

АНОТАЦІЯ

Власенко О.В. Методи визначення інтенсивності теплообміну в багатофазних та багатокомпонентних середовищах – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2022.

Підготовка здійснювалася на кафедрі теплоенергетики Вінницького національного технічного університету та на кафедрі теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Дисертацію присвячено експериментальним дослідженням, спрямованим на створення методу прогнозування інтенсивності теплообміну в багатофазних та багатокомпонентних середовищах з обмеженою інформацією по теплофізичним властивостям.

В *першому розділі* відображено актуальність даної тематики. Встановлені діапазони параметрів реалізації теплових процесів в біогазових технологіях. Окресленні діапазони зміни температур теплотехнологічних процесів.

Встановлені варіанти складу субстратів на основі відходів рослинництва, тваринництва, переробних виробництв. Субстрат – це багатофазне та багатокомпонентне середовище, яка включає колоїдну систему на водній основі, тверді частинки і бульбашки газу.

Проаналізовані результати попередніх досліджень теплообміну в системі «субстрат – тверде тіло». Методи узагальнення теплопереносу в субстратах і складових субстрату – одержані результати дійшли до представлення результатів у вигляді критеріальних рівнянь. Раніше методичне забезпечення експериментально – розрахункового методу базувалося на теорії подібності, тобто ЕРМ-ТП.

Поєднання розрахунково-аналітичних та експериментальних досліджень дають сьогодні найбільш достовірні результати. Відносно біогазових технологій, експериментально-розрахунковий метод активно розвивається на протязі останніх дванадцяти років. Суттєвими є такі результати: спеціально розроблений експериментальний стенд, на якому можливо проводити багатоваріантні дослідження, враховуючи різноманіття субстратів; із застосуванням теорії подібності відпрацьовані методики визначення коефіцієнтів тепловіддачі на експериментальних стендах, з подальшим їх визначенням в елементах промислових (натурних) теплообмінників; запропонована схема застосування експериментально – розрахункового методу в проектних і перевірних розрахунках теплообмінних елементів системи переробки органічних відходів.

В теоретичному і прикладному аспекті існує проблема прогнозування інтенсивності теплообміну в багатофазних та багатокомпонентних середовищах з обмеженою інформацією по теплофізичним властивостям і реологічному поведженню в реальних технологічних процесах.

В *другому розділі* відпрацьована методика проведення і обробки фізичних експериментів з визначенням темпу охолодження (нагрівання). Напрацьоване методичне забезпечення обробки і аналізу експерименту зі складним рідинним середовищем і «модельними рідинами» вимагає велику кількість експериментальних результатів. Запропоновані і обґрунтовані методи визначення середньооб'ємної температури тіла II.

В даній роботі вибрано для вивчення метод нестационарного процесу теплообміну на такій підставі: процеси швидкоплинні в часі, не вимагають значного часу на попередню витримку при визначеній температурі; вимірювання теплових параметрів рідинних середовищ відбувається при невеликих змінах температур, що підвищує надійність цих результатів; метод дозволяє проводити вимірювання за умов безперервної зміни температури до певного значення; нестационарні методи надають більш широкі можливості у виборі джерела теплоти (холоду) ніж стаціонарні.

В *третьому розділі* встановлено, що в тілі II, яке складається із рідинного середовища в тонкій металевій циліндричній оболонці, мають місце ознаки регулярного теплового режиму: темп охолодження (нагрівання) тіла II – $m = \text{const}$; коефіцієнт тепловіддачі між водою (навколишнє середовище I) і тілом II практично сталий $\alpha_1 \approx \text{const}$; коефіцієнт нерівномірності розподілу температур в тілі II $\psi \approx \text{const}$.

За умов вільної і вимушеної конвекції визначено темп охолодження (нагрівання) в «модельних рідинах» – воді, цукровому розчині $c=50\%$, цукровому розчині $c=60\%$, цукровому розчині $c=70\%$, соняшниковій олії, під час їхнього охолодження і нагрівання, в діапазоні температур, який відповідає температурним режимам в біогазових реакторах.

