

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;
Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;
Члени робочої групи:
заступники деканів факультетів з наукової роботи;
заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;
директор ІРВЦ Власюк А. І.;
начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;
провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017) [Електронне мережне наукове видання] : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2017.

ISBN 978-966-641-742-1

Збірник містить тексти доповідей XLVI регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-742-1

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2017

Зміст

НТК ВНТУ. Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля	1611
Секція екології та екологічної безпеки	
<i>Яна Іванівна Безусяк, Сергій Михайлович Кватернюк</i> МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИЙ ТЕЛЕВІЗІЙНИЙ	
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ БІОРЕАКТОРА ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ХЛОРЕЛИ	1612
<i>Віталій Анатолійович Іщенко</i> УТИЛІЗАЦІЯ ПЕРВИННИХ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ МАКУЛАТУРИ	1617
<i>Наталія Михайлівна Кравець</i> ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП	1619
<i>Дмитро Сергійович Репецький, Віталій Анатолійович Іщенко</i> УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО	
ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ	1624
<i>Сергій Михайлович Кватернюк</i> РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО	
ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ	
НЕОДНОРІДНИХ БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ	1626
<i>Олена Євгенівна Кватернюк, Сергій Михайлович Кватернюк</i> ОПТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	
ПОВЕРХНЕВИХ ПОШКОДЖЕНЬ БІОТКАНИН	1631
<i>Василь Григорович Петрук, Сергій Михайлович Кватернюк</i> МЕТОДИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО	
ТЕЛЕВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	1638
<i>Яна Іванівна Животун, Сергій Михайлович Кватернюк</i> АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ	
ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ МАЛИХ МІСТ	1641

<i>А. Д. Майданюк, Сальвадор Рівера Емерсон Андрес</i> ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	1643
<i>А. Д. Майданюк, Самбрано Мендоса Еріка Сенеїда</i> ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА АЗС	1647
<i>Н. В. Савінська</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АЕРОЗОЛЬНОГО ВИКИДУ ХАЕС	1650
<i>Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт</i> ПОЖЕЖНА СИГНАЛІЗАЦІЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОВОГО ФОНДУ	1652
<i>О. О. Остапенко, Вега Фактос Джохселін Анабель</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСТА ВІННИЦЯ	1655
<i>Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт</i> КОНТРОЛЬ ВИКИДІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	1659
Секція хімії та хімічної технології	
<i>Тарас Тітов, Альона Прадівляна</i> ОТРИМАННЯ КСАНТОГЕНАТИВ МЕТАЛІВ ХІМІЧНИМ ВИЛУЧЕННЯМ СІРКОВУГЛЕЦЮ ІЗ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	1662
<i>Валерія Давиденко, Олександр Урсул, Марія Євсєєва</i> ТЕРМОДИНАМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ КИСЛОТНИХ ДОЩІВ В АТМОСФЕРІ	1664
<i>Святослав Мандебура, Тетяна Панченко</i> ОЦІНКА ВМІСТУ НІТРАТИВ В ПРОДУКТАХ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ	1666
<i>Ольга Гордієнко, Анатолій Ранський</i> РЕАГЕНТНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВІДХОДІВ НА ОСНОВІ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ	1668
<i>Діана Поліщук, Аліна Чернега</i> ХІМІЧНИЙ СКЛАД СНІГОВОГО ПОКРИВУ ЯК ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	1670
Секція загальної фізики	
<i>Олександр Станіславович Камінський, Сергій Володимирович Павлов</i> ЗАСТОСУВАННЯ ДЖЕРЕЛ КОГЕРЕНТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У ТЕРАПІЇ	1672
<i>Тетяна Козловська, Роман Іванов</i> ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ	1673
<i>Катерина Повстянко, Михайло Вікторович Лисий</i> КОМБІНОВАНЕ ЗМІЦНЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	1675
<i>Олена Бурдейна, Ярослава Марущак, Володимир Бурдейний</i> ОСЛАБЛЕННЯ СИГНАЛУ НА СПАЇ ОДНОМОДОВОГО ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА	1677
<i>Василь Касіяненко, Володимир Бурдейний, Микола Мельник</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК $I=F(V)$ НАНО-БІОНЕОРГАНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІРУСУ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ ТА НАНОЧАСТИНОК ЗОЛОТА	1678
<i>Надія Манжак, Михайло Лисий</i> МЕХАНІЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ ГІБРИДНОГО МАТЕРІАЛУ З АЛЮМІНІЄВОЮ МАТРИЦЕЮ	1680
<i>Олександр Камінський, Сергій Павлов</i> ЗАСТОСУВАННЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДІАГНОСТИКИ ШКІРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	1682

**XLVI Науково-технічна конференція
Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля**

Оргкомітет

Голова оргкомітету

В. Г. Петрук, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

С. М. Кватернюк, Україна

Члени оргкомітету

І. В. Васильківський, ВНТУ, Україна

В. А. Іщенко, ВНТУ, Україна

А. П. Ранський, ВНТУ, Україна

В. Х. Касіяненко, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання

Секція екології та екологічної безпеки

Секція хімії та хімічної технології

Секція загальної фізики

МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИЙ ТЕЛЕВІЗІЙНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ БІОРЕАКТОРА ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ХЛОРЕЛИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація У даній статті розглянуто особливості хлорели в якості корисного продукту для підвищення ефективності сільського господарства. Зазначено важливість використання мікроводорості в різних галузях. Проаналізовано культиватор та подано його схему. Досліджено особливості мультиспектрального контролю параметрів фотобіореактора для вирощування хлорели.

Ключові слова: хлорела, культиватор, штучні умови вирощування

Abstract This article describes the features of chlorella as a useful product to improve agriculture. Indicated importance of microalgae in different fields. Cultivator analyzed and presented his scheme. The features of multispectral control of photobioreactor parameters for chlorella growth are investigated.

Keywords: chlorella, grubber, artificial growing conditions

Вступ

Хлорела вульгаріс (*Chlorella vulgaris*) – це мікроскопічна рослина, представник зелених водоростей. Має вигляд мікроскопічної нерухомої (без джгутиків) кульки від 2 до 10 мкм у діаметрі. Хлорела – це представник роду одноклітинних зелених водоростей. Цю водорість використовують в тваринництві як корм. Хлорела є активним продуцентом біомаси і містить повноцінні білки, жири, вуглеводи і вітаміни. Хлорела входить в категорію «суперпродуктів». Серед рослин, хлорела стоїть на першому місці за дуже багатьма показниками. Так, наприклад, в біомасі хлорели білків становить 40-60%, вуглеводів - 30-35%, ліпідів 5-10% і до 10% мінеральних речовин.

Метою статті є підвищення достовірності контролю параметрів фітобіореактора для вирощування хлорели в штучних умовах.

Основна частина

Хлорела невибаглива до умов існування і завдяки простому життєвому циклу здатна до інтенсивного розмноження, тому є космополітом: у прісних водоймах, морях, ґрунті та аерофітоні. Може бути симбіонтом найпростіших та фікобіонтом лишайників. У вологу погоду на чорній корі дерев з'являється зелений наліт. Такий же наліт можна побачити і на вологому ґрунті. Зелений наліт на корі дерев теж складається з таких же кульок – хлорели. У воді, освітленій сонцем, вона швидко розмножується. Вміст клітинки хлорели ділиться на 4, 8, 16 частин, утворюються маленькі кульки – «спори». Вони розривають оболонку материнської клітини і плавають у воді, починаючи самостійне життя. Харчуються ці зелені кульки розчинними у воді солями і вуглекислим газом і ростуть, утворюючи в своєму тілці жири, білки і цукор і виділяючи на світлі кисень [1].

Хлорела використовує 25 – 30% сонячної енергії, у той час як квіткові рослини – тільки 7-13%. Клітина хлорели – зручний об'єкт для різних досліджень. Хлорела – основний об'єкт масового культивування водоростей для практичного використання в різних напрямках, вона є першою водорістю, що започаткувала фікотехнологію. Значну роль у формуванні підвищеного інтересу до неї відіграв її хімічний склад. У перерахунку на суху речовину водорість містить повноцінних білків 40% і більше, ліпідів – до 20%, вуглеводів – до 35%, зольних речовин – до

10%. Є вітаміни групи В, аскорбінова кислота (віт. С) і філохінони (віт. К). Знайдено речовину, яка має антибіотичну активність – «хлорелін».

Застосування хлорели в різних областях діяльності людини дуже широке:

- в сільському господарстві для підживлення рослин, птахів і тварин, в бджільництві і рибному господарстві;
- в харчовій промисловості;
- в медицині, косметології та парфумерії;
- для очищення стічних вод і реабілітації водойм;
- для виробництва кисню;
- для виробництва біопалива [2].

Відомо, що хлорела завдяки своїм властивостям дозволяє:

- різке, до 4-5 разів, скорочення падежу молодяку за рахунок зміцнення природного імунітету тварин;
- значне продовження термінів господарського використання тварин;
- збільшення плодючості батьківського стада, економії на ветпрепаратах;
- підвищення засвоюваності кормів, що дозволяє економити їх витрачання до 22% [3].

Завданням статті є створення культиватора, який буде забезпечувати водорості усіма необхідними умовами для їх життя і розмноження. Найважливішим параметром, який впливає на процес зростання мікроводоростей, є світло. І як джерело світла в закритих установках традиційно застосовують лампи розжарювання, в тому числі кварцові галогенні зі світловідбивачами, дзеркальні лампи, люмінесцентні. Використовують також дугові ртутні люмінесцентні, ксенонові, натрієві. У порівнянні з природними джерелами світла штучні джерела можуть створювати велику опромінення, ніж сонячне світло.

Для культивування мікроводоростей застосовується спеціальний пристрій, що зазвичай називають установкою або реактором. Продуктивність мікроводоростей в основному залежить від типу і конструктивних особливостей цих установок.

Перш за все, необхідно провести ряд експериментів, які дозволять визначити спектр чутливості хлорели, а також підібрати спектр опромінення, при якому приріст концентрації хлорели в суспензії буде максимальним. Але необхідно враховувати, що швидке зростання при монохроматично випромінюванні може вплинути на якісні характеристики мікроводорості.

Форма культиватора є також важливою частиною, тому що це вирішить проблему втрат випромінювання, яка існує в застосовуваних культиваторах на сьогоднішній день. Був проведений аналіз форми реактора мікроводоростей ФБР-150. Передбачено вибір найбільш придатної форми культиватору для забезпечення найменших втрат випромінювання і для найкращого забезпечення мікроводоростей усіма необхідними умовами [4].

При збільшенні концентрації хлорели в суспензії неминуче буде зменшуватися коефіцієнт пропускання випромінювання. Планується також врахувати цей фактор у проекті під час моделювання геометричних характеристик резервуара для культиватора.

Більш того, в проекті має місце автоматизація. Прогнозується створити культиватор з постійним контролем необхідних параметрів для зростання водоростей.

Поставлена задача досягається тим, що в способі мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю параметрів фітопланктону у водних середовищах, який полягає у відборі проб фітопланктону, визначенні якісного та кількісного складу клітин мікроводоростей, отримані дані порівнюють з нормованими значеннями, здійснюють проточний мультиспектральний телевізійний вимірювальний аналіз фітопланктону неперервної дії, при якому досліджують мультиспектральні зображення фітопланктону у проточній вимірювальній кюветі отримані на характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону за допомогою телевізійної CCD-камери у спеціалізованому процесорі у режимі реального часу, визначають концентрацію та середній розмір частинок фітопланктону у пробі [6-29].

Значну частку відходів антропогенного походження складають біогенні органічні відходи. При надходженні таких відходів зі стічними водами у навколишнє середовище відбувається погіршення екологічного стану водойм та зниження якості поверхневих вод. Однак біогенні речовини, що скидаються у стічні води, можуть бути джерелом живлення фітопланктону у фотобіореакторах станцій очищення стічних вод [15].

Для підтримання оптимальних умов у фотобіореакторі необхідно контролювати концентрацію фітопланктону у реакторі, температуру та освітленість у певному діапазоні значень. Пропонується контролювати концентрацію частинок фітопланктону за допомогою

мультиспектрального методу, який полягає у порівнянні масивів зображень культури фітопланктону, отриманих *in vitro* за допомогою ПЗЗ-камери на характеристичних довжинах хвиль пігментів. Також можливо контролювати концентрацію фітопланктону у фотобіореакторі *in situ* на основі визначення кольору у проточному резервуарі та порівняння його зі шкалою кольорів, що відповідає відомим концентраціям. При цьому реєстрація кольору також здійснюється ПЗЗ-камерою, а прийняття діагностичного рішення виконується експертною системою на основі нечіткої логіки [14].

При використанні фітопланктону для виробництва біопалива чи біогазу слід вибирати той вид фітопланктону, що дозволить отримати з однакової площі реактора більший об'єм біомаси. У цьому випадку перспективними для використання є синьо-зелені водорості. Вони володіють надзвичайно високою стійкістю до забруднюючих та токсичних речовин, які можуть потрапляти у стічні води. Крім того, синьо-зелені водорості за рахунок своїх фізіологічних особливостей створюють сприятливе середовище для розвитку в симбіозі з іншими групами мікроорганізмів. В результаті змішана культура може здійснювати повну чи часткову деструкцію складних органічних сполук, у тому числі пестициди, нафтопродуктів тощо [12].

Висновки

Хлорела цікавить вчених як сировина для одержання нових продуктів харчування. Більше того, для отримання рослинної продукції намічають використовувати моря і океани, які займають 2/3 поверхні нашої планети. Хлорелу розводять тепер і в стічних водах в басейнах біля заводів. Тому застосування культиватора для вирощування хлорели є важливим питанням, адже він буде забезпечувати водорості усіма необхідними умовами для їх життя і розмноження.

Мультиспектральний контроль параметрів фотобіореактора для вирощування хлорели забезпечує високу достовірність контролю його параметрів та підвищує ефективність біотехнологічного виробництва хлорели.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – М.: Университет и школа, 2003. – 157 с.
2. Руоппа М. Биологические методы исследования водоемов в Финляндии / М. Руоппа, П. Хейнонен. – Helsinki : SUOMEN YMPARISTOKESKUS, 2006. – 112 с.
3. Золотарьова О. К. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології / [О. К. Золотарьова, Є. І. Шнюкова, О. О. Сиваш та ін.] ; під ред. О. К. Золотарьової. К.: Альтерпрес, 2008. – 234 с.
4. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем: РД 52.24.633-2002. – [Введ. 2002-04-24]. – М. : Росгидромет, 2002. – 37 с.
5. Зорі А. А. Методи, засоби, системи вимірювання і контролю параметрів водних середовищ / А. А. Зорі, В. Д. Коренєв, М. Г. Хламов. – Донецьк : РВА ДонДТУ, 2000. – 368 с.
6. Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону / [В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, А. О. Слободянюк, Я. І. Безусяк.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 1(29). – С. 145–149.
7. Телевізійний вимірювальний контроль забруднення води хлороорганічними сполуками методом біоіндикації по фітопланктону / Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Петрук Р.В., Стискал О.А., Слободянюк А.О., Почапська А.В. // Збірник тез доповідей сьомої міжнародної науково-технічної конференції Оптикоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС-2015», м.Вінниця, 21-23 квітня 2015 року. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С.120.
8. Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль інтегральних параметрів забруднення водних об'єктів за допомогою біоіндикації по фітопланктону / Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Стискал О. А., Безусяк Я. І., Давиденко В. О., Кочерга Н. О.// Екологічна безпека держави: тези доповідей IX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. м. Київ, 16 квітня 2015 р., Національний авіаційний університет / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2015. – С.118.
9. Дистанційний мультиспектральний телевізійний моніторингу забруднення за концентрацією частинок фітопланктону / Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Іванов А.П., Барун В.В., Безусяк Я.І.// V-й

- Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2015), 23–26 вересня, 2015. Збірник наукових праць. – Вінниця: ДІЛО, 2015. – С. 247.
10. Спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону / [Петрук В.Г., Кватернюк С. М., Кватернюк О.Є., Петрук Р.В.] // Патент України №99580МПК (2006) G01N 21/21 / заявл. 05.01.2015; опубл. 10.06.2015; Бюл. № 11. – 5 с.
11. Оптичні засоби та методи контролю концентрації фітопланктону у водних об'єктах / Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Васильківський І.В., Козак Я.Л. // Збірник матеріалів 3-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», м.Львів, 17–19 вересня 2014 р., Львів, – 2014. – С. 45.
12. Екологічний контроль забруднення р. Згар біогенними та токсичними речовинами методами біоіндикації по фітопланктону / Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Гончарук В.В., Гриник Л.І. // Збірник матеріалів 3-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», м.Львів, 17–19 вересня 2014 р., Львів, – 2014. – С. 46.
13. Дослідження впливу хімічних сполук у складі косметичних миючих засобів на довкілля методом біоіндикації по фітопланктону / Петрук В.Г., Іщенко В.А., Кватернюк С.М., Майка Л.М. // Збірник матеріалів 3-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», м.Львів, 17–19 вересня 2014 р., Львів, – 2014. – С. 29.
14. Контроль забруднення водних об'єктів біогенними сполуками на основі дослідження фітопланктону / В. Петрук, С. Кватернюк, І. Васильківський, І. Садовська, Т. Середюк // Друга міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС -2013)», 29-30 жовтня, 2013 р. Збірник тез доповідей. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2013. – С. 30.
15. Контроль концентрації фітопланктону у фотобіореакторах / [В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, Ю. Ю. Сидорчук] // Збірник матеріалів 2-го Міжнародного конгресу "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування". 19-22 вересня, 2012. – Львів. – С.46.
16. Оцінювання екологічного стану водних об'єктів м. Вінниці на основі показників біоіндикації по фітопланктону / [С. М. Кватернюк, В. А. Іщенко, О. Є. Кватернюк] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 6. – С. 13–16.
17. Методика оцінювання токсичності стічних вод за допомогою біоіндикації по фітопланктону / [В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, Я. Ю. Вишневецька та ін.] // Збірник наукових статей III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. – 21-24 вересня, 2011, –Том 1.– Вінниця: ВНТУ, 2011. – С.373–377.
18. Контроль інтегрального рівня токсичності стічних вод за допомогою біоіндикації по фітопланктону / [В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк] // Збірник матеріалів I МНК «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних (ВКДТС -2011)».- Вінниця: ВНТУ, 18-20 жовтня. – 2011.– С.211.
19. Автоматизований контроль екологічного стану водних об'єктів на основі спектрополяриметричних досліджень фітопланктону / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк // Вісник Харківського національного університету ім.В.Н.Каразіна . – 2010. – №893. – С. 43–48.
20. Контроль стану водних об'єктів методом Зелінки-Марвана з використанням спектрополяриметричних зображень частинок фітопланктону / [О. О. Цвенько, С. М. Кватернюк, Я. В. Мороз та ін.] // Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень: VII міжнар. наук. конф., 11-14 травня 2010 р.: матеріали конф. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 142–143.
21. Автоматизований контроль екологічного стану водних об'єктів на основі спектрополяриметричних досліджень фітопланктону / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2010: XIII міжнар. наук.-практ. конф., 31 березня – 2 квітня 2010 р.: матеріали конф. – Харків, 2010. – С. 15–20.
22. Спектрополяриметричний контроль концентрацій частинок полідисперсних водних середовищ. Монографія / С. М. Кватернюк, В. Г. Петрук. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 156 с.
23. Petruk V. Experimental studies of phytoplankton concentrations in water bodies by using of multispectral images / Petruk V., Kvaterniuk S., Pohrebennyk V. et al. // Water Supply and Wastewater

- Removal. Editors: Henryk Sobczuk, Beata Kowalska. – Lublin : Lublin University of Technology, 2016. – P.161–171.
24. Ishchenko V. Assessment of water pollution by bioindication method / V. Ishchenko, S. Kvaternyuk, O. Styskal // Water Security. Editors: O. Mitryasova, C. Staddon. – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. – P. 21-30.
25. Petruk V. Multispectral Methods and Means of Water Pollution Monitoring by Using Macrophytes for Bioindication/ V. Petruk, S. Kvaternyuk, O. Bondarchuk et al. // Water Security. Editors: O. Mitryasova, C. Staddon. – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. – P.131-141.
26. Martsenyuk V. Multispectral control of water bodies for biological diversity with the index of phytoplankton / V. Martsenyuk, V. G. Petruk, S. M. Kvaternyuk et al. // 2016 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016), Oct. 16-19, 2016 in HICO, Gyeongju, Korea. – P. 988–993.
27. The method of multispectral image processing of phytoplankton for environmental control of water pollution / V. Petruk, S. Kvaternyuk, V. Yasynska, A. Kozachuk, A. Kotyra, R. S. Romaniuk, N. Askarova // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161N (17 December 2015). – P. 98161N-1–98161N-5; doi: 10.1117/12.2229202.
28. Multispectral control of water bodies for biological diversity with the index of phytoplankton / Vasiliy Petruk, Sergiy Kvaterniuk, Volodymyr Pohrebennyk, Yana Bezusiak // Proceeding of the International Conference "New Trends in Ecological and Biological Research", University of Presov in Presov, Presov, Slovak Republic. – 2015. – P.92.
29. The spectral polarimetric control of phytoplankton in photobioreactor of the wastewater treatment / V.G. Petruk, S. M. Kvanternyuk; Y. M. Denysiuk; K. Gromaszek // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2012, Vol. 8698, 86980H. – P. 86980H-1–86980H-4.

