і видалити металеві частинки, що з'являються в результаті зносу.
- Протягом періоду обкатки і нормальної роботи машини застосовують паливо і мастило необхідної якості. Крім того, забезпечують безперервне спостереження і своєчасне технічне обслуговування машин.





Графік процесу спрацювання



Дякую за увагу