Визначено темп охолодження (нагрівання) в двофазному середовищі – фугаті в умовах вимушеної конвекції під час його охолодження і нагрівання.

Метод регулярного теплового режиму дозволяє описати закономірності теплообміну між рідинним середовищем і металевою циліндричною стінкою в посудині обмежених розмірів.

В *четвертому розділі* досліджено інтенсивність тепловіддачі між внутрішньою поверхнею тонкостінного металевого циліндра і досліджуваним рідинним середовищем за умов його охолодження (нагрівання), тобто за умов нестационарного теплообміну.

За умови $F = \text{const}$, $\alpha_1 \approx \text{const}$, $C(t) \approx \text{const}$, $m = \text{const}$ для досліджуваного рідинного середовища і $K = \text{var}$ отримано залежність для визначення коефіцієнта тепловіддачі між внутрішньою поверхнею тонкостінного металевого циліндра і досліджуваним рідинним середовищем методом регулярного теплового режиму.

Вдосконалено обробку експериментальних результатів і їх узагальнення сумісним використанням теорії подібності (ТП) і методів регулярного теплового режиму (РТР). Одержаний науковий результат є базою подальшого розвитку експериментально – розрахункового методу в сенсі прогнозування інтенсивності теплообміну в теплотехнологічному обладнанні біогазових технологій в багатофазних та багатокомпонентних середовищах.

Вдосконалено експериментально – розрахунковий метод за рахунок більш глибокого вивчення експериментальними методами закономірностей теплообміну в «модельних рідинах» з відомими теплофізичними властивостями на базовому експериментальному стенді ЕРМ.

В *п'ятому розділі* вперше встановлено існування регулярного теплового режиму за умов охолодження (нагрівання) «багатофазного середовища» в тонкій металевій циліндричній оболонці. В якості «багатофазного середовища» обрано субстрат з реальної біогазової установки.

Сумісно аналізуючи одержані результати по регулярному тепловому режимі в «модельних рідинах» і «багатофазному середовищі» приходимо до висновку, що інтенсивність тепловіддачі $\overline{\alpha}_2$ до наведених рідин можна узагальнити одним критеріальним рівнянням.

Отримано критеріальне рівняння для визначення коефіцієнта тепловіддачі між внутрішньою поверхнею тонкостінного металевого циліндра і «багатофазним середовищем» під час його нагрівання та охолодження в діапазоні температур біотехнологічного процесу на експериментальному стенді.

Приведений алгоритм для прогнозування інтенсивності тепловіддачі в елементах промислового теплообмінного обладнання в промисловості. Наведений метод застосовується для тих умов теплообміну для яких існують критеріальні рівняння в рідинах з відомими теплофізичними властивостями.

Наводиться алгоритм прогнозування коефіцієнту тепловіддачі на прикладі біогазової установки з однопрохідним біореактором з локальним фрагментом багатократної циркуляції. Для використання наведеного методу авторами накопичено спостереження і експериментальні результати на експериментальному стенді на рідинах із відомими теплофізичними властивостями.

При прийнятті рішень по прогнозуванню інтенсивності теплообміну з рідинами з невідомими теплофізичними властивостями використовується теорія регулярного теплового режиму, теорія подібності та експериментальні результати досліджень на експериментальному стенді. З використанням якого є можливість

на порядок більше провести досліджень, ніж на стендах з літератури для цих же умов.

«Багатофазні середовища» достатньо широко використовуються на практиці, але недостатньо досліджені. Загально відомі методи прогнозування інтенсивності теплообміну в даному випадку не підходять і потребують оригінального специфічного підходу. Цей підхід відомий, як експериментально – розрахунковий метод (ЕРМ) і знаходиться на етапі розвитку та вдосконалення.