Кватернюк Сергій Михайлович – докторант, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: serg.kvaternuk@gmail.com

Безусяк Яна Іванівна — студентка групи ЕКО-16м, інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

Kvaternyuk Sergei Mikhailovich – doctoral student, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and ecological safety, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Bezussyak Yana I. — Department of Ecological safety and Monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vntu0812001@gmail.com

УТИЛІЗАЦІЯ ПЕРВИННИХ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ МАКУЛАТУРИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проведено порівняння екологічних характеристик термічних методів утилізації відходів переробки макулатури. Визначено, що існуючі методи та обладнання термічної утилізації із стандартними системами очищення не забезпечують необхідний рівень екологічної безпеки

Ключові слова: макулатура, паперові відходи, утилізація паперу, термічна обробка відходів, поводження з відходами.

Abstract

The paper contains comparison of the environmental performance of different methods of waste processing in paper recycling. It is defined that existing methods and equipment for waste thermal processing with standard treatment systems do not provide the necessary level of environmental protection.

Keywords: waste paper, paper recycling, thermal waste processing, waste management.

Вступ

Як відомо, паперові відходи мають один із найвищих показників утилізації серед всіх видів відходів і широко використовуються для виробництва великої кількості нової продукції. Однак, в процесі утилізації паперових відходів, які містять домішки інших матеріалів, також утворюються нові відходи. Ці відходи, крім паперових волокон (целюлози та її похідних), містять також поліетилен, поліпропілен, полістирол, поліетилентерефталат (ПЕТ), фторопласти, полівінілхлорид, поліамід, текстиль та інші речовини. Таким чином, виникає необхідність переробки новоутворених відходів, оскільки їх розміщення на полігонах є небажаним через вплив на довкілля. Метою роботи є порівняння екологічних характеристик різних методів утилізації відходів переробки макулатури.

Результати дослідження

У роботі визначені фізико-хімічні характеристики відходів переробки макулатури: компонентний склад, хімічний склад, теплотворна здатність, вологість, зольність. Під час експерименту були визначені еколого-технічні характеристики процесу утилізації відходів, в тому числі концентрації забруднювальних речовин, які при цьому надходять у навколишнє середовище. Теплотворна здатність відходів переробки макулатури коливається в межах 6,5–24 кДж/кг і суттєво залежить від вмісту води. Тому перед спалюванням доцільно проводити висушування відходів. Для цього можна використовувати димові гази від спалювання відходів. Оскільки не існує спеціальних методів для утилізації відходів переробки макулатури, авторами були досліджені існуючі термічні методи, які використовуються для утилізації інших відходів [1] – спалювання у обертовій печі, спалювання на колосниковій решітці та метод плазмової плавки – із різною конфігурацією систем очищення.

Спалювання на колосникових решітках є найбільш простим та відпрацьованим. Перевагами є низьке енергоспоживання, висока інтенсивність процесу спалювання на мінімальній площі. Крім того, на решітках можуть залишатися неспаленими близько 25-30% вторинних відходів [2], утворюються тверді тугоплавкі шлаки і зола, які заражені токсичними речовинами і потребують додаткової спеціальної обробки і депонування на полігонах. Також варто зазначити, що наявність рухомих колосників знижує термін експлуатації обладнання, однак дає перевагу у можливості більш ефективної роботи на паливі з низькою калорійністю, високими вологістю і зольністю (такими є первинні відходи переробки макулатури), оскільки відбувається постійне ворухіння відходів у зоні спалювання. Технологія із нерухомою колосниковою решіткою має також низьку ефективність роботи на паливі із високою зольністю (а первинні відходи переробки макулатури мають зольність понад 20%) через блокування щілин колосникової решітки золою, яка спікається.

Однією з переваг плазмової плавки порівняно зі спалюванням є те, що камера реакції плазмового перетворення у два рази менша за розмірами камери спалювальної установки, з екологічної точки зору завдяки високій температурі у викидах практично відсутні поліхроматичні сполуки, однак збільшений вміст оксидів азоту. Дана технологія є конкурентоспроможною у сфері переробки відходів, але через малі обсяги відходів, що переробляються, відбувається утилізація тільки високотоксичних відходів. Незаперечними недоліками є великі енерговитрати, відсутність надійних плазмотронів з достатнім ресурсом роботи.

Ротаційна обертова піч в основному застосовується при спалюванні небезпечних відходів [3]. Її недоліками є швидкий вихід печі із ладу в результаті різких перепадів температури, потреби у додатковому паливі, громіздкість та низька ефективність спалювання відходів, що призводить до необхідності встановлення складних систем очистки повітря.

Під час термічної утилізації первинних відходів переробки макулатури, крім характерних для будь-якого процесу горіння оксидів вуглецю, сірки і азоту, будуть утворюватись й інші небезпечні речовини. У зв'язку із наявністю різних видів полімерів у складі первинних відходів переробки макулатури, у повітряне середовище будуть потрапляти поліциклічні ароматичні сполуки. Через наявність у відходах кольорового паперу та інших забарвлених включень у повітря також будуть надходити сполуки важких металів [4]. Враховуючи жорсткі нормативи європейських директив [5], які поступово імплементуються в Україні, необхідно звернути особливу увагу на ефективну систему очистки повітря від забруднювальних речовин, які утворюються при спалюванні первинних відходів переробки макулатури. За результатами вимірювань концентрацій забруднювальних речовин, можна сказати, що жоден із методів за наявності стандартних систем очищення димових газів не може забезпечити належний ступінь очистки відповідно нормативів. Отримані дані підтверджують, що каталітичної обробки і використання содового розчину недостатньо для ефективного вловлення кислих газів (SO_2 та NO_x). Деяка перевага за екологічними показниками є у методу плазмової плавки, який одночасно є найдорожчим. Крім того, через наявність у відходах кольорового паперу та інших забарвлених включень у золі будуть концентруватись сполуки важких металів, вплив яких, зокрема у складі відходів, досліджено у [6]. Тому повинна бути присутня ефективна система золовидалення.

Висновки

Порівняльний аналіз термічних методів утилізації відходів переробки макулатури показав, що можливі екологічні наслідки залежать, в значній мірі, від фізико-хімічних характеристик відходів переробки макулатури. Існуючі методи та обладнання для утилізації інших відходів із стандартними системами очищення дозволяють ефективно утилізувати відходи переробки макулатури, однак не забезпечують необхідний рівень екологічної безпеки. З екологічної точки зору незначні переваги має метод плазмової плавки, однак це питання потребує подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іщенко В. А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України / В. А. Іщенко // Екологічна безпека та природокористування. – 2015. – № 2 (18). – С. 21–30.
2. V. Petruk, F. Stalder, V. Ishchenko, I. Vasykivskyi, R. Petruk, P. Turchyk, S. Kvaterniuk, M. Shyrnin, V. Volovodiuk. Household waste management. The European experience. – Vinnytsia : Nilan-Ltd., 2016. – 184 p.
3. Ishchenko V., Petruk R., Kozak Y. Hazardous household waste management in Vinnytsia region. Environmental Problems 1 (2016), vol. 1, pp. 27–30.
4. Ishchenko V., Styskal O., Vasykivsky I., Kvaterniuk S. Air pollution with heavy metals compounds in Vinnytsia region, Ukraine. Structure and Environment 1 (2014), vol. 6, pp. 33–37.
5. Directive 2010/75/EC of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions // Official Journal of the European Union. – 2010. – L 334. – P. 17–119.
6. Ishchenko V., Pohrebennyk V., Kozak Y., Kochanek A., Politylo R. Assessment of batteries influence on living organisms by bioindication method. 16th International Multidisciplinary Geoconference SGEM 2016. Book 5. Ecology, Economics, Education and Legislation. SGEM2016 Conference Proceedings, June 28–July 6, 2016, vol. II, pp. 85–92.

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., Head of the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті проведено дослідження стану поводження з люмінесцентними лампами та їх впливу на навколишнє середовище, здоров'я людей. Охарактеризовано використання та утилізація з ртутьвмісних відходів, та описано особливості їх переробки. Робота присвячена вирішенню актуального питання мінімізації впливу люмінесцентних ламп на довкілля та населення України і всього світу.

Ключові слова: люмінесцентні лампи, ртуть, вплив на довкілля, утилізація, демеркуризація, знешкодження.

Abstract

The article study of the treatment of fluorescent lamps and their impact on the environment and health. The characteristic use and disposal of mercury-containing waste and described the features of their products. The work is dedicated to solving urgent issues to minimize the impact of fluorescent lamps on the environment and population in Ukraine and the world.

Keywords: fluorescent lamps, mercury, environmental impact, recycling, Decontamination, disposal.

Вступ

Люмінесцентні лампи вперше були представлені в 1939 році на виставці у Нью-Йорку. Вони швидко стали популярними в магазинах, офісах й інших адміністративних будинках, оскільки використовували менше електроенергії, забезпечуючи необхідне освітлення.

Люмінесцентні лампи являють собою розрядні лампи низького тиску, в яких ультрафіолетове випромінювання ртутного розряду перетворюється люмінофором в більш довгохвильове випромінювання. У найбільшому обсязі випускаються трубчасті (лінійні) люмінесцентні лампи. Виробники електроламп випускають також фігурні (з U-подібною і кільцевою формою трубчастої колби) і кольорові люмінесцентні лампи.

Метою роботи є дослідження стану поводження з люмінесцентними лампами та їх впливу на навколишнє середовище, здоров'я людей.

Основна частина

Будова люмінесцентної лампи має деякі подібності з конструкцією ламп розжарювання і галогенних виробів. Лампа складається з герметичної колби і електродів.

Колба заповнена інертним газом і ртуттю. Внутрішні стінки колби покриті люмінофором, який перетворює ультрафіолетове випромінювання у світ, видимий людині.

Електроди встановлені з обох сторін колби (на торцях). Конструкція електрода являє собою все ту ж вольфрамову нитку, до якої припаяні контактні ніжки, які пропускають електричний струм (рис. 1). При проходженні електроенергії електрод нагрівається і виникає ультрафіолетове випромінювання, яке проходячи через стінки колби, перетворюється у видимий світловий потік.

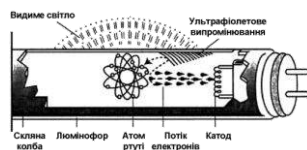


Рисунок 1 – Будова люмінесцентної лампи

На сміттєзвалищах під впливом різних факторів відбуваються процеси руйнування люмінесцентних ламп, внаслідок чого хімічні елементи, наявні в їхньому складі, випаровуються та вимиваються, потрапляючи в довкілля. Токсичні речовини переносяться повітряними потоками і випадають на землю неподалік від первинного джерела або дуже далеко від нього та проникають глибоко в ґрунт і воду. Через харчовий ланцюг (вода, рослини, тварини) токсичні речовини потрапляють в організм людини і викликають тяжкі отруєння й навіть генетичні зміни.

Пари і неорганічні сполуки ртуті здатні викликати контактний дерматит. При вдиханні ртутні пари поглинаються і активно накопичуються в мозку і нирках. В організмі людини затримуються приблизно 80 % парів ртуті, що вдихається. В живому організмі елементарна ртуть перетворюється в іон, який з'єднується з молекулами білків [1].

Є відомості, що пари ртуті здатні проникати в організм людини через шкіру. У вагітних жінок пари ртуті можуть проходити через плацентарний бар'єр, впливаючи таким чином на плід. Аналіз наслідків відомих ртутних отруєнь в Японії та Іраку, що призвели до масової загибелі людей, показав, що у матерів, які перенесли лише легке отруєння метилртуттю, народжувалися діти з важким церебральним паралічем, тобто внутрішньоутробний період є дуже чутливим до впливу ртуті.

Особливо небезпечною є ртуть, через її здатність впливати не тільки на фізичний стан людини, але й на її психічне здоров'я. Під впливом незначних концентрацій людина втрачає працездатність, не може зосередитись, відчуває постійні головні болі та дратівливість, погано спить. Вплив більших концентрацій здатен повністю зруйнувати особистість: людина не може зрозуміти, сита вона чи голодна, в хорошому настрої чи в поганому. При сильних отруєннях ртуті незначний тремор пальців та рук може перерости в цілковитий розлад роботи м'язів, – людина не може ходити і навіть самотійно їсти. Крім того, сильне отруєння може призвести до божевілля.

Особливо вразливі до дії цього токсичного металу вагітні жінки та діти. Останнім часом вагітним все рідше рекомендують вживати рибу, що містить так необхідні вагітним корисні мікроелементи, через надмірний вміст у рибі ртуті. Ртуть легко долає природний бар'єр матері – плаценту – та потрапляє в несформований організм дитини. Окрім того, причиною отруєння немовляти ртуттю може стати грудне молоко матері [2].

За рівнем токсичності ртуть відноситься до надзвичайно небезпечних речовин (перший, найвищий клас небезпеки).

Мерехтіння світла або пульсація такої лампи може завдати шкоди здоров'ю. Потрапляючи на сітківку ока, пульсація сприймається як звичайне світло, що призводить до підвищеної стомлюваності організму, і як наслідок поганого самопочуття. Крім того, мерехтіння світла знижує працездатність. Пульсуюче освітлення здатне викликати зорові ілюзії руху або нерухомості.

Шкідливий вплив сонячного ультрафіолету на шкіру широко відомий: руйнування колагену і еластину, передчасне старіння і огрубіння шкіри, ймовірність активного росту ракових клітин. На жаль, скло люмінесцентної лампи затримує не всі типи ультрафіолетових променів, і, потрапляючи на шкіру людини, вони надають не менш негативний вплив, ніж сонячні.

Якщо не обмежувати своє поле зору сміттевим баком, а подивитись на проблему глобально, картина вимальовується не така вже й приваблива: в кожній лампі міститься від 4 до 150 мг ртуті. Як підрахували експерти, якщо помножити цю кількість на населення України та на кількість ламп, які припадають на кожного українця (вдома та на роботі), то щороку на українські сміттєзвалища потраплятиме більше 500 кг ртуті. Разом із тим, лише 1г ртуті, який потрапив у довкілля, здатний призвести до забруднення (перевищити рівні гранично допустимих концентрацій) більше ніж 3300000 м³ повітря чи 200000 м³ води.

Приблизну кількість відпрацьованих компактних люмінесцентних ламп можливо оцінити з розрахунку 0,7 лампи на одного міського мешканця на рік. За даними Державної служби статистики України станом на 1 листопада 2013 року чисельність постійного міського населення становить 31081967 осіб, а постійного сільського – 14184688 осіб. Таким чином річна кількість відпрацьованих компактних люмінесцентних ламп для міського населення становить 21,7 млн. шт. Для сільського населення норматив утворення відпрацьованих ламп знизимо пропорційно відповідно до співвідношення міського та сільського населення, таким чином норматив становить близько 0,3 лампи на одного сільського мешканця на рік. Дана оцінка умовна і має на меті оцінити масштаби утворення небезпечних відходів. Таким чином річна кількість відпрацьованих компактних

люмінесцентних ламп для сільського населення становить 4,3 млн. шт. Загальна річна кількість відпрацьованих люмінесцентних ламп 26 млн. шт. [3].

Законодавство Європейського Союзу забороняє викидати компактні люмінесцентні лампи у смітник.

Магазини і торгівельні мережі продажу побутової техніки, що займаються збиранням, зберіганням і перевезенням відпрацьованих люмінесцентних ламп, повинні дотримуватися Закону України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції».

В Україні відсутня достатня інформація у населення про особливі та умови обігу окремих видів товарів, зокрема компактних люмінесцентних ламп, та можливості заподіяння шкоди здоров'ю внаслідок неправильного поводження з виробами, для яких закінчився термін експлуатації. Основним споживачем компактних люмінесцентних ламп є населення – на його частку доводиться близько 70 % продукції. Однак маркування більшості люмінесцентних ламп, що продаються в торговельних мережах не містить зрозумілою споживачеві інформації про вміст в лампі ртуті, про ризики, що пов'язані з можливістю попадання цієї ртуті в навколишнє середовище, про правила поведінки споживачів при пошкодженні лампи, про необхідність здавати відпрацьовані лампи в спеціальні приймальні пункти. Через відсутність інформації про вміст в лампі ртуті, населення викидає ці лампи разом з побутовим сміттям, забруднюючи ртуттю сміттєпроводи, сходові та контейнерні майданчики, сміттєвози та шляхи їх руху, полігони твердих побутових відходів та навколишнє середовище.

Законодавство України категорично забороняє утилізувати люмінесцентні лампи в смітєві контейнери і на звалища загального користування і не правильне поводження з небезпечними відходами, карається кримінальним кодексом України. На підприємстві допускається тимчасове зберігання люмінесцентних ламп і їх накопичення до моменту вивезення на утилізацію люмінесцентних ламп. Кожна ртутьвмісна лампа повинна здаватися на спеціалізоване підприємство, що займається збором і транспортуванням небезпечних відходів до місця утилізації люмінесцентних ламп. Ефективність запобігання забрудненню довкілля залежить від ефективності технологій, застосовуваних для знешкодження ртутьвмісних відходів та їх переробки [4].

Найбільш гострими проблемами у використанні люмінесцентних ламп є їх утилізація та безпека використання.

Після збору лампи упаковують в захисні чохла з гофрованого картону і, зібравши необхідну їх кількість, відправляють на утилізацію. Найпоширенішим, але не найвірнішим її способом є фізичне знищення ламп на полігонах з утилізації хімічних і біологічних речовин. Такий спосіб завдає шкоди навколишньому середовищу і пов'язаний з ризиком подальшого поширення ртуті та її сполук. Роботи по оптимізації способів утилізації ртуті та пристроїв, які її містять, ведуться вже давно. Одним з популярних і найбільш дієвих методів демеркуризації ртутних ламп є рідинна металургія. Лампи подрібнюють в товщі спеціального хімічного розчину, потім відмивають скло і цоколь від відклався ртуті і люмінофора в два етапи. Такий метод не тільки забезпечує повну екологічну безпеку процесу утилізації, але також дозволяє у подальшому використовувати сорбовану ртуть. З урахуванням високої вартості цього металу, такий спосіб є актуальним в умовах тотальної нестачі рідкісних і дорогоцінних металів [5].

Установка «Екотром-2» призначена для руйнування люмінесцентних ламп, трубок, пальників, термометрів та інших скляних приладів з ртутним наповненням і поділу їх на скляний бій, лом чорних і кольорових металів і люмінофор, що збираються окремо в транспортні технологічні збірники для подальшого перевезення, переробки і утилізації. В Україні на сьогоднішній день прийом люмінесцентних ламп здійснюють приватні підприємства, що мають ліцензію на збирання, заготівлю та утилізацію небезпечних відходів. І хоч основними клієнтами таких компаній є юридичні особи (бо законодавство зобов'язує їх здавати перегорілі люмінесцентні лампи на утилізацію), все частіше свідомі громадяни звертаються в приватному порядку для того, щоб здати лампу на переробку, а не отруювати нею природу і себе ж, викинувши стару лампу в смітєвий контейнер. На жаль, безкоштовно взяти лампу на утилізацію неможливо, оскільки процес знешкодження та утилізації люмінесцентних ламп енерговитратний, а підприємства, що займаються утилізацією ламп, не отримують спонсорування від держави [6].

Вартість утилізації люмінесцентних ламп приблизно коливається в межах від 5 до 12 грн. за одиницю.

Як було зазначено раніше, 1 люмінесцентна лампа потужністю 18 Вт містить 15 мг ртуті. Обсяги накопичення люмінесцентних ламп у Вінницькій області були пораховані по конкретних підприємствах. Таким чином, можна розрахувати кількість ртуті, яка міститься в люмінесцентних лампах, які щорічно накопичуються на території підприємств Вінницької області. За підрахунками загальна кількість ртуті становить 512,39 г. Теоретично, у випадку вільного накопичення люмінесцентних ламп така кількість ртуті може потрапити у навколишнє середовище. Відомо, що при переробці ламп можна виділити 90–92% ртуті і лише 70% ртуті можна використовувати як вторинну сировину. Отже, при утилізації всіх люмінесцентних ламп, які накопичуються у Вінницькій області за 1 рік, можна отримати близько 360 г ртуті для повторного використання.

Використовуючи наведені дані, можна також розрахувати концентрацію парів ртуті при потенційному забрудненні приміщень кафедри екологічної безпеки ВНТУ (навчальні аудиторії та викладацькі приміщення) внаслідок порушення цілісності люмінесцентних ламп.

Гранично допустима концентрація парів ртуті у повітрі складає $0,0003 \text{ мг/м}^3$. Отже, з графіка (рис. 2) видно, що в усіх навчальних та викладацьких аудиторіях можливе значне перевищення концентрації парів ртуті, що є досить небезпечним та шкідливим для студентів та викладачів і може викликати погіршення самопочуття чи здоров'я.

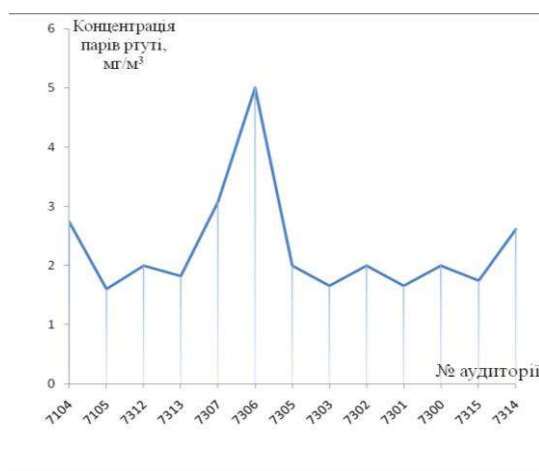


Рисунок 2 –Потенційна концентрація парів ртуті у різних приміщеннях

Таким чином, для вирішення зазначених проблем і ризиків запропоновано:

- впровадження повного циклу переробки (рециклінгу) люмінесцентних ламп, що включає організацію збирання, тимчасового зберігання, перевезення до місць їх утилізації, екологічно безпечні технології перероблення або утилізації;
- забезпечення поінформованості громадян в сфері поводження з лампами;
- доопрацювання нормативно-правової бази та фінансування даних заходів;
- розробка правил та організація контролю за дотриманням вимог даних правил щодо утилізації люмінесцентних ламп;
- розробка комплексу заходів щодо створення сприятливих умов для розвитку виробництва екологічно чистих джерел освітлення і стимулювання зростання попиту на них;
- відповідальними за організацію пунктів прийому ламп є організації, що обслуговують житловий фонд;
- при продажі компактних люмінесцентних ламп має бути знижка в обмін на відпрацьовану лампу, а до вартості лампи включено витрати на їх утилізацію;
- організація доставки відпрацьованих ламп в пункти прийому;
- вести навчальні тренінги щодо шкідливості речовин, що містяться в люмінесцентних лампах, при потраплянні їх у довкілля при пошкодженні лампи;
- зобов'язати виробників компактних люмінесцентних ламп зазначати на упаковці кожного виробу інформацію – пам'ятку про вміст ртуті та порядок утилізації відпрацьованих ламп єдиної форми.

