

УДК 62-977

Р. Д. Іскович-Лотоцький¹, Я. В. Іванчук¹, Я. П. Веселовський¹

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПРЯЖЕНОГО ТЕПЛООБМІНУ В УСТАНОВЦІ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

¹Вінницький національний технічний університет

В даній статті розглядається практичне застосування програмного комплексу FlowVision 3.09.03 для дослідження теплообмінних процесів при розробці та доведенні теплообмінних апаратів камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів. У цьому програмному комплексі методом кінцевих елементів було розраховано розподіл температури певних зон і площин теплообмінного апарату і камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів, що дозволило оцінити енергоефективність розробленої конструкції теплообмінного апарату і камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів.

ВСТУП

При розробці теплообмінних апаратів піролізних установок для утилізації відходів однією з головних проблем є створення ефективних конструкцій, до конструкцій яких висуваються все більш високі техніко-економічні вимоги. Особлива увага приділяється зниженню утворення токсичних речовин у процесі охолодження продуктів згоряння, формуванню оптимального температурного поля на виході з камери охолодження і стінок теплообмінного апарату.

Огляд останніх джерел і публікацій [1, 2] показав, що в даний час знаходить широке застосування математичне моделювання термодинамічних процесів в теплообмінних апаратах і робочих камерах піролізних установок, за допомогою якого можна глибоко і в повному обсязі дослідити вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики теплообмінних апаратів і робочих камерах піролізних установок, що дозволить намітити конкретні шляхи їх поліпшення, істотно знизивши при цьому обсяги експериментальних досліджень.

Метою досліджень є моделювання методом кінцевих елементів в програмному комплексі FlowVision 3.9.03 процесу спряженого теплообміну для отримання розподілу температури поверхонь теплообмінного апарату і площин камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів, щоб визначити можливість проектування цього типу конструкції за допомогою автоматизованих систем проектування.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Кафедрою металорізальних верстатів і устаткування автоматизованого виробництва Вінницького національного технічного університету спільно з ТОВ НВП «Гідравліка Вінниця-Сервіс», була розроблена піролізна установка (рис. 1) [3, 4], яка дозволяє ефективно утилізувати медичні відходи з мінімальними економічними і технологічними витратами і подальшим ефективним використанням теплової енергії [5, 6].

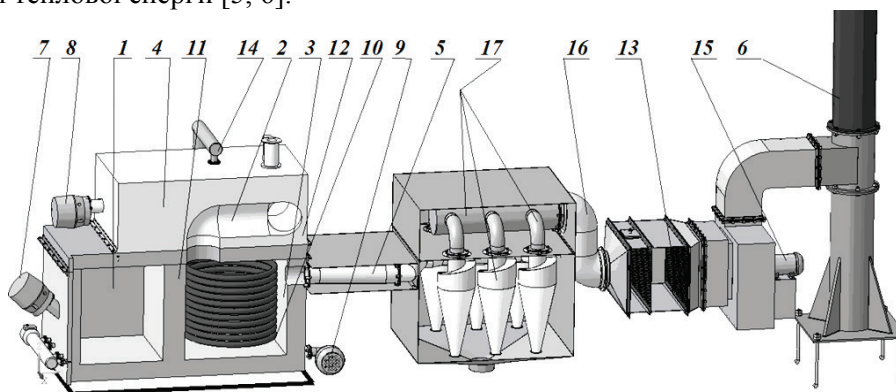


Рисунок 1 – Модель піролізної установки для утилізації відходів

Запропонована піролізна установка містить камеру спалювання 1, допалювання 2 та охолодження 3, розташованих під одним загальним сподом печі 4, системи циклонів 5 і димохідної труби 6, з'єднані між собою трубопроводами 16 і 17 і утворюють єдину систему направлення газового

поток. Причому об'єм камери спалювання 1 в шість разів більший об'єму камери допалювання 2, яка має тороїдальну форму. У камерах спалювання 1 і допалювання 2 встановлені відповідно інжекторні пальники 7 і 8. Для подачі повітря в камери спалювання 1 і допалювання 2 використано нагнітальний вентилятор 9, а в камері охолодження 3 розміщений теплообмінний апарат 10 для нагріву води системи комунального обігріву. Між камерами спалювання 1, допалювання 2 і камерою охолодження 3 виконані відповідно перегородки 11 і 12. Газопроводи 14 під'єднані до інжекторних пальників 7, 8 камер спалювання 1 і допалювання 2. Димохідна труба 6 забезпечена вентилятором 15 і з'єднана з системою циклонів 17 через систему фільтрів 13 трубопроводами 16 і 17. Для подачі сміття до камери спалювання 1 передбачено стрічковий транспортер, а сама камера спалювання містить вікно завантаження і вікно вивантаження золи.

