

[2] Судовые устройства: Справочник/Под ред. М.Н. Александрова. – Л.: Судостроение, 1987. – 656 с.

[3] UNIK C14 40-001.15. Якорь. Сборочный чертеж. Разраб. Степаненко. Провер. Иванов. Н.Л., ООО "Артель" ЛТД. Листов 6.

[4] ГОСТ 8497-78. Группа Д47. Якоря Матросова. Межгосударственный стандарт. Технические условия.

CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF ANCHORS OF NEW TYPES

Anatoliy Ya. Kazarievov,

Mykolaiv Scientific Research Expert-Criminalistic Center;

Abstract. The simplified calculation method of comparison of characteristics of new types of anchors with anchors of traditional designs is developed. The settlement scheme of definition of comparative indicators of the holding force of an anchor and stability of an anchor is created. The example of calculation of relative characteristics two types of anchors is given.

Keywords: anchor, the holding anchor force, stability of an anchor in soil, the effective area of an anchor, anchor weight.

УДК 629.5:519.6

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ АПАРАТІВ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ТЕЧІЇ В ПУЧКАХ ТРУБ

Кузнецов В.В.

кандидат технічних наук

доцент кафедри технічної теплофізики та судових паровиробних установок,

valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua

Чурсін Д.І.

аспірант,

chursin.d@gmail.com,

Шевцов А.П.

доктор технічних наук

професор Навчально-наукового центру Морська інфраструктура,

anatoliy.shevtsov@nuos.edu.ua

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. Для поліпшення техніко-економічних характеристик енергетичних установок об'єктів морської інфраструктури визначені умови інтенсифікації процесів теплоенергетичних апаратів завдяки впливу нестационарності течії в пучках труб. Такий підхід дозволяє вибрати конструктивні показники енергетичних та технологічних теплообмінних апаратів, а також систем енергетичних установок з урахуванням технічних умов обмеження. Обґрунтовано, що інтенсифікація теплопередачі способом перерозподілу опору форми і тертя з урахуванням витрат енергії на переміщення теплоносіїв відповідає модифікованому фактору аналогії Рейнольдса.

Ключові слова: нестационарність, тепло- і масообмін, енергетична установка, морська інфраструктура, інтенсифікація.

Вступна частина. Особливості структури течії та теплообміну в пучках з поперечним розташуванням циліндричних труб при стаціонарному зовнішньому потоці достатньо добре досліджені. Значно менше досліджено аналогічні гідродинамічні і тепломасообмінні процеси при нестаціонарних умовах, а деякі результати не погоджуються. В енергетичних установках причиною коливання потоків рідини и газу є гідродинамічна несталість течії. Таким чином, отримання і систематизація результатів дослідження про структуру нестаціонарної течії в пучках труб, а також визначення закономірностей їх впливу на інтенсифікацію процесів переносу теплоти і маси є актуальним науково-технічним завданням. Отримані критеріальні вирази цих закономірностей дозволяють прогнозувати значення теплових та масових потоків в залежності від параметрів вимушеної нестаціонарності при проектуванні теплообмінних апаратів і енергетичних установок.

Мета роботи. визначення закономірностей впливу нестаціонарності течії в пучках труб на інтенсифікацію процесів переносу теплоти і маси та характеристик теплоенергетичних апаратів енергетичних установок.

Основна частина. На підґрунті пасивної інтенсифікації конвективного переносу теплоти і маси за рахунок турбулізації прикордонного шару, а саме лункових покриттів площі теплопередачі, розташування штучної шорсткості, комбінації в пучках різного розміру і форми окремих труб [1] зроблена спроба використати активні способи інтенсифікації переносу теплоти і маси при частоті коливань пульсуючого потоку, що відповідають власним природним частотам зриву вихорів. В пульсуючому потоці, зміна швидкості зовнішньої течії приймалася за законом, близькому к гармонійному. В цьому випадку при аналізі взаємодії потоку робочого тіла в пучку труб особливості нестаціонарних процесів додатково враховувалися числами подібності: безрозмірної частоти – число Струхалія Sh та відносної амплітуди – β .

Результати дослідження тепло- и масопереносу між поверхнею циліндричних труб пучка в пульсуючому потоці свідчать, що найбільша інтенсифікація цих процесів відповідає режиму синхронізації формування вихорів на поверхні труб з змушеними пульсаціями зовнішнього потоку, коли на протилежних сторонах циліндра спостерігається одночасне утворення вихорів.