– формування плану заходів щодо просуванню соціальної реклами з використання екологічно чистих джерел освітлення. Організація поводження з відходами, що містять ртуть, розділяється на два взаємопов'язаних напрямки: утилізація джерел освітлення і приладів з ртутним наповненням (термометри, тонометри, джерела струму тощо) та утилізація ВМР підприємств і організацій [36].

Висновки

Отже, останніми роками в Україні класичні лампи розжарювання витісняються енергоощадними люмінесцентними лампами. Ще у недалекому минулому люмінесцентні лампи ширше застосовувалися на підприємствах, установах та організаціях, що було спричинене як спеціальною конструкцією світильників відносно схеми підключення, так і їх розміром. Однак розробки нових конструкцій люмінесцентних ламп із класичними цоколями привела до більш широкого їх використання, насамперед у побуті.

Враховуючи постійне зростання вартості світових енергоресурсів, легко зрозуміти, що найближчим часом альтернативи люмінесцентним лампам немає. Наприклад, все більше і більше компаній, зокрема бізнес-комплекси переходять зі звичайних ламп на люмінесцентні. Щорічно утворюються мільйони відпрацьованих люмінесцентних ламп, що вимагають утилізації.

Популярність таких ламп визначається високим коефіцієнтом корисної дії та тривалішим терміном їх експлуатації, що виправдовує їх застосування з економічної та екологічної точки зору.

Однак «екологічність» таких ламп може бути повністю знівельована відсутністю загальнодержавної системи збору та знешкодження відпрацьованих ламп, у тому числі належного інформування населення. Люмінесцентні лампи можуть вільно потрапляти разом з іншими побутовими відходами у навколишнє середовище. В Україні гострота проблеми посилюється не тільки швидким зростанням кількості таких відходів, але й недосконалістю законодавчих норм та системи збирання, сортування і переробки люмінесцентних ламп. Це може спричинити значне забруднення довкілля, оскільки люмінесцентні лампи містять ртуть та деякі інші небезпечні речовини.

Список використаної літератури

1. В. Ц. Жидецький. Основи охорони праці. Навчальний посібник / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
2. Стеблюк М. І. Цивільна оборона. Підручник / Стеблюк М. І – К.: Знання, 2004. – 490 с.
3. Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору: Постанова КМУ від 01.03.1999 № 303// Офіційний вісник України. – 1999 р. – № 9. – Ст. 89.
4. Офіційний сайт заготівельно-виробничого приватного підприємства «Реґіон-2001». – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://region-2001.com.ua/services/utilizatsiya/utilizatsiya-rtutnih-lamp-lyuminescentnih>
5. Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору: Постанова КМУ від 01.03.1999 № 303// Офіційний вісник України. – 1999 р. – № 9. – Ст. 89.
6. Величко О. М. Контроль забруднення довкілля: Навчальний посібник / О. М. Величко, Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2002. – 426 с.

Кравець Наталія Михайлівна – студентка групи ЕКО-16 (м), інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kravets19950401@gmail.com

Kravets Natalia - student group ECO-16 (m), Institute of ecological safety and environmental monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kravets19950401@gmail.com

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано методи утилізації відходів електричного та електронного обладнання, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Ключові слова: утилізація, відходи електричного та електронного обладнання, демонтаж, спалювання, плавлення.

Abstract

The recycling methods for waste of electrical and electronic equipment are analyzed, that conduces to reduce an impact on the environment.

Keywords: recycling, waste of electrical and electronic equipment, dismantling, burning, melting

Вступ

Відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) – відносно новий тип відходів. Тому їх утилізація є актуальною задачею. ВЕЕО не переробляються у довіклілі, їх також не можна спалювати, так як у багатьох компонентах присутні важкі метали та токсичні речовини, для їх переробки потрібні спеціальні технології. Звичайний персональний комп'ютер складається як з цінних металів – міді, срібла і золота, так і з небезпечних компонентів – сполук кадмію, свинцю, цинку, нікелю, ртуті. Крім того, ВЕЕО містять пластмаси, індикатори, монітори на рідких кристалах, батареї [1–4] – всього понад 90 компонентів. Таким чином, всебічний аналіз методів утилізації ВЕЕО є необхідним для збереження природних ресурсів та зменшення забруднення довкілля.

Аналіз методів утилізації ВЕЕО

При утилізації ВЕЕО розглядаються дві категорії: утилізація компонентів та утилізація матеріалів. Є декілька методів утилізації цих відходів: демонтаж, механічний метод, гідрометалургійний метод, піролітична обробка.

Демонтаж є невід'ємною операцією утилізації електронних відходів. Він проводиться на декількох рівнях для відновлення компонентів з бракованої продукції або виробленої в надмірній кількості для повторного використання або заміни; або спеціальними підрядниками, що виконують цю функцію для виробника; або фірмами з рециркуляції або з демонтажу для повторного продажу на ринку вторинних матеріалів. Практично всі операції демонтажу виконуються вручну, що саме по собі накладає обмеження на цю операцію із-за витрат на трудовитрати.

Механічний метод. Основною перевагою механічного методу є сухий режим роботи без використання яких-небудь хімічних речовин, тоді як застосування «мокрих» процесів з використанням хімічних реагентів створює небезпеку для навколишнього середовища. В даний час серійно випускаються системи механічної переробки для утилізації різноманітних матеріалів електронних відходів і включають такі етапи [5]:

1. Первинне подрібнення великих фракцій за допомогою подрібнювача з обертовими ножами різноманітного застосування.

2. Відділення великих фракцій чорних металів за допомогою сильних магнітів, розташованих над вібруючим конвеєром.

3. Подрібнення в порошок – під час цього процесу відходи перетворюються на порошок в шаровому млині, в якому використовуються шароподібні елементи, стійкі до стирання.

4. Просіювання з використанням сит, що самоочищаються.

5. Електростатичне розділення, що дозволяє фактично завершити розділення металевих фракцій шляхом рециркуляції фракцій часток середнього розміру.

6. Подальше зменшення розміру, що є вторинним подрібненням в порошок, для зменшення розміру великих часток.

Гідрометалургійні методи традиційно застосовуються для відновлення золота з контактних поверхонь роз'ємів. Золото вивільняється або у вигляді металевих лусочок за допомогою розчинення в кислоті мідних підкладок, або за допомогою розчинення золота в розчинах на основі ціаніду або тіомочевини, з подальшим електролітичним осадженням або хімічним заміщенням з використанням цинку. Були також проведені дослідження [5] можливості використання розбавлених неорганічних кислот у поєднанні з подальшими технологіями відновлення металів методами концентраційного розділення, екстракції, іонного обміну тощо. Розроблений ряд гідрометалургійних методів та дослідних установок переробки відходів показали можливість отримання прибутку в процесі переробки ВЕЕО приблизно 200 дол. США за тону, без врахування вартості утилізованих дорогоцінних металів. Необхідно відзначити, що гідрометалургійний підхід є хорошою альтернативою переплавці відходів, а також дає можливість отримати більш високий вихід відновлених металів.

Піролітична обробка зазвичай включає спалювання та плавлення подрібненої сировини при температурі приблизно 1200°C. Для цього потрібна невелика кількість викопного палива, оскільки більша частина енергії забезпечується за рахунок згорання органічних компонентів. При цій температурі згорають органічні складові відходів, а утворені гази спрямовуються в камеру допалювання з температурою 1400°C. Конгломерат, що залишається від спалювання, називається «чорним металом». Цей продукт, як правило, багатий на мідь. При подальшому електролітичному очищенні та хімічній обробці анодного осаду відділяють мідь та інші компоненти, наприклад, дорогоцінні метали. Нові технології утилізації ВЕЕО дозволяють їх не спалювати, а переробляти у готові вироби.

Висновки

Аналіз методів утилізації відходів електричного та обладнання показав, що всі вони мають переважну сферу свого застосування. Окремо взятий метод має переваги перед іншими лише за певними показниками. Тому вибір методу утилізації ВЕЕО залежить від типу відходів і мети утилізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ishchenko V., Pohrebennyk V., Kozak Y., Kochanek A., Politylo R. Assessment of batteries influence on living organisms by bioindication method. 16th International Multidisciplinary Geoconference SGEM 2016. Book 5. Ecology, Economics, Education and Legislation. SGEM2016 Conference Proceedings, June 28 – July 6, 2016, vol. II, pp. 85–92.
2. V. Petruk, F. Stalder, V. Ishchenko, and others. Household waste management. The European experience. – Vinnytsia: Nilan-Ltd., 2016. – 184 p.
3. Ishchenko V., Petruk R., Kozak Y. Hazardous household waste management in Vinnytsia region. Environmental Problems 1 (2016), vol. 1, pp. 27–30.
4. В. А. Іщенко. Поводження з небезпечними компонентами побутових відходів у Вінницькій області // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, м. Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2016/paper/view/1055>.
5. Сучасний стан політики поводження з електронними відходами в Україні та Європейському Союзі: кроки до зближення / Під заг. ред. О. М. Цигульової. – К. : ВЕГО «МАМА-86», 2013. – 172 с.

Репецький Дмитро Сергійович – студент інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Repetskyi Dmytro S. – student of the Institute of Environmental Safety and Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., Head of the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕОДНОРІДНИХ БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

Вінницький національний технічний університет

Анотація Проведено аналіз математичних моделей та вдосконалення методів мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю і діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ. Проведено математичне моделювання переносу випромінювання у приповерхневих шарах неоднорідних біологічних середовищ на основі багатошарової структури. Проведено математичне моделювання переносу випромінювання у приповерхневих шарах неоднорідних біологічних середовищ з частинками різних розмірів та форми. Проведено математичне моделювання формування масивів мультиспектральних зображень неоднорідних біологічних середовищ. Розроблено та вдосконалено методи мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ..

Ключові слова: мультиспектральний контроль, неоднорідні біологічні середовища, засіб контролю, телевізійний вимірювальний контроль, спектральні характеристики.

Abstract The analysis of mathematical models and improvement of methods of multispectral television measurement control and diagnostics of heterogeneous biological media parameters is carried out. Mathematical modeling of radiation transfer in near-surface layers of inhomogeneous biological media on the basis of a multilayer structure is carried out. Mathematical modeling of radiation transfer in near-surface layers of inhomogeneous biological media with particles of various sizes and shapes has been carried out. Mathematical modeling of the formation of multispectral images of heterogeneous biological media was carried out. The methods of multispectral television measurement control and diagnostics of heterogeneous biological media parameters have been developed and improved.

Keywords: multispectral control, heterogeneous biological environment, control means, TV measurement control, spectral characteristics.

Вступ

Даний проект передбачає проведення дослідження і розроблення методів та засобів мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ для ряду прикладних задач екологічного моніторингу [1, 5, 6, 9, 11], біомедицинської діагностики [2–4, 10, 12] та контролю якості продукції [7] з використанням n-вимірного мультиспектрального подання інформації для кожного пікселя масиву цифрових зображень отриманих ПЗЗ-камерою, що дозволить розвинути нові концепції та методи телевізійного вимірювального контролю та діагностування, а також підвищити швидкодню та вірогідність контролю параметрів біологічних об'єктів. Прикладні результати роботи можуть мати подвійне використання, що має особливо важливе значення для підвищення обороноздатності та національної безпеки держави. Зокрема, планується розроблення мультиспектральних телевізійних засобів діагностування характеру та ступеню тяжкості механічних ушкоджень при застосуванні вогнепальних боєприпасів на біоманекенах, біолого-фізіологічні властивості біотканин шкіри яких наближені до морфо-функціональних параметрів людини, що дозволяє здійснювати фізичне моделювання ушкоджень тіла внаслідок пострілу з вогнепальної зброї та прогнозувати розвиток посттравматичного процесу у людини.

Мета роботи – підвищення швидкодії, вірогідності контролю та точності діагностування шляхом вдосконалення методів мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ.

Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль

Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль та діагностування займають важливе місце при вирішенні прикладних задач екологічного моніторингу, біомедичної діагностики та контролю якості продукції. Проте, на даний час, вони розвинуті недостатньо і потребують продовження досліджень з метою підвищення точності діагностування, швидкодії та вірогідності контролю. Авторами запропоновано пристрій для телевізійного вимірювального контролю та діагностики параметрів кольору неоднорідних середовищ, що дозволяє визначити координати кольору елементів зображення досліджуваного об'єкта у системі координат CIEXYZ та CIELAB за умови дифузного освітлення з наступним визначенням найближчих кольорів зі шкали зразків кольорів та визначення параметрів об'єкту з використанням експертної системи. Запропоновано спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону за допомогою проточного мультиспектрального телевізійного вимірювального аналізатора частинок неперервної дії, при якому порівнюють зображення частинок на характеристичних довжинах хвиль пігментів за допомогою ПЗЗ-камери з зображеннями з бази даних у режимі реального часу, визначають чисельність частинок фітопланктону та розраховують індекси біорізноманіття. Розроблено автоматизований метод та засіб контролю стану біотканин за їх спектрофотометричними параметрами, суть якого полягає у неінвазійному вимірюванні спектральних коефіцієнтів дифузного відбивання об'єктів контролю і порівнянні їх з нормою та використанні отриманих результатів як вхідного параметру експертної системи.

Телевізійний вимірювальний контроль та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ може здійснюватись на основі обробки масивів мультиспектральних зображень об'єкта отриманих ПЗЗ камерою на характеристичних довжинах хвиль. Проект продовжує науковий напрямок авторського колективу у дослідженні методів та засобів спектрофотометрії, спектрополяриметрії, цифрової колориметрії та вимірювання координат кольору, телевізійного контролю стану біологічних об'єктів. На основі статистичної обробки спектральних характеристик коефіцієнту дифузного відбивання можливо визначити відмінності для об'єктів контролю, що перебувають у придатному чи непридатному стані у випадку прикладних задач контролю якості продукції чи контролю забруднення. У випадку прикладних задач діагностування статистичні відмінності спектральних характеристик визначаються для двох чи більше станів досліджуваного об'єкта. Відмінність у коефіцієнті дифузного відбивання, вимірюваному на певній довжині хвилі та при визначеному значенні діапазону довжин хвиль для вимірювального каналу дозволяє з певною вірогідністю розрізнити придатний об'єкт від непридатного. При переході від спектрофотометрії дифузного відбивання до мультиспектрального телевізійного методу з'являється можливість порівнювати коефіцієнти дифузного відбивання чи пропускання для кожного пікселя зображення на n довжинах хвиль, причому діапазон довжин хвиль у кожному з вимірювальних каналів може відрізнятись. Тому при побудові мультиспектрального телевізійного засобу необхідно спочатку вирішити задачу створення оптимальної структури пристрою, а саме оптимальної кількості спектральних каналів, діапазону довжин хвиль кожного з каналів та необхідної роздільної здатності ПЗЗ-камери, що забезпечуватиме необхідні параметри швидкодії, вірогідності контролю чи точності діагностування. При застосування цифрової колориметрії та вимірюванні координат кольору визначається відмінність у кольорі для нормальної і патологічної ділянки біотканини, як відстань між точками у тривимірному просторі координат кольору CIEXYZ чи CIELAB. Крім того, координати кольору порівнюються з координатами шкали кольорів, що відповідають відомим діагностичним станам об'єкту. При переході від цифрової колориметрії до мультиспектрального телевізійного методу відмінність між нормальною та патологічною ділянкою визначається у n -вимірному мультиспектральному просторі для кожного пікселя зображення, що дозволяє оптимізувати структуру засобу під роботу на тих довжинах хвиль і у тих діапазонах, де відмінності будуть найбільш помітні, і, таким чином, підвищити вірогідність контролю. Крім того, прикладні результати роботи можуть мати подвійне використання, що має особливо важливе значення для підвищення обороноздатності та національної безпеки держави. Зокрема, у роботі

планується розроблення мультиспектральних телевізійних засобів діагностування характеру та ступеню тяжкості механічних ушкоджень біотканин при застосуванні боеприпасів Форт-11 та Форт-12 на біоманекенах, біолого-фізіологічні властивості шкіри та підлеглих тканин яких наближені до морфо-функціональних параметрів людини, що дозволяє здійснювати фізичне моделювання ушкоджень тіла внаслідок пострілу з вогнепальної зброї та прогнозувати розвиток посттравматичного процесу у людини.

Аналіз сучасних досліджень по даній тематиці показав, що велика кількість дослідників у світі використовує мультиспектральний метод у наукових дослідженнях, однак метрологічні аспекти його застосування вивчені недостатньо, тому актуальним буде аналіз метрологічних характеристик мультиспектральних вимірювальних засобів, розробка методик проведення мультиспектральних досліджень відповідно до типових прикладних задач, що дасть можливість включити мультиспектральні вимірювальні засоби у реєстр засобів вимірювальної техніки.

Актуальність теми обумовлена необхідністю постійного підвищення вірогідності контролю параметрів неоднорідних біологічних середовищ у прикладних задачах екологічного моніторингу, біомедичної діагностики та контролю якості продукції, що зумовлює необхідність розроблення нових мультиспектральних телевізійних методів та засобів.

Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ здійснюється на основі обробки масиву мультиспектральних зображень досліджуваного об'єкту отриманих ПЗЗ камерою на n довжинах хвиль з вибраними діапазонами довжин хвиль у кожному з вимірювальних каналів. Вибір оптимальної кількості спектральних каналів, діапазону довжин хвиль кожного з каналів та необхідної роздільної здатності ПЗЗ-камери здійснюється при оптимізації структури вимірювального засобу на основі пошуку відмінностей при статистичній обробці спектральних характеристик коефіцієнту дифузного відбивання досліджуваних об'єктів, з апіорі відомим станом, що забезпечує необхідні параметри швидкодії, вірогідності контролю чи точності діагностування. Відмінність між придатним та непридатним об'єктом визначається, як відстань у n -вимірному мультиспектральному просторі для кожного пікселя з масиву мультиспектральних зображень. Крім того, координати у n -вимірному мультиспектральному просторі елементів зображення порівнюються з координатами шкали, що відповідають відомим станам досліджуваного об'єкту. Для опрацювання масивів мультиспектральних зображень буде використано експертну систему підтримки прийняття діагностичного рішення з використанням нечіткої логіки чи нейромережі.

На першому етапі проведено аналіз математичних моделей та вдосконалення методів мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю і діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ. Проведено математичне моделювання переносу випромінювання у приповерхневих шарах неоднорідних біологічних середовищ на основі багат шарової структури. Проведено математичне моделювання переносу випромінювання у приповерхневих шарах неоднорідних біологічних середовищ з частинками різних розмірів та форми. Проведено математичне моделювання формування масивів мультиспектральних зображень неоднорідних біологічних середовищ. Розроблено та вдосконалено методи мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ.

Висновки

1. На основі моделювання переносу випромінювання в біотканинах побудовано алгоритм визначення структурних і біофізичних параметрів шкіри, що визначають світлові поля всередині і поза межами середовища. Вказані параметри мають коректні значення, типові для світлої нормальної шкіри. Запропонована методика може бути корисною для біологів і медиків, що займаються дослідженнями, діагностикою та практичним лікуванням шкірного покриву людини і його патологій.

2. Розроблено методики та алгоритми відновлення структурних і біофізичних параметрів шкіри за спектрами КЯ розсіяного назад поляризованого світла і характеристикам розсіяного випромінювання, що вимірюється з просторовим розділенням. Невеликі зміни показника поглинання дерми, що зумовлюють залежність вимірюваної характеристики від S і D , призводять до малих варіацій реєструемого оптичного сигналу.

3. Епідерміс як верхній шар шкіри затримує частину падаючого на неї випромінювання і послаблює світлове поле в глибині середовища. Для аналізу щільності випромінювання всередині

середовища епідерміс завжди слід розглядати як розсіюючий і поглинаючий шар, оскільки модель фільтра може давати великі похибки. Отримані результати можна використовувати в аналітичних і чисельних схемах розрахунку характеристик світлових і теплових полів в біологічних тканинах з метою спрощення, де це можливо, структури середовища.

4. Спектральні характеристики розсіювання і поглинання світла можна використовувати для діагностики крові та еритроцитів. У випадку суспензії еритроцитів, має місце залежність оптичної щільності від розмірів частинок. Для прямого визначення концентрації поглиначів за значеннями $D(\lambda)$ слід знати ці розміри, а з іншого, вимірювання $D(\square)$ дозволяють ставити питання про розв'язання різних зворотних задач оптики дисперсних середовищ, включаючи визначення розмірів еритроцитів чи їх агрегатів.

5. Шляхом теоретичного моделювання показано, як можна відновити структурні і біофізичні параметри шкіри (об'ємні концентрації меланіну і кровоносних судин, товщину епідермісу, середній діаметр капілярів і ступінь оксигенації крові) на основі вимірюного спектру КДВ. Для успішного відновлення відносна похибка повинна становити менше 1%. Відновлені параметри шкіри можна використовувати для визначення глибини проникнення світла у тканину.