Піролізна установка працює таким чином. У камеру спалювання 1 через стрічковий транспортер подаються відходи і запалюється інжекторний пальник 7. Досягнувши заданої температури в камері спалювання 1, що контролюється термопарою, запалюється інжекторний пальник 7 в камері допалювання 2. У порожнині камер спалювання 1 і допалювання 2, які розташовані під єдиним сподом печі 4, нагнітальним вентилятором 9 подається потік повітря, яке надходить з повітрязабірного люка камери охолодження. Розігрітий утворений газовий потік, спрямовується з камери спалювання 1, в камеру допалювання 2 і допалюється за допомогою горизонтально встановленого інжекторного пальника 8. Далі, в камері охолодження 3, газовий потік нагріває воду, яка протікає через теплообмінний апарат 10 системи комунального обігріву, після чого газовий потік надходить по трубопроводу в систему циклонів 17 і в систему фільтрів 13, де відбувається додаткове його очищення. Із системи циклонів 17 і системи фільтрів 13 вентилятор 15 подає газовий потік в димохідну трубу 6. На основі розробленої моделі установки для утилізації відходів були вибрані і обґрунтовані оптимальні розміри камер спалювання 1, допалювання 2 та охолодження 3 (див. рис. 1), а також була розроблена раціональна компоновальна схема розташування систем грубої (системи циклонів 5) і тонкого очищення (система фільтрів 13) відпрацьованих димових газів [1, 6].

Будь-яке моделювання вимагає наявності моделі. Тому на основі технічного креслення піролізної установки в CAD-системі, а саме в програмному комплексі тривимірного твердотілого моделювання Компас 3D-V14, була розроблена об'ємна модель основного теплообмінного вузла піролізної установки, в якій розміщені камера охолодження 1 і теплообмінний апарат 2 (рис. 2 а), а також показані на рис. 2 б вихідні дані для подальшого розрахунку. Конструкція теплообмінного вузла була обрана із міркування умов експлуатації, що вимагає періодичної очистки поверхні теплообмінника.

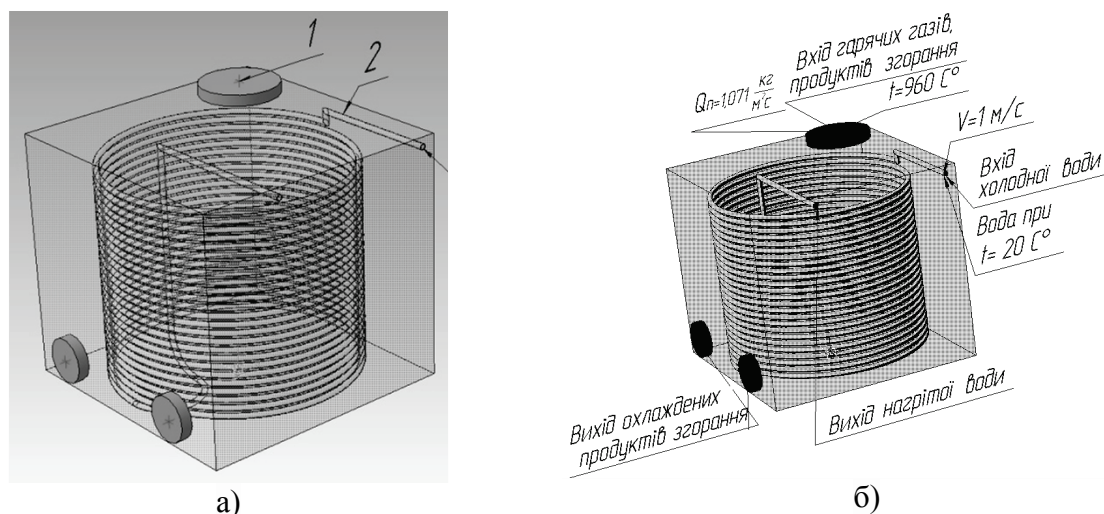


Рисунок 2 – Розрахункова CAD-модель геометричної області теплообмінного вузла піролізної установки і граничні умови для розрахунку теплообмінних процесів

За допомогою створеної реальної об'ємної моделі піролізної установки для утилізації відходів, були обрані раціональні технологічні параметри з експлуатації установки для утилізації відходів. Для оцінки впливу конструктивних і режимних параметрів на теплообмінні процеси, що протікають в теплообмінному апараті і камері охолодження даної піролізної установки, використовувалася САЕ-

система, а саме – програмний комплекс FlowVision 3.09.03 [7], що дозволяє моделювати методом кінцевих елементів складний рух рідини і газу, включаючи течії з сильною закруткою, горінням, а також спряжений теплообмін.

