

Каскадні відцентрові випарювачі для приладів очистки води нового покоління

Каскадные центробежные испарители для приборов очистки воды нового поколения

Cascade centrifugal vaporizers for the devices of water of new generation treatment

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0114U004382,**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Риферт В. Г., Риферт В. Г., Rifert Volodimir G.
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Проведені порівняльні випробування багатоступінчастих відцентрових дистиляторів з двома типами теплових насосів – механічним паровим компресором і термоелектричним тепловим насосом, визначені переваги і недоліки їх використання в системах життєзабезпечення для космічних літальних апаратів з екіпажем на борту. Розроблені і виконані заходи щодо модернізації конструкції і окремих елементів відцентрового дистиллятора і термоелектричного теплового насоса, що дозволило підвищити ефективність їх роботи. Представлені результати випробувань дво- і тріступінчастих дистиляторів з двома типами теплових насосів – механічним паровим компресором і термоелектричною батареєю. Визначено, що багатоступінчастий дистиллятор з термоелектричною батареєю, в якості теплового насоса, є найбільш перспективним пристроєм для системи регенерації води з урини і санітарно-гігієнічної води для екстремальних умов перебування людини, у тому числі для умов тривалого пілотованого космічного польоту. Розроблена нова технологія отримання високоочищеної води і води для ін'єкцій за допомогою системи багатоступінчастої дистиляції в горизонтальнотрубних випарниках в комплексі з термоелектричним тепловим насосом. Виконані унікальні дослідження розрахункових залежностей для тепловіддачі при конденсації пари в трубах різних енергетичних систем з використанням методу локальних коефіцієнтів тепловіддачі. Розроблена вперше напівемпірична модель розрахунку теплообміну при конденсації усередині труб в умовах впливу міжфазного тертя. Експериментально і теоретично обґрунтована необхідність враховувати вплив відсмоктування маси на коефіцієнт тертя і визначення кордонів переходу режимів перебігу фаз при конденсації усередині горизонтальних труб.

(рус.)

Проведены сравнительные испытания многоступенчатых центробежных дистилляторов с двумя типами тепловых насосов – механическим паровым компрессором и термоэлектрическим тепловым насосом, определены преимущества и недостатки их использования в системах жизнеобеспечения для космических летательных аппаратов с экипажем на борту. Разработаны и выполнены мероприятия по модернизации конструкции и отдельных элементов центробежного дистиллятора и термоэлектрического теплового насоса, что позволило повысить эффективность их работы. Представлены результаты испытаний двух- и трехступенчатых дистилляторов с двумя типами тепловых насосов – механическим паровым компрессором и термоэлектрической батареей. Определено, что многоступенчатый дистиллятор с термоэлектрической батареей в качестве теплового насоса является наиболее перспективным устройством для системы регенерации воды из урины и санитарно-гигиенической воды для экстремальных условий пребывания человека, в том числе для условий длительного пилотируемого космического полета. Разработана новая технология получения высокоочищенной воды и воды для инъекций с помощью системы многоступенчатой дистилляции в горизонтальнотрубных испарителях в комплексе с термоэлектрическим тепловым насосом. Выполнены уникальные исследования расчетных зависимостей для теплоотдачи при конденсации пара в трубах разных энергетических систем с использованием метода локальных коэффициентов теплоотдачи. Разработана впервые полуэмпирическая модель расчета теплообмена при конденсации внутри труб в условиях влияния межфазного трения.

Експериментально и теоретически обоснована необходимость учитывать влияние отсоса массы на коэффициент трения и определение границ перехода режимов течения фаз при конденсации внутри горизонтальных труб

(англ.)

