

$$XST \leftarrow S1 \cdot NEP3 ; \quad (9)$$

$$EP3 \leftarrow NS1 \cdot XST ; \quad (10)$$

$$NXST \leftarrow S1 \cdot EP3 ; \quad (11)$$

$$NEP3 \leftarrow NS1 \cdot NXST . \quad (12)$$

Рівняння (2)...(7) та рівняння (9)...(12) причинно-наслідкових зв'язків реалізовані у розробленій програмі для контролера Festo FC-30 (Німеччина).

#### Список посилань

1. Пищиков В.О. Синтез багатокрокових кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів / В.О. Пищиков, Б.В. Орловський. – Вісник КНУТД, №5 (т.2). –2010. – с. 107-114.

УДК 621.224

Миронов К. А., канд. техн. наук

Олексенко Ю. Ю., аспірантка

Національний технічний університет «ХПІ», [cosmir@i.ua](mailto:cosmir@i.ua), [yuliayo@ukr.net](mailto:yuliayo@ukr.net)

### МЕХАНІЧНИЙ ВПЛИВ ДИНАМІЧНИХ ЯВИЩ НА РАДІАЛЬНО-ОСЬОВІ ГІДРОТУРБИНИ ПРИ НЕСТАНДАРТНИХ УМОВАХ

Зростаюча потреба у широкому діапазоні роботи для радіально-осьових гідротурбін, як правило, збільшує кількість годин роботи при частковому навантаженні та умовах перевантаження за межами основного робочого діапазону, для якого спочатку були розроблені турбіни. У цих нестандартних умовах може виникнути гідравлічна нестабільність. Вона є джерелом високих динамічних навантажень, які потенційно можуть скоротити термін служби компонентів турбіни, і особливо робочого колеса [1].

Сьогодні чисельне моделювання може допомогти зрозуміти динамічне навантаження на структуру, а також його механічний відгук. Проте точне моделювання таких складних явищ залишається складним завданням. У деяких випадках необхідно ще одне підтвердження результатів моделювання експериментальними даними, як з точки зору гідравліки, так і з механічної точки зору. Паралельно з експериментальними даними слід проводити моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD) та метода кінцевих елементів (FEA) для трьох робочих точок, що відповідають глибокому частковому навантаженню, частковому навантаженню та умовам перевантаження. Перевага залишається за чисельним моделюванням, бо підкреслює відмінності в механічній поведінці робочого колеса при впливі певних гідравлічних явищах [2].

Кожна вибрана робоча точка демонструє різні гідравлічні та механічні характеристики, тому складність кожної моделі CFD повинна бути адаптована для їх максимально точного розрахунку [3,4]. Також для повного розрахунку навантаження було необхідно встановити коливання рівня тиску на вході в спіральну камеру для спрощення та подання гідроакустичних характеристик. Ці нестационарні розрахунки мали додаткову складність моделювання кавітації, що робить необхідним правильний вибір кавітаційної моделі.

Пов'язані нестационарні моделювання CFD та FEA показали хорошу здатність охоплювати гідравлічні явища, що виникають в нестандартних умовах та їх механічного впливу на робоче колесо [2]. Ці два взаємодоповнювальні підходи були використані для дослідження впливу кожного динамічного явища на механічну поведінку та утомні пошкодження робочого колеса. Метод дозволяє використовувати його не тільки для існуючих конструкцій, але і для нових проектів гідротурбін.

#### Список посилань

1. Миронов, К.А. Визначення та аналіз впливу розрахункових параметрів на ефективність радіально-осьових гідротурбін [Текст] / К.А. Миронов, Ю.Ю. Олексенко // Вісник НТУ «ХПІ», Х.: НТУ «ХПІ», № 42 (1264), 2017. – С. 66-70.