Оскільки розрахунок проводиться методом кінцевих елементів, то для подальшого розрахунку після імпорту CAD-моделі в CAE-систему, а саме в програмний комплекс FlowVision 3.09.03 необхідно побудувати кінцево-об'ємну розрахункову сітку з урахуванням течії поблизу стінок, які мають різні лінійні розміри. Початкову розрахункову сітку вважаємо рівномірною по всій розрахунковій області, а для отримання адекватних результатів розрахунку робимо адаптацію по стінках (рис. 3).

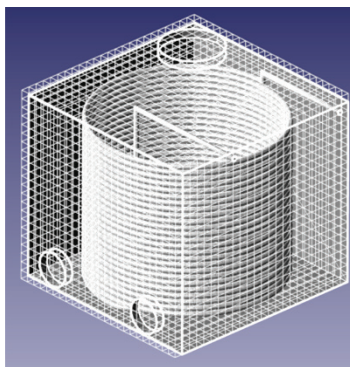


Рисунок 3 – Схема установки початкової розрахункової сітки

Розрахунок спряженого процесу теплообміну базуватиметься на таких рівняннях:

1) Нав'є–Стокса для гарячих газів в камері охолодження і для охолоджуючої води в теплообміннику, де розрахунок базуватиметься на моделі турбулентної не стисненої речовини на основі стандартної k - ε моделі турбулентності, де турбулентна в'язкість ∞_t визначається залежністю [8–10]

$$\infty_t = C_\infty \rho \frac{k^2}{\varepsilon},$$

де k – турбулентна енергія; ε – швидкість дисипації турбулентної енергії [8–10]; ∞_t – турбулентна в'язкість; ρ – густина не стисненої речовини; $C_\infty = 0,09$.

Нашу розрахункову модель розглядаємо як слабостиснену речовину (газ) у вигляді

1) рівняння Нав'є–Стокса [10]:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V \otimes V) = -\frac{\nabla P}{\rho} + \frac{1}{\rho} \nabla \left[(\infty + \infty_t) (\nabla V + (\nabla V)^T) + S \right],$$

де V – вектор швидкості елементарного об'єму слабостисненої речовини; ∞ – кінематична в'язкість слабостисненої речовини; $S = \left(1 - \frac{\rho_{hyd}}{\rho} \right) g + B + \frac{R}{\rho}$; ρ_{hyd} – густина повітря; ρ – густина газу;

B – обертальні сили (Коріоліса і відцентрові); R – сили опору;

2) конвективного теплообміну для гарячих газів в камері охолодження і для охолоджувальної води в теплообміннику

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial t}{\partial x} + w_y \frac{\partial t}{\partial y} + w_z \frac{\partial t}{\partial z} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right),$$

де w_x, w_y, w_z – проекції швидкості рідини на координатній осі; a – коефіцієнт температуропровідності; ∂t – зміна температури; $\partial \tau$ – зміна часу;

3) променевого дифузійного теплообміну [11]

$$\nabla \frac{1}{3\beta(\mathbf{r})} \nabla E(\mathbf{r}) - k(\mathbf{r}) \cdot (E(\mathbf{r}) - E_b(\mathbf{r})) = 0,$$

де β – коефіцієнт ослаблення променя, k – коефіцієнт поглинання газів продуктів згорання, \mathbf{r} – радіус-вектор поверхні променевого теплообміну; E – густина потоку випромінювання поверхні продуктів згорання; E_b – густина потоку випромінювання поверхні теплообмінника;

4) теплопровідність для сталевих стінок теплообмінника

$$\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) = \frac{c\rho}{\lambda} \cdot \frac{dt}{d\tau},$$

де c – теплоємність матеріалу сталь; ρ – густина матеріалу сталь; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу сталь.

