

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН З ПОЗИЦІЙ ФРЕТИНГОСТІЙКОСТІ

Проведена класифікація з'єднань деталей машин та їх аналіз з позицій стійкості в умовах фретингу.
Classification of elements by machines connections and their analysis from positions of resistance conditions
fretting is carried out.

Ключові слова: З'єднання, класифікація, фретингостійкість.

Вступ та постановка задачі. Традиційна класифікація з'єднань деталей машин побудована насамперед виходячи з умови технологічності та вимог експлуатації (рис. 1). Різноманітність підходів до вибору критеріїв класифікації, в першу чергу, пояснюється широким спектром застосування цього класу деталей машин [1 – 4]. Дійсно, не тільки будь-яка машина, але і навіть окремий пристрій не можуть не включати той чи інший вид з'єднань.

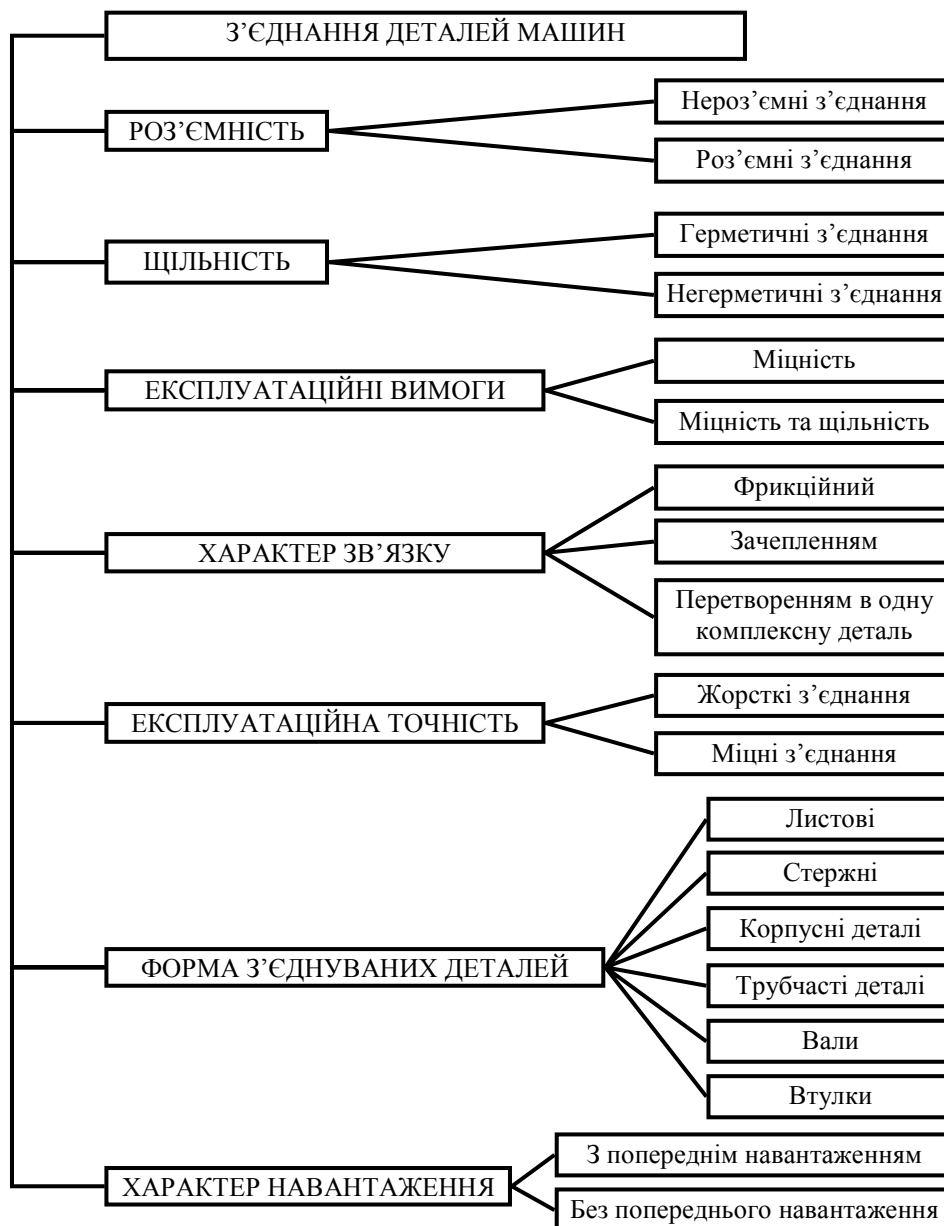


Рис. 1. Класифікація з'єднань деталей машин

Наведена на рис. 1 класифікація, не дивлячись на те, що вона охоплює широкий спектр критеріїв, оскільки об'єднує матеріал, викладений в різних джерелах, абсолютно не відображає вимоги, які пов'язані з фретингостійкістю. Сформулюємо цей критерій як здатність з'єднання в процесі нормальної експлуатації

протягом ресурсного терміну забезпечувати стабільність тиску на поверхні контакту в допустимих і достатніх для виконання своїх функцій межах, а також взаємні переміщення з'єднаних деталей, які б не перевищували допустимі для умовно нерухомого контакту.

Таким чином, з проведеного аналізу випливає задача проаналізувати з'єднання саме за критерієм фретингостійкості, що складатиме суть даної роботи.