6. Методом математичного моделювання досліджені спектральні значення коефіцієнтів поглинання всієї шкіри в цілому і її хромофорів – меланіну, крові, окси- і деоксигемоглобіну, тканини-основи. Тканина-основа, володіючи мінімальним показником $\mu_{at}(\lambda)$ з усіх компонент шкіри, буде найбільш сильно інтегрально поглинати світло в ближній ІЧ області.

7. На основі аналітичної методики оцінювання параметрів спекл-структури, що формується світлом, багатократно розсіяним багаточастотними біотканинами, розраховані глибинна структура освітленості від не розсіяної, дифракційної і дифузійної компонент у макроскопічно однорідних шарах шкіри у діапазоні довжин хвиль 400–800 нм. Також розрахована глибинна структура некогерентного фону при широкій варіації структурних (товщина епідермісу) і біофізичних параметрів тканини – об'ємної концентрації меланіну C_m у епідермісі і капілярів C_b у дермі, ступеня оксигенації S . Отримані результати можуть стати основою для створення нових і вдосконалення відомих методів вивчення взаємодії світла з біотканинами, що дозволить розширити число споживачів, включаючи медиків-практиків, біологів і т.д.

В подальшому планується розвиток отриманих результатів на випадок рухомих розсіювачів і побудова аналітичних зв'язків між параметрами спекл-картини і різними характеристиками рухомих частинок (наприклад, еритроцитів) і середовища, в якому вони переміщуються. Очевидно, що функціональні можливості спекл-оптичних методів діагностики біотканин при цьому істотно розширяться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Petruk V. Multispectral Methods and Means of Water Pollution Monitoring by Using Macrophytes for Bioindication/ V. Petruk, S. Kvaternyuk, O. Bondarchuk et al. // Water Security. Editors: O. Mitryasova, C. Staddon. – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. – P.131-141.
2. Petruk V. The optical diagnostics of parameters of biological tissues of human intact skin in near-infrared range / V. Petruk, S. Kvaternyuk, B. Bolyuh et al. // Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016, 100313C (September 28, 2016). – P. 100313C-1–100313C-7.
3. Petruk V. G. Spectrophotometric Method for Differentiation of Human Skin Melanoma. II. Diagnostic Characteristics. / V. G. Petruk, A. P. Ivanov, S. M. Kvaternyuk, V. V. Barun // Journal of Applied Spectroscopy. – 2016. – Vol. 83, Issue 2. – P. 261–270.
4. Petruk V. G. Spectrophotometric Method for Differentiation of Human Skin Melanoma. I. Optical Diffuse Reflection Coefficient. / V. G. Petruk, A. P. Ivanov, S. M. Kvaternyuk, V. V. Barun // Journal of Applied Spectroscopy. – 2016. – Vol. 83, Issue 1. – P. 85–92.
5. Petruk R. V. Multispectral television monitoring of contamination of water objects by using macrophyte-based bioindication / R. V. Petruk, V. D. Pohrebennyk, S. M. Kvaternyuk et al. // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, SGEM2016 Conference Proceedings, June 28 – July 6, 2016, Book 5, Vol. 2. – P. 597–602.
6. Martsenyuk V. Multispectral control of water bodies for biological diversity with the index of phytoplankton / V. Martsenyuk, V. G. Petruk, S. M. Kvaternyuk et al. // 2016 16th International

Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016), Oct. 16-19, 2016 in HICO, Gyeongju, Korea. – P. 988–993.

7. Мультиспектральний вимірювальний контроль та діагностування стану неоднорідних біологічних середовищ на основі нечіткої логіки / Г. О. Черноволик, В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 147 с.

8. The method of multispectral image processing of phytoplankton for environmental control of water pollution / V. Petruk, S. Kvaternyuk, V. Yasynska, A. Kozachuk, A. Kotyra, R. S. Romaniuk, N. Askarova // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161N (17 December 2015). – P. 98161N-1–98161N-5; doi: 10.1117/12.2229202.

9. Multispectral televisional measuring control of the ecological state of waterbodies on the characteristics macrophytes / V. Petruk, S. Kvaternyuk, A. Kozachuk, S. Sailarbek, K. Gromaszek // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161Q (17 December 2015). – P. 98161Q-1–98161Q-4; doi: 10.1117/12.2229343.

10. Methods and means of measuring control and diagnostics of biological tissues in vivo based on measurements of color coordinates and multispectral image / V. Petruk, O. Kvaternyuk, S. Kvaternyuk, O. Mokanyuk, L. Yekenina, W. Wojcik, R. S. Romaniuk, I. Baglan // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161H (17 December 2015). – P. 98161H-1– 98161H-5; doi:10.1117/12.2229034.

11. The spectral polarimetric control of phytoplankton in photobioreactor of the wastewater treatment / V.G. Petruk, S. M. Kvanternyuk; Y. M. Denysiuk; K. Gromaszek // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2012, Vol. 8698, 86980H. – P. 86980H-1–86980H-4.

12. Research of the spectral diffuse reflectance of melanoma in vivo / V.G. Petruk, S.M. Kvaternyuk, D.B. Bolyuh, Y.M. Denysiuk, A. Kotyra // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2012, Vol. 8698, 86980F. – P. 86980F-1–86980F-6.

Кватернюк Сергій Михайлович – докторант, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: serg.kvaternuk@gmail.com

Kvaternyuk Sergei Mikhailovich – doctoral student, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and ecological safety, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

ОПТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПОШКОДЖЕНЬ БІОТКАНИН

¹Вінницький обласний комунальний гуманітарно-педагогічний коледж

²Вінницький національний технічний університет

Анотація Робота присвячена розв'язанню актуальної задачі підвищення достовірності встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами відповідно до задач судової медицини з урахуванням їх оптико-фізичних параметрів за допомогою вдосконаленого методу колориметрії та розроблення відповідного апаратно-програмного засобу. У роботі проаналізовані існуючі методи та засоби дослідження нормальних та патологічних біотканин, виявлено їх недоліки, а також обґрунтована необхідність вдосконалення колориметричних методів. Розроблена емпірична математична модель дозволила визначити залежності координат кольору поверхневого пошкодження при зміні давності виникнення травми тупим предметом. При цьому складені правила встановлення інтервалу давності пошкодження на основі відносних розмірів зон різного кольору поверхневих пошкоджень, що характерні для певного інтервалу.

Ключові слова: цифрова колориметрія, координати кольору, біотканини, судово-медична експертиза, поверхневе пошкодження, давність пошкодження.

Abstract The paper is devoted to solving the actual problem of improving reliability of determination ago of surface damage of soft human tissue blunt objects according to forensic tasks based on their optical and physical parameters using advanced colorimetric method and the development of appropriate hardware and software. The paper analyzed the existing methods and tools for the study of normal and pathological bio-logical tissues revealed their shortcomings, as well as the necessity of improving the colorimetric methods. The developed empirical mathematical model allowed to determine the coordinates depending on the color of the surface damage when changing emergence of ago trauma blunt object. This composite rules set the amount of dam-age ago based on the relative sizes of different color zones of surface damage that are typical for a particular interval.

Keywords: digital colorimetry, color coordinates, biological tissue, forensic examination, superficial damage, age of injury.

Вступ

Для засобів дослідження поверхневих пошкоджень біотканин у судовій медицині важливими є можливість оперативного визначення та документальної фіксації ступеня ушкодження, а також аналіз його особливих ознак. Вимірювання оптичних параметрів шкіри людини дає можливість отримати об'єктивну інформацію про просторовий розподіл у ній різних біологічних хромофорів та її структуру, що можливо використовувати для дослідження різного типу патологій в задачах судової медицини. При цьому на основі результатів опрацювання оптичних характеристик біотканин та геометричних параметрів ушкодженої ділянки можливо досліджувати ступінь ушкодження біотканини та визначити інші параметри, що необхідні для конкретної прикладної задачі. Для судової медицини *in vivo* важливим є можливість проведення швидких неінвазивних досліджень, оскільки їх результати необхідні для створення доказової бази злочину та можуть бути використані для пошуку злочинців у криміналістиці. Стан поверхневих патологій біотканин суттєво впливає на їх колір, а тому аналіз та класифікація поверхневих патологій біотканин за кольором особливо актуальні для судово-медичної експертизи. Вирішуючи обернену оптичну задачу, є можливість визначити біофізичні характеристики поверхневих патологій за кольором. Отже, для підвищення достовірності встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами відповідно до задач судової

медицини з урахуванням їх оптико-фізичних параметрів виникає необхідність вдосконалення методу колориметрії та розроблення відповідного апаратно-програмного засобу [1-10].

Метою дослідження є підвищення достовірності встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами шляхом колірної сегментації зображень та створення відповідного апаратно-програмного засобу.

Емпірична математична модель залежності координат кольору поверхневого пошкодження при зміні давності

Проведено аналіз особливостей біотканин, як об'єктів медичних досліджень оптичними методами; проведено аналіз існуючих оптичних методів дослідження поверхневих пошкоджень біотканин, структурних схем та параметрів сучасних колориметричних засобів досліджень біотканин що показав їх недосконалість та неспроможність вирішення прикладної задачі для потреб судово-медичної експертизи із достовірного встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами. Це зумовило необхідність вдосконалення методу цифрової колориметрії та розроблення засобу встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами для задач судової медицини на основі вимірювання координат кольору, що є, у свою чергу, неодмінною умовою забезпечення зростаючих вимог до достовірності досліджень у судово-медичній експертизі.

Розроблена емпірична математична модель, що дозволила визначити залежності координат кольору в системі RGB поверхневого пошкодження при зміні давності виникнення травми тупим предметом. Оскільки координати кольору поверхневих пошкоджень біотканин пов'язані з концентраціями продуктів деструкції гемоглобіну, які змінюються від давності виникнення поверхневих пошкоджень, то з'являється можливість визначити залежність координат кольору поверхневого пошкодження від давності виникнення. Результати вимірювань залежності координат кольору у системі координат RGB від давності пошкодження наведено на рис. 1. Отже, використовуючи регресію за допомогою поліномів третього порядку, визначаємо функціональні залежності координат кольору в системі координат RGB поверхневого пошкодження при зміні давності виникнення травми тупим предметом і отримуємо емпіричну модель:

$$\begin{cases} R = 121,776 + 0,204T - 3,388 \times 10^{-4}T^2 + 2,067 \times 10^{-7}T^3, \\ G = 111,042 + 0,224T - 3,073 \times 10^{-4}T^2 + 1,056 \times 10^{-7}T^3, \\ B = 102,937 + 0,146T - 2,029 \times 10^{-4}T^2 + 1,033 \times 10^{-7}T^3, \end{cases} \quad (1)$$

де R, G, B – координати кольору поверхневих пошкоджень у системі RGB,
 T – давність виникнення травми тупим предметом.

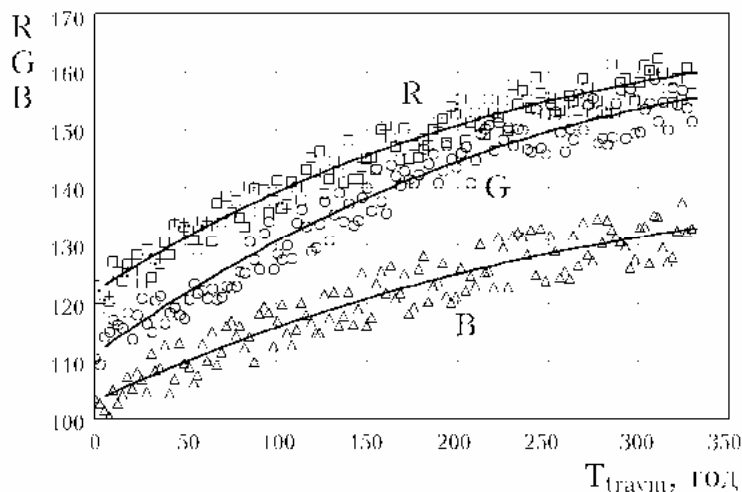


Рис. 1. Залежності координат кольору поверхневих пошкоджень у системі координат RGB від давності

Відповідно до рекомендацій МКО розраховано координати кольору поверхневих пошкоджень біотканин у системах RGB, XYZ та LAB в залежності від давності пошкодження. З використанням регресії розраховано функціональні залежності координат кольору поверхневого

пошкодження біоканіни у системі LAB від давності пошкодження, а також розв'язана обернена задача знаходження залежності давності пошкодження від координат кольору.

$$\begin{cases} a = -1,951 - 0,029T + 2,297 \times 10^{-5} T^2 + 2,295 \times 10^{-8} T^3, \\ b = 3,041 + 0,035T - 6,042 \times 10^{-5} T^2 + 2,366 \times 10^{-8} T^3, \\ L = 47,6 + 0,085T - 1,307 \times 10^{-4} T^2 + 6,513 \times 10^{-8} T^3, \end{cases} \quad (2)$$

де a , b , L – координати кольору поверхневих пошкоджень у системі LAB,

T – давність виникнення травми тупим предметом.

При розв'язанні оберненої задачі, а саме встановлення давності, виходячи з координат кольору поверхневого пошкодження, можливо обчислити координати кольору, що характерні для кожного з інтервалів для встановлення давності і використати їх для створення шкали зразків кольорів. Це дозволить на основі визначення найближчого за кольором до поверхневого пошкодження елемента із шкали зразків кольорів встановити його давність виникнення:

$$T = \begin{cases} \text{від 0 до 1 год, якщо } (-1,980 < a \leq -1,951) \wedge (3,041 < b \leq 3,075) \wedge (47,600 < L \leq 47,685); \\ \text{від 1 до 3 год, якщо } (-2,037 < a \leq -1,980) \wedge (3,075 < b \leq 3,144) \wedge (47,685 < L \leq 47,855); \\ \text{від 3 до 6 год, якщо } (-2,122 < a \leq -2,037) \wedge (3,144 < b \leq 3,247) \wedge (47,855 < L \leq 48,108); \\ \text{від 6 до 12 год, якщо } (-2,292 < a \leq -2,122) \wedge (3,247 < b \leq 3,450) \wedge (48,108 < L \leq 48,606); \\ \text{від 12 до 24 год, якщо } (-2,627 < a \leq -2,292) \wedge (3,450 < b \leq 3,841) \wedge (48,606 < L \leq 49,575); \\ \text{від 24 до 48 год, якщо } (-3,275 < a \leq -2,627) \wedge (3,841 < b \leq 4,574) \wedge (49,575 < L \leq 51,404); \\ \text{від 48 до 72 год, якщо } (-3,893 < a \leq -3,275) \wedge (4,574 < b \leq 5,242) \wedge (51,404 < L \leq 53,094); \\ \text{від 72 до 96 год, якщо } (-4,478 < a \leq -3,893) \wedge (5,242 < b \leq 5,846) \wedge (53,094 < L \leq 54,650); \\ \text{понад 96 год, якщо } (a \leq -4,478) \wedge (5,846 < b) \wedge (54,650 < L). \end{cases} \quad (3)$$

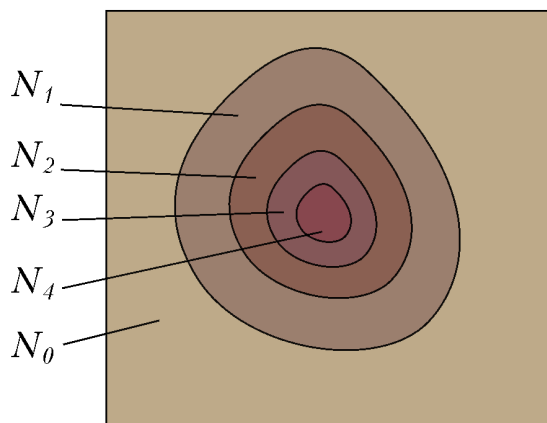


Рис. 2. Колірні зони поверхневого пошкодження м'яких тканин людини внаслідок травми тупим предметом

Однак, якщо враховувати відмінності у концентраціях продуктів деструкції гемоглобіну навіть в межах одного поверхневого пошкодження, то зображення поверхневого пошкодження завжди матиме декілька зон різного кольору. Наприклад, на рис. 2. зображення поверхневого пошкодження на фоні інтактної шкіри розділено на зони різного кольору $N_1 - N_4$, а інтактна шкіра має колір N_0 .

При цьому складені правила встановлення інтервалу давності пошкодження на основі відносних розмірів зон різного кольору поверхневих пошкоджень, що характерні для певного інтервалу. Розроблені правила встановлення давності є підґрунтям для вдосконалення методу встановлення давності та розробки відповідного апаратно-програмного засобу.

Вдосконалено метод встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами. Суть методу полягає в такій послідовності дій:

1. Здійснюється вимірювання просторового розподілу координат кольору поверхневого пошкодження м'яких тканин людини у системі координат кольору RGB за умов дифузного освітлення стандартним джерелом освітлення (D_{65} , А чи F_{11}), використанні однотипної

фотоматриці, незмінної геометрії вимірювання, фіксованої відстані до об'єкта дослідження, кутової апертури для спостерігача 10° .

2. Координати кольору у системі RGB для кожного пікселя зображення перераховуються у систему XYZ з автокалібруванням відносно шкали зразків кольорів. При цьому коректується вплив спектральних характеристик камери та джерела освітлення на вимірювання координат кольору зображення.

3. Координати кольору у системі XYZ для кожного пікселя зображення перераховуються у систему LAB та визначається найближчий колір зі шкали зразків кольорів для кожного пікселя зображення на основі розрахунку найменшої відмінності кольору у просторі кольорів LAB. Формується матриця M , у якій кожному пікселю початкового зображення відповідає елемент з номером зі шкали зразків кольорів. При цьому шкала кольорів розроблена на основі функції залежності координат кольору поверхневих пошкоджень м'яких тканин від давності, які враховують зміну із часом концентрацій продуктів деструкції гемоглобіну в них, що впливає на колір поверхневих пошкоджень. Шкала зразків кольорів містить елементи з координатами кольору, які близькі до значень характерних для часових інтервалів давності виникнення поверхневих пошкоджень.

4. Здійснюється фільтрація у ковзному вікні з використанням значення моди, що дозволяє зменшити наявність на зображенні високочастотного шуму, а також перекриття зон пошкодження різного кольору з зонами, які відповідають кольору інтактної шкіри.

5. Здійснюється сегментація зображення на зони різного кольору для зображення інтактної шкіри та зображення поверхневого пошкодження на фоні інтактної шкіри. При цьому розраховуються відносні розміри зон зображення різного кольору.

6. Виділяються зображення поверхневого пошкодження на фоні інтактної шкіри та здійснюється розрахунок відносних розмірів зон різного кольору для поверхневого пошкодження, що є вихідними даними для визначення давності виникнення пошкодження. Для зменшення впливу кривизни поверхні об'єкта дослідження на результати вимірювання здійснюють з декількох кутів спостереження та подальшим усередненням.

7. Встановлюється часовий інтервал давності виникнення пошкодження на підставі відносних розмірів зон різного кольору для поверхневого пошкодження з врахуванням особливостей анкетних даних потерпілих (вік, стать, локалізація поверхневого пошкодження тощо).

На основі кольорового зображення поверхневого пошкодження м'яких тканин людини твердими предметами можливо отримати координати кольору для кожного пікселя зображення в системі CIELAB. На основі координат кольору, які характерні для певних інтервалів давності поверхневих пошкоджень розроблена шкала зразків кольорів для судово-медичних експертів, що дозволяє встановити давність виникнення поверхневих ушкоджень м'яких тканин людини.

При цьому розроблено алгоритм визначення найближчих кольорів зі шкали зразків кольорів для елементів зображення, що дозволяє автоматизовано встановити для кожного пікселя зображення поверхневого пошкодження найближчий колір зі шкали зразків кольорів.

Відповідно до правила для встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами визначимо найближчі кольори зі шкали зразків кольорів для кожного елементу зображення (рис. 3).

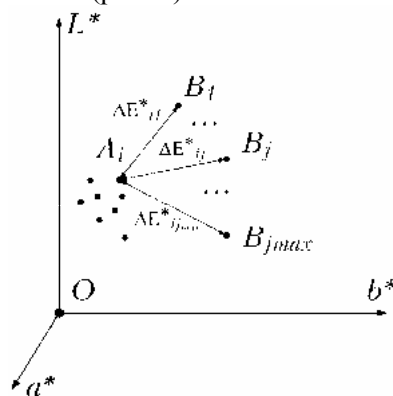


Рис.3. Визначення повної колірної відмінності у кольорному просторі CIELAB для елементу зображення

Повна колірна відмінність $\Delta E_{ab\ ij}^*$ між кольорами у колірному просторі CIELAB визначається таким чином:

$$\Delta E_{ab\ ij}^* = \sqrt{(\Delta L_{ij}^*)^2 + (\Delta a_{ij}^*)^2 + (\Delta b_{ij}^*)^2}, \quad (4)$$

де $\Delta L_{ij}^* = L_i^* - L_{scale\ j}^*$, $\Delta a_{ij}^* = a_i^* - a_{scale\ j}^*$, $\Delta b_{ij}^* = b_i^* - b_{scale\ j}^*$, L_i^* , a_i^* , b_i^* – координати у колірному просторі елемента зображення; $L_{scale\ j}^*$, $a_{scale\ j}^*$, $b_{scale\ j}^*$ – координати у колірному просторі елемента шкали зразків кольорів.

