

Conclusions. 1. For the first time, new patterns have been obtained, which take into consideration the complex effect of temperature, pressure, and the ratio of water vapor / base fuel on the coefficient of increase of the calorific value of the base fuel.

2. Indicators of efficiency of thermochemical treatment of hydrocarbon and methanol fuels for ranges of temperatures and pressures which correspond to parameters of working processes of thermal engines of marine power plants have been determined.

3. The obtained results will significantly expand the understanding of the physics-chemical mechanisms of environmentally friendly burning in combustion chambers operating on the thermochemical products.

REFERENCES

- [1] Lloyd's Register, QinetiQ and University of Strathclyde. (2015). Global Marine Technology Trends 2030. [Online]. Available: <https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/global-marine-technology-trends-2030/>.
- [2] UNCTAD. (2021). Review of Maritime Transport 2021: UNCTAD/RMT/2021. [Online]. Available: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021_en_0.pdf.
- [3] Carapellucci, R., Giordano, L. (2019). Upgrading Existing Gas-Steam Combined Cycle Power Plants Through Steam Injection and Methane Steam Reforming. *Energy*, 173, 229–243.
- [4] Cherednichenko, O., Serbin, S., Dzida, M. (2019). Investigation of the combustion processes in the gas turbine module of an FPSO operating on associated gas conversion products. *Polish Maritime Research*, 4, 149–156.
- [5] Cherednichenko, O., Serbin, S., Dzida, M. (2019). Application of Thermo-chemical Technologies for Conversion of Associated Gas in Diesel-Gas Turbine Installations for Oil and Gas Floating Units. *Polish Maritime*, 26(3), 181-187.

УДК 536.24

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ПРОТОТИПУ ТЕРМОСИФОННОГО ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ

Долганов Ю.А.

кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації
суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

yuri.dolganov1987@gmail.com

Анотація: Проаналізовано можливість використання технології цифрового двійника для створення прототипу теплообмінника на двофазних термосифонах. Сформовано задачі декомпозиції математичної моделі теплообмінника та визначено основні критерії та інженерні/цифрові інструменти для визначення характеристик і коефіцієнтів, що описують роботу термосифона.

Ключові слова: цифровий двійник, термосифон, теплообмінник.

Вступна частина. Цифровий двійник – це цифрова (віртуальна) модель будь-яких об'єктів, систем, чи процесів. Вона точно відтворює форму та дії оригіналу та синхронізована з ним. Технологія цифрових двійників дозволяє створювати окремі деталі та відтворювати цілі виробничі ланцюжки, проводячи віртуальні випробування та запобігаючи збоям у роботі обладнання [1, с. 3].

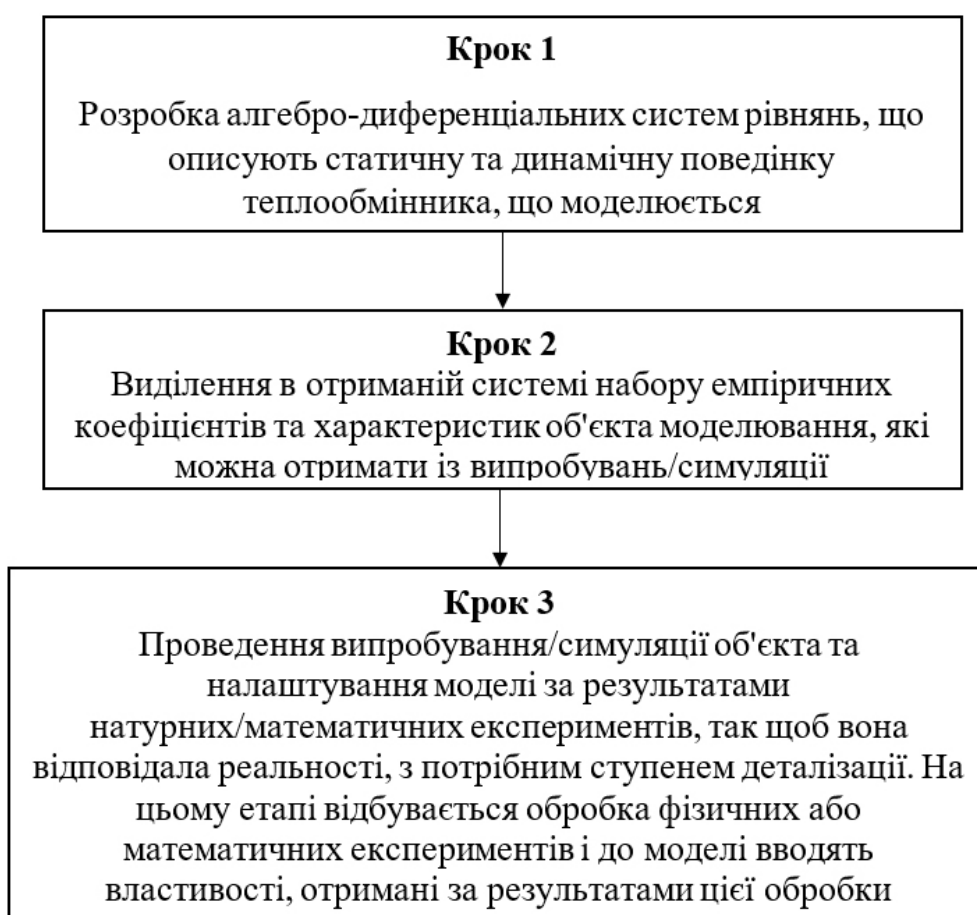
Мета роботи. При розробці нового енергетичного обладнання використання технології цифрового двійника дозволить суттєво знизити витрати часу і фінансів, оскільки ще на етапі