Аналіз конструктивних типів з'єднань. Очевидно, що критерію належності до умовно нерухомого контакту відповідатимуть тільки роз'ємні з'єднання деталей машин з попереднім навантаженням. Нероз'ємні види з'єднань (зварні, паяні, клейові) сформовані за принципом характеру зв'язку, який передбачає перетворення групи деталей в одну комплексну за рахунок жорсткого зв'язку без будь-якої можливості переміщень, в тому числі і мікропереміщень. В групі роз'ємних з'єднань, класифікація конструктивних типів яких показана в табл. 1, необхідно провести аналіз з позицій критеріїв, які відображатимуть особливості цих з'єднань стосовно характеру силового замикання при складанні, а також фретингостійкість при різних напрямках мікропереміщень відносно поверхні контакту. Крім того існує група з'єднань, які можна кваліфікувати як умовно роз'ємні або умовно нероз'ємні (залежно від того, який фактор є домінуючим), оскільки в принципі вони можуть в певній мірі відповідати вимозі роз'ємності – допускати неодноразове складання та розбирання, але при цьому експлуатаційні характеристики при повторному збиранні можуть гарантуватись не в повній мірі або й повністю не забезпечуватись; потребують заміни з'єднуваних деталей чи тільки деталей з'єднання. Наприклад, з'єднання з гарантованим натягом в принципі можуть бути розпресовані і повторно зібрані, проте натяг після повторного складання може стати значно меншим або практично бути відсутнім. Заклепочно-стяжні з'єднання відносно легко розбираються видаленням заклепок, які сформовані їх затяжкою, проте повторне використання з'єднувальних деталей неможливе.

