



Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

DOI:10.37128/2520-6168-2021-3

Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness



**ТЕХНІКА
ЕНЕРГЕТИКА
ТРАНСПОРТ АПК**



Всеукраїнський науково-технічний журнал

**ТЕХНІКА,
ЕНЕРГЕТИКА,
ТРАНСПОРТ АПК**

№ 3 (114) / 2021

м. Вінниця - 2021

**ТЕХНІКА,
ЕНЕРГЕТИКА,
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою «Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту».
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16644–5116 ПР від 30.04.2010 р.

Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2021. 3(114). С. 164.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 2 від 28.09.2021 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 року №886);

- присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (Digital Object Identifier – DOI);

- індексується в CrossRef, Google Scholar;

- індексується в міжнародній наукометричній базі [Index Copernicus Value](#) з 2018 року.

Головний редактор

Токарчук О.А. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Веселовська Н.Р. – д.т.н., професор, Вінницький національний аграрний університет

Відповідальний секретар

Полєвода Ю.А. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Булгаков В.М. – д.т.н., професор, академік НААН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Севостьянов І.В. – д.т.н., професор, Вінницький національний аграрний університет

Граняк В.Ф. – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

Спірін А.В. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Іванчук Я.В. – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

Твердохліб І.В. – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет

Цуркан О.В. – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Купчук І.М. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Яронуд В.М. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Йордан Максимов – д.т.н., професор Технічного університету Габрово (Болгарія)

Відповідальний секретар редакції **Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет
Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. (0432) 46–00–03

Сайт журналу: <http://tetapk.vsau.org/>

Електронна адреса: pophv@ukr.net



ЗМІСТ

I. АГРОІНЖЕНЕРІЯ

*Калетнік Г.М., Яропуд В.М.***ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАГНІТАННЯ ЧИСТОГО ПОВІТРЯ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ..... 4***Булгаков В.М., Кувачов В.П., Солоня О.В., Борис М.М.***ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОРЕЛЬЄФУ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ ПОСТІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОЛІЇ..... 16***Гунько І.В.***ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОПАЛИВА..... 24***Середа Л.П., Ковальчук Д.А.***ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL..... 30**

II. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

*Веселовська Н.Р., Брацлавець Б.С., Ялина О.О., Іскович-Лотоцький Р.Д.***РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРОЛІЗНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ З НАПРАВЛЕНИМ РОЗПОДІЛЕННЯМ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ..... 41***Ihor Kurchuk, Yuliia Poberezhets, Ruslan Kravets***RESEARCH OF THE RHEOLOGICAL PARAMETERS OF FEED GRAIN IN THE PROCESS OF THE COMBINED IMPACT-CUTTING GRINDING..... 49***Іскович-Лотоцький Р.Д., Веселовська Н.Р., Токарчук О.А., Склярчук О.В.***РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВУЗЛІВ ПРОЛІЗНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ..... 59***Ludmila Shvets, Olena Trukhanska***DEFORMATION OF ALUMINUM ALLOYS IN ISOTHERMAL CONDITIONS..... 68***Омельянов О.М., Твердохліб І.В.***СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ..... 75***Островський А.Й.***УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ҐРАТУВАННЯ ПРИ ВИЛИВАННІ МЕЛЮЧИХ КУЛЬ У КОКІЛЬ..... 91***Пазюк В.М., Шеманська Є.І., Пазюк Д.В.***РАЦІОНАЛЬНІ РЕЖИМИ СУШІННЯ НАСІННЯ РІПАКУ..... 98***Севостьянов І.В., Краєвський С.О., Севостьянов В.І.***УСТАНОВКИ З ГІДРОПРИВОДОМ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ВОЛОГИХДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ..... 104***Serhiy Burlaka, Svitlana Kravets***DIAGNOSIS OF FUEL EQUIPMENT OF DIESEL ENGINE BY REMOVING VIBRO INDICATORS OF FUEL SUPPLY..... 113***Цуркан О.В., Полевода Ю.А., Присяжнюк Д.В.***ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРАЦІЙНОГО ЗМІШУВАЧА З МАЯТНИКОВИМ МЕХАНІЗМОМ ВІЛЬНОГО ХОДУ..... 124**

III. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

*Рубаненко О.Є., Токарчук О.А.***ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ В УМОВАХ НЕПОВНОТИ ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ..... 136***Штуць А.А., Чмих К.В.***УДОСКОНАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕСОРА ЗА РАХУНОК КОНТУРУ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНОГО РЕЛЕ LOGO! 12/24 RC В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB SIMULINK..... 149**



УДК 629.114.42

DOI: 10.37128/2520-6168-2021-3-7

**РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВУЗЛІВ ПІРОЛІЗНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ
УТИЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ**

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, д.т.н., професор
Вінницький національний технічний університет
Веселовська Наталія Ростиславівна, д.т.н., професор
Токарчук Олексій Анатолійович, к.т.н., доцент
Склярчук Олександр Володимирович, аспірант
Вінницький національний аграрний університет