Відмінність у світлоті ΔL_{ij}^* практично не дає інформацію про стан ураженої ділянки біотканини, тому при оцінюванні колірної відмінності її варто вилучити і визначати відмінність у тоні кольору $\Delta H_{ab\ ij}^*$. Відмінність у чистоті тону у системі (L^*, a^*, b^*) між елементом зображення біотканини та елементом шкали зразків кольорів визначається за формулою:

$$\Delta C_{ab\ ij}^* = C_{abi}^* - C_{ab\ scale\ j}^*, \quad (5)$$

де C_{abi}^* – чистота тону елемента зображення $C_{abi}^* = \sqrt{(a_i^*)^2 + (b_i^*)^2}$; $C_{ab\ scale\ j}^*$ – чистота тону елемента шкали зразків кольорів $C_{ab\ scale\ j}^* = \sqrt{(a_{scale\ j}^*)^2 + (b_{scale\ j}^*)^2}$, a_i^* , b_i^* – координати кольору елемента зображення, $a_{scale\ j}^*$, $b_{scale\ j}^*$ – координати кольору елемента шкали зразків кольорів.

Відмінність у тоні кольору $\Delta H_{ab\ ij}^*$ між елементом зображення біотканини та елементом шкали зразків кольорів визначається за формулою:

$$\Delta H_{ab\ ij}^* = \sqrt{(\Delta E_{ab\ ij}^*)^2 - (\Delta L_{ij}^*)^2 - (\Delta C_{ab\ ij}^*)^2}. \quad (6)$$

Таким чином, для визначення найближчого кольору зі шкали зразків кольорів для кожного пікселя зображення необхідно визначити між яким елементом шкали B_j і поточним пікселем зображення буде найменша відмінність тону кольору у просторі кольорів CIELAB $\Delta H_{ab\ ij}^*$. При цьому необхідно присвоїти елементну матриці M_{ab} , який відповідає поточному пікселю зображення номер елемента шкали зразків кольорів. Підрахувавши кількість елементів матриці M_{ab} рівних номеру певного кольору шкали j можливо визначити площу сегменту певного кольору на зображенні. Для подальшої обробки і визначення біомедичних параметрів ушкодження за кольором необхідно перевести площу сегменту певного кольору у відносну частку площі загального зображення у відсотках та отримати гістограму кольорів зображення поверхневого пошкодження у якій вказано відносні розміри зон різного кольору [11-22].

Висновки

На основі досліджень, виконаних у роботі, розвинуті теоретичні та практичні основи дослідження поверхневих пошкоджень біотканин, завдяки чому розв'язана задача підвищення достовірності встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами на основі вдосконаленого методу колориметрії та розробленого автоматизованого засобу. Отже, основні наукові результати роботи полягають у наступному.

1. В результаті здійсненого аналізу сучасних методів і засобів дослідження нормальних та патологічних біотканин підтверджено необхідність в подальшому розвитку існуючих оптичних методів і засобів дослідження, серед яких найбільш перспективними для дослідження поверхневих пошкоджень біотканин є методи цифрової колориметрії і вимірювання координат кольору.

2. Розроблена емпірична математична модель, що дозволила визначити залежності координат кольору в системі RGB поверхневого пошкодження при зміні давності виникнення травми тупим предметом. Відповідно до рекомендацій МКО розраховано координати кольору поверхневих пошкоджень біотканин у системах RGB, XYZ та LAB в залежності від давності

пошкодження. З використанням регресії розраховано функціональні залежності координат кольору поверхневого пошкодження біотканини у системі LAB від давності пошкодження, а також розв'язана обернена задача знаходження залежності давності пошкодження від координат кольору. При цьому складені правила встановлення інтервалу давності пошкодження на основі відносних розмірів зон різного кольору поверхневих пошкоджень, що характерні для певного інтервалу. Розроблені правила встановлення давності є підґрунтям для вдосконалення методу встановлення давності та розробки відповідного апаратно-програмного засобу.

3. Вдосконалено метод встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами, який полягає у вимірюванні координат кольору нормальних і ушкоджених ділянок біотканин, колірній сегментації біомедичних зображень, автоматизованому виділенні патологічної зони на фоні інтактної шкіри та розрахунку відносних розмірів зон різного кольору, що дозволяє підвищити достовірність встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень у порівнянні з відомими методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розвиток методу цифрової колориметрії біотканин та алгоритм опрацювання результатів / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, Ю. С. Любчак [та ін.] // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2015. – № 3. – С. 198-201. – ISSN 2307-5732.
2. Моделювання спектральних характеристик шару епідермісу біотканини шкіри як об'єкту біомедичної діагностики / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, Ю. С. Любчак [та ін.] // Вісник ХНУ. Серія: Технічні науки. – 2015. – № 2. – С. 218-222. – ISSN 2307-5732.
3. Оцінювання валідності діагностування пошкоджень біотканин за допомогою цифрової колориметрії з використанням нейромережі / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, О. І. Моканюк [та ін.] // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015. – № 2. – С. 4-9. – ISSN 1999-9941.
4. Аналіз сучасного стану оптичних засобів вимірювального контролю та діагностування параметрів біотканин на основі цифрової колориметрії / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 1. – С. 172-177. – ISSN 2219-9365.
5. Аналіз оптичних методів вимірювального контролю та діагностування параметрів біотканин у судово-медичній експертизі / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 1. – С. 118-123. – ISSN 1681-7893.
6. Математичне моделювання впливу параметрів окремих шарів на спектральні характеристики неоднорідних біотканин / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 3. – С. 50-56. – ISSN 1997-9266.
7. Метод визначення координат кольору нормальних і патологічних біотканин / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 4. – С. 25-30. – ISSN 1997-9266.
8. Аналіз похибок засобу діагностування на основі вимірювання координат кольору нормальних і патологічних біотканин / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 2. – С. 135-139. – ISSN 2219-9365.
9. Changes of color coordinates of biological tissue with superficial skin damage due to mechanical trauma / V. Petruk, O. Mokanyuk, O. Kvaternyuk [et al.] // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161I (17 December 2015). – P. 98161I-1– 98161I-5; doi: 10.1117/12.2229037. – ISSN 0277-786X.
10. Methods and means of measuring control and diagnostics of biological tissues in vivo based on measurements of color coordinates and multispectral image / V. Petruk, O. Kvaternyuk, S. Kvaternyuk [et al.] // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161H (17 December 2015). – P. 98161H-1– 98161H-5; doi:10.1117/12.2229034. – ISSN 0277-786X.
11. Метод визначення і реєстрації кольору та розмірів ушкоджень в судово-медичній практиці. Методичні рекомендації №176.14/392.15. / О.І. Моканюк, А. О. Гаврилук, О. Є. Кватернюк [та ін.] – К.: Український центр наукової медичної інформації та патентно ліцензійної роботи МОЗ України, 2015. – 26 с.

12. Аналіз сучасних методів та засобів діагностування параметрів біотканин на основі цифрової колориметрії / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, В. А. Ясинська [та ін.] // Фотоніка ОДС-2015 : VII Міжнародна конференція з оптоелектронних інформаційних технологій, 21–23 квітня 2015 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 71. – ISBN 978-966-641-619-6.
13. Математичне моделювання зміни параметрів кольору ушкодженої шкіри у судовій медицині / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, Я. І. Животун [та ін.] // Фотоніка ОДС-2015 : VII Міжнародна конференція з оптоелектронних інформаційних технологій, 21–23 квітня 2015 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 73. – ISBN 978-966-641-619-6.
14. Методи і засоби аналізу та класифікації поверхневих патологій біотканин за кольором / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] // XII Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи”, 23–24 квітня 2013 р. : тези доповідей. – К. : ПБФ НУТУ “КПІ”, 2013. – С. 182–183.
15. Аналіз оптичних засобів діагностування поверхневих пошкоджень біотканин у судовій медицині [Електронний ресурс] / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, С. М. Кватернюк, Ю. М. Денисюк // XI Міжнародна конференція “Контроль і управління в складних системах”, 9–11 жовтня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – С. 128–129. – Режим доступу до статті: http://mccs.vntu.edu.ua/mccs2012/materials/subsection_3.1.pdf.
16. Колориметричний метод неінвазійного контролю параметрів біотканин / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. І. Моканюк, О. Є. Кватернюк // III Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю, 21–24 вересня 2011 р. : тези доповідей. – Том 1. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – С. 405–407. – ISBN 978-966-641-423-9.
17. Засіб діагностування поверхневих ушкоджень біотканин на основі вимірювань параметрів кольору для прикладних задач судово-медичної експертизи / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, С. М. Кватернюк [та ін.] // XVI Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи”, 22–23 квітня 2015 р. : тези доповідей. – К. : ПБФ НУТУ “КПІ”. – 2015. – С. 152–153.
18. Вдосконалення методу цифрової колориметрії поверхневих ушкоджень біотканин для прикладних задач судово-медичної діагностики / В. Г. Петрук, О. Є. Кватернюк, В. А. Ясинська [та ін.] // XVI Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи”, 22–23 квітня 2015 р. : тези доповідей. – К. : ПБФ НУТУ “КПІ”. – 2015. – С. 155–156.
19. Визначення та реєстрація кольору шкіри за допомогою кольорової лінійки / О. І. Моканюк, А. О. Гаврилюк, О. С. Янкевич, О. Є. Кватернюк // VII Міжнародний конгрес з інтегративної антропології, 17–18 жовтня 2013 р., Вінниця : ВНМУ ім.Пирогова. – 2013. – С.118.
20. Forensic-medical evaluation of color and size of bruise using computer software for digital image processing / O. Mokanyuk, A. Havryliuk, O. Kvaterniuk [et al.] // International scientific conference “Modern advances in forensic science and expertise”, 29 April –2 May 2015, Uzhgorod, Breza. – 2015. – С. 70. – ISBN 978-966-2668-93-3.
21. Патент України на корисну модель № 70759, МПК G01N 21/21 (2006.01) Спосіб визначення і реєстрації кольору та розмірів ушкоджень в судово-медичних дослідженнях / В. Г. Петрук, О. І. Моканюк; О. Є. Кватернюк [та ін.]; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201114321; заявл. 05.12.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. № 12.
22. Патент України на корисну модель № 99579, МПК G01N 21/21 (2006.01) Пристрій для телевізійного вимірювального контролю та діагностики параметрів кольору неоднорідних середовищ / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, О. Є. Кватернюк [та ін.]; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201500057; заявл. 05.01.2015; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 11.

Кватернюк Олена Євгенівна – викладач, Вінницький обласний комунальний гуманітарно-педагогічний коледж

Кватернюк Сергій Михайлович – докторант, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: serg.kvaternuk@gmail.com

Kvaternyuk Olena Evgenivna – teacher, Vinnytsia Oblast Community Humanitarian Pedagogical College
Kvaternyuk Sergei Mikhailovich – doctoral student, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and ecological safety, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

МЕТОДИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація Досліджено використання мультиспектральних методів телевізійного екологічного моніторингу водних об'єктів. Запропоновано спосіб мультиспектрального телевізійного моніторингу екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону з використанням мультиспектрального телевізійного вимірюванням проточного аналізатора частинок.

Ключові слова: мультиспектральний контроль, засіб контролю, телевізійний вимірювальний контроль, спектральні характеристики..

Abstract We reviewed the use of methods of multispectral television control applications for environmental monitoring of water bodies. Researchers have proposed a method of measuring multispectral television monitoring of the ecological state of water bodies by phytoplankton parameters using multispectral television flow measuring particle analyzer.

Keywords: multispectral control, control means, TV measurement control, spectral characteristics.

Вступ

Проблема, на вирішення якої спрямовано роботу: вдосконалення та підвищення ефективності методів телевізійного вимірювального контролю та діагностування оптичних параметрів неоднорідних біологічних середовищ з використанням цифрової колориметрії та n-вимірного мультиспектрального подання інформації для кожного пікселя масиву цифрових зображень отриманих ПЗЗ-камерою, підвищення швидкодії та вірогідності контролю. Об'єкт дослідження: процес телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ. Предмет дослідження: оптичні параметри неоднорідних біологічних середовищ та метрологічні характеристики засобів їх контролю і діагностування на основі методу цифрової колориметрії та вимірювання координат у n-вимірному мультиспектральному просторі. Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль та діагностування займають важливе місце при вирішенні прикладних задач екологічного моніторингу, біомедичної діагностики та контролю якості продукції. Проте, на даний час, вони розвинуті недостатньо і потребують продовження досліджень з метою підвищення точності діагностування, швидкодії та вірогідності контролю.

Засіб телевізійного вимірювального контролю для екологічного моніторингу водних об'єктів

У роботі [1] мультиспектральний метод використано для дослідження судин у приповерхневому шарі шкіри. При цьому у якості фільтрів використовуються чотири змінних фільтри на основі періодичної наноструктури на золотій плівці з отворами, відстань між якими визначає довжину хвилі випромінювання, на якій коефіцієнт пропускання найбільший. Такий спосіб виконання фільтрів є найбільш високотехнологічним і дозволяє виготовити необхідний набір світлофільтрів з точно визначеними смугами пропускання. У роботі [2] мультиспектральний метод використовується для дистанційного супутникового екологічного контролю вмісту фітопланктону у водних об'єктах, що дозволило аналізувати просторовий розподіл концентрації фітопланктону у водних об'єктах з високою роздільною здатністю.

Авторами запропоновано пристрій для телевізійного вимірювального контролю та діагностики параметрів кольору неоднорідних середовищ, що дозволяє визначити координати кольору елементів зображення досліджуваного об'єкта у системі координат CIEXYZ та CIELAB за умови дифузного освітлення з наступним визначенням найближчих кольорів зі шкали зразків кольорів та визначення параметрів об'єкту з використанням експертної системи. Запропоновано спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону за допомогою проточного мультиспектрального телевізійного вимірювального аналізатора частинок неперервної дії, при якому порівнюють зображення частинок на характеристичних довжинах хвиль пігментів за допомогою ПЗЗ-камери з зображеннями з бази даних у режимі реального часу, визначають чисельність частинок фітопланктону та розраховують індекси біорізноманіття. Розроблено автоматизований метод та засіб контролю стану біотканин за їх спектрофотометричними параметрами, суть якого полягає у неінвазійному вимірюванні спектральних коефіцієнтів дифузного відбивання об'єктів контролю і порівнянні їх з нормою та використанні отриманих результатів як вхідного параметру експертної системи [3–15].

Висновки

Мультиспектральний телевізійний вимірювальний контроль та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ здійснюється на основі обробки масиву мультиспектральних зображень досліджуваного об'єкту отриманих ПЗЗ камерою на n довжинах хвиль з вибраними діапазонами довжин хвиль у кожному з вимірювальних каналів. Вибір оптимальної кількості спектральних каналів, діапазону довжин хвиль кожного з каналів та необхідної роздільної здатності ПЗЗ-камери здійснюється при оптимізації структури вимірювального засобу на основі пошуку відмінностей при статистичній обробці спектральних характеристик коефіцієнту дифузного відбивання досліджуваних об'єктів, з апіорі відомим станом, що забезпечує необхідні параметри швидкодії, вірогідності контролю чи точності діагностування. Відмінність між придатним та непридатним об'єктом визначається, як відстань у n -вимірному мультиспектральному просторі для кожного пікселя з масиву мультиспектральних зображень. Крім того, координати у n -вимірному мультиспектральному просторі елементів зображення порівнюються з координатами шкали, що відповідають відомим станам досліджуваного об'єкту. Для опрацювання масивів мультиспектральних зображень буде використано експертну систему підтримки прийняття діагностичного рішення з використанням нечіткої логіки чи нейромережі. Планується розробка експериментальних методик мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю та діагностування параметрів неоднорідних біологічних середовищ для ряду прикладних задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bolus tracking with nanofilter-based multispectral videography for capturing microvasculature hemodynamics / M. Najiminaini, B. Kaminska, K. St. Lawrence et al. // Scientific reports. – 2014. – №4. – P.4737.
2. Application of hyperspectral remote sensing to cyanobacterial blooms in inland waters / R. M. Kudela, S. L. Palacios, D. C. Austerberry et al. // Remote Sensing of Environment – 2015. – №2. – P.1–10.
3. Спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону / [Петрук В.Г., Кватернюк С. М., Кватернюк О.Є., Петрук Р.В.] // Патент України №99580МПК (2006) G01N 21/21 / заявл. 05.01.2015; опубл. 10.06.2015; Бюл. № 11. – 5 с.
4. Petruk V. Multispectral Methods and Means of Water Pollution Monitoring by Using Macrophytes for Bioindication/ V. Petruk, S. Kvaternyuk, O. Bondarchuk et al. // Water Security. Editors: O. Mitryasova, C. Staddon. – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. – P.131-141.
5. Petruk V. The optical diagnostics of parameters of biological tissues of human intact skin in near-infrared range / V. Petruk, S. Kvaternyuk, B. Bolyuh et al. // Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016, 100313C (September 28, 2016). – P. 100313C-1–100313C-7.
6. Petruk V. G. Spectrophotometric Method for Differentiation of Human Skin Melanoma. II. Diagnostic Characteristics. / V. G. Petruk, A. P. Ivanov, S. M. Kvaternyuk, V. V. Barun // Journal of Applied Spectroscopy. – 2016. – Vol. 83, Issue 2. – P. 261–270.

7. Petruk V. G. Spectrophotometric Method for Differentiation of Human Skin Melanoma. I. Optical Diffuse Reflection Coefficient. / V. G. Petruk, A. P. Ivanov, S. M. Kvaternyuk, V. V. Barun // Journal of Applied Spectroscopy. – 2016. – Vol. 83, Issue 1. – P. 85–92.
8. Petruk R. V. Multispectral television monitoring of contamination of water objects by using macrophyte-based bioindication / R. V. Petruk, V. D. Pohrebennyk, S. M. Kvaternyuk et al. // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, SGEM2016 Conference Proceedings, June 28 – July 6, 2016, Book 5, Vol. 2. – P. 597–602.
9. Martsenyuk V. Multispectral control of water bodies for biological diversity with the index of phytoplankton / V. Martsenyuk, V. G. Petruk, S. M. Kvaternyuk et al. // 2016 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016), Oct. 16-19, 2016 in HICO, Gyeongju, Korea. – P. 988–993.
10. Мультиспектральний вимірювальний контроль та діагностування стану неоднорідних біологічних середовищ на основі нечіткої логіки / Г. О. Черноволик, В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 147 с.
11. The method of multispectral image processing of phytoplankton for environmental control of water pollution / V. Petruk, S. Kvaternyuk, V. Yasynska, A. Kozachuk, A. Kotyra, R. S. Romaniuk, N. Askarova // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161N (17 December 2015). – P. 98161N-1–98161N-5; doi: 10.1117/12.2229202.
12. Multispectral televisional measuring control of the ecological state of waterbodies on the characteristics macrophytes / V. Petruk, S. Kvaternyuk, A. Kozachuk, S. Sailarbek, K. Gromaszek // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161Q (17 December 2015). – P. 98161Q-1–98161Q-4; doi: 10.1117/12.2229343.
13. Methods and means of measuring control and diagnostics of biological tissues in vivo based on measurements of color coordinates and multispectral image / V. Petruk, O. Kvaternyuk, S. Kvaternyuk, O. Mokanyuk, L. Yekenina, W. Wojcik, R. S. Romaniuk, I. Baglan // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2015. Vol. 9816, 98161H (17 December 2015). – P. 98161H-1– 98161H-5; doi:10.1117/12.2229034.
14. The spectral polarimetric control of phytoplankton in photobioreactor of the wastewater treatment / V.G. Petruk, S. M. Kvanternyuk; Y. M. Denysiuk; K. Gromaszek // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2012, Vol. 8698, 86980H. – P. 86980H-1–86980H-4.
15. Research of the spectral diffuse reflectance of melanoma in vivo / V.G. Petruk, S.M. Kvaternyuk, D.B. Bolyuh, Y.M. Denysiuk, A. Kotyra // Proc. SPIE, Optical Fibers and Their Applications, 2012, Vol. 8698, 86980F. – P. 86980F-1–86980F-6.

Кватернюк Сергій Михайлович – докторант, к.т.н., доцент кафедри екології та екологічної безпеки;

Петрук Василь Григорович – д.т.н., професор, директор Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, e-mail: petrukv@gmail.com;

Kvaternyuk Sergei Mikhailovich – doctoral student, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and ecological safety, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com;

Petruk Vasyl Grygorovych – Dr. Sc., Professor, Director of the Institute of Environmental Security and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, e-mail: petrukv@gmail.com.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ МАЛИХ МІСТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація Проаналізовано основні проблеми при утилізації і рециклінгу твердих побутових відходів для малих міст України. Запропоновано комплексну систему управління твердими побутовими відходами, що передбачає наступну схему розв'язання проблеми з їх утилізацією: роздільний збір небезпечних компонентів твердих побутових відходів; скорочення відходів; вторинну переробку відходів; спалювання відходів; захоронення твердих побутових відходів.

Ключові слова: відходи, місто, утилізація, переробка.

Abstract The main problems in the recycling and recycling of solid household waste for small cities of Ukraine are analyzed. The complex system of management of solid domestic wastes is proposed, provides the following scheme for solving the problem with their disposal: separate collection of hazardous components of solid domestic waste; Reduction of waste; Recycling of waste; Incineration of waste; Burial of solid household waste.

Keywords: waste, city, utilization, recycling.

Вступ

Проблема твердих побутових відходів (ТПВ) є актуальною і досить гострою для всього світу, в тому числі і для України. Утворення відходів зростає, тоді як значна частка цих відходів видалється на полігонах та звалищах, які розміщені, спроектовані та експлуатуються неналежним чином, наслідком чого є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Охоплення послугами збирання відходів у багатьох населених пунктах є недостатнім, що призводить до несанкціонованого розміщення відходів та пов'язаних з цим негативних факторів впливу.

Аналіз проблеми

«Сміттєве питання» з кожним днем набуває все більшої актуальності, відповідно - нагального вирішення. Поводження з відходами - одна з найбільш гострих проблем будь-якого населеного пункту. Проблема поведінки з побутовими відходами в населених пунктах країни з року в рік погіршує стан довкілля. Основна причина - відсутність чітких та прозорих правил гри на цьому ринку, що стримує залучення інвестицій. Усе це вимагає формування нових підходів до організації роздільного збирання та вивезення відходів, їх сортування, перероблення та утилізації з використанням інноваційних технологій.

