

Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017

УДК 621.643.053

В.М. Стрілець, канд. техн. наук, проф., О.Р. Стрілець, канд. техн. наук, доц.,
С.В. Мазур, студент

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

ПОВЕРНЕННЯ РІДИНИ В УЩІЛЬНЕНУ ПОРОЖНИНУ ЧЕРЕЗ КАНАВКУ У ВИГЛЯДІ СПІРАЛІ АРХІМЕДА НА ТОРЦІ ОБЕРТОВОГО КІЛЬЦЯ

V.M. Strilets, Ph.D, Prof., O.R. Strilets, Ph.D, Assoc. Prof., S.V. Mazur, student
FLUID RETURN IN THE SEALED CAVITY THROUGH GROOVE IN FORM OF A
ARCHIMEDES SPIRAL AT THE ROTATING RING END FACE

Для ущільнення валів насосів машин і механізмів широко застосовують торцеві ущільнення. Основними деталями цих ущільнень є обертове і необертове кільця, які своїми торцями утворюють пару тертя для створення ущільненої порожнини з рідиною. Проблеми ущільнення валів насосів машин і механізмів широко описані в [1]. Останнім часом розроблені нові конструкції торцевих ущільнень на рівні патентів України [2,3] і спосіб виготовлення канавки у вигляді спіралі Архімеда на торці обертового кільця [4]. Однак теоретичні дослідження для запропонованих нових конструкцій торцевих ущільнень з канавкою у вигляді спіралі Архімеда на торці обертового кільця не проведені.

У даній доповіді розглядається будова торцевого ущільнення з канавкою на торці обертового кільця у вигляді спіралі Архімеда і принцип його роботи. Описується рух рідини, яка хоче проникнути через стик пари тертя назовні та повернення її назад в ущільнену порожнину.

Схема сил, які діють на елементарний об'єм рідини у канавці у вигляді спіралі Архімеда, розміщеній у площині перпендикулярній до осі обертання обертового кільця показана на рис.1.

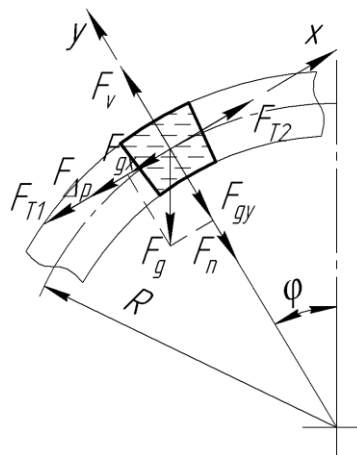


Рис. 1. Схема сил прикладених до елементарного об'єму рідини у канавці

Використовуючи другий закон Ньютона, для елементарного об'єму рідини рівняння руху мають такий вигляд:

$$\begin{cases} ma_x = -F_{\Delta p} - F_{gx} + F_T; \\ ma_y = -F_{gy} + F_v - F_n. \end{cases} \quad (1)$$

У наведених рівняннях (1) маємо: $F_{\Delta p}$ – сила, яка виникає від різниці тисків, які діють перед і поза елементарним об'ємом рідини. $F_{\Delta p} = -dpS$, де $S = b^2$ – площа

поперечного перетину канавки (b – сторона квадратної канавки). F_g – сила тяжіння виділеного елементарного об’єму рідини. $F_g = mg$, де $m = \rho V = \rho Sdl$ – маса виділеного елементарного об’єму рідини, $V = Sdl$ – елементарний об’єм рідини, яка проникла у канавку, а ρ – її густина. F_v – відцентрова сила, що діє на елементарний об’єм рідини при обертанні каналу разом з обертовим кільцем. $F_v = m\omega^2 R$, де $R = R_0 + dR$: R_0 – радіус від осі обертання до початку каналу, dR – приріст радіуса вздовж каналу, ω – кутова швидкість. F_T – сила тертя, яка складається з двох складових: $F_{T1} = F_{Tn}$ – сила тертя, яка виникає від загальної нормальної реакції: $F_{Tn} = \lambda F_n = \lambda(F_v - F_{gy})$, де $\lambda = 64/\text{Re}$ – гідравлічний коефіцієнт тертя, а Re – число Рейнольдса; $F_{T2} = F_{T\tau}$ – сила тертя, яка виникає від дотичних напружень рідини в контактi з поверхнею канавки і торцем необертового кільця: $F_{T\tau} = \tau_0 A$, де $\tau_0 = \rho\lambda v^2 / 8$ – дотичні напруження біля поверхні торця необертового кільця, а A – площа контакту рідини на торці необертового кільця. F_n – нормальна реакція, що виникає на поверхнях тертя ущільненої рідини, яка контактує з поверхнями канавки і торця. Виходячи із того, що елементарний об’єм рідини рухається лише вздовж каналу, тоді $v_y = 0$, тобто $a_y = dv_y / dt = 0$. Врахувавши, що $a_x = v dv / dl$, підставимо значення сил у перше рівняння системи отримаємо диференціальне рівняння руху рідини по канавці у вигляді спіралі Архімеда на торці обертового кільця торцевого ущільнення:

$$v \frac{dv}{dl} \rho Sdl = \frac{dp}{dl} Sdl + \omega^2 (R_0 + dR) \rho Sdl - \frac{b}{8} \rho \lambda v^2 dl - \lambda \rho S [\omega^2 (R_0 + dR) - g \cos \varphi] dl - (g \rho S \sin \varphi) dl. \quad (2)$$

Рішення рівняння (2) дозволяє проаналізувати роботу торцевого ущільнення з канавкою у вигляді спіралі Архімеда на торці обертового кільця, при поверненні проникаючої назовні рідини назад в ущільнену порожнину.

Література

1. Малащенко В.О. Торцеві ущільнення підвищеної герметичності / В.О. Малащенко, І.О. Похильчук, В.М. Стрілець В.М. // Монографія. – Рівне: НУВГП, 2014. – 128 с.
2. Пат. 108700 Україна, МПК(2006.01) F16 J 15/34. Торцеве ущільнення / О.Р. Стрілець, І.О. Похильчук, В.М. Стрілець, М.М. Козяр, С.В. Мазур; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. –и №2016 01231, заявл. 12.02.2016; опубл. 25.07.2016, Бюл. №14.
3. Пат. 108704 Україна, МПК(2006.01) F16 J 15/34. Торцеве ущільнення / І.О. Похильчук, О.Р. Стрілець, М.М. Козяр, В.М. Стрілець, С.В. Мазур; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. –и №2016 01240, заявл. 12.02.2016; опубл. 25.07.2016, Бюл. №14.
4. Пат. 112500 Україна, МПК(2006.01) F16 J 15/34. Спосіб виготовлення канавки на торці обертового кільця тертя торцевого ущільнення / Стрілець О.Р., Стрілець В.М., Козяр М.М., Похильчук І.О., Мазур С.В.: заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. –и №2016 04205, заявл. 18.04.2016; опубл. 26.12.2016, Бюл. №2.