

ГІДРОДИНАМІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЯК ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В АЛЬТЕРНАТИВНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

С. С. Рижков, д-р техн. наук, проф.;
О. Г. Бідніченко, асп.

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Анотація. Наведено модель гідродинамічного перетворювача енергії дискового типу. Розглянуто складові компоненти та принцип дії гідродинамічного перетворювача енергії, обґрунтовано доцільність використання.

Ключові слова: гідродинамічний перетворювач енергії, робоча рідина, вихоротворення, енергозбереження.

Аннотация. Представлена модель гидродинамического преобразователя энергии дискового типа. Рассмотрены составные компоненты и принцип действия гидродинамического преобразователя энергии, обоснована целесообразность использования.

Ключевые слова: гидродинамический преобразователь энергии, рабочая жидкость, вихреобразование, энергосбережение.

Abstract. A model of disk-shaped hydraulic power converter is introduced in the article. Compound elements of hydraulic power converter and principle of action are considered. Reasonability of application is grounded.

Keywords: hydraulic power converter, hydraulic fluid, eddy formation, energy saving.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У зв'язку з наростаючою проблемою скорочення енерго- та ресурсозбереження актуальним стає питання розвитку альтернативної енергетики, розробки та вдосконалення енергозберігаючих технологій.

Останнім часом досить часто виникають аварії на тепломережах і погіршується екологічна ситуація, тому велика увага приділяється використанню нетрадиційних методів та обладнання автономного теплопостачання. При побудові нових споруд та будівель засто-

совують сонячні колектори, теплові насоси, гідродинамічні теплогенератори [1, 3].

Одним з ефективних шляхів розв'язання проблеми автономного теплопостачання є об'ємне нагрівання робочої рідини за допомогою гідродинамічного перетворювача енергії. Такий пристрій дає можливість значно економити енергоресурси та ефективно використовувати енергію для нагрівання рідини.

МЕТА РОБОТИ — розглянути конструкцію та принцип дії гідродинамічного

перетворювача енергії дискового типу; проаналізувати процеси, що виникають у пристрої при перетворенні енергії; провести розрахунки потужності тертя обертового диска; довести доцільність використання гідродинамічного перетворювача енергії у складі вітроенергетичної установки; показати залежність потужності тертя від діаметра перетворювача.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Гідродинамічний перетворювач енергії дискового типу (рис. 1) можна використовувати як у складі вітроенергетичних установок, так і окремо. При використанні перетворювача в комплексі з електродвигуном він перетворює електричну енергію в теплову, і при цьому електроенергія витрачається тільки

на електродвигун, який обертає привід гідродинамічного перетворювача. При використанні гідродинамічного перетворювача в складі вітроенергетичної установки немає потреби застосовувати електродвигун та витрачати електричну енергію. Отримання теплової енергії відбувається лише завдяки енергії вітру та її перетворенню.

Гідродинамічний перетворювач енергії дискового типу містить порожнистий корпус (рис. 2) із вхідним патрубком 2 для підведення рідини, що нагрівається, та нагнітальним патрубком 1 для відведення нагрітої рідини. Всередині корпусу на валу розміщуються диски (рис. 3), які приводяться до руху за допомогою електродвигуна або через зубчасту передачу вітроколеса при його обертанні (за умови входження гідродинамічного