В FlowVision передбачено два способи задання кроку розрахунку динамічних задач: в секундах і числом CFL (Куранта–Фрідрікса–Леві) [7]. Для цієї стаціонарної задачі ми вибираємо постійний крок за часом, виходячи з 1/10 пролітної часу для характерного розміру задачі. В даному випадку характерний розмір – довжина труби теплообмінника $L_m = 90$ м і довжина відстані від входу в охолоджувальну камеру до виходу $L_k = 1,4$ м. Пролітний час – час, необхідний гіпотетичній частинці, що рухається з середньою швидкістю потоку $V \approx 1$ м / с (швидкість часток води і гарячих газів приблизно вважаємо рівними між собою), подолати характерний розмір: а) для теплообмінника – $\tau_m = 0,1(L_m/V) = 0,1(90/1) = 0,9$ с, б) для камери охолодження – $\tau_k = 0,1(L_k/V) = 0,1(1,4/1) = 0,14$ с. У нашому випадку для отримання адекватних результатів розрахунку ми беремо $\tau = 0,1$ с.

За результатами розрахунків, на базі обчислювального комплексу СКІТ-4 Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова (м. Київ), ми отримали розподіл температури гарячих газів в характеристичних площинах в камері охолодження (рис. 4).

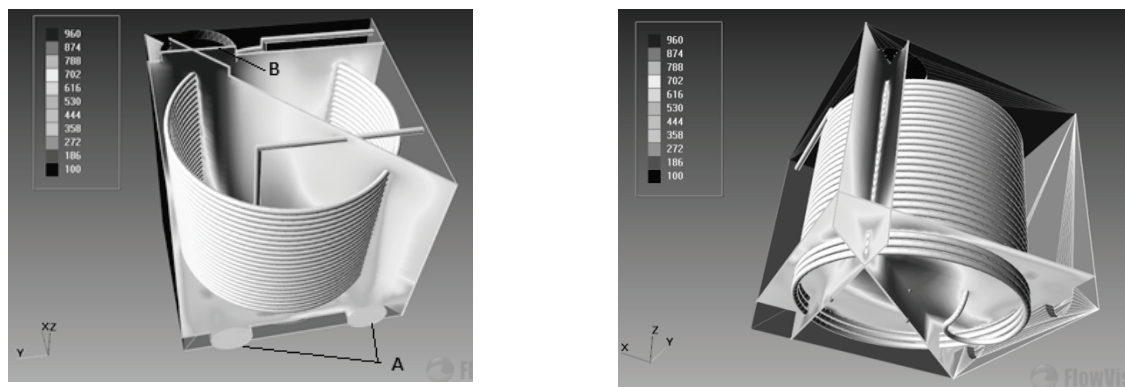


Рисунок 4 – Розподіл температури в підобласті «Камера охолодження»

Також за результатами розрахунків ми отримали розподіл температури стінок теплообмінника (рис. 5).

Розподіл температури гарячих газів (див. рис. 4) показує нам, що середній перепад температури на вході і на виході в характеристичних площинах A і B камери охолодження склав біля $\Delta t = 600$ °С, що не відповідає екологічним нормам температурного забруднення навколишнього середовища [6], і вказує на не достатню ефективність вибраної конструкції теплообмінного вузла.

Результати розподілу температури стінок теплообмінника (рис. 5) показали середню різницю температури охолоджувальної рідини (води) на вході C і на виході D з теплообмінника $\Delta t = 10$ °С, при нормальній швидкості охолоджувальної рідини $V = 1$ м/с, що дає можливість для подальшого конструкторського вдосконалення конструкції.

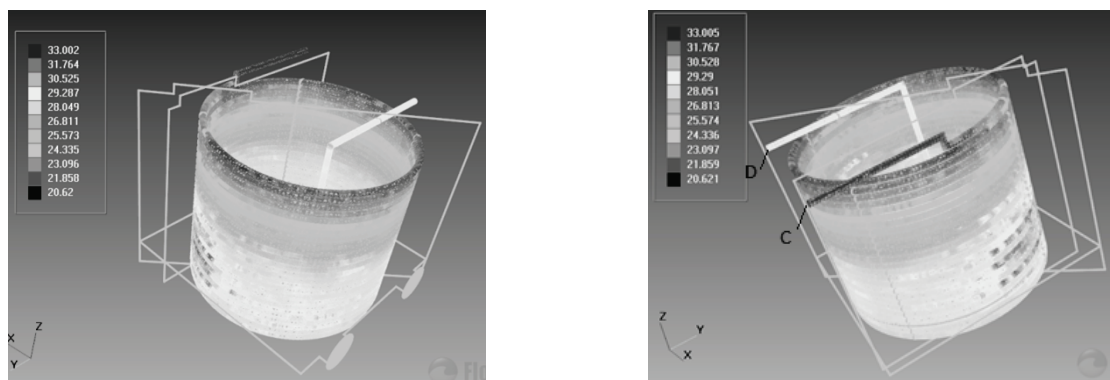


Рисунок 5 – Розподіл температури в підобласті «Теплообмінник»