Досягнення європейських стандартів у сфері поводження з відходами можливе лише за умови оптимізації діючої системи та приведенні її до рівня існуючих світових стандартів. Основним завданням є розробка дій поводження з відходами на рівні населених пунктів у відповідності до вимог чинного законодавства та загальнодержавної програми у цій сфері.

Надзвичайно складною є проблема формування тарифів на поводження з відходами, які повинні бути економічно обґрунтованими та покривати витрати операторів ринку. Існуючі норми утворення відходів та тарифи на їх вивезення не дають змогу оновлювати не лише контейнерний парк, а й парк сміттевозів, більшість з яких не відповідають технологічним та екологічним вимогам. Особливо це стосується малих міст, селищ та сільських населених пунктів з людністю 5-10 тис. чол.

Комплексна система управління твердими побутовими відходами передбачає наступну схему розв'язання проблеми з їх утилізацією: роздільний збір небезпечних компонентів твердих

побутових відходів; скорочення відходів; вторинна переробка відходів; спалювання відходів; захоронення твердих побутових відходів.

Висновки

Основними напрямками вирішення проблеми твердих відходів на сучасному етапі являється: розроблення та затвердження загальнодержавної програми по вирішенню проблем твердих відходів; забезпечення своєчасного збирання та знешкодження твердих відходів; дотримування правил екологічної безпеки при їх розміщенні, переробці та знешкодженні; зменшення токсичності твердих відходів у виробничих процесах; забезпечення комплексного використання твердих відходів; стимулювання роздільного збирання компонентів відходів; сприяння максимально можливій утилізації твердих відходів; постійне розширення переліку твердих відходів, які підлягають вторинному використанню; організація контролю та моніторингу за місцями та об'єктами розміщення твердих відходів, запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей; обов'язковий облік твердих відходів на основі їх класифікації та паспортизації; розробка загальнодержавних нормативних документів, які регламентують та регулюють питання утворення, використання та знешкодження твердих відходів; погодження лімітів на утворення та розміщення твердих відходів; затвердження загальнодержавних санітарних норм і правил під час утворення, збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження та захоронення твердих відходів; встановлення санітарно-гігієнічних вимог до продукції яка виготовлена із ресурсів вторинної сировини та видача гігієнічних сертифікатів на неї; моніторинг місць утворення, зберігання та видалення твердих відходів; організація роздільного збору небезпечних (високотоксичних) компонентів твердих відходів [1-5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Petruk V.G. Household waste management. The European experience / V.G. Petruk, F. Stalder, V.A. Ishchenko, I.V. Vasylykivskyi, R.V. Petruk, P.M. Turchyk, S.M. Kvaternyuk, M.I. Shyrnin, V.V. Volovodiuk. – Vinnytsia: «Nilan-Ltd.», 2016. – 184 p.
2. Актуальні задачі при вирішенні проблеми твердих побутових відходів м. Могилів-Подільського/ [О.С. Шелест, О.О. Цвенько, О.В. Мислицька, С.М. Кватернюк, О.О. Бобко] // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього природного середовища та збалансоване природокористування.), 8-9 грудня, 2011. Матеріали IV регіональної наукової конференції студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених. – Х.: ХНУ ім.Каразіна, 2011. – С.34-35.
3. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами на Вінниччині. Монографія / В.Г. Петрук, О.В. Мудрак, О.Г. Яворська, В.В. Черній, С. М. Кватернюк, П.М. Турчик, Р.В.Петрук/ Під ред. д.т.н., проф.Петрука В.Г. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2007. – 187 с.
4. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи. Навчальний посібник / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, С.М. Кватернюк, П.М. Турчик, В.А. Іщенко, Р.В. Петрук. – Вінниця: ВНТУ, 2015.– 100 с.
5. Вирішення проблеми твердих побутових відходів для малих міст / Кватернюк С.М., Животун Я.І. // V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2015), 23–26 вересня, 2015. Збірник наукових праць. – Вінниця: ДІЛО, 2015. – С.56.

Кватернюк Сергій Михайлович – докторант, к.т.н., доцент кафедри екології та екологічної безпеки; e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com;

Животун Яна Іванівна – студент групи ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет.

Kvaternyuk Sergei Mikhailovich – doctoral student, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and ecological safety, Vinnytsia National Technical University, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com;

Zhyvotun Yana Ivanivna – the student of group EKO-136,, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring Vinnytsia National Technical University.

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано основні джерела утворення і накопичення відходів рослинного походження. Описано способи використання рослинних відходів для виробництва теплової енергії.

Ключові слова: відходи рослинного походження, виробництва теплової енергії з біомаси.

Abstract

The basic source of formation and accumulation of waste vegetable. We describe how to use plant waste to produce heat.

Keywords: vegetable waste, production of energy from biomass.

Рослинні відходи – це відходи лісопереробної галузі та відходи сільського господарства. При заготівлі лісу та подальшій його переробці з відходами втрачається близько 50% деревини. Ця біомаса у вигляді тирси, листя, гілок вивозиться на полігони, де гниє або спалюється на місці, таким чином погіршуючи екологічний стан довкілля. У сільськогосподарському виробництві основними залишками біомаси є солома та сіно.

Рослинні відходи є частиною біомаси до яких відносяться: відходи рослинництва, сільського господарства, харчової промисловості, домашнього господарства та відходи комунального господарства. Джерелом рослинних відходів є також відходи деревини в лісовому господарстві, деревообробній та целюлозно-паперовій промисловості. Для виробництва біомаси рослинного походження використовуються також спеціальні енергетичні культури, що дають швидкий приріст маси (верба, тополя, платан), або певних сортів трав'янистих рослин (міскантус, просо, сорго та ін.). До енергетичних культур також можна віднести ріпак, соняшник для виробництва рідких моторних палив. З метою енергетичного використання може вирощуватись і кукурудза та сорго як для виробництва твердого біопалива так і біогазу (табл. 1).

Таблиця 1 – Класифікація рослинних відходів для енергетичних потреб

Сторона утворення	Група походження	Сторона споживання
Деревина, відходи деревини, вторинна деревина, відновлювальна деревина	Деревні палива	Тверді: необроблена деревина, тирса тріска, гранули Рідкі: чорний луг, метанол, піролізні смоли Газоподібні: продукти газифікації та піролізу
Відходи агрокультур, відходи тваринництва, відходи переробки агропродукції, енергетичні культури	Агropалива	Тверді: солома, стебла, лушпиння, енергетичні трави Рідкі: етанол, метанол, піролізні смоли, жом, олії Газоподібні: біогаз, продукти газифікації та піролізу

Біомасу рослинних відходів можна використовувати в енергетичних цілях шляхом безпосереднього спалювання (деревини, соломи, стічних відкладень), а також у переробленому вигляді рідких (ефіри ріпакової олії, спирти, рідкі продукти піролізу) або газоподібних біопалив (біогаз з відходів сільського господарства та рослинництва (рис. 1). Конверсія біомаси в інші види енергоносіїв або кінцеву енергію (теплову або електричну) може відбуватись фізичними, хімічними і біохімічними методами [1-4].

Україна має розвинутий сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг різноманітних рослинних відходів та залишків. Відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, і вторинні – такі, що генеруються при обробці врожаю на підприємствах. Первинні відходи включають соломку зернових та інших культур, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника (стебла, стрижні, кошики і т. ін.). Вторинні відходи – це лушпиння соняшника, лушпайка гречки,

рису, жом цукрового буряку і тому подібне. Частина відходів та залишків використовується на потреби самого сільського господарства (органічне добриво, підстилка та корм тварин), частина – іншими секторами економіки, а решта біомаси залишається незадіяною і часто утилізується (спалюється в полі, вивозиться на звалище) без принесення користі товаровиробникам. Значну частину біомаси, що не використовується, видається доцільним залучити до виробництва енергії. При цьому важливим є питання яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби без негативного впливу на родючість ґрунтів.



Рисунок 1 – Способи виробництва енергії з біомаси

Внесок біомаси до валового кінцевого енергоспоживання ЄС вже перевищив 8%, а до 2020 року має зрости до 14%. В окремих країнах-лідерах рівень розвитку біоенергетики значно вище середньоевропейського. Так, в Фінляндії частка біомаси в кінцевому енергоспоживанні становить 28%, в Латвії – більше 27%, в Швеції та Естонії – близько 26% (для порівняння – в Україні 1,78%) (рис. 2). Австрія та Естонія на сьогодні вже практично виконали свої зобов'язання 2020 року щодо внеску біомаси у валове кінцеве енергоспоживання (табл. 2).

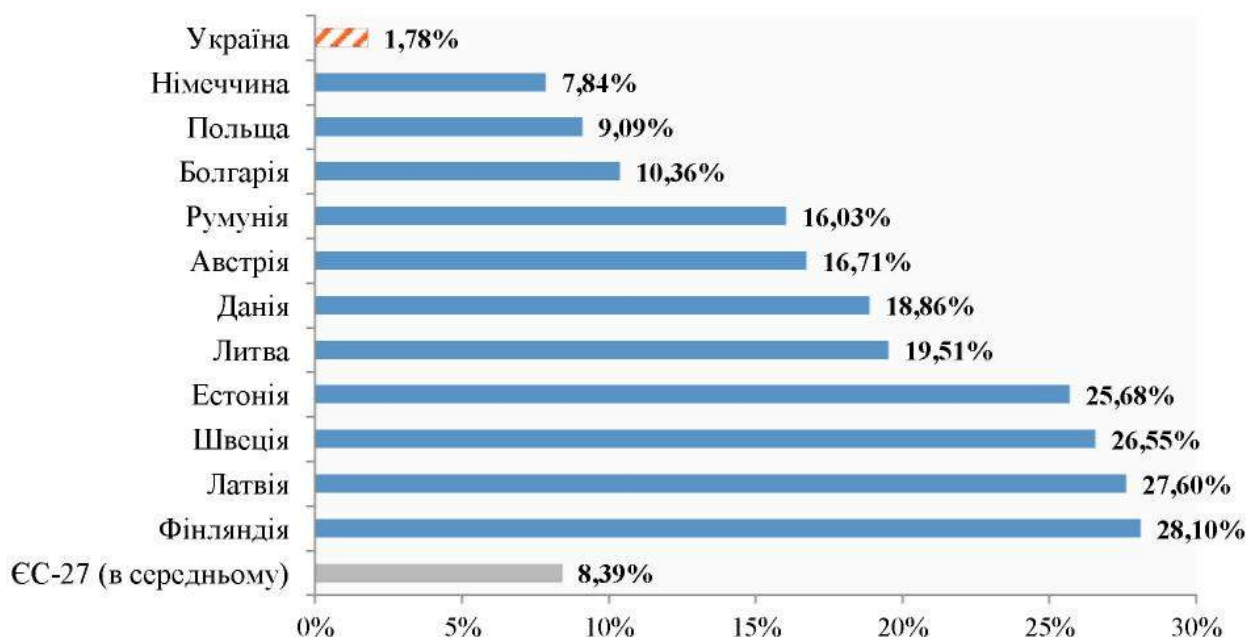


Рисунок 2 – Частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні деяких країн ЄС і в Україні, 2016 р.

В Євросоюзі проводились дослідження питання енергетичного застосування рослинних відходів. За їх результатами, на енергетичні потреби можна використовувати 25-50% врожаю соломи, а решта біомаси має залишитися на полях [3].

Таблиця 2 – Динаміка досягнення мети ЄС щодо внеску ВДЕ до валового кінцевого енергоспоживання

Країни ЄС	2012 р.	Індикативна траєкторія досягнення мети 2020 року			2020 р.
		2013-2014	2015-2016	2017-2018	
ЄС-28	14,1%	н.д.	н.д.	н.д.	20%
Бельгія	6,8%	5,4%	7,1%	9,2%	13%
Болгарія	16,3%	11,4%	12,4%	13,7%	16%
Чеська Республіка	11,2%	8,2%	9,2%	10,6%	13%
Данія	26,0%	20,9%	22,9%	25,5%	30%
Німеччина	12,4%	9,5%	11,3%	13,7%	18%
Естонія	25,8%	20,1%	21,2%	22,6%	25%
Ірландія	7,2%	7,0%	8,9%	11,5%	16%
Греція	13,8%	10,2%	11,9%	14,1%	18%
Іспанія	14,3%	12,1%	13,8%	16,0%	20%
Франція	13,4%	14,1%	16,0%	18,6%	23%
Хорватія	16,8%	14,8%	15,9%	17,4%	20%
Італія	13,5%	8,7%	10,5%	12,9%	17%
Кіпр	6,8%	5,9%	7,4%	9,5%	13%
Латвія	35,8%	34,8%	35,9%	37,4%	40%
Литва	21,7%	17,4%	18,6%	20,2%	23%
Люксембург	3,1%	3,9%	5,4%	7,5%	11%
Угорщина	9,6%	6,9%	8,2%	10,0%	13%
Мальта	1,4%	3,0%	4,5%	6,5%	10%
Нідерланди	4,5%	5,9%	7,6%	9,9%	14%
Австрія	32,1%	26,5%	28,1%	30,3%	34%
Польща	11,0%	9,5%	10,7%	12,3%	15%
Португалія	24,6%	23,7%	25,2%	27,3%	31%
Румунія	22,9%	19,7%	20,6%	21,8%	24%
Словенія	20,2%	18,7%	20,1%	21,9%	25%
Словаччина	10,4%	8,9%	10,0%	11,4%	14%
Фінляндія	34,3%	31,4%	32,8%	34,7%	38%
Швеція	51,0%	42,6%	43,9%	45,8%	49%
Великобританія	4,2%	5,4%	7,5%	10,2%	15%

Виробництво енергії з соломи активно розвивається в Данії, Швеції й більшості країн Центральної Європи. На енергетичні потреби там щорічно використовується від 5% до 20% виробленої соломи. Дослідження, виконані для умов США показали, що для виробництва енергії/біопалив можна використовувати 30-60% загального обсягу соломи та відходів виробництва кукурудзи на зерно. В Україні є надлишок соломи, який можна залучити до паливно-енергетичного балансу. Співвідношення зернової частини врожаю та незернової (соломи) становить приблизно 1:1, тому річні обсяги утворення соломи близькі до загального виробництва зернових культур в Україні. Виробництво зернових і зернобобових культур в Україні становить порядку 40-50 млн. т на рік з врожайністю 25-30 ц/га. За попередніми статистичними даними в 2016 році виробництво зернових і зернобобових культур в заліковій вазі склало 66 млн тонн, що на 5,9 млн тонн більше ніж у 2015 році. Для України оптимальний обсяг соломи, яку можна використовувати на теплові потреби, за нульового балансу гумусу становить близько 40%. За попередніми підрахунками, в Україні на енергетичні цілі є можливість щорічно використовувати близько 10 млн. тонн соломи зернових і близько 7 млн. т соломи ріпаку. Використання рослинних відходів дозволить Україні позбутися газової залежності і забезпечити енергетичні потреби за рахунок використання власних, швидко відновлюваних енергетичних ресурсів рослинного походження. Враховуючи, встановлені значення теплоти згоряння природного газу та ряду рослинних відходів приведених в таблиці 3, перспективним є використання соломи в якості альтернативного енергетичного палива [4].

Таблиця 3.- Теплота згоряння палив

Теплота згоряння	Одиниці вимірювання	МДж, (ккал)
Газ природний, при 20°C 101,325 кПа	м³	31,8; (7600)
Солома	кг	15,7; (3750)
Пелети із соломи	кг	14,51; (3465)
Лушпиння соняшнику, сої	кг	17,00; (4060)
Кукурудза-початок (вологість, W>10%)	кг	14,65; (3500)
Свіжозрубана деревина (W=50...60%)	кг	8,12; (1940)
Висушена деревина (W=20%)	кг	14,24; (3400)
Тріска, тирса	кг	10,93; (2610); 8,37; (2000)
Пелета деревна	кг	17,17; (4100)

Отже, використання тільки 10 млн. тонн соломи для енергетичних потреб дає щорічну економію 5 млрд. м³ природного газу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистичні дані Європейської Комісії у секторі енергетики http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/other_documents.
2. Аналітична записка БАУ №7 «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні».
3. Інформаційно-аналітичний звіт «Український ринок твердого біопалива», 2013 (на рос. мові). Підготовлений компанією Innovative Business Centre, LLC. Екологічні проблеми землеробства. За ред. І.Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
4. Доценко О.А., Суздалевич І.Ю., Васильківський І. В. Використання рослинних відходів для виробництва енергії / “V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю” (Екологія/Ecology-2015), 23–26 вересня, 2015. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня Діло, 2015. – 235 с.

Майданюк Анастасій Дмитрівна – студ. гр. ТЗД-13м, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vntu0812020@gmail.com.

Сальвадор Рівера Емерсон Андрес – студ. гр. ЕКО-13б, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

Maydanyuk Anastasios D. – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu0812020@gmail.com.

Emerson Salvador Rivera Andres – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Scientific supervisor **Vasilkivskyi Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА АЗС**Анотація**

Розглянуто експлуатаційні характеристики установок рекуперації парів нафтопродуктів та запропонована схема пірометричного датчик пожежної сигналізації для автозаправних станцій.

Ключові слова: автозаправні станції, пари нафтопродуктів, установка рекуперації парів. пірометричний датчик.

Abstract

Considered performance plants and oil vapor recovery circuit zapropomonovana pirometrychno sensor fire alarm stations.

Keywords: gas stations, oil vapor, vapor recovery plant, pirometrychny sensor.

Продукти нафтопереробки широкого використовуються у всіх галузях промисловості, сільськогосподарському виробництві, транспорті, у побуті. Значна частина продукції використовується для виробництва електроенергії, у хімічній промисловості.

Нафтопродукти є токсичними речовинами третього класу небезпеки. Потрапивши в ґрунт, вони утворюють плівку, яка погіршує умови життєдіяльності рослин і мікроорганізмів.

АЗС є стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря - за рахунок випаровування бензину й дизельного палива з резервуарів для їх зберігання. Вміст цих речовин у атмосферному повітрі міста не контролюється на постах спостереження. Основними забруднюючими речовинами в процесі експлуатації АЗС при використанні бензину, дизельного палива та скрапленого вуглеводневого газу є: бензин, вуглеводні насичені, пропан, бутан, етан, метан. Безпосередніми джерелами викиду забруднюючих речовин на АЗС під час виконання технологічних операцій є: дихальний клапан резервуару з паливом (організоване джерело), забруднення утворюється під час заправки резервуару з бензовозу, а також при зберіганні в резервуарах: гирло бензобаку (неорганізоване джерело), забруднення утворюється під час заправки баків автомобільних транспортних засобів. Процес подальшого розкладання нафтопродуктів протікає вкрай повільно. За три-чотири роки відбувається окислення деяких компонентів. Утворюються пірени, які через 25-30 років перетворюються на самі токсичні речовини першого класу небезпеки – бенз(а)пірени [1-3].

Отже, висока пожежо- вибухонебезпечність і токсичність нафтопродуктів, які містять такі небезпечні речовини, як бензол, стирол, толуол, ксилол та ін. створює серйозну техногенну небезпеку для населення. На АЗС, які забезпечені установками рекуперації парів (УРП), при операціях зливу/наливу забезпечується скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування («велике дихання»). При зберіганні нафтопродуктів забезпечується виключення викиду вуглеводнів через: зміни температури навколишнього середовища, атмосферного тиску, часткового викачування продукту («малі дихання», і «зворотний видих» відповідно). У таблиці 1 представлені експлуатаційні характеристики сучасних УРП. Також, при використанні УРП суттєво знижується концентрація парів нафтопродуктів на території заправних комплексів і техногенний ризик виникнення пожежовибухонебезпечних ситуацій. Однак, за певних несприятливих кліматичних умов (при високій температурі атмосферного повітря), навіть невелика концентрація парів нафтопродуктів у повітрі може спричинити небезпеку виникнення пожежі. Тому, виробнича зона заправних комплексів, на якій розташоване технологічне обладнання, повинна бути під постійним контролем автоматичної пірометричної системи, здатної фіксувати виникнення небезпечних високотемпературних полів, які з'являються у місцях можливого займання і виникнення пожежі. Контроль виникнення пожежі на ранніх стадіях можливий при високій швидкодії схеми пірометричного датчика. Основним елементом схеми є пірометричний датчик (рис.1) призначений для виявлення моменту утворення вогнища пожежі по тепловому випромінюванню в інфрачервоній області спектра. В результаті використання швидкодіючих фотодетекторів досягається мала інерційність датчика загоряння (менше 1 мілісекунди).

Таблиця 1 - Експлуатаційні характеристики сучасних УРП

Параметри	Існуючі технології, що застосовуються в установках УРП			
	Мембранне розділення	Адсорбція активованим вугіллям	Адсорбція дизельним паливом	Уловлювання методом охолодження
Потреба в додаткових енергоресурсах з боку Замовника	Потреба в тиску і вакуумі	Потреба в тиску і вакуумі	Не потрібно	Не потрібно
Необхідність в процесі експлуатації періодичної утилізації токсичних вибухопожежо-небезпечних відходів	Так , утилізація відпрацьованих мембран	Так , утилізація відпрацьованих вугільних пластів	Так, утилізація дизельного палива через збільшення температури спалаху	Не потрібно
Здатність установки уловлення легких фракцій (УЛФ) витримувати перевантаження	Низька , практично неприпустима	Низька , практично неприпустима	Низька , через узгодженість кругової швидкості обертання адсорбера, пароповітряну суміш (ПВС), яка про-пускається через тарілки і наявності достатнього "свіжого" (вільного від легкої фракції (ЛФ)) об'єму ДТ	Висока , відсоток уловлювання при 50% перевантаження понад номінальну продуктивність становить 90%!
Потреба в профілактичному обслуговуванні в процесі експлуатації установки УЛФ	Потрібно , ревізія і заміна мембран, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання.	Потрібно , ревізія і заміна вугільних пластів, профілактичний ремонт нагнітаючого обладнання	Не потрібно	Установки продуктивністю до 700 м ³ /г. - не потрібно . Установки продуктивністю понад 700 м ³ /год - потрібна заміна двох масляних фільтрів на рік
Вибухопожежо-небезпека	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Висока , в паровому каналі присутні механічні та електричні компоненти.	Відсутня , в паровому каналі відсутні механічні та електричні компоненти.