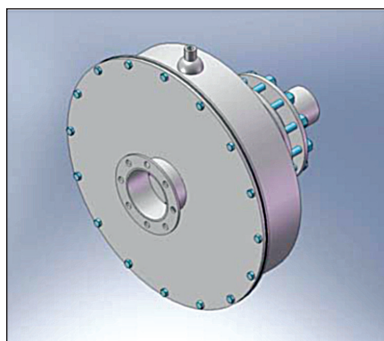


Рис. 1. Загальний вигляд гідродинамічного перетворювача

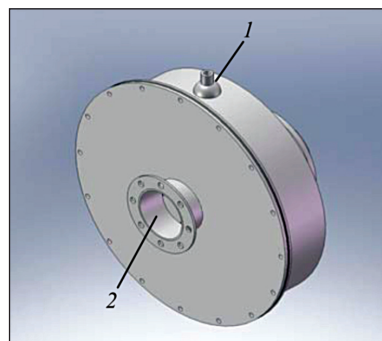


Рис. 2. Корпус гідродинамічного перетворювача

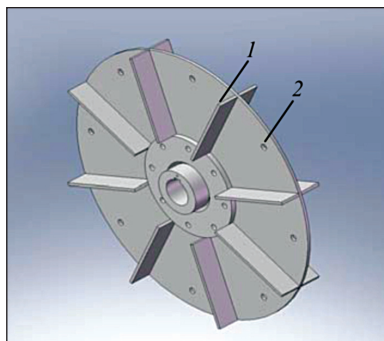


Рис. 3. Робоче колесо

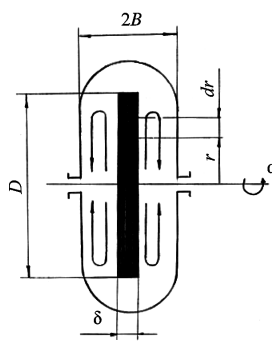


Рис. 4. До розрахунку потужності тертя обертового диска

перетворювача дискового типу до складу вітроенергетичної установки). Для збільшення вихороутворення в корпусі перетворювача диски мають спеціальні отвори 2 та оснащені радіально розташованими лопатями 1.

Нагрівання робочої рідини в гідродинамічному перетворювачі дискового типу відбувається наступним чином. Через вхідний патрубок вода потрапляє в корпус перетворювача, де внаслідок обертання дисків з лопатями захоплюється в обертний рух та утворює кільцеві потоки, які взаємодіють зі стінками корпуса. У результаті тертя й вихороутворення кінематична енергія води перетворюється в теплову. Під дією відцентрових сил нагріта вода переміщується до стінок перетворювача та видаляється через нагнітальний патрубок в акумулюючу ємність.

Потужність тертя залежить від поверхні диска, властивостей рідини, частоти обертання й інших факторів. На основі аналізу процесів у перетворювачі визначаються геометричні розміри та режими його роботи. При обертанні диска в нерухомому корпусі, заповненому рідиною (рис. 4), на його поверхні діють сили тертя рідини.

Опір тертя на 1 м^2 поверхні елементарної площадки шириною dr , що знаходиться на поточному радіусі r , визначається за формулою

$$F_{\text{тер}} = \xi \rho \cdot (r\omega)^2 / 2,$$

де ξ — коефіцієнт опору тертя; ρ — густина рідини; $r\omega$ — колова швидкість на радіусі r ; ω — кутова швидкість диска.

Опір тертя обох поверхонь елементарної площадки dr знаходимо як:

$$dF_{\text{тер}} = f_{\text{тер}} dS = 2\pi \xi \rho r^3 \omega^2 dr,$$

де dS — площа поверхні елементарної площадки.

Величина M визначає момент сил тертя, які діють на торцеву поверхню диска шириною δ :

$$M = \pi \xi \rho \delta \omega^2 \cdot (D/2)^4.$$

Для наближених розрахунків потужності тертя рекомендується застосовувати формулу з роботи [4]

$$N_{\text{тер}} = 0,125 \rho \cdot (n/1000)^3 \cdot D^5, \text{ кВт},$$

де n — частота обертання диска, об/хв.

Потужність тертя залежить від ширини зазору B . Дослідами встановлено, що найбільша потужність тертя забезпечується при $B/D = 0,02 \dots 0,05$. Найменша потужність тертя досягається при обертанні диска в безмежному просторі, коли до центра обертання диска надходять частинки рідини, що мають практично нульову кутову швидкість.

Для застосування гідродинамічного перетворювача енергії у складі вітроенергетичної установки визначалися залежності діаметра перетворювача від частоти обертання диска та потужності тертя від діаметра перетворювача.

За результатами проведених розрахунків побудовано графіки (рис. 5 і 6), що дозволяють установити раціональні розміри перетворювача для прийнятої потужності вітродвигуна й стандартної частоти обертання.

Наведені криві показують, що розміри перетворювача істотно залежать від потужності вітродвигуна і частоти обертання. Необхідну теплову потужність можна також отримати, набравши декілька дисків прийнятних розмірів. З поданих графіків випливає, що у випадку прямої передачі руху при зміні частоти обертання вітроколеса від 200 до 600 об/хв потужність тертя змінюється на порядок. Ці дані використовуються для вибору оптимальної потужності вітроустановки.