Таблиця 1

Класифікація конструктивних типів роз'ємних з'єднань

Роз'ємність	Вид	Конструктивний тип	Напрямок силового замикання при складанні відносно поверхні контакту	Можливий напрямок мікропереміщень стосовно поверхні контакту
Умовно нероз'ємні	Попередньо-напружені	Заклепочні	Перпендикулярно	Паралельно
		Болто-пресові	Перпендикулярно	Будь-який
		Заклепочно-стяжні	Перпендикулярно	Паралельно
	З'єднання з гарантованим натягом	Пресові	Паралельно	Паралельно
		Стяжні	Перпендикулярно	Паралельно
		Термопресові	Перпендикулярно	Паралельно
Роз'ємні	Гвинтові	З попереднім навантаженням	Перпендикулярно	Будь-який
		Без попереднього навантаження	Відсутній	Паралельно
	Фрикційно-гвинтові	Клемові	Перпендикулярно	Паралельно
		За допомогою конічних стяжних елементів	Перпендикулярно	Паралельно
	Клинові та штифтові	З суцільними з'єднувальними деталями	Паралельно	Паралельно
		З розрізними з'єднувальними деталями	Перпендикулярно	Паралельно
	Шпонкові попередньо навантажені	Клинові	Паралельно	Паралельно
		Тангенційні	Перпендикулярно	Будь-який
	Шліцьові	Всі види центрування	Паралельно	Паралельно
	Профільні	Постійного перетину	Відсутній	Паралельно
		Змінного перетину	Паралельно	Паралельно
		Розклинювані профілі	Перпендикулярно	Паралельно

Деякі особливі види з'єднань, що представлені в табл. 1, потребують додаткового розгляду конструкції, оскільки вони використовуються у високотехнологічних галузях, наприклад, авіабудуванні, де питання фретингостійкості часто мають вирішальне значення. Конструкція болто-пресового з'єднання показана на рис. 2. З'єднання збирається за допомогою спеціального болта, який має дві ділянки різьби, менша з яких вкручується в деталь, що забезпечує запресовування конуса. При досягненні певного зусилля запресовування, що регулюється підбором матеріалів та розмірів болта, він руйнується по площадці 1.

Конструкція стяжного з'єднання, яке реалізується за допомогою спеціальних стяжних деталей – планок-анкерів, кілець тощо, показана на рис. 3. Фрикційно-гвинтове з'єднання, в якому силове замикання забезпечується за рахунок конічної втулки, демонструється на рис. 4. При затягуванні гайки розрізна

конічна втулка забезпечує силове замикання по поверхні контакту. З'єднання, в основі якого лежить розрізний елемент, представлено на рис. 5. В неробочому стані діаметр різьбового отвору дещо менший номінального, тому при загвинчуванні гвинта штифт розклинається і забезпечує силове замикання. По аналогічному принципу можуть реалізовуватись профільні з'єднання з розклиненими профілями.

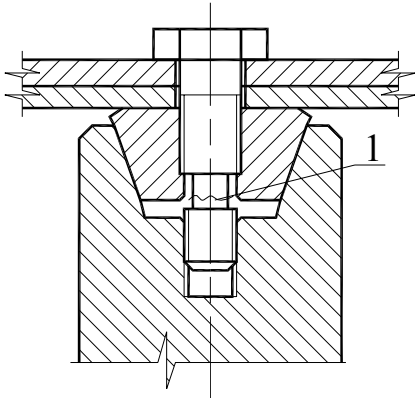


Рис. 2. Схема болто-пресового з'єднання:
1 – площадка руйнування

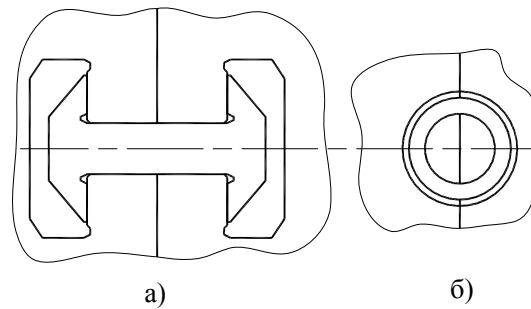


Рис. 3. Схема стяжного з'єднання: а – за допомогою планки-анкера, б – кільця

Аналіз табл. 1 за критерієм напрямку силового замикання має принципове значення при визначенні реальної площі поверхні контакту. Якщо з'єднання складається таким чином, що силова дія на нього направлена по дотичній до поверхні контакту, то при цьому проходить інтенсивний процес руйнування мікропрофілю поверхонь обох з'єднаних деталей. У випадку порівняно малої величини стандартних параметрів, які характеризують мікропрофіль, їх зміна буде незначною, але величина натягу в з'єднанні мало прогнозована, оскільки частина матеріалу деталей буде знята. В разі ж, коли ці параметри значні, що має місце, наприклад, при спеціальній обробці поверхні з метою підвищення її механічних характеристик, коли ця поверхня підлягає суттєвій модифікації, в тому числі з переплавом, силове замикання в напрямку, дотичному до поверхні контакту, призведе до принципово іншої конфігурації вже макропрофілю. Достовірне прогнозування реальної площі контакту в цьому випадку практично неможливе.