Застосування ЕРМ-ТП-РТР, методів теорії подібності і методів регулярного теплового режиму, дозволило отримати значення коефіцієнта тепловіддачі в системі 1 «вода – циліндрична тонка металева стінка – модельна рідина» (вимушений рух) і в системі 2 «вода – циліндрична тонка металева стінка – багатофазне рідинне середовище» (вимушений рух).

Сумісний аналіз експериментальних результатів по коефіцієнтам тепловіддачі в системах 1 і 2 дозволив із застосуванням теорії регулярного теплового режиму, теорії подібності спрогнозувати інтенсивність тепловіддачі в круглій трубі промислового теплообмінника, в якій підігрівається суміш перед надходженням в біореактор біогазової установки.

В роботі виконано замикання математичної моделі проектування теплотехнологічних систем. Конкретизовано систему рівнянь кінетичних процесів $[P_{sj}(X, Y(X), S_j, A) \leq 0]$ рівняннями, які визначають теплоперенос в біотехнологічних системах.

Таким чином, визначення інтенсивності теплообміну в системі – «рідина з відомими теплофізичними властивостями – тверда стінка (плоска, кругла) – рідини з відомими теплофізичними властивостями». Ці рідини добре досліджені і достатньо широко використовуються на практиці і за умов організації досліджень процесів теплопереносу.

Результати дисертаційної роботи впровадженні у ТзОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія».

Ключові слова: регулярний тепловий режим, темп охолодження (нагрівання), нестационарний теплообмін, теплопередача, тепловий потік, тепловіддача,

інтенсивність теплообміну, температура, цукровий розчин, експеримент, методи розрахунку, багатофазне середовище, теплообмінник, ефективність нагрівання, ефективність охолодження, теплота, тепло масообмін, газоподібне паливо, математичне моделювання, концентрація.

SUMMARY

Vlasenko O. V. Methods for determining the intensity of heat transfer in multiphase and multicomponent media - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 144 "Heat Power Engineering" - National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2022.

The training was carried out at the Department of Thermal Power Engineering of the Vinnytsia National Technical University and at the Department of Thermal and Alternative Energy of the National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

The dissertation is devoted to experimental studies aimed at creating a method for predicting the intensity of heat exchange in multiphase and multicomponent environments with limited information on thermophysical properties.

In the first section, the relevance of this topic is reflected. The ranges of parameters for the implementation of thermal processes in biogas technologies are established. Outlined ranges of temperature changes of heat-technological processes.

Options for the composition of substrates based on waste from crop production, animal husbandry, and processing industries have been established. The substrate is a multiphase and multicomponent medium that includes a water-based colloidal system, solid particles, and gas bubbles.

The results of previous studies of heat exchange in the "substrate - solid body" system were analyzed. Generalization methods of heat transfer in substrates and substrate components - the obtained results reached the presentation of results in the form of criterion equations. Previously, the methodological support of the experimental-calculation method was based on the theory of similarity, that is, ERM-TP.

The combination of calculation-analytical and experimental studies gives today the most reliable results. Regarding biogas technologies, the experimental and computational method has been actively developing over the past twelve years. The following results are significant: a specially developed experimental stand, on which it

is possible to conduct multivariate studies, taking into account the variety of substrates; with the application of the theory of similarity, the methods of determining heat transfer coefficients on experimental stands were developed, with their further determination in the elements of industrial (natural) heat exchangers; proposed scheme of application of the experimental-calculation method in design and verification calculations of heat exchange elements of the organic waste processing system.

In the theoretical and applied aspects, there is a problem of predicting the intensity of heat exchange in multiphase and multicomponent environments with limited information on thermophysical properties and rheological behavior in real technological processes.

In the second section, the method of conducting and processing physical experiments with the determination of the rate of cooling (heating) is worked out. Developed methodological support for the processing and analysis of an experiment with a complex liquid environment and "model liquids" requires a large number of experimental results. Proposed and substantiated methods of determining the average body temperature II.