Тому було прийнято рішення змінити конструкцію теплообмінника додатково ввівши внутрішню спіраль теплообмінника (рис. 6).

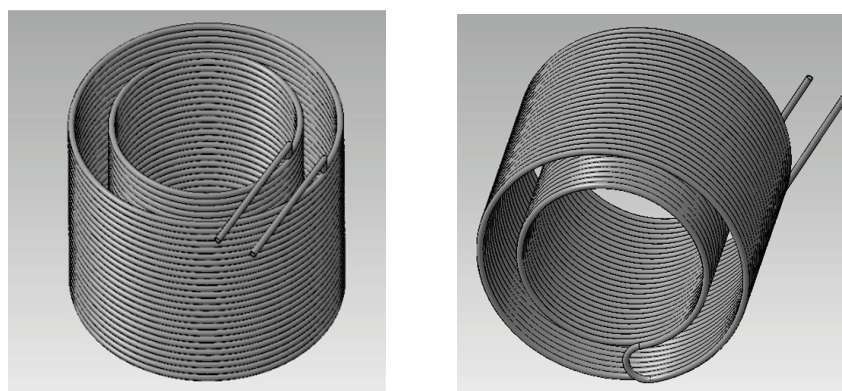


Рисунок 6 – Модель модернізованої конструкції теплообмінника

За результатами повторних розрахунків, ми отримали новий розподіл температури гарячих газів в характеристичних площинах в підобласті «Камера охолодження» (рис. 7).

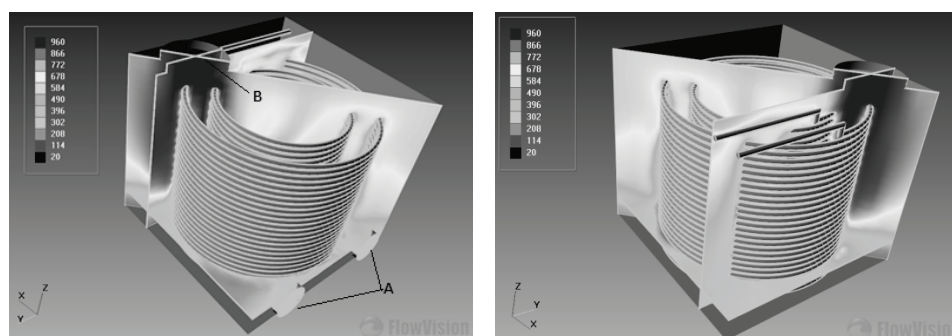


Рисунок 7 – Розподіл температури в підобласті «Камера охолодження»

Нові результати розподілу температури гарячих газів (див. рис. 7) показують нам, що середній перепад температури на вході і на виході в характеристичних площинах *A* і *B* камери охолодження вже склав біля $\Delta t = 800$ °C і на виході ми отримали температуру викидів згорілих газів в середньому біля $t = 100$ °C, що відповідає екологічним нормам температурного забруднення навколишнього середовища [6] і вказує на достатню ефективність вибраної конструкції теплообмінного вузла для утилізації тепла гарячих газів. Але додатково можна відмітити, що основна високотемпературна маса зосереджується в середині теплообмінного апарату, що дозволяє затримати потік гарячих газів продуктів згорання і відповідно максимально їх охолодити. А нові результати розподілу температури стінок теплообмінника (рис. 8) показали середню різницю температури охолоджувальної рідини

(води) на вході C і на виході D з теплообмінника $\Delta t = 5$ °C, при нормальній швидкості охолоджувальної рідини $V = 1$ м/с, що дозволяє ефективно використовувати теплообмінний вузол в системі комунального обігріву на основі системи бойлерного типу. А рівномірний розподіл температури вздовж стінок теплообмінника свідчить про ефективність вибраної конструкції теплообмінного вузла [12, 13].