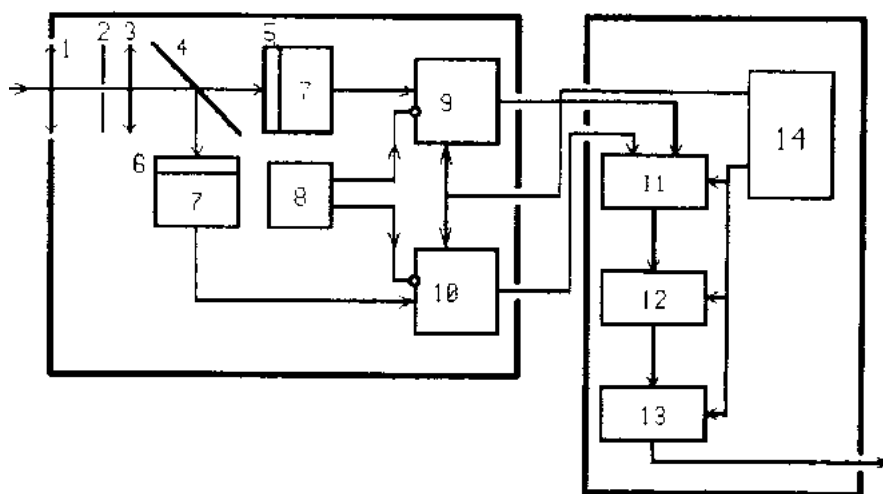


Рисунок 1. - Пірометричний датчик пожежної сигналізації:

1 - об'єктив, 2 - діафрагма, 3 - лінза, 4 - подільник світлового потоку, 5 і 6 - світлофільтри, 7 - інфрачервоні фотодетектори, 9 і 10 - підсилювачі, 8 - блок термостабілізації темнових струмів фотодетекторів, 11 - блок обчислення відношення двох значень напруги, 12 - блок усереднення, 13 - пороговий детектор, 14 - блок живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойченко С.В. Рациональное использование углеводневых топлив / С.В. Бойченко// Монография. К.: НАУ, 2001. – 216 с.
2. Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А.А Коршак // Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 144с.
3. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова / М.: Гостоптехиздат, 1996. – 522 с.

Майданюк Анастасій Дмитрівна – студ. гр. ТЗД-13м, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vntu0812020@gmail.com.

Самбрано Мендоса Еріка Сенеїда – студ. гр. ЕКО-13б, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

Maydanyuk Anastasios D. – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu0812020@gmail.com.

Zambrana Eric Mendoza Seneyida – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Scientific supervisor **Vasilkivskyi Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АЕРОЗОЛЬНОГО ВИКИДУ ХАЕС

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведена екологічна оцінка аерозольного викиду Хмельницької АЕС.

Ключові слова: АЕС, ядерне паливо, викид радіонуклідів.**Abstract**

Conducted environmental assessment aerosol emissions Khmel'nitsky nuclear electrostantsiyi.

Keywords: nuclear power, nuclear fuel, emissions of radionuclides.

Атомна енергетика є одним із пріоритетних шляхів отримання електроенергії. Водночас, як і будь-яке виробництво, експлуатація атомної електростанції включає і утворення радіоактивних відходів. У процесі експлуатації АЕС і зокрема ХАЕС неминуче утворення газоподібних, твердих і рідких продуктів, що містять у своєму складі радіоактивні елементи [1]. Джерелами радіоактивності в першому контурі енергоблоку є: продукти розпаду ядерного палива; продукти корозії конструкційних матеріалів; продукти активації.

У нормальних умовах експлуатації реакторної установки будь-який вихід елементів з під оболонки твелів або часткове руйнування цієї оболонки призводить до потрапляння деякої кількості продуктів поділу в теплоносії першого контуру. Тритій, який знаходиться в теплоносії першого контуру, є особливо важливим компонентом цих продуктів активації. Вихід тритію з води першого контуру можливий при: організованих протіканнях; зливах води першого контуру в баки зливу води першого контуру. Тритій ^3H – радіоактивний ізотоп водню з періодом напіврозпаду 12,33 року. У реакторах АЕС з ВВЕР тритій утворюється: безпосередньо при поділі ядер палива як продукт потрійного поділу; в результаті взаємодії нейтронів з ядрами дейтерію; в результаті різних реакцій швидких нейтронів з конструкційними матеріалами активної зони реактора; в результаті активації борної кислоти в теплоносії першого контуру. Розчинені продукти ділення і активації виводяться з теплоносія за рахунок процесів іонного обміну, в результаті яких утворюються забруднені іонообмінні смоли установок спецводоочистки (СВО). В результаті періодичної заміни цих смол утворюються як рідкі, так і тверді радіоактивні відходи. Процес поводження з радіоактивними середовищами на установках СВО, розташованих у спецкорпусі, призводить до утворення радіоактивних відходів (РАВ) всіх трьох форм. Допустимі протікання в парогенераторі теплоносія першого контуру в другий контур ведуть до утворення радіоактивно забруднених вод цього контуру. Газы, які накопичуються в першому контурі під час експлуатації, виводяться з нього. Це призводить до утворення потоку газоподібних викидів. Такі викиди зазвичай включають в себе тритієву водяну пару, благородні газы, аерозолі та інші газоподібні частинки. Під час щорічної зупинки реактора проводиться скидання тиску із систем охолодження, кришка реактора знімається і частина паливних збірок виймається і переміщається в басейн витримки для зберігання. Крім виїмки відпрацьованого палива, процедури перевантаження палива можуть привести до підвищення виходу рідких радіоактивних відходів (РРВ) і викидів в атмосферу з басейну витримки, шахти ревізії апарату і шахти ревізії блоку захисних труб. Основними джерелами радіоактивних аерозольних викидів є: вентруби реакторного відділення та спецкорпусу, з висотою викиду 100 м; ежектор турбоагрегату. Аерозолі містять довгоживучі нукліди (ДЖН) з $T_{1/2}$ більше 3 годин і короткоживучі нукліди (КЖН) з $T_{1/2}$ менше 3 годин. Період напіврозпаду визначає час, а разом з ним і дозу можливого впливу на органи людини. Надходження радіоактивних речовин, що відносяться до аерозолів, відбувається з водою, повітрям і продуктами харчування. Дані про величину і нуклідний склад викидів ежекторами конденсатора турбіни одного енергоблоку, а також сумарний викид ежекторами турбоагрегатів ХАЕС наведені в таблиці 1. Передбачений термін експлуатації енергоблоків складає 45 років. Завислі аерозольні речовини, присутні в повітрі, обумовлені також перенесенням пилу і сажі. Їх кількість в атмосферному повітрі залежить від характеру підстилаючої поверхні і від вітрового переносу.

Максимальна кількість зважених речовин в повітрі в зоні АЕС спостерігалася в районі ОВК і тепличного господарства (1,66 - 3,7 мг/м³), в районі м. Нетішин 3,4 - 7,7 мг/м³ і в районі с. Комарівка – 1,65 мг/м³.

Таблиця 1 – Середньорічний викид радіонуклідів з вентиляційних труб ХАЕС

Ізотоп	Період напіврозпаду	Викид одного блоку, Кі/добу	Сумарний викид ХАЕС, Кі/добу	Ізотоп	Період напіврозпаду	Викид одного блоку, Кі/добу	Сумарний викид ХАЕС, Кі/добу
Тритій	12,33 років	8,07E-02	3,22E-01	Цирконій-95	64,02 доби	1,19E-07	4,76E-07
Вуглець-14	5730 років	2,79E-08	1, 12E-07	Ніобій-95м	3,61 доби	2,01 E-11	8,04E-11
Азот-16	7,13 с	5,34E-01	2,14E+00	Молибден-99	66,02 год	1,47E-10	5,88E-10
Азот-17	4,17 с	7,43E-05	2,98E-04	Ніобій-101	7,1 с	7,61E-09	3,04E-08
Натрій-24	14,97 год	8,33E-08	3,34E-07	Технецій-101	14,2 хв	2,46E-07	9,84E-07
Аргон-41	1,82 год	2,62E-01	1,05E+00	Рутеній-103	39,25 діб	5,13E-10	2,06E-09
Калій-42	12,36 год	2,51E-06	1,00E-05	Родій-103м	56,114 хв	4,68E-08	1,87E-07
Хром-51	27,7 діб	1,68E-08	6,72E-08	Сурьма-129	4,4 год	3,13E-09	1,25E-08
Марганець-54	312,2 діб	4,15E-10	1,66E-09	Теллур-129 м	33,6 доби	3,88E-11	1,55E-10
Залізо-55	2,68 р	5,86E-10	2,34E-09	Олово-130	3,7 хв	2,36E-08	9,44E-08
Кобальт-60	5,27 год	1, 17E-09	4,68E-09	Йод-131	8,01 діб	4,77E-05	1,91E-04
Селен-83	22,4 хв	6,88E-09	2,76E-08	Ксенон-131 м	11,97 діб	2,07E+00	8,28E+00
Бром-83	2,39 год	8,34E-07	3,34E-06	Цезій-137	30,20 р	6,85E-07	2,74E-06
Криптон-83 м	1,83 год	6,67E-01	2,66E+00	Барій-137 м	2,552 хв	2,56E-06	1,02E-05
Рубідій-88	17,8 хв	1,99E-02	7,96E-02	Лантан-141	3,92 ч	5,37E-08	2,14E-07
Стронцій-89	50,62 діб	9,22E-09	3,68E-08	Церій-143	33,0 год	5,88E-09	2,36E-08
Іттрій-90	64,26 год	1,03E-11	4,12E-11	Празидим-	7,2 хв	4,04E-12	1,62E-11

ЛІТЕРАТУРА

1. Інформаційний бюлетень «Хмельницька АЕС – розвиток заради майбутнього» до проведення громадських слухань щодо добудови Хмельницької АЕС шляхом спорудження енергоблоків №3 та №4.

Савінська Наталія Володимирівна – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: savinskaya.95@mail.ru.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

Savinjske Natalia V. – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: savinskaya.95@mail.ru.

Scientific supervisor **Vasilkivskiy Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПОЖЕЖНА СИГНАЛІЗАЦІЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОВОГО ФОНДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто стан проблеми збереження лісових ресурсів від пожеж. Запропоновано структурну схему елемента системи пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів від пожеж.

Ключові слова: пожежа, лісові ресурси, лінійний оптичний давач диму, система пожежної сигналізації.

Abstract

The state of the problem of preservation of forest resources from fire. A block diagram of the element fire alarm system to protect forest resources from fire.

Keywords: fire, forest resources, linear optical sensor smoke, fire alarm system.

Під час пожежі за рахунок хімічних реакцій виділяється велика кількість газів, включаючи: оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO), діоксид азоту (NO₂), аміак (NH₃) і вуглеводні, які суттєво впливають на локальні і глобальні концентрації атмосферного озону (O₃) і гідроксильні радикали (OH⁻). Лісові пожежі на локальному рівні є джерелами домішок впродовж кількох годин або навіть днів.

Основними видами лісових пожеж як стихійних лих, що охоплюють, як правило, величезні території, за об'єктом горіння є низові, верхові і підземні пожежі. Лісові низові пожежі характеризуються горінням лісової підстилки і надґрунтового покриву без захоплення крон дерев. Швидкість руху фронту низової пожежі складає від 0,3-1 м/хв (при слабкій пожежі) і до 16 м/хв (при сильній пожежі), висота полум'я – 1-2 м, максимальна температура на кромці пожежі досягає 900°C. Після такої пожежі затіненість поверхні ґрунту зменшується з 90 % до 60 %, а мертві та пошкоджені дерева викидають на землю велику кількість уламків сухих гілок. В результаті цього через рік або два на даній ділянці спостерігається теплий та сухий ґрунт, накопичується велика кількість сухих гілок, що сприяє виникненню другої пожежі, яка може знищити понад 60 % всієї біомаси лісу. Лісові верхові пожежі розвиваються, як правило, на низових і характеризуються горінням крон дерев. При верховій пожежі полум'я розповсюджується головним чином з крони на крону з великою швидкістю, що досягає 8-25 км/год, залишаючи іноді цілі ділянки необпаленого вогнем лісу. При стійкому характері пожежі вогнем охоплюються не тільки крони, але й стовбури дерев. Полум'я розповсюджується зі швидкістю 5-8 км/год, охоплюючи весь ліс від ґрунтового покриву і до верхівок дерев. Підземні пожежі виникають як продовження низових та верхових пожеж і розповсюджуються по торф'яному шару, що знаходиться в землі, на глибину до 50 см і більше.

Охорона лісів від пожеж, безумовно, є одним із пріоритетних завдань не тільки лісового господарства, але і всього суспільства. Для зменшення збитків завданих лісовими пожежами важливим є їх своєчасне виявлення. Жоден із існуючих методів та засобів контролю пожежонебезпечних ситуацій не здатний контролювати із достатнім ступенем надійності самозаймання в жарку пору року, особливо лісів хвойних порід, порушення правил пожежної безпеки та навмисні підпали. Тому питання про розробку нових засобів для охорони лісових ресурсів від пожеж, зокрема, створення систем лісових пожежних сигналізацій, постає дедалі гостріше [1].

З метою вирішення проблеми охорони лісових ресурсів від пожеж пропонується система пожежної сигналізації (рис. 1), яка складається із мережі ліній, оптоволоконних кабелів, датчиків диму (ЛОДД), а також зв'язанія з радіоканалом із пульта централізованого спостереження, а також до якої проведений кабель, його обробка і реєстрація в мірювальній інформаційній ЛОДД як, й серійною, пускається пр, значення для виявлення диму на ділянці лісу, довж. 100 м, а також 18 м, а також забезпечує контроль за загальною площею 500–2000 м² [2].

Основні, між блоками системи, якими є вузли управління, для якого в одній мікроконтролер, вузол модема, Flash-пам'ять (енергонезалежна ПЗУ), вузол елементів контролю електроживлення. Блок управління забезпечує, крім того, функції:

1) сканування вхідних сигналів:

– аварії по перевищенню максимально допустимого струму споживання контролюємих вузлів схеми пристрою;

– аварійного порогу розряду акумуляторної батареї;

– сигналізації з вхідного пристрою про задимленість повітря;

– запиту з приймача радіосигналу про діагностичні дані;

2) формує сигнали управління:

– вузлом елементів контролю електроживлення (оскільки всі вузли схеми, за винятком блока управління, живляться в імпульсному режимі для економії заряду акумуляторної батареї);

– трактами прийому/передачі радіосигналів (елементом комутації антени).

Після спрацювання сенсори даних, мікроконтролер передає сигнали про пожежу на передавача радіосигналу. Радіопередавач створений на базі високо частотного транзистора, оснащений вхідним, вихідним, елементом грозозахисту, а також радіотрактом, який запобігає пошкодженню системи, передає кодовані сигнали на пульти централізованого спостереження. В корпусі знаходяться елементи грозозахисту, а також радіотрактом, який запобігає пошкодженню системи, передає кодовані сигнали на пульти централізованого спостереження. В корпусі знаходяться елементи грозозахисту, а також радіотрактом, який запобігає пошкодженню системи, передає кодовані сигнали на пульти централізованого спостереження.

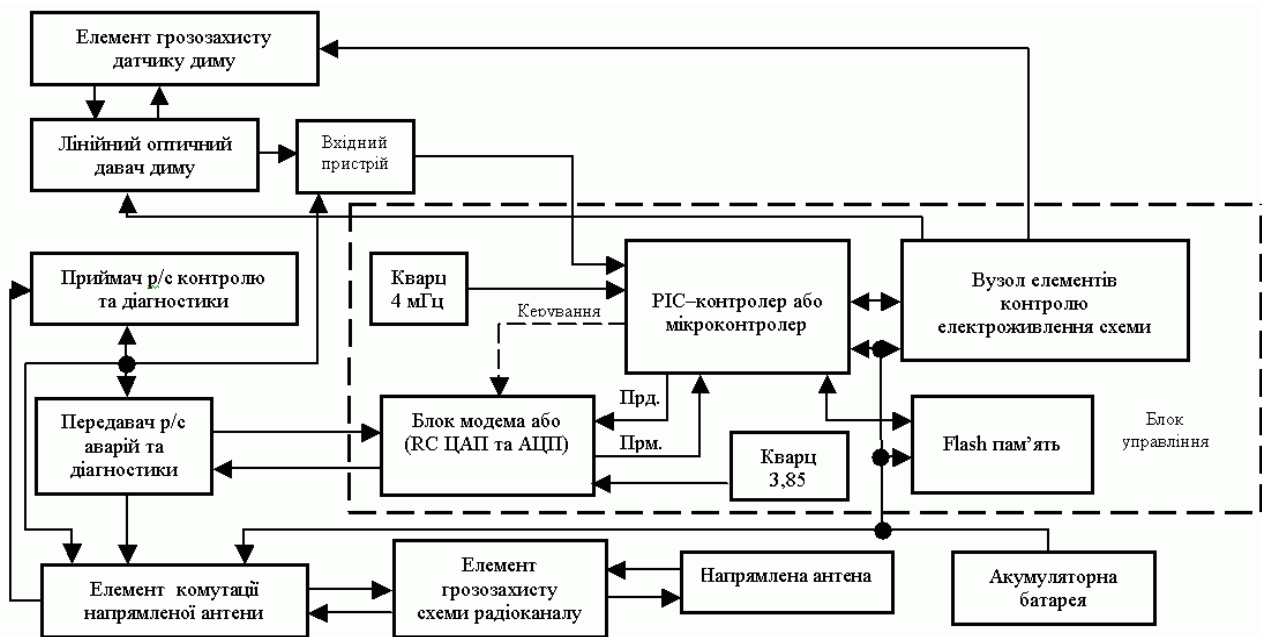


Рисунок 1 – Структурна схема елемента системи пожежної сигналізації

Запропонована система пожежної сигналізації по радіоканалу дозволяє організувати надійну охорону від пожеж цінних природних територіальних комплексів, які містять рідкісні або занесені до Червоної книги України види рослинного і тваринного світу, а також об'єкти природно-заповідного фонду – природні національні парки, заповідники, заказники, пам'ятки природи та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єрмаков М. Горять ліси Вінниччини // Пожежна безпека. – 2005. - №6. – С. 28-29.
2. Система сигналізації для виявлення пожежонебезпечних ситуацій на території лісового фонду / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Писаренко Н.В., Кватернюк С.М., Турчик П.М. // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів: МНТК, тези допов. – Вінниця, 2006. – С.184.

Сільва Рубіо Луїс Антоніо – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ninnoantonio1288@hotmail.com.

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: herullgarcam@hotmail.com.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

Silva Rubio Luis Antonio – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ninnoantonio1288@hotmail.com.

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: herullgarcam@hotmail.com.

Scientific supervisor **Vasilkivskyi Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСТА ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлені результати дослідження електромагнітного забруднення міста Вінниця.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання, електромагнітне поле, надвисокі частоти, радіотехнічні об'єкти, гранично допустимі рівні.

Abstract

The paper presents the results study of electromagnetic pollution of Vinnitsa.

Keywords: electromagnetic radiation, electromagnetic fields, extremely high frequency radio facilities permitted levels.

Населення, що проживає в густонаселених районах сучасних міст останнім часом усе більше піддається впливу радіовипромінювання від різних джерел, серед яких мобільний зв'язок, супутникове і високочастотне наземне телебачення (MMDS), інтернет мережі wi-fi і wi-max.

Дані про структуру захворюваності населення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Структура захворюваності населення, що проживає під впливом електромагнітного випромінювання [1]

Класи захворювань	Вікові групи, %					Всього, %
	20–29	30–39	40–49	50–59	> 60	
Інформаційні і паразитичні захворювання	1,04	0,61	0,64	0,81	3,59	1,22
Новоутворення	–	0,82	1,83	0,99	1,15	1,05
Захворювання ендокринної системи	0,21	0,41	1,07	1,44	0,57	0,83
Захворювання нервової системи	8,30	3,07	7,84	2,88	4,45	4,91
Захворювання очей	1,24	0,82	1,40	0,54	–	0,79
Захворювання вуха	–	–	0,86	–	0,86	0,33
Захворювання шкіри	–	–	0,97	0,72	–	0,41
Захворювання системи кровообігу	8,71	6,04	10,53	17,28	23,24	13,18
Захворювання органів дихання	54,60	71,41	52,20	58,78	38,74	56,45
Травми, отруєння	2,49	1,24	2,04	0,63	–	1,19
Захворювання кістково-м'язової системи	5,60	0,82	9,13	9,27	15,35	7,86
Захворювання сечостатевої системи	5,19	2,77	2,68	1,26	1,87	2,48
Захворювання органів травлення	11,62	10,35	7,95	4,23	9,32	8,17
Алергічні захворювання	1,04	1,64	0,86	1,17	0,86	1,14

Вивчення механізмів дії ЕМП на біологічні об'єкти в даний час знаходиться на стику різних напрямків – фізики, біології, медицини, біофізики, радіоелектроніки, екології і т.д. Зі зростанням інтенсивності високочастотних електромагнітних полів з'явилися смертельні випадки від їх впливу. У таблиці 2 наведена смертність осіб, працюючих з джерелами електромагнітних полів.