проектування дозволяє моделювати його роботу в різних умовах, на різних навантаженнях, виявити помилки та слабкі місця.

Досвід розробки та проектування котлів, економайзерів, повітропідігрівачів на базі двофазних термосифонів [2, 3, 4] показав складність, а місцями навіть неможливість заздалегідь визначити режими роботи та врахувати зміну навантажень у процесі експлуатації. А питання розрахунку надійності та інтенсивності відмов такого обладнання взагалі залишаються не розкритими.

Робота теплообмінних апаратів із класичними поверхнями (кожухотрубні, пластинчасті) як у статиці (робота на стаціонарних режимах), так і в динаміці (пуски, перехідні режими, зупинки) добре вивчена та математично описана. Однак робота термосифонів в якості поверхонь нагріву все ще залишає ряд питань щодо внутрішніх процесів кипіння-конденсації і термічного опору фазового переходу, а також роботу термосифона в динаміці - на перехідних режимах.

Процес створення цифрового двійника для теплообмінного апарату можна поділити на такі основні етапи:



Висновки. Для створення цифрового двійника термосифонного теплообмінника необхідно використовувати низку сучасних інженерних та цифрових інструментів.

1. BIM - інформаційне моделювання конструкції (SolidWorks, AutoCAD Inventor)
2. Програмно-апаратне моделювання в інжинірингу систем управління (MatLab/Simulink, Python, SimInTech)
3. Фізичне/математичне моделювання трудновимірюваних або невимірюваних параметрів фізичного об'єкта (SolidWorks Simulation, FlowVision, Ansys Fluent)
4. Відтворення рідкісних чи неіснуючих станів фізичного об'єкта

Подальша декомпозиція моделі теплообмінного апарату та елемента теплообмінної поверхні – термосифона, відкриває можливості у розвитку цього дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников // Автоматизация в промышленности, 2020. № 9. с. 3-11
2. Dolganov Y.A., Yepifanov A.A., Patsurkovskiy P.A., Sorokina T.N., Lychko B.M. Study of Prospects of Two-Phase Gravity Thermosiphons Used in Waste Heat Boilers of Cogeneration Units. Problemele energeticii regionale, Republic of Moldova, 2020 – № 1 (45).
3. Епифанов А.А., Дымо Б.В., Долганов Ю.А., Анастасенко С.Н. Экспериментальное исследование двухфазных закрытых термосифонов для экономайзеров котлов. Problemele energeticii regionale, Republic of Moldova, 2020 – № 2 (46)
4. Термосифонный экономайзер-воздухоподогреватель для котельных агрегатов малой мощности / Ю.А. Долганов, А.А. Епифанов, Б.В. Дымо// Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: Видавництво НУК, 2012. №1. с.14-20

Analysis of the possibilities of creating a digital twins prototype of a two-phase thermosiphons heat exchanger

Iurii Dolganov, National University of Shipbuilding

Annotation: The possibility of using digital twin technology to create a prototype of a two-phase thermosiphons heat exchanger was analyzed. The tasks of decomposition of the mathematical model of the heat exchanger are formed, and the main criteria and engineering/digital tools for determining the characteristics and coefficients describing the operation of the thermosiphon are identified.

Keywords: digital twins, thermosiphon, heat exchanger

УДК 621.436:629.128.6:656.6

ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ СУЧАСНИХ ДВОТАКТНИХ ДВИГУНІВ ТА КОМПРЕСОРІВ

**Варбанець Р. А.¹, Мальчевський В. П.², Мінчев Д. С.³, Залож В. І.⁴, Кирица В. І.⁵,
Александровська Н. І.⁶, Воловик К. В.⁷**

¹ д-р техн. наук, проф., зав. каф. Суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський Національний Морський Університет,
Одеса, Україна, roman.varbanets@gmail.com

² канд. техн. наук, доц. каф. суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський національний морський університет,
Одеса, Україна, valentinmalchevsky@gmail.com

³ канд. техн. наук, доц. каф. двигунів внутрішнього згорання, установок та технічної експлуатації, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Миколаїв, Україна, misaidima@gmail.com

⁴ канд. техн. наук, доц. каф. інженерних дисциплін, Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»,
Ізмаїл, Україна, zalozh@dinuoma.com.ua