

С. О. Юр'єв

ТЕПЛОБМІН І ТЕРТЯ ПОБЛИЗУ ОБЕРТОВОГО ЦИЛІНДРА З ПРОТОКОМ РІДИНИ ЧЕРЕЗ ЙОГО ПОВЕРХНЮ

У статті описані результати чисельного дослідження інтенсивності обміну імпульсом і теплою в потоці зовні обертового проникного циліндра. Встановлено вплив швидкості потоку рідини крізь поверхню обертового циліндра на гідродинамічні втрати і тепловіддачу

Ключові слова: обертовий проникний циліндр, теплообмін, інтенсифікація

1. Вступ

Дослідження, про які йдеться у доповіді, відносяться до гідродинаміки та теплообміну у закручених потоках рідин та газів. Удосконалення багатьох теплоенергетичних і технологічних пристроїв призводить до необхідності всебічних досліджень і розробки найбільш оптимальних методів організації процесів тепло- і масообміну в існуючих і проєктованих установках. Тому дослідження, про які йдеться в доповіді, є актуальними.

2. Постановка проблеми

З'ясування механізму турбулентного перемішування і отримання загальних закономірностей турбулентного потоку в полі відцентрових сил становить значний науковий інтерес, так як гідродинаміка закручених течій відноситься до одного з найбільш складних розділів механіки рідини і газу. Проблемою є підвищення інтенсивності процесів обміну імпульсом і теплою зовні обертового проникного циліндра за рахунок потоку рідини крізь його поверхню.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження

В роботі [1] наводяться розрахункові дані, що свідчать про те, що в разі потоку рідини через поверхню внутрішнього обертового циліндра, до моменту прояву відцентрової нестійкості і виникнення макровіхрей, окружний рух рідини зосереджено в тонкому шарі біля поверхні циліндра. При різних поєднаннях кутової швидкості циліндра і витрати рідини крізь його поверхню, товщина зазначеного примежового шару може бути різною, а течія в ньому може бути як ламінарною, так і турбулентною. Цей факт дозволяє припустити можливість керування інтенсивністю теплообміну

поблизу поверхні обертового циліндра.

В [2] запропоновано наближений метод розрахунку ізотермічного турбулентного примежового шару на поверхні обертового проникного циліндра, що враховує ефекти, виявлені шляхом більш докладного чисельного моделювання на базі підходу, який розвинуто у роботах [3,4].

Результати, отримані в роботі [5], підтверджують можливість істотної інтенсифікації теплообміну зовні обертового проникного циліндра за рахунок потоку рідини крізь його поверхню.

3.2. Результати досліджень

Для вивчення можливості інтенсифікації теплообміну поблизу обертової проникної поверхні розглядалася задача про неізотермічну течію рідини в області, обмеженої двома циліндрами: нерухомим зовнішнім і внутрішнім, що обертається з кутовою швидкістю Ω . Для її вирішення використовувалося чисельне моделювання.

Моделювання течії в періодичному сегменті кільцевого зазору між циліндрами показало значний приріст тепловіддачі в разі різних швидкостей потоку рідини через поверхню внутрішнього обертового циліндра (рис. 1) при різних осьових числах Рейнольдса Re_r . Однак, при цьому спостерігається більший приріст моменту гідродинамічного опору (рис. 2).

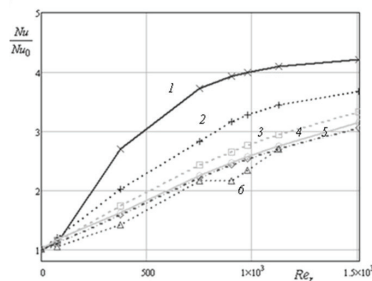


Рис. 1. Вплив швидкості потоку рідини на тепловіддачу при $Re_\phi = \text{const}$:

- 1 - $Re_\phi = 4 \cdot 10^4$; 2 - $Re_\phi = 8 \cdot 10^4$; 3 - $Re_\phi = 1,2 \cdot 10^5$;
4 - $Re_\phi = 1,5 \cdot 10^5$; 5 - $Re_\phi = 1,6 \cdot 10^5$; 6 - $Re_\phi = 2 \cdot 10^5$