In this work, the method of the non-stationary heat exchange process was chosen for study on the following basis: the processes are rapid in time, do not require significant time for preliminary exposure at a certain temperature; measurement of thermal parameters of liquid media takes place with small temperature changes, which increases the reliability of these results; the method allows measurements under conditions of continuous temperature change up to a certain value; non-stationary methods provide wider opportunities in choosing a source of heat (cold) than stationary methods.

In the third section, it was established that in body II, which consists of a liquid medium in a thin metallic cylindrical shell, there are signs of a regular thermal regime: the rate of cooling (heating) of body II – $m = \text{const}$; the heat transfer coefficient between water (environment I) and body II is practically constant $\alpha_1 \approx \text{const}$; coefficient of non-uniformity of temperature distribution in body II $\psi \approx \text{const}$.

Under the conditions of free and forced convection, the rate of cooling (heating) in "model liquids" - water, sugar solution $c=50\%$, sugar solution $c=60\%$, sugar solution

$c=70\%$, sunflower oil, during their cooling and heating is determined, in the temperature range that corresponds to the temperature conditions in biogas reactors. The rate of cooling (heating) in a two-phase medium - fugat under conditions of forced convection during its cooling and heating is determined.

The method of the regular thermal regime allows to describe the patterns of heat exchange between the liquid medium and the metallic cylindrical wall in a vessel of limited dimensions.

In the fourth section, the intensity of heat transfer between the inner surface of a thin-walled metal cylinder and the investigated liquid medium under the conditions of its cooling (heating), that is, under the conditions of non-stationary heat exchange, is investigated. Under the conditions of $F = \text{const}$, $\alpha_1 \approx \text{const}$, $C(t) \approx \text{const}$, $m = \text{const}$ for the liquid medium under study and $K = \text{var}$, a dependence was obtained for determining the heat transfer coefficient between the inner surface of a thin-walled metal cylinder and the liquid medium under study by the regular thermal regime method.

The processing of experimental results and their generalization by the combined use of similarity theory (TP) and methods of regular thermal regime (RTR) has been improved. The obtained scientific result is the basis for the further development of the experimental-calculation method in the sense of forecasting the intensity of heat exchange in the thermal equipment of biogas technologies in multiphase and multicomponent environments.

The calculation method was improved experimentally due to a more in-depth study by experimental methods of the laws of heat exchange in "model fluids" with known thermophysical properties on the basic experimental stand of ERM.

In the fifth section, the existence of a regular thermal regime under the conditions of cooling (heating) of the "multiphase medium" in a thin metallic cylindrical shell was established for the first time. A substrate from a real biogas plant was chosen as the "multiphase medium".

Jointly analyzing the obtained results for the regular thermal regime in "model fluids" and "multiphase environment" we come to the conclusion that the intensity of heat transfer to the given fluids can be summarized by one criterion equation.

A criterion equation was obtained for determining the heat transfer coefficient between the inner surface of a thin-walled metal cylinder and the "multiphase medium" during its heating and cooling in the temperature range of the biotechnological process on the experimental bench. The given algorithm for forecasting the intensity of heat transfer in elements of industrial heat exchange equipment in industry.

The given method is used for those conditions of heat exchange for which there are criterion equations in liquids with known thermophysical properties.

An algorithm for predicting the heat transfer coefficient is presented on the example of a biogas plant with a single-pass bioreactor with a local fragment of multiple circulation. To use the given method, the authors have accumulated observations and experimental results on an experimental stand on liquids with known thermophysical properties.

When making decisions on forecasting the intensity of heat exchange with liquids with unknown thermophysical properties, the theory of regular thermal regime, the theory of similarity and experimental results of research on the experimental bench are used. With the use of which it is possible to conduct an order of magnitude more research than at literature stands for the same conditions.

"Multiphase environments" are quite widely used in practice, but not sufficiently researched. Commonly known methods of predicting the intensity of heat exchange in this case are not suitable and require an original, specific approach. This approach is known as the experimentally calculated method (ERM) and is at the stage of development and improvement.