З метою енергозбереження гідродинамічний перетворювач дискового типу доцільно використовувати саме у складі вітроенергетичної установки для гарячого водопостачання та опалення будівель, коли в ролі двигуна (рушійної сили) застосовується вітряк. Такі установки є екологічно чистими, безпечними

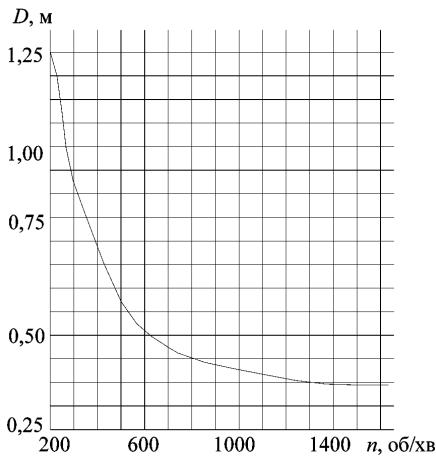


Рис. 5. Залежність діаметра перетворювача від частоти обертання диска

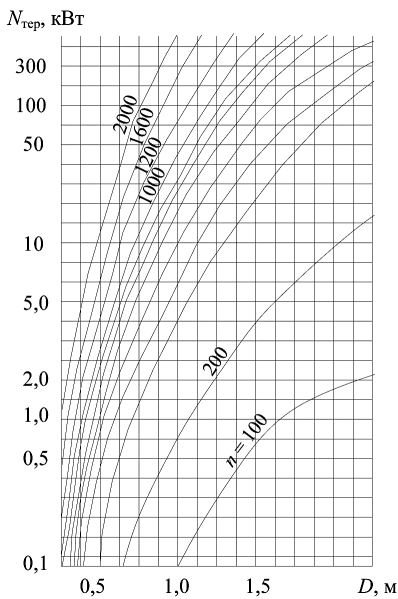


Рис. 6. Залежність потужності тертя від діаметра перетворювача

та енергозберігаючими, оскільки їх дія основана лише на енергії вітру і для отримання теплової енергії не потрібне паливо (газ, нафта, вугілля й т. п.). У даному випадку функцією дискового гідродинамічного перетворювача є пе-

ретворення механічної енергії вітру в теплову.

Ефективність перетворення енергії вітру залежить від швидкості вітру та характеристик вітрогенератора. За даними [2], при висоті над поверхнею землі 10 м вітрогенератор може вилучати до 33 % енергії вітру, а для міських умов можна отримати близько 17 %. При швидкості вітру більше 5 м/с цієї енергії буде достатньо для задоволення потреб в опаленні та гарячому водопостачанні одного середнього будинку.

Використання дискового гідродинамічного перетворювача дає змогу знизити витрати на опалення (у порівнянні з центральним опаленням) у два-три рази. Відсутність викидів в атмосферу продуктів згоряння та інших шкідливих речовин при роботі гідродинамічного перетворювача дозволяє використовувати його в зонах з обмеженими нормами граничнодопустимих викидів. Також великою перевагою є безперервне гаряче водопостачання в літній період й нескладне та недороге обслуговування.

ВИСНОВКИ

Основними перевагами гідродинамічного перетворювача дискового типу є наступні:

автономність. Гідродинамічний перетворювач є автономним тепловим агрегатом. При використанні вітроустановок як приводу перетворювача відсутнє перетворення механічної енергії в електричну, тобто ККД системи нагрівання значно збільшується;

екологічна чистота й безпека. Гідродинамічний перетворювач не забруднює атмосферу продуктами згоряння. Виключено небезпеку вибуху й виникнення пожежі (на відміну від газових, вугільних та інших нагрівальних установок). Резервуар перетворювача не належить до ємностей високого тиску;

універсальність. За допомогою гідродинамічного перетворювача можна нагрівати будь-яку рідину, в тому числі воду будь-якої якості. При розігріві води в гідродинамічному перетворювачі відсутній накип.

Нагрівання рідини в гідродинамічному перетворювачі енергії відбувається за рахунок сили тертя та процесів

вихороутворення, інтенсивність яких можна змінювати, регулюючи частоту обертання диска перетворювача та змінюючи розміри внутрішніх параметрів корпусу. Максимальна ефективність роботи перетворювача досягається при дотриманні таких значень відношення ширини зазору B до діаметру робочого колеса: $B/D = 0,02 \dots 0,05$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] **Арабаджев, А. М.** Почему электроотопление — путь к энергосбережению [Текст] / А. М. Арабаджев // Энергосбережение. — 2004. — № 5. — С. 6–8.
- [2] **Берковский, Б. М.** Возобновляемые источники энергии на службе человека [Текст] / Б. М. Берковский, В. А. Кузминов. — М. : Наука, 1987.
- [3] **Попель, О. С.** Тепловые насосы — эффективный путь энергосбережения [Текст] / О. С. Попель // Энергия, экономика, техника, экология. — 1999. — № 12. — С. 22–24.
- [4] **Пфлейдерер, К.** Лопаточные машины для жидкостей и газов [Текст] / К. Пфлейдерер. — М. : Машгиз, 1960.