Rostyslav Iskovich-Lototsky , PhD, Professor
Vinnytsia National Technical University
Natalia Veselovska, PhD, Professor
Oleksii Tokarchuk, PhD, Associate Professor
Oleksandr Skliaruk, postgraduate
Vinnytsia National Agrarian University

При розробці піролізної установки для утилізації медичних відходів критеріями оцінки являлися ергономіка, експлуатаційна надійність, простота і технологічність її виготовлення, а також ремонтоздатність. У визначених умовах експлуатації, враховуючи високу ступінь епідеміологічної небезпеки, забезпечення мінімальної ступені контакту оператора із самими медичними відходами є актуальною задачею.

Тому найбільш ефективним рішенням при розробці простої і експлуатаційно-надійної піролізної установки для утилізації відходів, надало застосування спеціального роботизованого завантажувального пристрою і конструкції пічки для спалювання медичних відходів. Застосування вищевказаних розробок дозволило ефективно для навколишнього середовища, в автоматизованому режимі, утилізувати медичні відходи з мінімальним ступенем контакту оператора із самими медичними відходами, а також з мінімальними економічними і технологічними витратами на утилізацію.

Створення більш простої, високонадійної і безпечної піролізної установки для утилізації медичних відходів із малою вартістю їх виготовлення, підвищеною ремонтпридатністю, і високою екологічною ступені безпеки викликає необхідність проведення спеціальних конструкторських і теоретичних розрахунків.

Піролізні установки для утилізації медичних відходів відрізняються особливим характером роботи, який є в надмірному створенні високих температур, для повної нейтралізації (окислення) небезпечних хімічних сполук, що містяться у медичних відходах. Тому при розробці самої піролізної установки для утилізації медичних відходів слід враховувати перепад температур на вході і на виході самої пічки для спалювання медичних відходів.

У процесі розробки та обґрунтуванні конструкції вузлів нової піролізної установки для утилізації медичних відходів були вирішені наступні задачі:

- розробка принципової схеми вузлів піролізної установки для утилізації медичних відходів, що відображає взаємозв'язок робочих і експлуатаційних параметрів самої піролізної установки;*
- конструкторські розрахунки вузлів піролізної установки для утилізації медичних відходів;*
- теоретичні дослідження впливу робочих і експлуатаційних параметрів піролізної установки для утилізації медичних відходів на технологічний процес утилізації медичних відходів.*

Ключові слова: конструкція, піролізна установка, утилізація, відходи, теплові потоки

Рис. 7. Літ. 8.

1. Постановка проблеми

Переробка медичних відходів в даний час набуває особливої значущості у всьому світі. Збільшується номенклатура вживаних препаратів, об'єми і ступінь небезпеки відходів, що утворюються в результаті діяльності медичних установ. У зв'язку з цим зростає небезпека епідемії.



Тому утилізація сміття є однією з найважливіших проблем сьогодення. В Україні 90% відходів піддаються похованню (депонуванню) на полігонах, що пов'язане із транспортними витратами й відчуженням більших територій. Крім того, полігони часто не відповідають елементарним санітарно-гігієнічним вимогам і є вторинними джерелами забруднення навколишнього середовища. Але, якщо від більшості відходів ще можна порівняно безпечно звільнитися шляхом депонування, то, наприклад, медичні відходи підлягають обов'язковій переробці. Вони значно відрізняються від інших відходів тим, що вони дуже небезпечні для людини, через наявність у їхньому складі збудників різних інфекційних захворювань, токсичних, але й нерідко й радіоактивних речовин. Запропонований метод і конструкторська розробка піролізної установки, яка дозволяє ефективно для навколишнього середовища, в автоматизованому режимі, утилізувати медичні відходи з мінімальним ступенем контакту оператора із самими медичними відходами, а також з мінімальними економічними і технологічними витратами на утилізацію.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Установка для утилізації відходів являє собою складний агрегат, що складається із камери спалювання й допоміжного устаткування, причому всі елементи пічної установки взаємно пов'язані.

Більшість технологічних процесів хімічних виробництв проводяться таким чином, щоб не було відходів виробництва. Однак у деяких виробництвах такі відходи неминучі. До них, у першу чергу, слід віднести стічні води, що містять токсичні органічні й неорганічні речовини, які не вдається знешкодити хімічними, біологічними й іншими способами. У цьому випадку застосовують термічний метод.

Установки для утилізації відходів можна розділити на наступні типи:

- 1) для спалювання твердих відходів;
- 2) для спалювання шлаків;
- 3) для спалювання стічних вод;
- 4) для спалювання, що відходять токсичних газів.

Твердими відходами хімічних виробництв є паперові мішки, дрантя, дерев'яна тара й інші відходи, які просочені хімічними речовинами. Спалювання твердих відходів проводиться в установках для утилізації відходів, двокамерна з перевальною стінкою [1, 2, 3], що зображена на рис. 1.