На підставі теорії подібності критеріальне рівняння для розрахунку середнього значення по поверхні однієї циліндричної труби, з урахуванням вимушених пульсацій потоку теплоносія має вигляд:

$$Nu_{fd} = C_1 Re_U^{0,6} [1 + C_2 (\beta \cdot Sh)],$$

де C_1 та C_2 – відповідно коефіцієнти пропорційності, що залежать від теплофізичних властивостей теплоносіїв і факторів нестаціонарності; Nu_{fd} – число Нусельта розраховане за визначним розміром зовнішнього діаметра труби; Re_U – число Рейнольдса розраховане за швидкістю набігаючого потоку.

За допомогою отриманого рівняння, та узагальненого виразу критеріального рівняння для розрахунку середнього значення по поверхні пучка циліндричних труб доведена можливість підвищення середньої тепловіддачі пучка циліндричних труб за рахунок примусової нестаціонарності потоку. Визначено, що завдяки інтенсифікації тепловіддачі у кормовій області труб пучка в діапазоні зміни числа Рейнольдса 10^3 - 10^5 та параметру вимушеної нестаціонарності (βSh) на рівні 0,2-0,4 складає до 12% в порівнянні зі стаціонарним потоком.

Коефіцієнт якості інтенсифікації теплообміну відображає ступень відзнаки фактору аналогії Рейнольдса для дослідженого способу інтенсифікації теплообміну від цього фактору для сферичних лунок зі стаціонарним потоком згідно [2]. Вираз для коефіцієнту якості інтенсифікації теплообміну має наступний вигляд:

$$K = \left[(Nu_{fdnc} / Nu_{fdc}) / (f_{nc} / f_c)_{in} \right] / \left[(Nu_{fdnc} / Nu_{fdc}) / (f_{nc} / f_c)_{сф.л.} \right],$$

де чисельник характеризує фактор аналогії Рейнольдса для нестаціонарних умов інтенсифікації теплообміну, а знаменник – той же фактор для сферичних заглиблень при малих числах Рейнольдса.

Висновки.

Обґрунтована можливість інтенсифікації переносу теплоти і маси в рекуперативних теплообмінних апаратах енергетичних установок з пучками циліндричних труб за рахунок нестационарної течії в пульсуючому потоці робочого тіла.

Інтенсифікація переносу теплоти і маси в пучках циліндричних труб при нестационарній течії в пульсуючому потоці робочого тіла здійснюється завдяки інтенсифікації тепловіддачі у кормовій області труб пучка.

В діапазоні зміни числа Рейнольдса 103-105 та параметру вимушеної нестационарності (β Sh) на рівні 0,2-0,4 інтенсифікації переносу теплоти і маси в пучках циліндричних труб складає до 12% в порівнянні зі стаціонарним потоком.

Література

[1]. Кузнецов В.В., Кузнецов Г.В. Оценка теплогидравлической эффективности профилирования ребренных поверхностей судовых утилизационных котлов. Судостроение и Морская инфраструктура. 2018, №2, с.245-251

[2]. Халатов А. А., Доник Т.В. Новый критерий теплогидравлической эффективности интенсификаторов теплообмена. Доклады НАН Украины. – К., 2014. – № 7. – С. 82–85.

Characteristic's determination of the heat power apparatus in case of non-stationary flow in pipe bundles

Kuznetsov V.V., Chursin D.I., Shevtsov A.P.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In order to improve the technical and economic characteristics of power plants of marine infrastructure objects, conditions for intensification of processes of heat power apparatus due to the influence of non-stationary flow in pipe bundles have been determined. This approach allows you to choose the design parameters of power and technological heat exchangers, as well as systems of power plants, taking into account the technical conditions of limitation. When it is substantiated that the intensification of heat transfer by the method of redistribution of resistance to shape and friction, taking into account the energy costs for moving coolants, corresponds to the modified factor of the Reynolds analogy.

Key words: non-stationary, heat and mass transfer, power plant, marine infrastructure, intensification.

УДК 621.4

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СТРУКТУР
СХЕМНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НАДВОДНИХ КОРАБЛІВ
З ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИМИ СИСТЕМАМИ**

Кузнецов Г.В.

аспірант Навчально-наукового центру Морської інфраструктури

Національного університету кораблебудування імені

адмірала Макарова

інженер-конструктор 3 категорії

ДП Дослідно-проектний центр кораблебудування

м. Миколаїв, Україна

kuznetsov.heorhiy@gmail.com