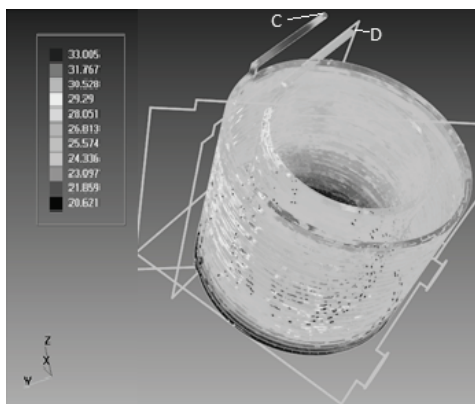


Рисунок 8 – Розподіл температури в підобласті «Теплообмінник»

ВИСНОВКИ

Аналізуючи отримані в програмному комплексі FlowVision 3.09.03 результати чисельного моделювання спряженого теплообміну, отримано розподіл температури продуктів згорання в характерних площинах об'єкта моделювання, що дозволяє оцінити ефективність конструкції камери охолодження і теплообмінника. А саме, визначити рівномірність розподілу температури в камері охолодження, що дозволяє визначити зони підвищених температур з метою подальшої термоізоляції стінок. Аналізуючи картину температурного розподілу, визначаємо, що температура на виході з камери охолодження $t_{в.з.} = 135...150$ °C відповідає екологічним нормам температурного забруднення навколишнього середовища [6].

Також за результатами чисельних досліджень, значення середньої температури води на виході з теплообмінника $t_{ох} = 50...70$ °C, можна зробити висновок про ефективність використання цього теплообмінного вузла в системі комунального обігріву. А розподіл температури вздовж стінок теплообмінного вузла свідчить про рівномірний теплообмін, що дозволяє оцінити ефективність конструкції.

Отриманий в результаті чисельного моделювання розподіл температур, показав можливість застосування обраного підходу до проектування, а також дозволив довести енергоефективність розробленої конструкції камери охолодження і теплообмінника на кафедрі металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва, Вінницького національного технічного університету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. – 2012. – № 1, 2 (5, 6). – С. 122–126.
2. Моделирование отрывных течений в программном комплексе FlowVision-НПС / С. В. Жлуктов, А. А. Аксенов, С. А. Харченко [и др.] // Вычислительные методы и программирование, Т. 11. – № 2. – С. 76–87.
3. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Повстенюк, О. Н. Данилюк // Мир техники и технологий. – 2007. – № 12(73). – С. 36–37.
4. Пат. 23991 Україна, МПК F 23 G 5/00. Установка для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, П. В. Повстенюк, М. І. Шматалюк, О. М. Данилюк. – № u 200702015 ; заявл. 26.02.2007 ; опубл. 11. 06. 2007, Бюл. № 8.
5. Пат. 32098 Україна, МПК F 23 G 5/00. Установка для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. І. Повстенюк, М. І. Шматалюк, О. М. Данилюк. – № u 200711073 ; заявл. 08.10.2007 ; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.

6. Установка для утилізації медичних відходів з відбором тепла та охолодженням / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, В. І. Повстенюк, [та ін.] // Збірник наукових праць ВНАУ, Серія : Технічні науки. – 2011. – №7. – С. 98–103.
7. Система моделювання руху рідини та газу Flow Vision. Версія 2.2. / Руководство пользователя. – М. : Тесис, 2005. – 304 с.
8. Wilcox D. C. Turbulence modeling for CFD / D. C. Wilcox. – DCW Industries Inc. – 1994. – 460 p.
9. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в тт. Т. VI. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. 4-е изд., стер. – М. : Наука, 1988. – 736 с.
10. Литвинцев К. Ю. Особенности использования конечно-объемного, дискретно-ординатного и диффузионного приближения для уравнения радиационного теплопереноса / К. Ю. Литвинцев // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. – 2008. – Вып. 4 (21). – С. 44–47.
11. Исследование процессов в теплообменнике-утилизаторе теплоты отработанных газов дизельной когенерационной установки транспортного средства методами компьютерной гидрогазодинамики // А. В. Жаров, А. А. Павлов, В. С. Фавстов, Р. В. Горшков // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–15. – С. 3321–3327.
12. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2015. – Том 1, № 8(79). – С. 11–20.

