

УДК 662.758

ОСОБЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

Семінський О.О., Косенко В.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ

***Анотація.** Наведено результати дослідження, що полягало у проведенні аналітичного огляду тематичних інформаційних ресурсів, спрямованого на виявлення підходів до визначення розрахунковим шляхом витрат енергії у роторно-пульсаційних апаратах, складанні загальної методики розрахунку і її використанні для обчислення енерговитрат для двох варіантів конструкції апарата (пульсаційного та імпульсного), а також формулюванні рекомендації щодо врахування властивостей рідкого середовища, динаміки ротора і параметрів конструкції робочих органів при обчисленні значення потужності приводу роторно-пульсаційного апарата.*

***Ключові слова:** критерій потужності, критерій Рейнольдса, робоча ступінь, роторний-пульсаційний апарат.*

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) – це високоефективне обладнання, що активно застосовується в промисловості. Їх переваги над іншими типами гідромеханічного обладнання зумовлені комплексним багатофакторним впливом на рідину, що дозволяє пришвидшити протікання технологічних процесів у багатокомпонентних рідких системах. Різноманітність варіантів поєднання за інтенсивністю сукупності впливів на рідини в РПА призводить до встановлення значної кількості різноманітних формул, що рекомендуються для визначення характеристик апаратів і параметрів технологічних процесів, що проводяться у них. Однак, у більшості випадків, такі формули визначені для однієї або декількох обраних конструкцій РПА, що працюють у заданих умовах. Наслідком цього є відсутність систематизованого підходу до обґрунтування рекомендацій щодо визначення конфігурацій і параметрів робочих органів апаратів при заданих режимах роботи. Тому дослідження у цьому напрямі актуальні.

На основі проведеного авторами аналітичного огляду інформаційних ресурсів, відібрано формули для визначення витрат енергії в РПА. В якості критеріїв відбору прийнято:

- повнота опису щодо одержання формул та величин, що входять до їх складу;
- наявність відомостей щодо практичної апробації формул;
- наявність посилань на публікацію, у якій запропоновано відповідні формули, в інших джерелах інформації.

Запропоновано методику розрахунку, за якою, з використанням обраних формул, визначено витрати енергії в РПА для пульсаційного та імпульсного варіантів конструкцій апарата. Розрахунки проведено за даними [1 і 2].

Методика передбачає визначення потужності однієї робочої ступені, утвореної розміщеними на одному колі робочими елементами ротора і протилежними їм робочими елементами статора, і загальної потужності РПА в цілому (без врахування витрат енергії). Загальна потужність РПА визначалась як сума потужностей робочих ступіней, до якої додавались значення потужності ступіней «крилатка – статор» і «ротор – корпус апарата» (за наявності таких у конструкції). Причому, визначення величини потужності в останніх двох із зазначених випадків проводилось за тією ж формулою, що і для робочих ступіней. Додатково враховано потужність на торцеве тертя в зазорі між основою ротора і корпусом апарата.

Результати порівняльного аналізу формул, що забезпечують найбільшу точність розрахунку, дозволяють виявити їх спільні ознаки і зробити такі узагальнення:

1. В кожному із виділених математичних виразів присутні параметри, що враховують: властивості середовищ, які піддаються обробці; динаміку обертання ротора; характерні геометричні розміри ротора.

2. Математичні вирази представлені у вигляді критеріальних залежностей, що мають загальний вид

$$K_N = f(\text{Re}, \Gamma_1, \Gamma_2, \dots),$$

де K_N - критерій потужності; Re - критерій Рейнольдса; Γ_1, Γ_2 , та ін. – сімплекси геометричної подібності.

2.1. При визначенні значення критерію Рейнольдса за формулою

$$\text{Re} = \frac{\rho n D^2}{\mu},$$

де μ – динамічний коефіцієнт в'язкості середовища, що піддається обробці; ρ – густина середовища, що піддається обробці; n – частота обертання ротора; D – діаметр ротора; критерій Рейнольдса використовується піднесеним до ступеня -0,3.

2.2. Вплив ширини радіального зазору між ротором і статором враховано сімплексом $\Gamma_1 = \delta/D$, для якого показник ступеня становить 0,2.

2.3. Вплив ширини прорізей у робочих органах пропонується враховувати відношеннями

$$\Gamma_2 = \frac{a_c z_c}{D} \text{ і } \Gamma_3 = \frac{a_p z_p}{D},$$

де a_c і a_p – ширини прорізей статора і ротора; z_c і z_p – кількості прорізей статора і ротора.

При проведенні розрахунків як відношення Γ_2 , так і відношення Γ_3 доцільно підносити до степені 0,7.

3. Вираз для обчислення величини критерія потужності робочої ступені може бути приведений до однакового вигляду:

$$K_N = \frac{N}{\rho n^3 b D^4},$$

у якому для визначення величини критерію потужності, на відміну від перемішувальних пристроїв, використовуються два визначальні розміри – висота прорізей (b) і діаметр ротора (D). Причому, значення висоти прорізей береться у першій степені, а значення діаметра ротора – у четвертій.

За результатами розрахунків встановлено, що більшість відомих формул для визначення потужності РПА не відрізняється універсальністю і не може бути рекомендована для розрахунків апаратів, конструкція робочих органів або компоновання яких відмінні від тих, для яких безпосередньо одержані ці формули. Таким чином, використання існуючих підходів до енергетичного розрахунку РПА потребує ретельного обґрунтування для кожного конкретного випадку, що ускладнює розробку і підбір обладнання.

Врахування наведених ознак дозволяє більш правильно підійти до вибору параметрів РПА на етапах конструювання або підбору обладнання.

Виявляється перспективним продовження досліджень, спрямованих на знаходження більш універсальних і точних формул для визначення енергетичних характеристик РПА.

Список літератури:

- Балабудкин М.А.* Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. / М.А. Балабудкин. – М.: Медицина, 1983. – 160 с.
Червяков В.М. Использование гидродинамических и кавитационных явлений в роторных аппаратах. / В.М. Червяков, В.Г. Однолько. – М.: Машиностроение, 2008. – 116 с.