МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.)

Суми
Сумський державний університет
2018

МЕХАНІЗМ РОБОТИ І ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ УЩІЛЬНЕНЬ З ПЛАВАЮЧИМИ КІЛЬЦЯМИ

Міщенко С. О., завідувач навчальної лабораторії, СумДУ, м. Суми

Ущільнення з плаваючими кільцями (рис. 1) являють собою комбінацію кільцевого дроселя *B* (безконтактне шпарове ущільнення) і торцевого контакту *C*, що виконує функцію механічного торцевого ущільнення. Дросель *B* утворений поверхнею валу 1 та внутрішньою циліндричною поверхнею плаваючого кільця 4. Попереднє натиск кільця до нерухомої поверхні кришки 2 здійснюється пружними елементами 5, що розташовані у втулці 6, яка закріплена в корпусі 7. Можливе обертання кільця разом з валом утримується штифтами 3. Штифти, пружини та втулка 6 не є обов'язковими елементами конструкції.

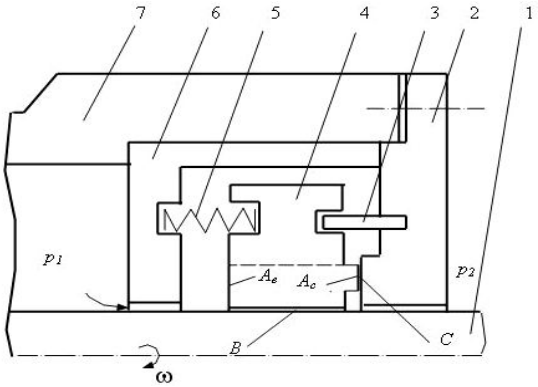

Рисунок 1 – Схема шпаринного ущільнення з плаваючим кільцем

За рахунок тиску p_1 на поверхню A_e, що навантажується, утворюється осьова сила $F_c = A_e p_1$, що забезпечує необхідну щільність торцевого контакту *C*. Радіальна гідродинамічна сила F_y, що виникає в шпаринному ущільненні *B* і пропорційна ексцентриситету кільця відносно валу, забезпечує самоцентрування кільця, якщо за величиною вона перевищую силу тертя $R_c \cong fF_c$ в торцевому контакті.

Завдяки здібності плаваючого кільця до самоцентрування, радіальний зазор в кільцевому дроселі можна робити в декілька раз меншим, ніж у звичайних шпаринних ущільненнях, без загрози зіткнення кільця з валом, що обертається. Оскільки витоки через кільцевий дросель пропорційні

кубу зазору (H^3) для ламінарного режиму витікання, і $H^{3/2}$ для турбулентного, ущільнення з плаваючими кільцями здатні забезпечити значне зниження протікання у порівнянні зі звичайними шпаринними ущільненнями.

Герметичність торцевого стику С залежить від відношення контактного тиску $p_c = F_c / A_c$ до ущільнювального тиску p_1. Контактне ущільнення, у свою чергу, визначається коефіцієнтом навантаження. Конструкція ущільнення дозволяє змінювати цей коефіцієнт у широких межах, задовольняючи потреби герметичності. Плаваюче кільце не обертається, тому витрати потужності на тертя в торцевому стику менше, ніж в механічних торцевих ущільненнях. Завдяки цьому відпадає проблема відводу тепла від поверхонь контакту, а саме ущільнення не має жорстких обмежень по окружний швидкості $v = \omega r$ у і по ущільнювальному тиску p_1. Іншими словами, фактор $p_1 v$ для шпаринних ущільнень з плаваючими кільцями не є визначальним.

Із механізму роботи ущільнення випливає, що кільце плаває, якщо виконується умова самоцентрування $F_{y\,max} \rangle R_c$. Але, якщо ця умова не виконується і кільце не плаває, то воно все таки зміщується в радіальному направлення під дією ударів зі сторони валу. Маючи на увазі, що енергія удару обмежена роботою сили тертя на торцевому стику, можна підібрати матеріали, для яких такі легкі епізодичні удари безпечні. Кільце порівняно легко займає нейтральне положення, в якому забезпечується безударна робота. Необхідно тільки, щоб амплітуда поперечних коливань валу не перевищувала величини радіального зазору, а матеріал ущільнювальних поверхонь протистояв задирам при коротких контактах на перехідних режимах. У багатьох випадках такі напіврухомі або умовно рухомі кільця виявляються більш ефективними, оскільки мають вищу статичну і динамічну стійкість.

Ущільнення з плаваючими кільцями використовується в насосах різноманітного призначення, в турбонасосних агрегатах рідинних ракетних двигунів, у стаціонарних і транспортних відцентрових компресорах, для ущільнення криогенних рідин і високотемпературних середовищ, які володіють низькими мастильними якостями.

У складних запірних ущільненнях високонапірних машин, у яких не допускається неконтрольовані витоки рідини, яка перекачується, плаваючі кільця використовуються в якості внутрішніх ущільнень, що розділяють порожнини з робочим і запірним середовищем. Прикладом можуть бути запірні кінцеві ущільнення живильних насосів і відцентрових компресорів високого тиску, системи ущільнення валів головних циркуляційних насосів атомних електростанцій.