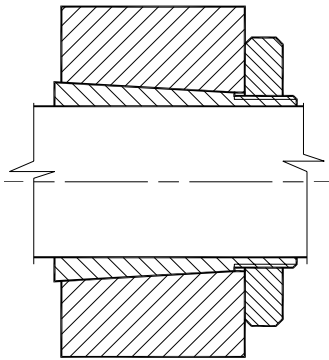


Рис. 4. Схема фрикційно-гвинтового з'єднання

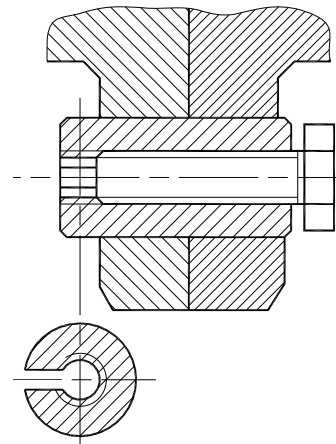


Рис. 5. Схема з'єднання з розрізним штифтом

Якщо ж силове замикання йде в напрямку перпендикулярному поверхні контакту, то визначення реальної площі контакту зводиться до розв'язання контактної задачі при нормальному тиску. Одним з факторів, які можливо необхідно буде передбачити в розрахунковій схемі, є напрямок мікропереміщень в умовно нерухомому контакті, оскільки при наявності переміщень перпендикулярно поверхні контакту буде мати місце його розслаблення як за рахунок того, що в певні проміжки часу зменшаться пружні деформації, так і тому, що непружні не встигатимуть релаксуватися. Слід також звернути увагу на те, що для більшості з'єднань, включених в табл. 1 основним напрямком мікропереміщень в умовно нерухомому контакті є паралельний поверхні контакту.

Висновок. Проведена класифікація з'єднань з позицій фретингостійкості та аналіз за критеріями, які впливають на цей показник, показують, що переважна більшість з'єднань, в яких можуть спостерігатися фретинг-процеси, складаються за схемою силового замикання в напрямку перпендикулярному поверхні контакту, а мікропереміщення в умовно нерухомому контакті, як правило, направлені по дотичній до цієї поверхні. З огляду на це актуальною науково-технічною задачею є дослідження фретингостійкості з'єднань деталей машин, які складаються за схемою забезпечення силового замикання перпендикулярно поверхні контакту.

1. Решетов Д. Н. Детали машин: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1974. – 655 с.
2. Дмитриев В. А. Детали машин. – Л.: Судостроение, – 1970. – 791 с.
3. Детали машин / Добровольский В. А., Заблонский К. И., Мак С. Л., Радчик А. С., Эрлих Л. Б. – К. – М.: Mashgiz. – 1960. – 587 с.
4. Детали машин / Под ред. Н. С. Ачеркана. – Т.1. – М.: Машиностроение. 1968. – 440 с.

Надійшла 14.11.2009 р.

УДК 621.19.10

В.П. РОЙЗМАН, В.П. ТКАЧУК, О.О. НІКІТІН
Хмельницький національний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РІДИННИХ АВТОБАЛАНСИРІВ, ВСТАНОВЛЕНИХ НА РОТОРАХ З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

Існуючі експериментальні і теоретичні дослідження роботи рідинних пасивних автобалансирів не розглядають їх роботу при встановленні на горизонтальному роторі. Власний досвід показав, що існують суттєві відмінності між автобалансуванням вертикальних і горизонтальних роторів. В даній статті досліджено поведінку рідини в АБП, встановленому на роторі з горизонтальною віссю обертання, вплив кута нахилу осі обертання до горизонту на ефективність автоматичного балансування, а також досліджено можливість підвищення ефективності роботи АБП шляхом покращення його конструкції.