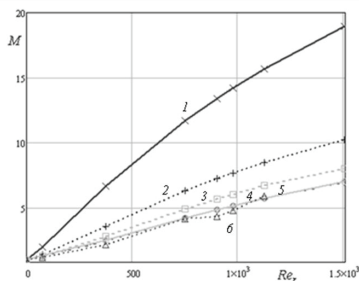


Рис. 2. Вплив швидкості потоку рідини на момент гідродинамічного опору при $Re_\phi = \text{const}$:
 1 - $Re_\phi = 4 \cdot 10^4$; 2 - $Re_\phi = 8 \cdot 10^4$; 3 - $Re_\phi = 1,2 \cdot 10^5$; 4 - $Re_\phi = 1,5 \cdot 10^5$; 5 - $Re_\phi = 1,6 \cdot 10^5$; 6 - $Re_\phi = 2 \cdot 10^5$

Для узагальнення результатів розрахунку використовуються радіальне Re_r і обертальне Re_ϕ числа

Рейнольдса, які визначаються, як $Re_r = \frac{v_o R_1}{\nu}$ та

$Re_\phi = \frac{\Omega R_1^2}{\nu}$ відповідно (v_o – швидкість потоку рідини крізь поверхню обертального циліндра, R_1 – радіус обертального циліндра).

Представлені результати підтверджують можливість інтенсифікації теплообміну зовні обертального проникного циліндра за рахунок потоку рідини крізь його поверхню. При поєднанні різних швидкостей обертання циліндра і швидкості потоку рідини, можна домогтися підвищення тепловіддачі з поверхні циліндра в кілька разів із прийнятним зростанням моменту гідродинамічного опору.

Література

1. Мочалин, Е.В. Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных массовых сил [Текст] / Е.В. Мочалин, А.А. Халатов. // Т.8: Гидродинамика закрученного потока в ротационных фильтрах. – Киев: Ин-т техн. теплофизики НАН Украины. – 2010. – 428 с.
2. Мочалин, Е.В. Проблемы промышленной очистки жидкостей от механических загрязнений и применение ротационных фильтров [Текст] / Е.В. Мочалин, А.А. Халатов // Промышленная теплотехника. - 2009. – Т. 31, №2. – С. 57-69.
3. Мочалин, Е.В. Выбор модели турбулентности для анализа течения снаружи вращающегося проницаемого цилиндра [Текст] / Е.В. Мочалин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 2/6 (26). – С. 20-26.
4. Мочалин, Е.В. Особенности моделирования макровихровых течений жидкости вблизи вращающегося проницаемого цилиндра [Текст] / Е.В. Мочалин // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2007. – №12(118). – С. 146-153.
5. Мочалин, Е.В. Интенсивность обмена импульсом и теплотой в потоке снаружи вращающегося проницаемого цилиндра [Текст] / Е.В. Мочалин, С.А. Юрьев // Промислова гідраліка і пневматика. – 2011, №34(4)

ТЕПЛОБМЕН И ТРЕНИЕ ВБЛИЗИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЦИЛИНДРА С ПРОТОКОМ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ

С. А. Юрьев

В статье описаны результаты численного исследования интенсивности обмена импульсом и теплотой в потоке снаружи вращающегося проницаемого цилиндра. Установлено влияние скорости потока жидкости через поверхность вращающегося цилиндра на гидродинамические потери и теплоотдачу.

Ключевые слова: вращающийся проницаемый цилиндр, теплообмен, интенсификация

Сергей Александрович Юрьев, аспирант кафедры теоретической и строительной механики Донбасского государственного технического университета, тел. (093) 729-58-60, e-mail: jurick@bk.ru

HEAT TRANSFER AND FRICTION NEAR THE ROTATING CYLINDER WITH THE DUCT OF FLUID THROUGH IT SURFACE

S. Yuriev

The results of a numerical study of momentum and heat transfer intensity in a flow outside rotating permeable cylinders are described. The effect of liquid flow rate through the surface of a rotating cylinder on the hydrodynamic losses and heat transfer is fixed.

Keywords: rotating permeable cylinder, heat transfer, intensification

Sergei Yuriev, post-graduate student of Department of Theoretical and structural mechanics of Donbas State Technical University, tel. (093) 729-58-60, e-mail: jurick@bk.ru