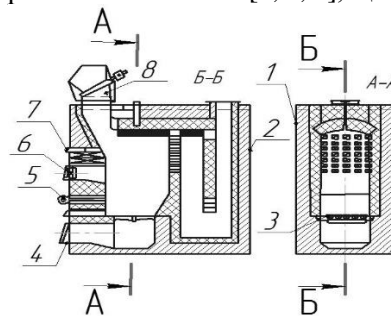


Рис. 1. Установка для утилізації відходів, двокамерна з перевальною стінкою:
1 – каркас; 2 – футеровка; 3 – колосникові ґрати; 4 – вікно для вивантаження золи;
5 – пальник; 6 – вікно для вивантаження сировини; 7 – оглядове вікно; 8 – бункер

У вищенаведеній установці для утилізації відходів у першій камері відбувається згоряння твердих відходів, у другій догорання. Установка для утилізації відходів футерована шамотною цеглою класу "Б" й укладена в металевий каркас. Спалювання відходів проводиться в шарі на нерухливих колосникових ґратах. Завантаження відходів у піч роблять через бункер, розташований над піччю. Бункер має заслінку типу блимавки, яка автоматично закриває його після завантаження. Для спалювання вологих матеріалів в установці для утилізації відходів встановлена інжекційний пальник. Агрегатне завантаження установки для утилізації відходів до 100 кг/год. Також актуальним в міських умовах є використання установок для утилізації стічних вод (рис. 2). Установка для утилізації стічних вод [1, 2, 3] відноситься по конструкції до типу камерних (горизонтальні, вертикальні, циклонні) для спалювання стічних вод є найпоширенішими, хоча по своїй складності й деяким іншим показникам уступають установкам для утилізації відходів з рухомим киплячим шаром.

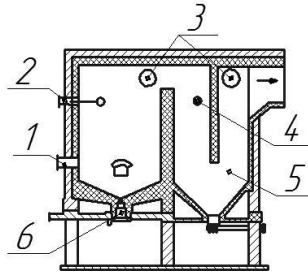


Рис. 2. Камерна установка для утилізації стічних вод:

**1 - форсунка для мазуту; 2 - форсунка для розпилювання стоків; 3 – підливний клапан;
4 – люк для термопари; 5 – камера для осадження летючої золи; 6 – затвор для видалення рідкої золи**

За принципом роботи камерні установка для утилізації відходів можна розділити на два типи:
а) прості – де розпилювання й зневоднювання стічних вод проводиться без збурювання їх димовими газами або вторинним повітрям, що подається на допалювання органічної складової стоку;

б) циклонні – розпилювання й зневоднювання стоку проводиться в камері в закрученому потоці димових газів або вторинного повітря.

Прості камерні установка для утилізації відходів по конфігурації камери можна розділити на два види: прямокутні й циліндричні; циклонні установка для утилізації відходів виконують тільки циліндричними. У промисловості застосовують як вертикальні, так і горизонтальні циліндричні установка для утилізації відходів. У камерних установках для утилізації відходів у якості додаткового палива застосовується як рідке, так і газоподібне, а в циклонних – переважно газоподібне.

Конструкція простої установки для утилізації відходів із прямокутною камерою спалювання стічних вод [1, 2, 3, 8, 9] на рідкому або газоподібним паливі наведена на рисунку 3. Піч являє собою прямокутну камеру, розділену двома перевальними стінками, виконану із шамотної цегли класу "А" и теплоізолювану червоною цеглою. Додаткове паливо, мазут або газ – розпилюється газомазутним пальником 7, що встановлений на нижній частині торцевої стінки першої камери. Стічні води розпилюються газорозподільними ґратами 2, розташованої у верхній частині торцевої стінки установки для утилізації відходів. Краплі розпилених стічних вод падають униз на факел і на розпечені димові гази. Тут відбувається знешкодження стоку, розплавлення мінеральних солей і часткове окиснення органічної складової стоку. Для збільшення часу перебування парогазової суміші в установках для утилізації відходів й допалювання органічного сухого залишку встановлена друга перевальна стінка. Отриманий сплав мінеральних солей у першій камері стікає на под установки для утилізації відходів і через люк віддаляється з установки для утилізації відходів. Віднесені частки мінеральних солей в другій або третій камері осаджуються, опускаються вниз і віддаляються через другий люк. Для забезпечення безпеки роботи від вибуху газоповітряної суміші в період пуску (при роботі на газоподібним паливі) на бічній стінці встановлюються підливні клапани. Димові гази видаляються з установки для утилізації відходів через канал, що розташований на задній торцевій стінці. Для додання будівельної міцності установка має металевий каркас, встановлений на залізобетонному фундаменті.