The comparative tests of multi-stage centrifugal distillers are conducted with two types of heat-pumps – mechanical steam compressor and thermo-electric heat-pump, advantages and lacks of their use are certain in the systems of life-support for space aircrafts with a crew onboard. Developed and executed measures on modernization of construction and separate elements of centrifugal distiller and thermo-electric heat-pump, that allowed to promote efficiency of their work. The results of tests of two- and three-stage distillers are presented with two types of heat-pumps – mechanical steam compressor and thermo battery. It is certain that a multi-stage distiller with thermo-electric батареей as a heat-pump is the most perspective device for the system of regeneration of water from урини and sanitary-hygienic water for the extreme terms of stay of man, including for the terms of protracted pilot-controlled space полета. New technology of receipt of the high-cleared water and water is developed for injections by the system of multi-stage distillation in horizontal pipe of vaporizers in a complex with a thermo-electric heat-pump. Unique researches of calculation dependences are executed for heat emission during evaporation in the pipes of the different power systems with the use of method of local coefficients of heat emission. The semiempiric model of calculation of heat exchange is developed first during condensation into pipes in the conditions of influence of межфазного friction. Experimentally and a necessity to take into account influence of sucking of mass on the coefficient of friction and determination of scopes of transition of the modes of flow of phases during condensation into horizontal pipes is grounded in theory

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Патент США № 7610768 - Apparatus and methods for water regeneration from waste Lubman, Alex M., MacKnight, Allen K., Rifert, Volodimir G., Zolotukhin, Ivan V., Usenko, Vladimir I., Varabash, Petr A., Strikun, Aleksandr P. November 3, 2009
- Патент України на корисну модель UA 85520. Спосіб закладки датчиків температури у тілі твердого неізотермічного об'єкта /Барабаш П.О., Ріферт В.Г., Усенко В.І., Шита І.В. – опубл. 25.11.2013 Бюл. № 22.
- Патент України на корисну модель UA 97649. Відцентровий випаровувач /Барабаш П. О., Усенко В. І. та Владович І. А. - опубл. 25.03.2015. Бюл. № 6.
- Патент України на корисну модель UA 98008. Датчик вимірювання локальної товщини рідинної плівки. /Барабаш П. О., Усенко В. І. та Владович І. А. – опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7.
- Заявка № U21505259 на Патент України на корисну модель. Дистилятор для отримання води для ін'єкцій. /Ріферт В. Г. Анатичук Л. І. Барабаш П. О. Барабаш П. О. Десятерик Р. В. Золотухін О. В. Усенко В. І. Позитивне рішення ДСІВУ про видачу патенту від 21.09.2015

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню. Багатоступінчатий відцентровий дистилятор (має також назву CD – Cascade distillatory) признаний NASA (США) унікальною системою, яка не має аналогів у світі. Ця система, виготовлена в Україні за участю співробітників НТУУ «КПІ» Ріферта В.Г., Барабаша П.П., Усенка В.І., є основною системою в NASA для майбутніх космічних польотів.

Ліцензія на патент України на багатоступінчатий дистилятор з термоелектричним тепловим насосом (автори Ріферт В.Г., Барабаш П.П., Усенко В.І та ін..) буде у 2016 році придбана ТОВ «Термодистиляція РВ» для розробки дослідного зразка з наступною реалізацією на фармпідприємствах України і інших країн Аналогів такої системи в світі нема.

В результаті дослідження теплообміну при конденсації всередині горизонтальних труб розроблена нова методика його розрахунку. Матеріали з розробкою прийняті до публікації в декількох міжнародних журналах.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Реалізація багатоступінчатого відцентрованого дистилятора з термоелектричним тепловим насосом в космічній галузі – це рішення проблеми забезпечення водою пілотованого космічного корабля при здійсненні тривалих перельотів.

Реалізація системи багатоступінчатого дистилятора з термоелектричним тепловим насосом в фармацевтичній галузі (і не тільки в ній) дозволить на 20–50 % знизити витрату енергії на процес дистиляції, що дозволить створити суттєву конкуренцію існуючим системам дистиляції в Україні і в інших країнах.

7. Потенційні користувачі - космічна галузь, біофармвиробництво, енергетика, опріснення морської води.

8. Стан готовності розробки.