REFERENCES

1. The use of hybrid simulation in the development of facilities for waste disposal / G. D. Iskovych-Lototsky, Y. V. Ivanchuk, D. V. Tesovskyy, J. P. Veselovsky // Technological complexes. – 2012. – № 1, 2 (5, 6). – P. 122–126.
2. Modeling otryvnyh techeny of software in complex FlowVision-HPC / S. V. Zhlyukov, A. A. Aksenov, S. A. Kharchenko [et al.] // Vychyslytelnye methods and programming, T. 11. – № 2. – P. 76–87.
3. Installation for utylyzatsyy waste / G. D. Yskovych-Lototskyy, Y. V. Ivanchuk, D. V. Povstenyuk, O. N. Danyluk // World of Technics and Technology. – 2007. – № 12 (73). – P. 36–37.
4. Pat. 23991 Ukraine, IPC F 23 G 5/00. Installation for waste disposal / G. D. Iskovych-Lototsky, P. V. Povstenyuk, M. I. Shmatyuk, A. N. Danyluk. – U number 200702015; appl. 26.02.2007 ; publ. 11.06.2007 Bull. Number 8.
5. Pat. 32098 Ukraine, IPC F 23 G 5/00. Installation for waste disposal / G. D. Iskovych-Lototsky, P. V. Povstenyuk, M. I. Shmatyuk, A. N. Danyluk. – U number 200711073; appl. 08.10.2007; publ. 12.05.2008, Bull. Number 9.
6. Plants for the disposal of medical waste with the selection of heat and cooling / G. D. Iskovych-Lototsky, Y. V. Ivanchuk, V. I. Povstenyuk [et al.] // Proceedings of VNAU, Series: Engineering. – 2011. – №7. – P. 98–103.
7. The system modeling movement fluid and gas Flow Vision. Version 2.2. / MANUAL user. – Moscow: TESIS, 2005. – 304 p.
8. Wilcox D. C. Turbulence modeling for CFD / D. C. Wilcox. – DCW Industries Inc. – 1994. – 460 p.
9. L. D. Landau Theoretical Physics, in vols. T. VI. Fluid dynamics / L. D. Landau, E. M. Lifshitz. 4th ed., Erased. – Moscow : Science, 1988. – 736 p.
10. Lytvintsev K. Yu. Features Using ob'emnoho, of course, discrete approximations ordynatnoho and diffusion equation for Radiation heat transfer / K. Yu. Lytvintsev // Siberian Journal behalf of the State University aэrokosmycheskoho academician M. F. Reshetneva. – 2008. – Vol. 4 (21). – P. 44–47.
11. Investigation processes in the heat exchanger, utylyzatore teploty otrabotannyh gases Diesel koheneratsyonnoy installation sredstva transport methods of computer hydrogazodynamyky // A. V. Zharov, A. A. Pavlov, V. S. Favstov, R. V. Gorshkov // Fundamentals research. – 2013. – № 10–15. – P. 3321–3327.
12. Iskovych-Lototskyy G.D. Modeling workflows in the pyrolysis installation for waste disposal / G. D. Iskovych-Lototsky, Y. V. Ivanchuk, J. P. Veselovsky // Eastern European Journal of advanced technologies. – 2015. – Vol. 1, № 8 (79). – P. 11–20.

Р. Д. Іскович-Лотоцький¹, Я. В. Іванчук¹, Я. П. Веселовський¹

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПРЯЖЕНОГО ТЕПЛООБМІНУ В УСТАНОВЦІ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

¹Вінницький національний технічний університет

При розробці теплообмінних апаратів піролізних установок для утилізації відходів однією з головних проблем є створення ефективних конструкцій, до конструкцій яких висуваються все більш високі техніко-економічні вимоги. Особлива увага приділяється зниженню утворення токсичних речовин у процесі охолодження продуктів згоряння, формуванню оптимального температурного поля на виході з камери охолодження і стінок теплообмінного апарату.

Метою досліджень є моделювання методом кінцевих елементів в програмному комплексі FlowVision 3.9.03 процесу спряженого теплообміну для отримання розподілу температури поверхонь теплообмінного апарату і площин камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів, щоб визначити можливість проектування цього типу конструкції за допомогою автоматизованих систем проектування. У цьому програмному комплексі методом кінцевих елементів було розраховано розподіл температури певних зон і площин теплообмінного апарату і камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів, що дозволило оцінити енергоефективність розробленої конструкції теплообмінного апарату і камери охолодження піролізної установки для утилізації відходів.

Ключові слова: моделювання; кінцеві елементи; температура; розподіл; теплообмінник.