Великий інтерес представляє конструкція циклонної установка для утилізації відходів для спалювання кубового залишку [1, 2, 3] з одночасним одержанням солі у вигляді плаву у виробництві карбофоса (рис. 4).

Піч установки має циліндричну форму; вона футерована шамотною цеглою класу "А", шамото-легкокавовиком і теплоізолювана діатомітовим порошком. Внутрішня поверхня покрита хроммагнетитовою обмазкою. Топка має форму усеченого конуса й охолоджується водою. Топка укладена в металевий кожух з листової сталі. На верхній і нижній частинах кожуха приварені фланці. Верхній фланець призначений для болтового кріплення роз'ємної кришки, а нижній – для скріплення самої установки з димовідвідною трубою. Роз'ємна кришка виготовлена з листової сталі.

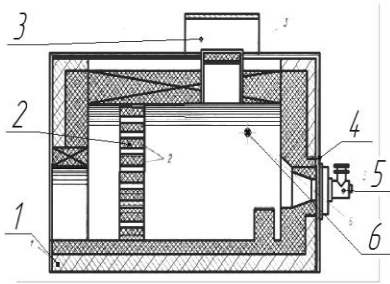


Рис.3. Камерна установка для спалювання стічних вод: 1 – футеровка; 2 – газорозподільні ґрати; 3 – підривний клапан; 4 – кожух; 5 – пальник; 6 – форсунка для розпилювання стоків

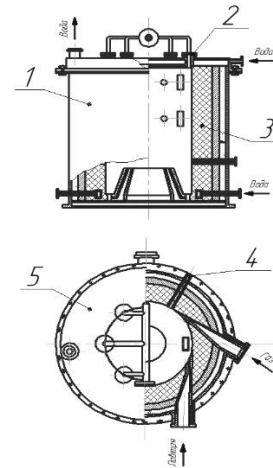


Рис.4. Циклонна установка для спалювання кубового залишку: 1 – каркас; 2 – форсунка для подачі кубового залишку; 3 – футеровка; 4 – запальник; 5 – кришка водоохолоджуюча

На нижній поверхні кришки нанесена вогнетривка змазка. Кришка прохолоджується водою. Кубовий залишок у піч подається шістьма форсунками, установленими на кришці самої установки. Оригінально організоване горіння паливного газу. Паливний газ і повітря для горіння й розведення вводиться в камеру топки установки тангенційно. Згорання газоповітряної суміші відбувається в закрученому середовищі, на яке зверху подається кубовий залишок. В установці для утилізації відходів відбувається зневоднення стоку, окиснення органічної складової й розплавлювання солей. Сплав NaCl стікає по стінці топки до кільцеподібного поду, звідки він віддаляється через спеціально встановлені отвори.

При розробці ефективної піролізної установки для утилізації медичних відходів неможливо не вирішувати проблему вторинного використання тепла відпрацьованих газів, оскільки зниження витрат палива, що забезпечується використанням вторинних енергетичних ресурсів, зменшує шкідливі викиди і знижує забруднення навколишнього середовища і підвищує загальний ККД установки. Тому, розробка ефективного методу та розробка конструкції піролізної установки для утилізації медичних відходів є актуальною задачею.

3. Мета дослідження

Метою роботи розробка методу та конструкції піролізної установки для ефективної утилізації відходів, в умовах підвищених санітарно-гігієнічних нормах і вимог екологічної безпеки із використанням засобів автоматизації.

4. Основні результати дослідження

Запропонована конструкція піролізної установки для утилізації відходів (рис. 5) складається із пластикового контейнера 1, промислового робота модульного типу РПМ-25 - 2, стрічкового конвеєра 3, електродвигуна 4, клинопасової передачі 5, двоступінчатого зубчастого циліндричного редуктора 6, муфти 7, завантажувального бункера 8, піч для спалювання медичних відходів 9, фільтри грубої очистки відпрацьованих газів типу циклон 10, фільтри тонкої очистки 11, димохідної труби 12.

Піролізна установка для утилізації відходів (рис. 5) працює наступним чином. Усі медичні відходи перед утилізацією складаються в пластиковому контейнері 1. Після наповнення баку 1, промисловий робот РПМ-25, модульного типу 2 [5], піднімає контейнер 1, в якому знаходяться медичні відходи, висипає на стрічку конвеєра 3. В свою чергу стрічковий конвеєр 3 подає медичні відходи на завантажувальний бункер 8, а із завантажувального бункера 8 медичні відходи подаються у завантажувальне вікно 13 пічки для спалювання медичних відходів 9. Після спалювання медичних відходів в пічці 9 відпрацьовані гази через вивідні труби 14 подаються на фільтри грубої очистки типу циклон 10 з подальшим очищенням фільтрами тонкої очистки 11 і виведенням у відкрите середовище через димохідну трубу 12.