The application of ERM-TP-RTR, methods of the theory of similarity and methods of the regular thermal regime, made it possible to obtain the value of the heat transfer coefficient in system 1 "water - cylindrical thin metal wall - model liquid" (forced motion) and in system 2 "water - cylindrical thin metal wall – multiphase liquid environment" (forced movement).

Combined analysis of experimental results on heat transfer coefficients in systems 1 and 2 made it possible, using the theory of regular thermal regime and similarity theory,

to predict the intensity of heat transfer in the round tube of the industrial heat exchanger, in which the mixture is heated before entering the bioreactor of the biogas plant.

The conclusion of the mathematical model for the design of heat-technology systems is completed in the work. The system of equations of kinetic processes $[P_{sj}(X, Y(X), S_j, A) \leq 0]$ is specified by equations that determine heat transfer in biotechnological systems.

Thus, the determination of the intensity of heat exchange in the system is "a liquid with known thermophysical properties - a solid wall (flat, round) - a liquid with known thermophysical properties." These fluids are well researched and widely used in practice and under the conditions of the organization of heat transfer research.

The results of the dissertation work were implemented in Yuzefo-Mykolaiv Biogas Company LLC.

Key words: *regular thermal regime, cooling (heating) rate, unsteady heat exchange, heat transfer, heat flow, heat transfer, heat exchange intensity, temperature, sugar solution, experiment, calculation methods, multiphase medium, heat exchanger, heating efficiency, cooling efficiency, heat, heat and mass transfer, gaseous fuel, mathematical modeling, concentration.*

Список публікацій здобувача

1. Tkachenko S. Yo., Vlasenko O. V., Resident, N. V., Stepanov D. V., Stepanova N. D. Cooling and heating of the fluid in the cylindrical volume. *Acta Innovations*. 2021. No. 42. P. 15-26. *(входить до наукометричної бази Scopus)*.
2. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Резидент Н. В. Теплообмін циліндричного рідинного тіла обмеженої висоти з навколишнім середовищем. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. 2021. № 2. С. 27–30.
3. Власенко О. В. Дослідження теплообміну в об'ємі двофазної рідини за умов вимушеної її конвекції. *Вісник ВПІ*. 2021. №6. С. 14-20.
4. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Степанова Н. Д., Павлович Є. О. Нестационарний теплообмін у вертикальному циліндричному об'ємі, заповненому рідиною. *Вісник ВПІ*. 2022. № 1. С. 16–20.
5. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Степанова Н. Д., Власенко О. В. Потенціал біогазової технології на Вінниччині. *Вісник ВПІ*. 2021. №5. С. 41-48.
6. Біогазова установка з однопрохідним біореактором з локальним фрагментом багатократної циркуляції : пат. 147423 Україна. № u202007986; заявл. 14.12.2020; опубл. 05.05.2021, Бюл. № 18. 5с.
7. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві». Секція – Технічної теплофізики та промислової теплоенергетики. Теза не тему: «Проблеми визначення інтенсивності теплообміну в багатофазних та багатокомпонентних середовищах» (2019).
8. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Коваль Д. М., Задоян В. О. XLVIII Науково-технічна конференція Інституту соціально-гуманітарних наук (2019) Секція – Технічної теплофізики та промислової теплоенергетики. Теза не тему: «Зміна темпу охолодження гетерогенної рідкої системи за умов трансформації її структури».
9. Степанова І. С., Власенко О. В. XLVIII Науково-технічна конференція Інституту соціально-гуманітарних наук (2019). Секція – Англійської мови. Теза на тему: «Regular thermal mode in heterogenic liquid system biological origin».

10. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2019). Секція будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Теза на тему: «Дослідження темпу охолодження рідкої багатокомпонентної органічної системи».

11. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (2019). Секція – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. Теза на тему: «Дослідження ефективної теплопровідності в циліндричному об’ємі рідкого середовища».

12. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Задоян В. О. XLIX Науково-технічна конференція ВНТУ факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2020). Секція – Технічної теплофізики та промислової теплоенергетики. Теза на тему: “Ознаки методу регулярного теплового режиму в системі “вода в кільцевому об’ємі – тонка циліндрична металева стінка – рідинне середовище в циліндричній ємності”.

13. Власенко О. В., Дмитришен В. В. XLIX Науково-технічна конференція ВНТУ факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2020). Секція – Технічної теплофізики та промислової теплоенергетики. Теза на тему: “Спалювання енергетичної продукції в промислових котлах”.

14. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві». Секція – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. Тези на тему: “Інтенсивність теплообміну за умов нагрівання та охолодження цукрового розчину” (2020).

15. Власенко О. В., Задоян В. О. Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві». Секція – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. Тези на тему: “Використання мови програмування Visual Basic for Applications для обробки експериментальних даних” (2020).

16. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Задоян В. О. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Тези на тему: "Темп

охолодження (нагрівання) соняшникової олії в різних шарах по висоті циліндричного об'єму" (2021).

17. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Тези на тему: "Темп охолодження (нагрівання) рідинних середовищ з різними значеннями коефіцієнтів теплопровідності і теплоємності" (2021).

18. Ткаченко С. Й., Степанова Н. Д., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Тези на тему: "Тепловіддача зі сторони зовнішнього середовища в процесі нестационарного теплообміну" (2021).

19. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Резидент Н. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Тези на тему: "Дослідження нестационарного теплообміну в умовах вимушеної конвекції" (2021).

20. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Тези на тему: «Нерівномірний розподіл температур в циліндричному рідинному об'ємі» (2021).

21. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. XVII Міжнародна науково-технічна конференція 27–28 квітня м. Харків. Теза на тему: "Дослідження охолодження і нагрівання об'єму рідинного середовища в процесі регулярного теплового режиму" (2021).

22. Резидент Н. В., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Ткачук В. С. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021

року. Тези на тему: «Локальні за часом коефіцієнти тепловіддачі між рідиною і поверхнею металевого циліндра».

23. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Теплопередача в системі фугат і циліндрична стінка».

24. Степанов Д. В., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Степанова Н. Д., Резидент Н. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Теплопередача в системі рідина – стінка за умов регулярного теплового режиму».

25. Степанова Н. Д., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Павлович Є. О. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Нестаціонарний теплообмін в обмеженому об'єму рідини».

26. Резидент Н. В., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Коефіцієнт нерівномірності розподілу температур при нагріванні рідинного тіла».

27. Степанова Н. Д., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Степанов Д. В., Резидент Н. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Охолодження рідинного тіла, коефіцієнт нерівномірності розподілу температур».

28. Степанов Д. В., Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Степанова Н. Д., Резидент Н. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25

листопада 2021 року. Тези на тему: «Спряжена задача: теплопередача від навколишнього середовища до рідинного середовища».

29. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Стаціонарний теплообмін в круглій трубі в аспекті регулярного теплового режиму».

30. Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Вплив передісторії зберігання відходів птахівництва на інтенсивність тепловіддачі в процесі їх утилізації».

31. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Аналіз складних середовищ біогазових технологій з позицій біо- і теплотехнології».

32. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого, відбувалася 23-25 листопада 2021 року. Тези на тему: «Проблеми термостабілізації в біогазових технологіях і експериментально-розрахунковий метод».

33. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Тези на тему: «Регулярний тепловий режим у трифазній системі з фіксованою формою» (2022).

34. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Тези на тему: «Узагальнення закономірностей теплообміну в межах регулярного теплового режиму» (2022).

35. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Тези на тему: «Прогнозування в'язкості – експериментально-розрахунковий метод» (2022).

36. Ткаченко С. Й., Власенко О. В., Ткачук В. С. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2022). Секція будівництва, теплоенергетики та газопостачання. Теза на тему: «Теплоперенос в трифазній системі».

37. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища. *Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві»*. 2019. С. 127-133.