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, професор, завідувач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв ВНТУ, e-mail: islord@vntu.edu.ua, тел. +380432598523, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1212.

Іванчук Ярослав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва ВНТУ, e-mail: ivanchuk@ukr.net, тел. +380432598523, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1214.

Веселовський Ярослав Петрович, Вінницький національний технічний університет, аспірант кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва ВНТУ, тел. +380432598523, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1214.

R. D. Iskovych-Lototsky¹, Y. V. Ivanchuk¹, Y. P. Veselovsky¹

MODELING OF INSTALLATION CONJUGATE HEAT TRANSFER IN WASTE DISPOSAL

¹Vinnytsia National Technical University

In developing heat exchangers pyrolysis plants for waste disposal one of the main problems is the creation of efficient structures to structures which are pushing ever higher technical and economic requirements. Particular attention was paid to the reduction of toxic substances in the process of cooling the combustion products, the formation of the optimal temperature field at the exit of the chamber walls and cooling heat exchanger.

The purpose of research is modeling in finite element software complex FlowVision 3.9.03 conjugate heat transfer process for the distribution of surface temperature heat exchanger and cooling chamber planes pyrolysis plants for waste disposal to investigate the possibility of designing this type of construction by automated systems design. This software complex finite element calculated temperature distribution of certain zones and planes of heat exchanger and cooling chamber pyrolysis plant for recycling, to provide for the energy efficiency of design heat exchanger and cooling chamber pyrolysis plant for recycling.

Keywords: modeling; finite elements; temperature distribution; heat exchangers.

Iskovych-Lototsky Rostislav Dmitrievich, Dr. Sc., Professor, Vinnytsia National Technical University, head of machine tools and automated production equipment VNTU, e-mail: islord@vntu.edu.ua, tel. +380432598523, Ukraine, 21021, c. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway, 95, r. 1212.

Ivanchuk Yaroslav Volodymyrovych, Ph. D., Vinnytsia National Technical University, Assistant professor of machine tools and automated production equipment VNTU, e-mail: ivanchuck@ukr.net, tel. +380432598523, Ukraine, 21021, c. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway, 95, r. 1214.

Veselovsky Yaroslav Petrovich, Vinnytsia National Technical University, graduate student of machine tools and automated production equipment VNTU, tel. +380432598523, Ukraine, 21021, c. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway, 95, r. 1214.

Р. Д. Искович-Лотоцкий¹, Я. В. Иванчук¹, Я. П. Веселовский¹

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА В УСТАВНОКЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

¹Вінницький національний технічний університет

При разработке теплообменных аппаратов пиролизных установок для утилизации отходов одной из главных проблем является создание эффективных конструкций, в конструкции которых выдвигаются все более высокие технико-экономические требования. Особое внимание уделяется снижению образования токсичных веществ в процессе охлаждения продуктов сгорания, формированию оптимального температурного поля на выходе из камеры охлаждения и стенок теплообменного аппарата.

Целью исследований является моделирование методом конечных элементов в программном комплексе FlowVision 3.9.03 процесса сопряженного теплообмена для получения распределения температуры поверхностей теплообменного аппарата и плоскостей камеры охлаждения пиролизной установки для утилизации отходов, чтобы определить возможность проектирования этого типа конструкции с помощью автоматизированных систем проектирования. В этом программном комплексе методом конечных элементов было рассчитано распределение температуры определенных зон и плоскостей теплообменного аппарата и камеры охлаждения пиролизной установки для утилизации отходов, что позволило оценить энергоэффективность разработанной конструкции теплообменного аппарата и камеры охлаждения пиролизной установки для утилизации отходов.

Ключевые слова: моделирование; конечные элементы; температура; распределение; теплообменники.

Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич, доктор технических наук, Винницкий национальный технический университет, профессор, заведующий кафедрой металлорежущих станков и оборудования автоматизированных производств ВНТУ, e-mail: islord@vntu.edu.ua, тел. +380432598523, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, к. 1212.

Иванчук Ярослав Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Винницкий национальный технический университет, доцент кафедры металлорежущих станков и оборудования автоматизированного производства ВНТУ, e-mail: ivanchuck@ukr.net, тел. +380432598523, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, к. 1214.

Веселовский Ярослав Петрович, Винницкий национальный технический университет, аспирант кафедры металлорежущих станков и оборудования автоматизированного производства ВНТУ, тел. +380432598523, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, к. 1214.