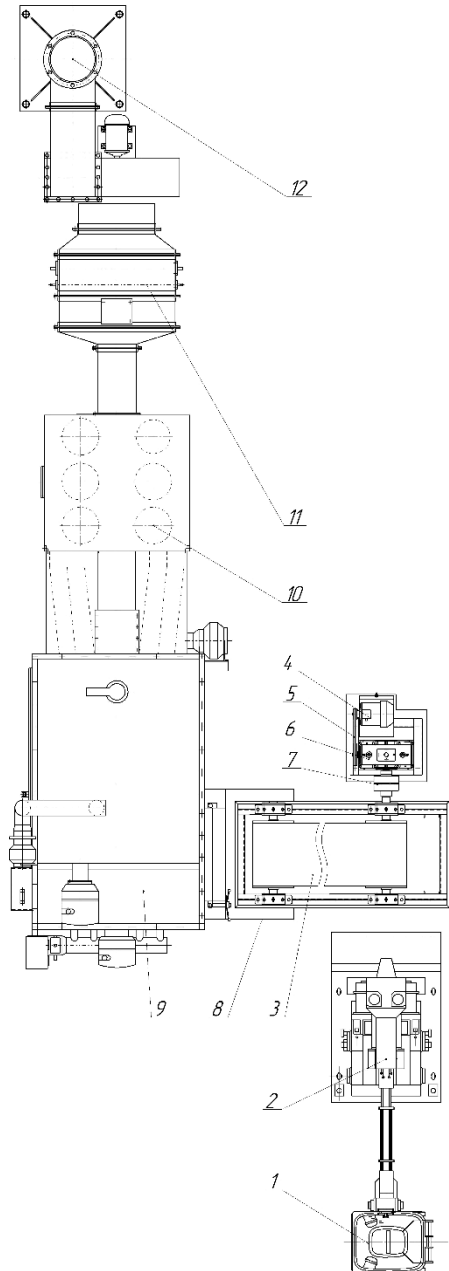


Рис.5. Конструктивна схема піролізної установки для утилізації відходів

На рисунку 6 наведено конструктивну схему роботизованого завантажувального пристрою піролізної установки для утилізації відходів. Він складається із завантажувального контейнера 1, що містить кришку 2, і ручки для захватного пристрою 6 і коліщата 3, для транспортування самого завантажувального контейнера 1. Також в склад роботизованого завантажувального пристрою піролізної установки для утилізації відходів входить промисловий робот РПМ-25 модульного типу 5 із захватним пристроєм 6, а також стрічковий конвеєр, який складається із електродвигуна 12, клинопасової передачі 11, черв'ячного редуктора 10, компенсуючої або пружної муфти 9, приводного барабану 8 зі стрічкою 6, що розміщені на рамі 7.

Роботизований завантажувальний пристрій піролізної установки для утилізації відходів (рис. 6) працює наступним чином. Усі медичні відходи перед утилізацією складаються в пластиковому контейнері 1. Після повного заповнення баку 1, промисловий робот РПМ-25 модульного типу 5 захватним пристроєм 6 через ручки 4, що розташовані на пластиковому контейнері 1, піднімає сам пластиковий контейнер 1, в якому знаходяться медичні відходи висипає, і транспортує висипає медичні відходи із пластикового баку 1 висипає на стрічку конвеєра 6. Приводний барабан 8 зі стрічкою конвеєра 6 приводиться в рух за допомогою електродвигуна 12 через клинопасову передачу 11 і черв'ячний редуктор 10, який з'єднаний з компенсуючою або пружною муфтою 9 на вал приводного барабану 8 зі стрічкою 6 і побутові відходи потрапляють в камеру згорання установки для утилізації побутових відходів.

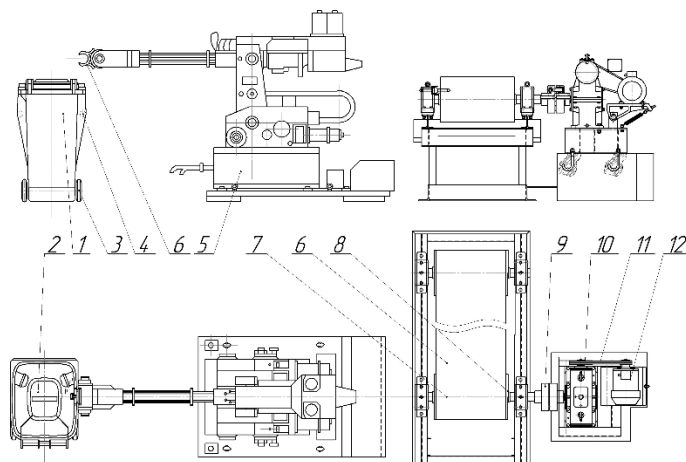


Рис.6. Конструктивна схема роботизованого завантажувального пристрою піролізної установки для утилізації відходів стрічкового конвеєра



Технологічні зони установки для утилізації відходів, призначені для спалювання палива з метою одержання теплоносія необхідних параметрів, використовуюваного в різних печах називаються топками, які у свою чергу складаються з різних функціональних складових, таких як технологічні камери. Кожна технологічна камера топки виконує свою функцію таку як, спалювання, допалювання й охолодження цільових продуктів від хімічних реакцій, що в них протікають. Топки повинні задовольняти наступним основним вимогам:

- 1) забезпечувати повне спалювання палива й високу економічність його використання, і процес горіння повинен піддаватися регулюванню;
- 2) надійні й досить прості для монтажу й обслуговування;
- 3) безпечні в експлуатації;
- 4) досить дешеві.

Проектування оптимальних пічних систем містить у собі оптимізацію проходження термотехнологічних процесів, засобів керування і забезпечення протікання пічних процесів.

Запропонована піролізна установка (рис. 7) [4, 5, 6, 7], яка дозволяє ефективно утилізувати медичні відходи з мінімальними економічними і технологічними витратами та подальшим ефективним використанням теплової енергії [5]. Запропонована піролізна установка працює наступним чином.

Пристрій містить камери спалювання 1, допалювання 2 і охолодження 3, розташованих під єдиним сподом печі 4, системи циклонів 17 і димохідної сурми 6, які сполучені між собою трубопроводами 5 і 16 і утворюють єдину систему направлення газового потоку. Причому об'єм камери спалювання 1 у шість разів більше об'єму камери допалювання 2 тороїдальної форми. У камерах спалювання 1 і допалювання 2 встановлені відповідно інжекторні пальники 7 і 8. Для подачі повітря в камери спалювання 1 та опалювання 2 використано нагнітальний вентилятор 9, а в камері охолодження 3 розміщений теплообмінний вузол казана для нагрівання води 10 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 сполучена з системою циклонів 17 через систему фільтрів 13 трубопроводом 16.

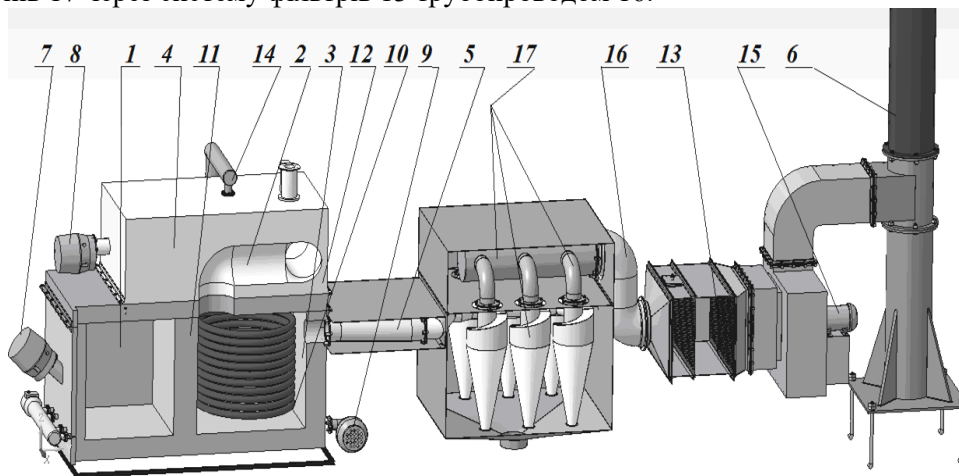


Рис. 7. Модель піролізної установки для утилізації відходів

Для подачі сміття до камери спалювання 1 передуюча стрічковий транспортер, а сама камера спалювання містить вікно завантаження й вікно вивантаження золи. У камеру спалювання 1 через стрічковий транспортер подаються відходи й запалюється інжекторний пальник 7. Досягнувши заданої температури в камері спалювання 1, що контролюється термопарою, запалюється інжекторний пальник 8 у камері допалювання 2. У порожнині камер спалювання 1 і допалювання 2, які розташовані над єдиним сподом печі 4, нагнітальним вентилятором 9 подається потік повітря, який поступає з повітрязабірного люка камери охолодження. Розігрітий газовий потік, що утворився, спрямовується з камери спалювання 1, у камеру допалювання 2 і допалюється за допомогою інжекторного пальника 8, який встановлений під певним кутом до вертикальної й горизонтальної осей. Далі, у камері охолодження 3, очищений від горючих газів і незгорілих частинок, газовий потік нагріває воду, яка протікає через теплообмінний вузол казана для нагрівання води 10 системи комунального обігріву, після чого газовий потік поступає по трубопроводу в систему циклонів 17 і в систему фільтрів 13, де



відбувається додаткове його очищення. З системи циклонів 17 і системи фільтрів 13 вентилятор 15 подає газовий потік у димохідну трубу 6.

5. Висновки

Піролізні установки для утилізації медичних відходів відрізняються особливим характером роботи, що відображається в надмірному створенні високих температур, для повної нейтралізації (окислення) небезпечних хімічних сполук, що містяться у медичних відходах. При розробці самої піролізної установки для утилізації медичних відходів необхідно враховувати перепад температур на вході і на виході самої пічки для спалювання медичних відходів, що запропоновано в роботі.

Список використаних джерел

1. Іскович-Лотоцький Р. Д., Веселовська Н. Р., Іванчук Я. В., Веселовський Я. П. Розрахунок температурних полів в робочих зонах піролізної установки. *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)*. Луцьк. 2013. № 42. С. 113–120.
2. Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброудраного приводу для розвантаження транспортних засобів. *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)*. Луцьк. 2007. № 20. С. 184–187.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука. 1974. 832 с.
4. Клюев В. В., Глазов В. В., Дубровский А. Х. Клюев А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процесов : справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990. 464 с.
5. Пістунів І. М. Проектування інформаційних систем. Д.: Національний гірничий університет, 2008. 71 с.
6. Харченко В. С., Скляр В. В., Тарасюк О. М. Методы моделирования и оценки качества и надежности программного обеспечения. Харьков. 2004. 158 с.
7. Кунцевич В. М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации. Киев Наукова Думка. 2006. 260 с.
8. Струтинський В. Б., Веселовська Н. Р., Зелінська О. В. Автоматизація проектування технологічних процесів та систем. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2008. 3(52). С. 22–30.
9. Ivan Sevostianov, Oleksii Tokarchuk, Maryna Pidlypna. Automated technological projection of classification processes of dry dispersive materials. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №2(113). С. 15–21.

References

- [1] Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y., Veselovska, N., Veselovskyy, R. (2013). Rozrakhunok temperaturnykh poliv v robochykh zonakh piroliznoyi ustanovky [Calculation of temperature fields in the working areas of the pyrolysis unit] *Naukovi notatky*. 42. 184–187. [in Ukrainian].
- [2] Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y. (2007). Doslidzhennya dynamiky protsesu roboty universal'noho hidravlichnoho vibroudраного pryvodu dlya rozvantazhennya transportnykh zasobiv [Investigation of the dynamics of the universal hydraulic vibration drive for unloading vehicles] *Naukovi notatky*. 20. 184–187. [in Ukrainian].
- [3] Korn, H., Korn, T. (1974). Spravochnyk po matematyke dlya nauchnykh robotnykov y ynzhenerov. [Mathematics Handbook for Scientists and Engineers]. Moscow: Nauka. [in Russian].
- [4] Kliuev, V. V., Hlazov, V. V., Dubrovskiy, A. X., Kliuev, A. S. (1990). Proektyrovanye system avtomatyzatsyy tekhnolohycheskykh protsessov : spravochnoe posobye, 2-eyzd., pererab. y dop. M: Enerhoatomyzdat, Moscow. [in Russian].
- [5] Pistunov, I. M. (2008). Proektuvannia informatsii nykh system. D.: Natsionalnyi hirnychiy universytet, Ukraine. [in Ukrainian].
- [6] Kharchenko, V. S., Skliar, V. V., Tarasiuk, O. M. (2004). Metodu modelyrovanyia y otsenky kachestva y nadezhnomy prohrammnoho obespechenyia. Kharkov. [in Russian].
- [7] Kuntsevych, V. M. (2006). Upravlenye v usloviyakh neopredelennosti: harantirovannyye rezultatyv. [in Ukrainian].
- [8] Strutynskiy, V. B., Veselovska, N. R., Zelinska, O. V. (2008). Avtomatyzatsiia proektuvannia tekhnolohichnykh protsesiv ta system. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh*, 3(52), 22–30. [in Ukrainian].
- [9] Ivan Sevostianov, Oleksii Tokarchuk, Maryna Pidlypna (2021). Automated technological projection of classification processes of dry dispersive materials. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 2(113). 15–21. [in Ukrainian].



РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ ПИРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

При разработке пиролизной установки для утилизации медицинских отходов критериями оценки являлись эргономика, эксплуатационная надежность, простота и технологичность ее изготовления, а также ремонтпригодность. В определенных условиях эксплуатации, учитывая высокую степень эпидемиологической опасности, обеспечение минимальной степени контакта оператора с самыми медицинскими отходами является актуальной задачей.

Поэтому наиболее эффективным решением при разработке простой и эксплуатационно-надежной пиролизной установки для утилизации отходов, предоставило применения специального роботизированного загрузочного устройства и конструкции печи для сжигания медицинских отходов. Применение вышеуказанных разработок позволило эффективно для окружающей среды, в автоматизированном режиме, утилизировать медицинские отходы с минимальным степенью контакта оператора с самыми медицинскими отходами, а также с минимальными экономическими и технологическими затратами на утилизацию.

Создание более простой, высоконадежной и безопасной пиролизной установки для утилизации медицинских отходов с малой стоимостью их изготовления, повышенной ремонтпригодностью и высокой экологической степени безопасности вызывает необходимость проведения специальных конструкторских и теоретических расчетов.

Установки для утилизации медицинских отходов отличаются особым характером работы, который есть в чрезмерном создании высоких температур, для полной нейтрализации (окисление) опасных химических соединений, содержащихся в медицинских отходах. Поэтому при разработке самой пиролизной установки для утилизации медицинских отходов следует учитывать перепад температур на входе и на выходе самой печки для сжигания медицинских отходов.

В процессе разработки и обосновании конструкции узлов новой установки для утилизации медицинских отходов были решены следующие задачи:

- разработка принципиальной схемы узлов установки для утилизации медицинских отходов, отражает взаимосвязь рабочих и эксплуатационных параметров самой установки;
- конструкторские расчеты узлов установки для утилизации медицинских отходов;
- теоретические исследования влияния рабочих и эксплуатационных параметров установки для утилизации медицинских отходов в технологический процесс утилизации медицинских отходов.

Ключевые слова: конструкция, пиролизная установка, утилизация, отходы, тепловые потоки
Рис. 7. Лит. 8.

DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF THE STRUCTURE OF ASSEMBLIES OF PYROLYSIS INSTALLATION FOR UTILIZATION OF MEDICAL WASTE

When developing a pyrolysis plant for the disposal of medical waste, the evaluation criteria were ergonomics, operational reliability, simplicity and manufacturability of its manufacture, as well as maintainability. In certain operating conditions, given the high degree of epidemiological danger, ensuring the minimum degree of operator contact with the most medical waste is an urgent task. Therefore, the most effective solution in the development of a simple and operationally reliable pyrolysis plant for waste disposal, provided the use of a special robotic loading device and a furnace design for incinerating medical waste.

The application of the above developments made it possible to efficiently for the environment, in an automated mode, dispose of medical waste with a minimum degree of operator contact with the most medical waste, as well as with minimal economic and technological disposal costs. The creation of a simpler, highly reliable and safe pyrolysis plant for the disposal of medical waste with a low cost of their manufacture, increased maintainability and a high environmental safety degree necessitates special design and theoretical calculations.

Plants for the disposal of medical waste are distinguished by a special nature of work, which is the excessive creation of high temperatures, for the complete neutralization (oxidation) of hazardous chemical compounds contained in medical waste. Therefore, when developing the pyrolysis plant itself for the disposal of medical waste, one should take into account the temperature difference at the inlet and outlet of the furnace itself for incinerating medical waste. In the process of developing and justifying the design of the units of the new installation for the disposal of medical waste, the following tasks were solved: - development of a schematic diagram of the units of the facility for the disposal of medical waste, reflects the relationship between the operating and operational parameters of the facility itself; - design calculations for the units of the facility for the disposal of medical waste; - theoretical studies of the influence of the operating and operational parameters



of the installation for the disposal of medical waste in the technological process of disposal of medical waste.

Key words: construction, pyrolysis plant, utilization, waste, heat fluxes

Fig. 7. Ref. 8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович – доктор технічних наук, професор кафедри «Галузевого машинобудування» Вінницького національного технічного університету (вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021, e-mail: islord@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3920-3019>).

Веселовська Наталія Ростиславівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9399-6721>).

Токарчук Олексій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: tokarchyk08@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8036-1743>).

Склярчук Олександр Володимирович – аспірант кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008).

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитриевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Отраслевого машиностроения» Винницкого национального технического университета (ул. Хмельницкое шоссе, 95, г. Винница, Украина, 21021, e-mail: islord@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3920-3019>).

Веселовская Наталия Ростиславовна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Машин и оборудования сельскохозяйственного производства» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9399-6721>).

Токарчук Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: tokarchyk08@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8036-1743>).

Склярчук Александр Владимирович – аспирант кафедры «Машин и оборудования сельскохозяйственного производства» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008).

Rostyslav Iskovich-Lototsky – Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of "Branch Mechanical Engineering" of Vinnitsa National Technical University (95, Khmelnytsky Shose Str., Vinnitsya, Ukraine, 21021, e-mail: islord@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3920-3019>).

Nataliia Veselovska – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Machines and Equipment of Agricultural Production of Vinnitsa National Agrarian University (3 Soniachna St., Vinnitsya, Ukraine, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9399-6721>).

Oleksii Tokarchuk – PhD, Associate Professor of the Department of technological processes and equipment for processing of the Vinnitsya National Agrarian University (3, Sonyachna st., Vinnitsya, Ukraine, 21008, e-mail: tokarchyk08@net.ukr, <https://orcid.org/0000-0001-8036-1743>).

Oleksandr Skliaruk – Postgraduate Student of the Department of "Machines and Equipment for Agricultural Production" of Vinnitsya National Agrarian University (3, Solnyschaya St., Vinnitsya, Ukraine, 21008).