Present experimental and theoretical researches that study operation of liquid passive auto-balancers don't consider their operation on horizontal rotor. Our own experience testifies essential difference in auto-balancing vertical and horizontal rotors. The paper represents research of: behavior of a liquid in auto-balancing unit (ABU) set on the rotor with horizontal axis of rotation; the effect of incline angle between the axis of rotation and horizon on auto-balancing effectiveness; and also increasing effectiveness of ABU operation by improving its design.

Ключові слова: ротор, автобалансування, швидкісна відеозйомка.

Сучасні методи і засоби балансування дозволяють довести початковий дисбаланс виготовленого або відремонтованого ротора до величини припустимого для заданого класу точності балансування. Однак для машин зі змінним дисбалансом ротора і при зрівноваженні роторів машин без зупинки в експлуатаційних умовах традиційні методи балансування малоефективні. До таких машин належать пральні машини, сепаратори, центрифуги та ін., які використовуються в різних галузях народного господарства (харчовій, хімічній, цукровій, гірничій і т.д.), медицині, побуті. Більшість вище перерахованих роторних машин мають горизонтальну вісь обертання. Періодична зупинка таких машин для добалансування економічно недоцільна, а інколи і неможлива через умови експлуатації. Ротори цих машин необхідно балансувати безпосередньо в процесі експлуатації, а саме необхідне автоматичне балансування з допомогою автобалансуючих пристроїв (АБП).

Перші найпростіші зразки пасивних АБП з'явилися більш 120 років тому. У подальшому були розроблені різні типи таких пристроїв у тому числі і рідинні. Переважна більшість описаних запатентованих і автобалансуючих пристроїв ще ніколи не були реалізовані на практиці і залишилися на рівні неперевіренних ідей. Коригувальна маса – рідина у пасивних автобалансирах – не тільки створює зусилля для балансування ротора, але і є чутливим елементом, що реагує на зміну величини і положення дисбалансу. Огляд сучасного стану теорії і практики автоматичного балансування дозволяє зробити висновок про те, що в існуючій теорії рідинних АБП відсутній аналіз роботи автобалансирів, встановлених на роторах з горизонтальною віссю обертання із врахуванням сили ваги і тертя. Вже перші експерименти по використанню рідинних АБП для автобалансування роторів з горизонтальною віссю обертання виявили ряд особливостей на відзнаку від роторів з вертикальною віссю обертання. Щоб розібратись з цими відмінностями було вирішено провести швидкісну відеозйомку поведінки рідини в камері автобалансира, подібно тому як це було зроблено раніше для ротора з вертикальною віссю обертання [1, 2].

Метою даної статті є дослідження поведінки рідини в АБП, встановленого на роторі з горизонтальною віссю обертання, ефективності зниження вібрацій пасивними автобалансирами та впливу кута нахилу осі обертання до горизонту на процес автоматичного балансування, а також дослідження можливості підвищення ефективності роботи АБП шляхом покращення його конструкції.

Експериментальна установка для дослідження роботи рідинного АБП була розроблена на базі прально-віджимної машини "В'ятка-автомат" і представляє собою жорсткий консольний горизонтальний ротор у вигляді пустотілого циліндра, виготовленого із нержавіючої сталі з днищем на одному кінці, що забезпечує необхідну жорсткість ротора. Конструкція установки представлена на рис. 1. Ротор 1 через підшипники кочення 3 зв'язаний з жорстким барабаном 2, який, в свою чергу, через пружні елементи 5 зв'язаний з корпусом пральної машини 4. Таку конструкцію має велика кількість пральних машин іноземного виробництва. Найбільш розповсюдженими моделями в світовому господарстві на сьогоднішній