Багатоступінчатий відцентровий дистилятор з термоелектричним тепловим насосом проходить тестові випробування на стендах NASA. Багатоступінчатий дистилятор для біофармпідприємств в стадії розробки дослідного зразка. Нова методика розрахунку тепловіддачі при конденсації пари в горизонтальних трубах може бути використана при проектуванні теплообмінних пристроїв для різних енергетичних систем.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати дослідження теплообміну при конденсації використовуються підприємством ТОВ «Термодистиляція РВ» при розробці систем дистиляції різного призначення (термічне опріснення, дистилятори для біофармвиробництва). Також, ці результати планується використати в міжнародному проекті Німеччини-України-Росії в 2016-2017 рр.

10. Форма участі інвестора - частка в проекті (50%).

11. Обсяг інвестицій - необхідна для реалізації результатів проекту сума >\$100 тис.

12. Мета інвестицій - створення нового підприємства.

13. Назва організації, телефон, E-mail: НТУУ"КПІ", теплоенергетичний факультет, кафедра теоретичної та промислової теплотехніки
+380 503101795, vgrifert@ukr.net

14. Фото розробки



Стенд NASA (США) для випробування системи регенерації води з рідких відходів життєдіяльності людини на борту пілотованого космічного корабля

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Серeda В. В., Най П.А. Применение облачных функций для расчета теплоотдачи при конденсации в горизонтальных трубах. XII Міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» (22-25 квітня 2014р., Київ). Матеріали конференції-Київ-2014.- с.189.

2. Анатичук Л.І., Барабаш П.О., Ріферт В.Г., Прибила А.В. «Прилад нового покоління для отримання високоочищеної води космічного та наземного використання» // 14 Українська конференція з космічних досліджень». - Ужгород, Україна, 8-12 вересня 2014 р.

3. Анатичук Л.І., Барабаш П.О., Ріферт В.Г., Прибила А.В. Термоелектричний тепловий насос для приладу дистиляції води на борту космічних станцій // VIII Школа з термоелектрики. - Чернівці. Україна, 15-16 вересня 2014.

4. Л.И. Анатичук, Л.Н. Вихор, В.Г. Риферт, П.А. Барабаш, А.В. Прибыла, В.Г. Розумовский, Ю.Ю. Розвер. Устройства с термоэлектрическими насосами для обеспечения космонавтов питьевой водой в длительных полетах. XVI Международный форум по термоэлектричеству, 19-22 мая 2015, г. Париж, Франция.

5. V. Rifert, V. Sereda. Improvement of the design model for condensation inside smooth tubes. Advances in Heat Transfer. 7th BALTIC HEAT TRANSFER CONFERENCE. Tallinn, Estonia. August 24-26, 2015.

6. В.Г. Риферт, В. В. Горин, П.А. Барабаш, В. В. Серeda, В. И. Усенко. Теплообмен при конденсации внутри горизонтальных труб. Совершенствование методов расчета. Холодильная техника и технология. № 6, 2015. 8 с.

7. Volodymyr G. RIFERT and Volodymyr V. SEREDA. Condensation Inside Smooth Horizontal Tubes. Part 1. Survey of the Methods of Heat-Exchange Prediction. THERMAL SCIENCE, Year 2015, Vol. 19, No. 5, pp. 1-21

8.. V. Rifert, V. Sereda. Improvement of the design model for condensation inside smooth tubes. Proceedings of the 7th Baltic Heat Transfer Conference Tallinn, Estonia. August 24-26, 2015. Tallinn, 2015. pp.143-148.

9. Anatyhuk, L., Rifert, V. , Barabash, P.,; Usenko, V. Thermoelectric Heat Pump As a better Solution For Energy Saving In Water Purification Systems On The Manned Spaceships. Journal of Thermoelectricity № 7, 2015, pp. 72-76

10. Rifert V. G., Sereda V. V. Gorin V. V., Barabash P.A. Usenko V. I. Condensation Inside Smooth Horizontal Tubes. Part 2. Improvement of Heat Exchange Prediction THERMAL SCIENCE, Belgrade, Serbia. 12 p. (стаття здана до друку).

16. Ключові слова до розробки: БАГАТОСТУПІНЧАТИЙ ВІДЦЕНТРОВИЙ ДИСТИЛЯТОР, ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ВОДА ДЛЯ ІН'ЄКЦІЙ, КОНДЕНСАЦІЯ УСЕРЕДИНИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБ.