

У збірнику опубліковані наукові статті з екології, сільськогосподарських меліорацій (сільськогосподарські науки), агроґрунтознавства та агрофізики, раціонального використання природних ресурсів, водних біоресурсів. Призначений для наукових працівників, інженерів, аспірантів та студентів навчальних закладів.

Головний редактор: Мошинський В. С.,

д.с.-г.н., професор, ректор.

Заступник головного редактора: Савіна Н. Б.,

д.е.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків.

Відповідальний секретар: Вознюк Н. М.,

к.с.-г.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Редакційна колегія:

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства (НУВГП, Рівне)

Прищепа А. М., д.с.-г.н., професор, директор навчально-наукового інституту агроекології та землеустрою (НУВГП, Рівне)

Лико Д. В., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, географії та туризму (Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне)

Польовий В. М., д.с.-г.н., професор, академік НААН України, професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства (НУВГП, Рівне)

Скрипчук П. М., д.е.н., професор, професор кафедри менеджменту (НУВГП, Рівне)

Гриб Й. В., д.б.н., професор, професор кафедри водних біоресурсів (НУВГП, Рівне)

Клименко О. М., д.с.-г.н., професор, професор кафедри туризму та готельно-ресторанної справи (НУВГП, Рівне)

Бєдункова О. О., д.б.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства (НУВГП, Рівне)

Гроховська Ю. Р., д.с.-г.н., професор, професор кафедри водних біоресурсів (НУВГП, Рівне)

Лисиця А. В., д.б.н., професор, професор кафедри екології, географії та туризму (Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне)

Мудрак О. В., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, природничих та математичних наук (Комунальний вищий навчальний заклад «Вінницька академія неперервної освіти» (м. Вінниця)

Вознюк Н. М., к.с.-г.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства (НУВГП, Рівне)

Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства (НУВГП, Рівне)

Ліхо О. А., к.с.-г.н., доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства (НУВГП, Рівне)

Личук Тарас, Міністерство сільського господарства Канади, головний науковий співробітник, керівник дослідницької програми точного землеробства, Ph.D (Оттава, Канада)

Панасюк Даміан, доктор філософії (Wydział Inżynierii Środowiska), професор факультету біології та екології, Університет кардинала Стефана Вишинського (м. Варшава, Польща)

Матеріали збірнику розглянуто і рекомендовано до видання
Вченою радою університету 27 вересня 2024 р., протокол № 9.
Ідентифікатор медіа: R30-05354

Адреса редколегії: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП
© Національний університет водного господарства
та природокористування, 2024
<https://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/agri>

BULLETIN

**NATIONAL UNIVERSITY OF
WATER AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING**

ISSN 2306-5478

VOLUME 3(107)

<https://doi.org/10.31713/vs320240>

**Founded
In 1999**

The given Collection of Scientific Papers
is approved by the Decree of the
Ministry of Education and Science of
Ukraine # 1188 dated September
4, 2020, category "B" (majors: 101, 201)

Collection of Scientific Papers

Agricultural Sciences

Scientific Editorial Board Address:
33028 Rivne, vul. Soborna, 11, NUWEE

Tel: (0362)63-57-31

© National University of Water and
Environmental Engineering, 2024

The collection contains scientific papers on ecology, agricultural reclamation (agricultural sciences), agricultural soil science and agrophysics, rational use of natural resources and water bioresources. The given Bulletin is designed for scientists, engineers, graduate students and undergraduate students of educational establishments.

Senior Editor: Moshynskiy V. S.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector.

Deputy Editor: Savina N. B., Doctor of Economics, Professor,

Vice-Rector for Research and International Relations.

Executive Secretary: Vozniuk N. M.,

Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Professor of

Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department.

Scientific Editorial Board:

Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Head of Ecology, Technologies of
Environmental Protection and Forestry Department
(NUWEE, Rivne)

Pryshchepa A. M., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Director of
Institute of Agroecology and Land
Management (NUWEE, Rivne)

Lyko D. V., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Head of Ecology,
Geography and Tourism Department (Rivne State
Humanitarian University)

Polovyi V. M., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Academician of NAAS of Ukraine,
Professor of Agrochemistry, Soil Science and
Agriculture Department (NUWEE, Rivne)

Skrypchuk P. M. Doctor of Economics, Professor,
Professor of Management Department
(NUWEE, Rivne)

Hryb Y. V., Doctor of Biological Sciences, Professor,
Professor of Water Bioresources Department
(NUWEE, Rivne)

Klymenko O. M., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Professor of Tourism and Hotel and
Restaurant Business Department
(NUWEE, Rivne)

Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences,
Professor, Professor of Ecology, Technologies of
Environmental Protection and Forestry Department
(NUWEE, Rivne)

Hrokhovska Y. R., Doctor of Agricultural Sciences,
Professor, Professor of Water Bioresources
Department (NUWEE, Rivne)

Lysytsia A. V., Doctor of Biological Sciences, Professor,
Professor of Ecology, Geography and Tourism
Department (Rivne State Humanitarian University)

Mudrak O. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Ecology, Natural and
Mathematical Sciences (Municipal Higher Educational
Institution «Vinnytsia Academy of Continuing
Education») (Vinnytsia)

Vozniuk N. M., Candidate of Agricultural
Sciences, Professor, Professor of the Department of
Ecology, Technologies of Environmental
Protection and Forestry (NUWEE, Rivne)

Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Ecology, Technologies of
Environmental Protection and Forestry Department
(NUWEE, Rivne)

Likho O. A., Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Ecology, Technologies of
Environmental Protection and Forestry Department
(NUWEE, Rivne)

Lyчук Taras, Department of Agriculture
of Canada, chief researcher, head of the
research program of precision agriculture, Ph.D
(Ottawa, Canada)

Panasiuk Damian, Doctor of Philosophy, Professor of
Biology and Environmental Sciences Faculty, Cardinal
Stefan Wyszyński University in Warsaw (Warsaw,
Poland)

All papers have been reviewed and accepted for publication
by the Academic Council of the University on September 27, 2024,
Academic Council Meeting Minutes #9.
Media identifier: R30-05354

Scientific Editorial Board Address: 33028, Rivne, vul. Soborna, 11, NUWEE
© National University of Water and Environmental Engineering, 2024
<https://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/agri>

Максютов А. О., к.пед.н., доцент (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, Черкаська область, andriy.maksyutov@udpu.edu.ua), **Брежицька О. А., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, l.a.breguska@nuwm.edu.ua), **Скиба В. П., к.с.-г.н., доцент** (Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, skiff_vika@ukr.net)

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті проаналізовано основні переваги використання енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів.

В результаті проведених досліджень, доведено, що в сучасних складних економічних умовах, підвищення ефективності роботи деревообробних виробництв, коефіцієнта використання деревини місцевих і привізних порід та охорона навколишнього середовища є актуальними завданнями. У зв'язку з цим виникає необхідність аналізу існуючих і розробки концептуально нових енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів та організації такого виду робіт.

Встановлено, що все більшого поширення набувають способи отримання теплової енергії за рахунок термічної переробки відходів деревообробної промисловості.

Доведено, що основним недоліком процесу термічної переробки деревних матеріалів є те, що не забезпечується екологічна чистота цього процесу, оскільки при згорянні відходів, забруднених різними полімерними включеннями, відбувається виділення з газами в атмосферу різних токсичних і високотоксичних речовин. Все це призводить до необхідності розробки та впровадження дорого вартісних систем газоочищення.

Ключові слова: технології виробництва; деревні матеріали; коефіцієнт використання деревини; термічна обробка; деревообробна промисловість; лісові ресурси; географія світового

господарства; екологічна безпека; дослідно-промислові роботи.

Постановка проблеми. Раціональне природокористування та екологічна безпека технологічних процесів – пріоритетний напрям розвитку економіки України, що зумовлює необхідність розробки енерго- та ресурсозберігаючих технологій усіх галузей промисловості. Деревообробна промисловість не є виключенням, адже вона є важливою галуззю лісового комплексу. Підприємства деревообробної промисловості виготовляють головним чином товари споживання, однак значна частина її відходів використовуються для одержання теплової та електричної енергії.

Україна має досить великі лісові ресурси (загальна площа лісового фонду України становить – 10,4 млн га, із яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн га). Отже, підвищення ефективності деревообробних виробництв, коефіцієнта використання деревини місцевих і привізних порід та охорона навколишнього середовища є актуальними завданнями. Нині потрібна вдоскоалена та екологічно чиста технологія переробки деревини, що дозволить переглянути питання використання деревини, у тому числі низькосортної, для потреб меблевого, паперового та інших виробництв.

З огляду на зростаючі масштаби виробничої діяльності і пов'язаного з цим катастрофічного рівня техногенного навантаження на довкілля охорона довкілля останніми роками стала однією з найважливіших проблем людства. Вирішення цієї проблеми безпосередньо залежить від розробки безвідходних та енергозберігаючих технологій. Але на сучасному етапі людство не має достатніх ресурсів для закриття існуючих виробництв та переходу лише на безвідходні технології. Тому сьогодні найбільш поширеним методом вирішення проблеми захисту довкілля залишається використання у існуючому технологічному процесі ефективного обладнання для переробки відходів. Зусилля провідних вчених спрямовані на вдосконалення очисного обладнання та інтенсифікацію процесу масообміну за рахунок збільшення поверхні контакту фаз та використання інтенсивних гідродинамічних режимів. Такий підхід призводить до збільшення габаритів очисних установок і підвищення енерговитрат, але не зменшує загальної кількості викидів, що утворюються.

Найбільш гостро ця проблема стоїть у питаннях захисту атмосферного повітря, оскільки обсяги парогазових викидів сучасних промислових підприємств становлять сотні тисяч кубічних метрів за годину. Найбільш ефективним є комплексне вдосконалення технологічних процесів з метою скорочення відходів, що утворюються, але ця процедура ускладнена різноманіттям супроводжуваних ці процеси явищ, величезною кількістю реагентів, що беруть участь, відсутністю узагальнених методів розрахунку і схем їх ефективної реалізації.

Таким чином, удосконалення існуючих та створення нових високоефективних енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів є актуальним завданням, що має важливе господарське значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових досліджень, присвячених особливостям впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій переробки деревних матеріалів, засвідчує зростання зацікавленості науковців, експертів, політичних і громадських діячів до питань розробки сучасних технологій термічної переробки деревних матеріалів: Черчик Л. [3], Бегун С. [3], Кизим М. [4], Ярошенко І. [4], Хаустова В. [4], Губарева І. [4], Карпук А. [5], Созанський Л.Й. [7], Кривда О.В. [8], Місюра О. [9], Купчак П.М. [10] та інші. Особливу увагу в наукових публікаціях присвячено розгляду технологій, що використовуються деревообробною промисловістю та впровадженню механізму сучасних енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів.

Мета і завдання досліджень. Розглянути особливості функціонування, організації та експлуатації енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів.

Визначити практичне значення використання енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів.

Виявити та охарактеризувати перспективи і передумови створення новітніх енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів в Україні.

Виклад основного матеріалу досліджень. Науково-технічний прогрес і пов'язані з ним величезні масштаби виробничої діяльності призвели не тільки до великих позитивних перетворень у світі, але і

до різкого погіршення стану навколишнього середовища. Посилення техногенного впливу на довкілля породило низку екологічних проблем, пов'язаних зі станом атмосфери, гідросфери та літосфери.

Будь-який об'єкт промислового виробництва у своїй «еволюції» проходить три основні стадії: сировина (основні та допоміжні матеріали), власне виробництво та готова продукція. Більшість операцій підготовки вихідної сировини та матеріалів до здійснення технологічного процесу у найбільш ефективній формі виробництва (очищення, збагачення тощо) та операцій, що становлять технологічний процес, пов'язані з утворенням різних відходів. Використання готової продукції може супроводжуватися утворенням шкідливих речовин, а після закінчення терміну експлуатації продукції потрібна її утилізація або вторинна переробка.

Основним напрямом охорони навколишнього середовища від забруднення промисловими відходами деревообробних виробництв має стати розробка та впровадження маловідходних, безвідходних енерго- і ресурсозберігаючих технологічних виробництв. Однак завдання створення енерго- і ресурсозберігаючих технологій – стратегічне та розраховане на тривалий період. Скорочення ж відходів існуючого деревопереробного виробництва – найгостріша проблема сьогодення, найпоширенішим методом вирішення цієї проблеми залишається розробка ефективних очисних установок для переробки газоподібних, рідких та твердих відходів [10].

Визначення пріоритетного напрямку охорони навколишнього середовища дуже умовне, але все ж таки з низки причин необхідно віддати перевагу проблемі захисту атмосферного повітря. По-перше, атмосфера – захисний шар Землі, цілісність якого визначає стан людства та саме існування життя на нашій планеті. По-друге, повітряні потоки, опади та інші атмосферні явища «не визнають» державних кордонів. По-третє, саме через атмосферу замикається кругообіг більшості шкідливих речовин, незалежно від агрегатного стану викидів.

Хімічною переробкою деревини займається целюлозно-паперова, гідролізна, лісохімічна промисловість. Целюлозно-паперова промисловість належить до провідних галузей господарства, оскільки Україна має у своєму розпорядженні значні лісосировинні ресурси. Продукцією целюлозно-паперової промисловості є різні види волокнистих напівфабрикатів (у тому

числі сульфїтна та сульфатна целюлоза), папір, картон та вироби з них. Побічні продукти галузі: кормові дріжджі, канїфоль, скипидар, жирні кислоти та інше [4, С. 476].

Підприємства целюлозно-паперової, гідролїзної та лісохімічної промисловості є одними із наймасштабніших за величиною токсичних викидів в атмосферу і гідросферу. Крім того, характерною рисою українських промислових підприємств є застаріле обладнання та технологічні процеси. У зв'язку з цим галузь відрізняється великою відходністю, мізерністю засобів очищення та нейтралізації токсичних викидів та скидів, застосуванням на виробництві небезпечних хімічних речовин, наявністю підприємств, що спричиняють шкідливий вплив як на персонал, так і на довкілля.

В останні роки звертається особлива увага на здійснення комплексу заходів, спрямованих на охорону довкілля. Зокрема, вводяться в експлуатацію складні системи газоочищення, очисні споруди, впроваджується обігове водокористування та безстічна технологія.

У технологічних процесах целюлозно-паперових, гідролітичних та лісохімічних виробництв поряд з цільовими утворюються побічні продукти, що представляють практично всі класи органічних та безліч неорганічних речовин. Якщо не вживаються належні заходи щодо очищення промислових викидів, то непоправна шкода завдається не тільки навколишньому середовищу, а й здоров'ю людини.

Для недопущення забруднення водойм та повітряного басейну слід використовувати технологічні методи, в основі яких лежить: удосконалення основних технологічних процесів з метою мінімізації викидів шкідливих речовин; рекуперація та регенерація цінних хімікатів із промислових викидів; утилізація цінних продуктів із промислових викидів; створення замкнутих систем водокористування.

Утилізація первинних відходів, що утворюються безпосередньо в результаті проведення основних технологічних процесів, і вторинних, що утворюються при переробці відходів у системах рекуперації, регенерації та санітарної очистки промислових викидів, створює технічні передумови для організації та впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій виробництв [1, С. 33].

Серед підприємств хімічної переробки деревних матеріалів основними джерелами забруднення атмосфери є целюлозно-паперові комбінати, гідролізні заводи, підприємства лісохімії, теплові станції, що працюють на відходах деревообробки. Кожне із цих джерел виділяє велику кількість специфічних токсичних речовин. За останні десятиліття в нашій країні та за кордоном було виконано багато робіт із дослідження виробничих викидів. Хоча інформація, що наводиться в науково-технічній літературі, далеко не повністю охоплює всі технологічні процеси і часто не враховує їх динаміки, вона цілком може бути використана для аналізу викидів. Викиди в атмосферу розрізняють за їхнім виглядом, складом, концентрацією, кількістю, агрегатним станом, характером прояву в атмосфері, впливом на біосферу, за цінностями компонентів та багатьма іншими ознаками.

Все більшого поширення набувають способи отримання теплової енергії за рахунок термічної переробки відходів деревообробної промисловості. Але навіть при спалюванні такого, як прийнято вважати, «екологічно чистого» палива, як деревина, з димовими газами в атмосферу потрапляє ціла гама токсичних компонентів, що є трифазною системою, що складається з суміші газів, рідини і твердих частинок. За певних умов можливі міжфазні взаємодії компонентів димових газів, перехід речовин з однієї фази в іншу, а також зміна їхніх агрегатних станів. Склад димових газів, що утворюються при спалюванні, надзвичайно складний, і залежно від виду спалюваних відходів може включати велику кількість токсичних речовин. Так, виробництво паперу та плитних матеріалів, що широко використовуються для виготовлення меблів, пов'язане з виділенням в атмосферу великої кількості різноманітних летких токсичних речовин. Вміст їх у викидах обумовлено застосуванням у технологічному процесі полімерних матеріалів, що містять деяку кількість мономерів, та лакофарбових матеріалів. Основними джерелами забруднення атмосфери у технології обробки поверхонь є просочувальні лінії, лакофарбувальні машини, апарати конвекційного сушіння, фарбувальні камери тощо [5, С. 181].

Серед деревопереробних підприємств з різноманітності викидів помітно виділяються підприємства хімічної переробки деревини, що пояснюється різноманітністю технологічних процесів, сировини та реагентів, широким асортиментом готової продукції. Істотно

впливають характер викидів та особливості хімічної технології: наявність періодичних процесів, застосування високих температур і тисків, а також недостатня ефективність існуючих методів уловлювання викидів, що утворюються. Так, на більшості підприємств з виробництва паперу при варінні целюлози та на наступній стадії її вивантаження відбувається бурхливе закипання суміші з виділенням токсичних газів, що потрапляють у виробниче приміщення та атмосферу. При виготовленні виробів екструзією або за допомогою прес-форм утворюються газоподібні викиди у вигляді парів кислот, фенолу тощо.

В цей час у світовій промисловій практиці використовуються десятки різних пристроїв та технологічних схем термічної переробки деревини, конструктивні особливості яких визначаються вимогами до охорони навколишнього середовища.

Термохімічні методи обробки деревини поділяються на 4 основні напрямки: спалювання, піроліз, газифікація, термодифікація. Ці процеси, хоча і відрізняються один від одного тільки кількістю кисню, що вводиться в камеру термічної переробки і температурою, що утворюється при цьому, але мають різне апаратне оформлення і є дуже складними явищами, що включають безліч пов'язаних між собою фізико-механічних і хімічних процесів, таких як: тепло масообмін, фазові переходи, процеси перенесення в газових сумішах, що реагують, і рух середовища. При цьому хімічні процеси є реакціями, що складаються з цілого ряду елементарних взаємодій.

Процес горіння можна охарактеризувати як нестационарний турбулентний тепломасообмін за наявності динамічних джерел тепла та речовини.

Термохімічне розкладання деревини – складний процес, що включає реакції деструкції та синтезу компонентів деревного комплексу. Розпад деревини спостерігається вже за порівняно низьких температур у процесі сушіння технологічної деревини, пресування тощо. Тому важливо мати уявлення про хімічні перетворення деревини за температур, що передують екзотермічному розкладанню.

Викиди, що утворюються при неповному згоранні, можуть бути спричинені: – неправильним змішуванням повітря та палива в паливній камері, внаслідок чого утворюються локальні зони з нестачею повітря;

- недостатньою кількістю кисню;
- низькою температура горіння;
- недостатнім часом перебування в камері згорання [8, С. 235].

Горіння біомаси є складним процесом з багатьма змінними, які прямо чи опосередковано впливають на рівні викидів та ефективність використання енергії.

Теплообмін може здійснюватися за допомогою передачі, конвекції та випромінювання теплоти. Для забезпечення низького рівня викидів при неповному згорянні палива необхідно мінімізувати втрати тепла в камері за допомогою оптимізації змінних характеристик, що мають прямий вплив на механізми теплопередачі. Значна кількість теплоти акумулюється на стінках камери згорання, що забирає теплоту з об'єму камери згорання на початковому етапі процесу горіння. Цей процес відіграє особливо важливу роль при спалюванні біомаси в установках малої потужності. Температура камери може бути значно підвищена шляхом попереднього підігріву повітря. Повітря, що подається, може бути попередньо підігріте за допомогою теплообміну з газом після випуску останнього з камери.

Значення рівня вологості є однією з найважливіших характеристик палива. В установках періодичної дії вміст вологи безперервно змінюється залежно від ступеня вигорання палива. Волога вивільняється на етапі виходу летких речовин і її вміст зменшується в міру вигорання палива. Тому негативний вплив рівня вологості на процес горіння може бути значним на перших етапах фази виходу летких речовин, що може призводити до підвищення викидів від неповного згорання палива. Чим вищий коефіцієнт корисної дії топкових пристроїв, тим нижчі викиди топкових речовин в атмосферу.

Ефективним заходом підвищення ефективності установки спалювання є зниження вмісту надлишкового кисню в топковому газі. Існує два технологічні варіанти зниження коефіцієнта надлишку повітря з одночасним забезпеченням повного згорання палива. Одним з таких варіантів є встановлення кисневого датчика, з'єднаного з датчиком окису вуглецю в потоці газу на виході з котла, з метою оптимізації подачі вторинного повітря.

Другий варіант передбачає підвищення якості змішування газу з повітрям топки. Шляхом зниження концентрації надлишкового кисню в топковому газі знижується обсяг газу, що дозволяє

зменшити розміри котлоагрегатів і скрубєрів топкового газу. При цьому необхідно забезпечити зниження концентрації надлишкового кисню в топковому газі, що супроводжувалося підвищенням температури горіння, а це передбачає використання ефективної системи контролю температури в топці.

Найбільш ефективним та у багатьох випадках економічно виправданим методом утилізації енергії топкового газу є метод його конденсації. Крім того, що цей процес має високий потенціал утилізації енергії (до 20% від спожитої енергії паливної біомаси), він також забезпечує високий ступінь осадження пилу (40–75%) і дозволяє запобігти конденсації топкового газу на поверхні димової труби при температурі довкілля до -10°C [6].

Основний недолік процесу спалювання в тому, що не забезпечується екологічна чистота процесу, оскільки при згорянні відходів, забруднених різними полімерними включеннями, відбувається виділення з газами в атмосферу різних токсичних і високотоксичних речовин. Все це призводить до необхідності впровадження дороговартісних систем газоочищення.

У процесі піролізу виділяється окис і двоокис вуглецю, газоподібні вуглеводні (граничні та ненасичені), водень, вода (не тільки волога деревини, а й продукт хімічного розпаду її компонентів), кислоти (мурашина, оцтова і в невеликій кількості вищі кислоти того ж ряду), метанол, кетони, ефіри тощо. Усі ці речовини виділяються у формі парогазової суміші, також у краплинній фазі (у формі туману) перебувають і смолисті речовини [7, С. 47].

Ці смолисті речовини за ознакою розчинності у водному конденсаті з парогазової суміші поділяються на розчинну та відстійну смоли. Розчинна частина в основному складається з уламків целюлози та геміцелюлози вуглеводного та вуглеводного характеру, але містить і найпростіші феноли. Відстійна смола виходить головним чином за рахунок розпаду лігніну та містить речовини фенольного характеру, нейтральні сполуки різної структури та кислоти.

Темпи виділення різних компонентів є різними. Першими виділяються ті речовини, які утворюються за рахунок відщеплення бічних ланцюгів полімерів деревини та розпаду термічно неміцних її компонентів. В останню чергу руйнується лігнін. Розпад має характер ланцюга перетворень. Процес істотно залежить від початкової

вологості, яка змінюється від 75% для щойно доставленої деревини, до 15% для повітряно-сухої деревини.

Газифікація є високотемпературним термохімічним процесом взаємодії органічної маси з газифікуючими агентами, в результаті чого утворюються горючі гази.

Залежно від розташування місця подачі повітря та місця виходу газу розрізняють три типи газогенераторів:

- газогенератори протиточного процесу газифікації;
- газогенератори прямоточного процесу газифікації;
- газогенератори перехресного процесу газифікації [2].

До недоліків газогенераторів протиточного процесу газифікації відносять погану якість переробки смол, які є відходах. Наявність в генераторному газі великої кількості смол, що не розклалися, робить його непридатним для використання в пальникових пристроях, оскільки при охолодженні газу смоли конденсуються в газошляхах, порушуючи тим самим їхню роботу.

Переробляти смоли, які є у відходах, здатний газогенератор прямоточного типу. В газогенераторі цього типу повітря подається в його середню частину, в якій відбувається процес горіння. Гази, що утворюються при цьому, відводяться знизу. Таким чином, активна зона займає частину газогенератора від місця підведення повітря до газовідвідних патрубків. Зона сухої перегонки (піролізу) і зона підсушування розташовуються, як і в першому випадку, вище активної зони і обігріваються теплом, що випромінюється зоною горіння. Однак пари води та леткі речовини не можуть вийти з газогенератора, минаючи зони горіння та відновлення. Проходячи через зону горіння, що має високу температуру, продукти сухої перегонки розкладаються, в результаті чого кількість смол в газі значно зменшується [3, С. 102].

При перехресному процесі газифікації повітряне дуття подається збоку в нижній частині газогенератора, а парогазова суміш, що утворюється (генераторний газ) відводиться через відвідну решітку з протилежного боку. Активна зона зосереджена на невеликому просторі між механізмом подачі газу та газовідвідними ґратами. Над активною зоною розташовуються зона сухої перегонки, і вище – зона підсушування палива. Однак цей газогенератор, як і газифікатор протиточного типу, непридатний для газифікації відходів з великим вмістом летючих речовин та смол, оскільки не може

забезпечити утворення безсмольного газу.

Генераторні гази, одержувані в генераторах, що працюють за прямоточним процесом газифікації, мають ширші можливості безпосереднього енергетичного та технологічного використання, ніж генераторні гази, одержувані в результаті протиточного процесу. Цей процес супроводжується меншою кількістю активних і шкідливих домішок в генераторних газах прямоточного процесу, оскільки більшість цих домішок термічно розкладається під впливом високих температур під час проходження через зону горіння і газифікації. Крім того, частина решти термостійких домішок збирається на поверхні частинок золи та шлаків, що утворюються з мінеральної частини вихідного твердого палива [9].

Численні порівняльні аналізи хімічного складу генераторних газів протиточних і прямоточних процесів газифікації на деревному паливі показали, що вміст парів піролізних смол, оцтової кислоти, фенолу та інших шкідливих та хімічно активних домішок у генераторному газі прямоточного процесу в сотні разів менший протиточного процесу. Ця перевага дозволяє значно спрощувати технологічні схеми використання генераторних газів, зменшувати кількість обладнання для додаткового очищення одержуваних газів від агресивних домішок та смол, а отже, це дає змогу транспортувати гази, що одержуються в результаті прямоточного процесу газифікації, трубопроводами на значно більші відстані, ніж гази, одержувані в результаті протиточного процесу газифікації.

Отже, зі збільшенням масштабів використання продукції деревообробної промисловості та пов'язаною із цим процесом інтенсифікацією забруднення навколишнього середовища, доцільною є розробка не швидких та ефективних способів захисту від забруднення, а технологій попередження шкідливого впливу забруднювачів повітря, які включають в себе сучасні енергошок- і ресурсозберігаючі технології термічної обробки сировини. Надзвичайно актуальною ця проблема є в деревообробній промисловості, особливо під час термічної обробки деревини.

Висновки. Таким чином, на основі вищевикладеного можна зробити висновок, що на сьогоднішній день розробка та впровадження сучасних енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної обробки деревини є нагальною проблемою, що стоїть перед деревообробною промисловістю України.

Отже, розвиток деревообробної промисловості в сучасних умовах вимагає гнучкості, інноваційності та вміння адаптуватися до нових умов. Водночас деревообробна промисловість повинна виконувати важливу функцію в забезпеченні потреб господарського комплексу, промисловості, потреб населення та сприяти відновленню економічного потенціалу нашої країни із врахуванням та мінімізацією негативного впливу на оточуюче середовище.

Розглядаючи питання впровадження та використання сучасних енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної обробки деревини можна стверджувати, що в сучасних складних економічних умовах, підвищення ефективності роботи деревообробних виробництв, коефіцієнта використання деревини та охорона навколишнього середовища є актуальними завданнями.

Доведено, що основним недоліком процесу термічної переробки деревинним матеріалів є те, що не забезпечується екологічна чистота цього процесу, так як при згорянні відходів, забруднених різними полімерними включеннями, відбувається виділення з газами в атмосферу різних токсичних і високотоксичних речовин. Все це призводить до необхідності розробки та впровадження дороговартісних енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної обробки деревини.

1. Невар О. В. Особливості розвитку деревообробної промисловості в Україні та її регіонах. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені Гжицького. Сер. Економічні науки*. 2022. № 100. Т. 24. С. 33–39. 2. Гайда Ю. І., Кузик І. В. Лісопромисловий комплекс України: сучасний стан та домінанти розвитку. *Ефективна економіка*. 2021. № 3. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8735> (дата звернення: 28.08.2024). 3. Черчик Л., Бегун С. Статистичне дослідження експорту деревини в Україні. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2018. № 3. С. 102–109. 4. Кизим О. М., Ярошенко І. В., Хаустова В. Є., Губарева І. О. Формування стратегічних пріоритетів розвитку лісопромислового комплексу України : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л.М., 2019. 476 с. 5. Карпук А. І. Стан і тенденції розвитку лісокористування в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2012. № 1. С. 181–185. 6. Публічний звіт державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2022/zvit_2023/lis-zvit-2023-pdf.pdf (дата звернення: 27.08.2024). 7. Созанський Л. Й. Порівняльна оцінка міжсекторальних зв'язків деревообробної

промисловості України та окремих країн ЄС. *Статистика України*. 2019. № 3. С. 47–55. **8.** Кривда О. В., Очеретяна О. В. Аналіз та методика управління ризиками на підприємствах деревообробної промисловості. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2020. Вип. 2 (25). С. 235–240. **9.** Місюра О. Деревообробна галузь в умовах війни: проблеми та шляхи вирішення. *Економічна правда*. 15 квітня 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/04/15/685777/> (дата звернення: 16.08.2024). **10.** Купчак П. М. Перспективи розвитку деревообробної промисловості в Україні. *Ефективна економіка*. 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3556> (дата звернення: 21.08.2024).

REFERENCES:

1. Nevar O. V. Osoblyvosti rozvytku derevoobrobnoi promyslovosti v Ukraini ta yii rehionakh. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni Gzhytskoho. Ser. Ekonomichni nauky*. 2022. № 100. Т. 24. С. 33–39. **2.** Haida Yu. I., Kuzyk I. V. Lisopromyslovyi kompleks Ukrainy: suchasnyi stan ta dominanty rozvytku. *Efektivna ekonomika*. 2021. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8735> (data zvernennia: 28.08.2024). **3.** Cherchuk L., Behun S. Statystychne doslidzhennia eksportu derevyny v Ukraini. *Ekonomichni chasopys Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. 2018. № 3. С. 102–109. **4.** Kyzym O. M., Yaroshenko I. V., Khaustova V. Ye., Hubarieva I. O. Formuvannia stratehichnykh priorytetiv rozvytku lisopromyslovoho kompleksu Ukrainy : monohrafiia. Kharkiv : FOP Liburkina L.M., 2019. 476 s. **5.** Karpuk A. I. Stan i tendentsii rozvytku lisokorystuvannia v Ukraini. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. 2012. № 1. С. 181–185. **6.** Publichnyi zvit derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy za 2023 rik. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2022/zvit_2023/lis-zvit-2023-pdf.pdf (data zvernennia: 27.08.2024). **7.** Sozanskyi L. Y. Porivnialna otsinka mizhsektoralnykh zviazkiv derevoobrobnoi promyslovosti Ukrainy ta okremykh krain YeS. *Statystyka Ukrainy*. 2019. № 3. С. 47–55. **8.** Kryvda O. V., Ocheretiana O. V. Analiz ta metodyka upravlinnia ryzykamy na pidpriemstvakh derevoobrobnoi promyslovosti. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*. 2020. Vyp. 2 (25). С. 235–240. **9.** Misiura O. Derevoobrobna haluz v umovakh viiny: problemy ta shliakhy vyrishennia. *Ekonomichna pravda*. 15 kvitnia 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/04/15/685777/> (data zvernennia: 16.08.2024). **10.** Kupchak P. M. Perspektyvy rozvytku derevoobrobnoi promyslovosti v Ukraini. *Efektivna ekonomika*. 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3556> (data zvernennia: 21.08.2024).

ЗМІСТ

Біда П. І., Василюк- Полюшек М. О.	Інновації моніторингу земель: ГІС- технології, агрономія та сталі аспекти землекористування 3
Брощак І. С., Мандрико М. В., Ориник Б. І., Бровко О. З., Гуйван М. Д., Турчина К. П.	Вплив органічного добрива «Organic Max» на показники родючості закритого ґрунту та врожайність помідор 16
Буглак С. Ю.	Значення впливу хімічних мікро- макроелементів та наслідків радіоактивного забруднення на поширеність цукрового діабету та патології щитоподібної залози серед населення Рівненської області 27
Валецька О. В., Налобіна О. О., Голотюк М. В., Пилипака Т. С., Колесник Т. М., Бундза О. З.	Вплив вапнування та мінерального удобрення на кислотність ґрунтів у різних агрокліматичних зонах 45
Валецька О. В., Налобіна О. О., Колесник Т. М., Голотюк М. В., Пилипака Т. С., Шимко А. В.	Вплив органічних та мінеральних добрив на родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур 59
Грищенко О. М., Паламарчук Р. П., Куліджанов Е. В., Грищенко В. О., Вознюк Н. М.	Агрохімічна оцінка земель сільськогосподарського призначення Миколаївської області, які зазнали підтоплення внаслідок руйнування Каховської ГЕС 71

Гунчак М. В., Пасічник В. І., Грищенко О. М., Ліхо О. А.	Ефективність застосування біологічного методу захисту яблуні проти звичайного павутинного кліща в умовах Західного лісостепу України 90
Кирилюк В. П., Максютов А. О., Ковальчук Н. С.	Вплив зрошення на ріст і продуктивність пшениці озимої 102
Ковальчук С. В., Гриб Й. В., Калько А. Д.	Роль заплави річково-озерної мережі як осередку життя водної екосистеми і відтворення аборигенної іхтіофауни 120
Майборода Х. А.	Зростання салату листового у системі аквапоніки із сомом кларієвим 134
Максютов А. О., Брежицька О. А., Скиба В. П.	Використання енерго- і ресурсозберігаючих технологій термічної переробки деревних матеріалів 145
Морозова Т. В., Мудрак О. В.	Біомоніторинг агроєкосистем: виклики та перспективи 160
Фурман В. М., Мороз О. С., Люсак А. В., Слободюк Г. А.	До вибору технологій раціонального землекористування 173

CONTENT

Bida P. I., Vasyliuk- Poliushek M. O.	Innovations in Land Monitoring: GIS Technologies, Agronomy and Sustainable Aspects of Land Use	3
Broshchak I. S., Mandryko M. V., Orynyk B. I., Brovko O. Z., Huivan M. D., Turchyna K. P.	Influence of "Organic Max" Organic Fertilizer On Fertility Indicators of Closed Soil and Yield of Tomatoes	16
Buhlak S. Yu.	Significance of the Influence of Chemical Micro-Macro Elements and the Consequences of Radioactive Pollution on the Prevalence of Diabetes and Thyroid Gland Pathology Among the Population of the Rivne Region	27
Valetska O. V., Nalobina O. O., Holotiuk M. V., Pylypaka T. S., Kolesnyk T. M., Bundza O. Z.	Influence of Liming and Mineral Fertilizer on Soil Acidity in Different Agro-Climatic Zones	45
Valetska O. V., Nalobina O. O., Kolesnyk T. M., Holotiuk M. V., Pylypaka T. S., Shymko A. B.	Influence of Organic and Mineral Fertilizers on Soil Fertility and Yield of Agricultural Crops	59
Hryshchenko O. M., Palamarchuk R. P., Kulidzhanov E. V., Hryshchenko V. O., Vozniuk N. M.	Agrochemical Assessment of Agricultural Lands in the Mykolaiv Region Which Were Flooded As a Result of Destruction Kakhovka HPP	71

Hunchak M. V., Pasichniak V. I., Hryshchenko O. M., Likho O. A.	Efficiency of Application of the Biological Method of Apple Trees Protection Against the Common Spider Mite in the Western Forest Steppe of Ukraine	90
Kyryliuk V. P., Maksiutov A. O., Kovalchuk N. S.	Effect of Irrigation on the Growth and Productivity of Winter Wheat	102
Kovalchuk S. V., Hryb Y. V., Kalko A. D.	Role of the Floodwater of the River-Lake Network as a Life Center of the Aquatic Ecosystem and the Creation of Aboriginal Ichthiofauna	120
Maiboroda K. A.	Growing of Leaf Lettuce in Aquaponics System With Clarium Catfish	134
Maksiutov A. O., Brezhytska L. A., Skyba V. P.	Use of Energy and Resource-Saving Technologies of Thermal Processing of Wooden Materials	145
Morozova T. V., Mudrak O. V.	Biomonitoring of Agroecosystems: Challenges and Prospects	160
Furman V. M., Moroz O. S., Liusak A. V., Slobodiuk H. A.	To the Choice of Rational Land Use Technologies	173

Наукове видання

ВІСНИК
Національного університету водного
господарства та природокористування

Збірник наукових праць

Випуск 3(107)

Сільськогосподарські науки

Комп'ютерна верстка
Технічний редактор
Літературний редактор

Галина Сімчук
Галина Сімчук
Ольга Якимчук

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку 27.09.2024 р. Формат 70×100¹/₁₆.
Ум.-друк. арк. 11,2. Обл.-вид. арк. 12,4.
Тираж 150 прим. Зам. № 5644.

Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.