

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРРОТОРНОГО НАСОСА ТА ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ ПРИ ЗМІНІ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ

У сучасному насособудуванні контрроторні ступені є перспективним напрямом, однак їх робота досі залишається недостатньо дослідженою. Проблематика полягає в тому, що, незважаючи на активне використання насосів у енергетиці, гідротехніці та промисловості, принцип дії контрроторного насоса у якому два робочі органа обертаються назустріч одне одному залишається не до кінця зрозумілим з точки зору гідродинамічних процесів. Це пов'язано з надзвичайною складністю проточної частини та наявністю зустрічних потоків, які створюють складну взаємодію вихорів і зон турбулентності.

Для проєктування контрроторної ступені необхідно враховувати зміну режимів роботи при різних частотах обертання. З цією метою було проведено розрахунки для п'яти різних частот – 500, 1500, 3000, 6000 і 9000 об/хв. Для кожного режиму побудовано характеристики, що відображають залежність напору, подачі та енергетичних параметрів від швидкості обертання. На основі цих характеристик визначено точки максимальної енергоефективності, які згодом були використані для побудови об'єднаної, характеристики.

Результати показали, що при збільшенні частоти обертання подача змінюється пропорційно (1), що повністю узгоджується з теорією подібності гідравлічних машин. При цьому напір (2) і потужність (3) підкоряються законам подібності, що описуються відповідними формулами [1].

$$H_n = H_m \lambda^2 (n_n/n_m)^2, \quad (1)$$

$$Q_n = Q_m \lambda^3 (n_n/n_m), \quad (2)$$

$$N_n = N_m \lambda^5 (n_n/n_m)^3 \rho_n/\rho_m. \quad (3)$$

Така відповідність підтверджує коректність як математичної моделі, так і самої методики аналізу контрроторного насоса.

Однак під час експериментальних і розрахункових досліджень було виявлено важливі особливості роботи системи. При низькій частоті обертання, близько 500 об/хв, у проточній частині насоса виникають зворотні течії. Це свідчить про нестабільність потоку та втрату частини енергії через рециркуляцію. При високих частотах – 6000 об/хв і вище спостерігається різке зростання потужності до значень у межах мегават.

Отже, отримані результати підтверджують дію законів подібності для контрроторних насосів у всьому діапазоні частот обертання. Побудована узагальнена характеристика наочно демонструє, що зміни подачі, напору та потужності повністю відповідають теоретичним співвідношенням. Таким чином, можна зробити висновок, що робота контрроторного насоса повністю підпорядковується теорії подібності.

Загалом, проведене дослідження відкриває нові можливості для подальшої оптимізації контрроторних насосів. Подальше вивчення впливу регулювання частоти обертання окремого робочого органу може дозволити не лише підвищити ефективність агрегату, а й розширити сферу його застосування.

Список використаних джерел

1. Ржебаєва Н.К., Ржебаєв Е.Є. Розрахунок та конструювання відцентрових насосів: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 132 с.