Тривалий і систематичний вплив на працюючих ЕМП різних частот з інтенсивністю, що перевищує гранично допустимі рівні, може призвести до деяких функціональних змін в організмі, в першу чергу у центральній нервовій системі. Ці зміни проявляються у головного болю, порушення сну, підвищеної стомлюваності, дратівливості і ряді інших симптомів. Крім того, відмічається уповільнення пульсу, знижений кров'яний тиск, зміни в печінці і селезінці. Центральна нервова система має високу чутливість до електромагнітних випромінювань, варіативність фізіологічних і біохімічних показників дуже висока. Основна маса експериментальних даних зосередилася в діапазоні щільності потоку енергії 1 – 100 мВт/см і часу опромінення 10 – 1000 хв. Спостерігається

явище адаптації центральної нервової системи до електромагнітного випромінювання, що виявляється в поступово згасаючій реакції в міру зменшення інтенсивності, тривалості і повторюваності сеансів опромінення. З іншого боку, спостерігається також явище функціональної кумуляції, що виражається в наростанні симптомів при збільшенні часу опромінення [1-4].

Таблиця 2 – Смертність осіб, працюючих з джерелами електромагнітних полів

Категорія смертності	Щільність потоку енергії менше 1 мВт/см ²		Щільність потоку енергії більше 1 мВт/см ²	
	абсолютна величина	відносна величина, %	абсолютна величина	відносна величина, %
Число людей у вибірці	20781	100	20109	100
Загальне число випадків смерті	665	0,31	783	0,39
Загибель від нещасних випадків	223	0,009	318	0,016
Смертність від хвороб	359	0,0017	357	0,0017
Новоутворення	94	0,0045	108	0,0053
Серцево-судинна система	180	0,0085	175	0,0087
Органи травлення	27	0,0013	25	0,0012
Кровотворення і лімфатична система	20	0,001	26	0,0013

Основний вплив на електромагнітний стан міста Вінниці здійснюють випромінювання базових станцій стільникового зв'язку (див. рис. 1), Вінницького телецентру, радіонавігаційних засобів, радіотехнічних засобів, лінії електропередачі високої напруги тощо. Разом з цим для задоволення максимальних потреб абонентів мобільних мереж у підземних і наземних спорудах (супермаркети, торгово-розважальні комплекси), куди звичайним способом не можуть проникнути радіохвилі, оператори мобільних мереж встановлюють приймально-передавальне обладнання в середині цих споруд. Як показує практика, електромагнітне випромінювання в таких спорудах перевищує гранично допустимий рівень (ГДР) у 2,5 мкВт/см².

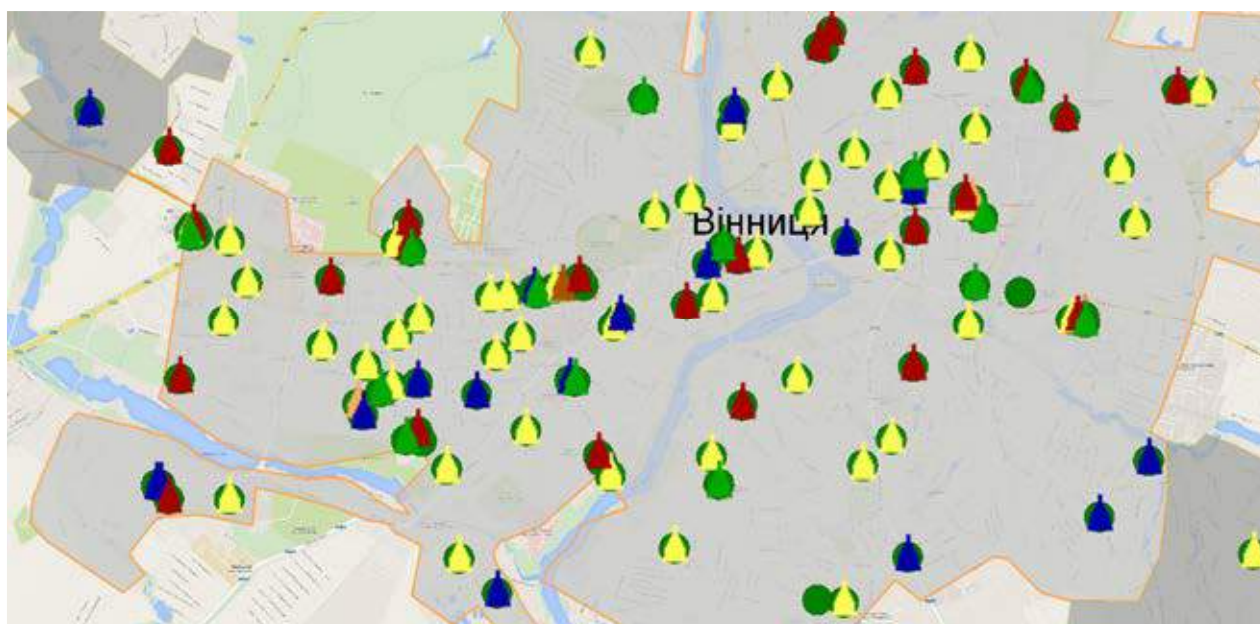


Рисунок 1 - Розташування базових станцій стільникового зв'язку у м.Вінниці.

Вимірювання рівнів електромагнітного випромінювання проводяться не рідше ніж один раз на рік, а також при введенні в дію нових установок або при зміні їх конструкції. У кожній точці проводиться не менше трьох вимірів із занесенням у протокол найбільшого із зареєстрованих значень. В залежності від рівня складності поставленого завдання використовують такі прилади для вимірювання рівня електромагнітного поля: MTM-01, BE-METP-AT-003, BE-50, ПЗ-41, АТТ-2593, Norda NBM-550, Norda SRM-3000, Norda SRM-3006. Як свідчать дані еколого-гігієнічного

моніторингу місць розташування радіотехнічних об'єктів відносно житлової забудови, більше 70 % цих об'єктів розташовані в густонаселених районах або безпосередньо біля них. Рівні електромагнітних випромінювань можуть перевищувати допустиму норму у 2-20 разів, при цьому в зоні впливу одного радіотехнічного об'єкта знаходиться в середньому до 2 тис. чоловік, також під електромагнітним впливом може знаходитися навчальний, лікувальний заклад чи дитяча установа.

Найбільшого електромагнітного навантаження зазнають вінничани, які мешкають у центральних густонаселених районах міста (вул. Соборна, Київська, Пирогова, Келецька, Хмельницьке шосе), унаслідок підвищеної концентрації розміщення базових станцій стільникового зв'язку в центральній частині міста. Це пов'язано з тим, що основна частина населення м. Вінниці працює або проїжджає через центральну частину міста і для безперебійної роботи мобільних мереж потрібно встановлювати додаткові базові станції стільникового зв'язку.

Вимірювання напруженості магнітного поля і щільності електромагнітного випромінювання проводять відповідно до державних стандартів та надають рекомендації щодо зменшення негативного впливу ЕМП на організм людини.

Для складання оперативної карти електромагнітного забруднення території міста доцільно використовувати мобільну станцію радіомоніторингу і пеленгування "Аргумент" зображену на рисунку 2. На кузові станції закріплена телескопічна діелектрична поворотна щогла з вимірювальною антеною. У станції є три відсіки: кабіна водія, салон операторів із трьома робітниками місцями й установленим вимірювальним устаткуванням, технічний відсік для перевезення антен, телескопічної поворотної щогли, розміщення блоків системи електроживлення, включаючи автономну електростанцію і резервний акумулятор.

Станція здатна вирішувати наступні завдання:

- 1) вимірювати напруженість або щільність потоку потужності ЕМП у довільних смугах радіочастот від декількох кГц до декількох ГГц;
- 2) вимірювати інтенсивності інфразвуку, звуку й низькочастотного ультразвуку;
- 3) вимірювати магнітну індукцію постійних і змінних магнітних полів;
- 4) вимірювати напруженості поля промислової частоти;
- 5) зберігати результати вимірів з географічними координатами точок вимірів, передавати дані на картографічний додаток;
- 6) відображати на електронній карті діаграми розподілу обмірюваних величин, у тому числі діаграми напруженості поля й інтенсивності звуку;
- 7) порівнювати обмірювані рівні із гранично-припустимими значеннями, показувати території, де перевищені гранично-припустимі значення.
- 8) будувати на карті комплексний розподіл показників фізичного навантаження.



Рисунок 2 - Зовнішній вигляд мобільної станції



Рисунок 3 - Відображення результатів вимірів напруженості поля на карті місцевості

Для вимірів інтенсивності ЕМП станція радіомоніторингу оснащена наступними вимірювальними приладами [2 - 6]:

- 1) панорамним вимірювальним приймачем;

- 2) вимірювальним панорамним конвертером;
- 3) набором вимірювальних антен.

Крім цифрового вимірювального радіоприймального пристрою і виносного панорамного конвертера, до складу станції входять додаткові прилади, що розширюють набір вимірюваних фізичних факторів:

- 1) вимірник електромагнітних випромінювань ПЗ-40;
- 2) вимірник напруженості поля промислової частоти ПЗ-50;
- 3) мілітесламір портативний універсальний ТП-2У;
- 4) пристрій знімання даних ПЗД-01;
- 5) шумометр-аналізатор спектра SVAN-945A.

Для розширення робочого діапазону частот до 18 ГГц до приймача комплексу радіоконтролю підключається панорамний конвертер.

Вимірювання інтенсивності випромінювання базових станції мобільного зв'язку на висоті до двох метрів над рівнем землі у місті Вінниці показали, що цей показник має значення 0,8-1,8 мкВт/см² (гранично допустимий рівень - 2,5 мкВт/см²).

Питання про рівень електромагнітного забруднення та його шкоду для здоров'я населення є актуальним. Тому, мешканці територій повинні бути поінформовані про ступінь і характер джерел ЕМП випромінювання. А дані про характер і рівень ЕМП забруднення повинні бути представлені у вигляді карти забруднень. При відображенні на карті задається поріг відображуваних значень (наприклад, гранично допустимий рівень), нижче якого обмірювані значення не відображаються. Якщо, засоби вимірювання будуть працювати в режимі реального часу, то це дасть змогу відслідковувати постійну добову динаміку зміни рівня електромагнітного забруднення на контрольованій території [4,5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузнецов А.Н. Биофизика электромагнитных воздействий. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 237 с.
2. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля (экологические и гигиенические аспекты) / Г.А. Суворов, Ю.П. Пальцев, Л.Л. Хунданов и др. М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1998. – 125 с.
3. Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека - Alleged health effects of electromagnetic fields: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ. - Новосибирск, 1999. - 91 с.
4. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Килимник В.О., Кватернюк С.М. Характеристика впливу електромагнітних полів на організм людини / “IV Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю” (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня Діло, 2013. – С. 458-461.
5. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Килимник В.О., Кватернюк С.М. Характеристика біологічного впливу електромагнітних полів / «Наука. Молодь. Екологія.». Матеріали Міжнародної НПК в рамках I Всеукраїнського молодіжного з'їзду екологів з міжнародною участю, м. Житомир, 21–23 травня 2014 року. – Житомир Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. – С. 85-89.

Остапенко Олександра Олександрівна – студ. гр. ТЗД-16м, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sashuly.ostapenko@gmail.com.

Вега Фактос Джохселін Анабель – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

A. Alexander Ostapenko – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sashuly.ostapenko@gmail.com.

Anabel Vega Faktos Dzhohselin – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Scientific supervisor **Vasilkivskiy Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

КОНТРОЛЬ ВИКИДІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**Вінницький національний технічний університет****Анотація**

Розглянуто проблему контролю викидів двигунів внутрішнього згоряння.

Ключові слова: викид, відпрацьовані гази, двигун внутрішнього згоряння.**Abstract**

The problem of the control of emissions of internal combustion engines.

Keywords: emissions, waste gases, the internal combustion engine.

(ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) являють собою гетерогенну дисперсну систему, до складу якої входить суміш газів, пари, краплин рідин і дисперсних твердих часток. Всього ВГ містять близько 280 компонентів, серед яких можна виділити ті, що містяться в повітряному середовищі: азот N_2 і кисень O_2 , продукти повного згоряння палива (двоокис вуглецю CO_2 і водяну пару H_2O), речовини, що утворюються в результаті термічного синтезу ВГ із повітрям при високих температурах (оксиди азоту N_xO_y , продукти неповного згоряння палива (монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_xH_y , дисперсні тверді частинки, основним компонентом яких є сажа), а також оксиди сірки, альдегіди, продукти конденсації і полімеризації. Крім продуктів згоряння палива у ВГ присутні продукти згоряння мастила і речовини, що утворюються із присадок до палива і оливи. У незначних кількостях (1-2%) ВГ містять водень H_2 і інертні гази - Ar та in .

Викиди автотранспорту є основною причиною утворення фотохімічного смогу, що складається з диму, туману і аерозольного пилу (дрібнодисперсних частинок). Фотохімічний смог викликає подразнення очей, слизових оболонок носа і горла, симптоми задухи, загострення легеневих і різних хронічних захворювань. Дрібнодисперсні частинки діаметром 10 мкм (PM_{10}) і 2,5 мкм ($PM_{2.5}$) є одними із найнебезпечніших видів забруднення атмосферного повітря, що потребує систематичного контролю. Такі частинки тривалий час знаходяться в повітрі, переносяться на великі відстані і легко долають захисні бар'єри людського організму, проникаючи глибоко в легені.

Висока турбулентність повітряних потоків, обумовлена рухом транспорту, сприяє вторинному забрудненню повітря дрібнодисперсними частинками, які утворюються в результаті стирання дорожніх покриттів, автомобільних шин, гальмівних колодок, а також викидів вихлопних систем. Хімічний склад і кількість пилу залежать від матеріалів дорожнього покриття. Найбільша кількість пилу створюється на ґрунтових і гравійних дорогах. Дороги з гравійним покриттям утворюють пил, що складається в основному з діоксиду кремнію. У містах на дорогах з асфальтобетонним покриттям до складу пилу додатково входять продукти зносу в'язучих бітумвмісних матеріалів, частинки матеріалів від ліній розмітки дороги. Порівняння діючих на сьогодні нормативних вимог вмісту PM_{10} і $PM_{2.5}$, а також загального вмісту завислих речовин (TSP) в повітрі представлено в таблиці 1 [1-4].

Для здійснення контролю об'єму викидів ДВЗ пропонується використовувати схему лічильника із давачем Холла, що подає інформацію про кількість робочих тактів двигуна. Давач Холла через відповідний вхідний пристрій з'єднаний із блоком управління до складу якого входять: ПІС-контролер, енергонезалежна flash-пам'ять, опорний кварцовий генератор. Блок управління здійснює обробку, підрахунок, зберігання та вивід на індикатор результатів вимірів. Принцип роботи ПІС-контролера в даному блоці полягає в наступному:

- підрахунок імпульсної послідовності, створеної давачем Холла;
- періодичний запис підрахованих даних в енергонезалежну flash-пам'ять для їх довготривалого зберігання;
- постійний вивід результатів суми на індикатор;
- у разі аварійної ситуації ПІС-контролер дає можливість зчитування необхідної інформації з енергонезалежної flash-пам'яті.

Таблиця 1 – ГДК TSP, PM10, PM2.5 в атмосферному повітрі України, США, ЄС і за рекомендаціями ВООЗ

Речовина	Час усереднення	Україна, мг/м ³	ВООЗ, мг/м ³	США, мг/м ³	ЄС, мг/м ³
Завислі речовини (TSP)	20 хв.	0,50	–	–	–
	24 год.	0,15	–	0,26	–
	1 рік	–	–	0,075	–
Завислі речовини PM10	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,050	0,150 (концентрація не повинна бути перевищена більше 1 разу за 3 роки)	0,050 (концентрація не повинна бути перевищена більш 35 разів протягом року)
	1 рік	–	0,020	–	0,040
Завислі речовини PM2.5	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,025	0,035 (98% за 3 роки)	–
	1 рік	–	0,010	0,015 (середня за 3 роки)	0,025

РІС-контролер працює з тактовою частотою, що задається опорним кварцовим високостабільним генератором, якої достатньо для точної обробки вхідних імпульсів та одночасного відпрацювання запису та зберігання результатів підрахунку імпульсів. Енергонезалежна flash-пам'ять забезпечує надійне зберігання та вивід записаної інформації у випадку аварійного перезавантаження РІС-контролера, яке можливе лише при зникненні живлення від автономної акумуляторної батареї (ААБ), що не можливо навмисно здійснити без пошкодження спеціалізованої плати. РІС-контролер дає можливість, при необхідності, переводити блок управління в енергозберігаючий режим, який передбачає мікроспоживання від ААБ, що в свою чергу дає можливість збільшити термін її використання. На передній панелі приладів автомобіля встановлюється індикатор, на який виводиться число, яке відповідає кількості умовних робочих тактів ДВЗ за визначений інтервал часу, що відповідає об'єму викидів. Розрядність індикатора дозволяє зберігати результати підрахунку об'єму викидів при безперервній роботі ДВЗ протягом 5 років [1-3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Турчик П.М., Петрук В.Г., Васильківський І.В. Контроль об'єму газових викидів двигуна внутрішнього згоряння // Матеріали VIII наукової конференції ТДТУ ім.І.Пулюя.– Тернопіль: ТДТУ, 2004. – С. 214-215.
2. Турчик П.М., Петрук В.Г., Васильківський І.В. Лічильник автомобільних викидів // Матеріали VI Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів. – Одеса: ОДЕУ, 2004. – С. 242-244.
3. Турчик П.М., Петрук В.Г., Васильківський І.В. Розробка лічильника автомобільних газових викидів в атмосферу // Матеріали XXXIV-ї науково-технічної конференції ВНТУ.– Вінниця: ВНТУ, 2005. – С. 117-118.
2. Шага К.О. Васильківський І.В., Вовк В.С., Войтко Д.С. Дослідження аерозольного забруднення атмосфери / Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС-2015» м.Вінниця, 21-23 квітня 2015 року. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С.127.

Сільва Рубіо Луїс Антоніо – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ninnoantonio1288@hotmail.com.

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – студ. гр. ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: herullgarcam@hotmail.com.

Науковий керівник **Васильківський Ігор Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v_igor_v@i.ua.

Silva Rubio Luis Antonio – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ninnoantonio1288@hotmail.com.

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: herullgarcam@hotmail.com.

Scientific supervisor **Vasilkivskyi Igor V.** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ОТРИМАННЯ КСАНТОГЕНАТІВ МЕТАЛІВ ХІМІЧНИМ ВИЛУЧЕННЯМ СІРКОВУГЛЕЦЮ ІЗ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено процес дитіокарбоксілювання нижчих спиртів високотоксичним сірковуглецем головної фракції сирого бензолу коксохімічних підприємств з отриманням ксантогенатів лужних металів та метал-хелатів деяких 3d-металів на їх основі. Визначено оптимальні умови отримання ксантогенатів лужних металів та їх метал-хелатів, що забезпечують максимальний вихід з мінімальним вмістом домішок.

Ключові слова: реагентна переробка, сірковуглець, головна фракція сирого бензолу, дитіокарбоксілювання, ксантогенати, метал-хелати.

Abstract

In this paper was studied the dithiocarboxylation process of aliphatic alcohols by highly toxic carbon disulfide of head fraction of crude benzene of coke factories with obtaining the alkali metal xanthates and metal-chelates of some 3d-metals based on them. Was established the optimal conditions for obtaining of alkali metal xanthates and their metal-chelates, providing maximum yield with a minimum content of impurities.

Keywords: reagent processing, carbon disulfide, head fraction of crude benzene, dithiocarboxylation, xanthates, metal-chelates.

Результати дослідження

Раніше була досліджена реакція дитіокарбоксілювання вторинних амінів сірковуглецем головної фракції сирого бензолу коксохімічних виробництв в присутності лугу в відповідні дитіокарбамати I з наступним утворенням на їх основі метал-хелатів деяких 3d-металів II [1, 2], а також технологічні особливості перебігу даної реакції [3]. З метою розширення технологічних можливостей дослідженого процесу, а також можливого практичного застосування продуктів реагентної переробки в інших галузях, було продовжено дослідження реакції дитіокарбоксілювання з використанням нижчих спиртів аліфатичного ряду в присутності гідроксиду лужного металу до отримання відповідних ксантогенатів III та їх метал-хелатів IV згідно схеми:

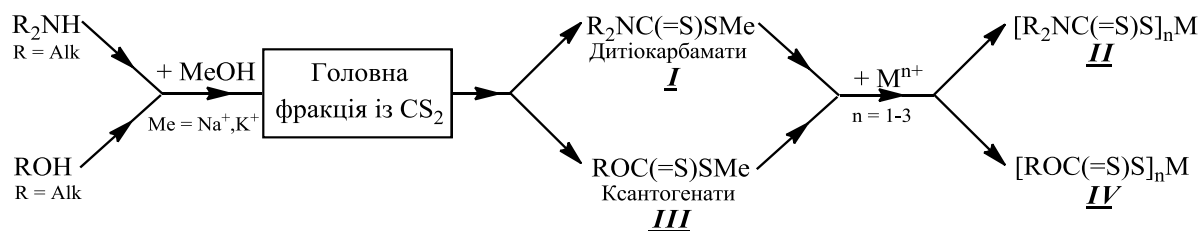
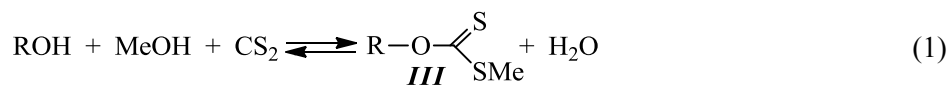


Рис. 1 – Схема дитіокарбоксілювання аліфатичних амінів та нижчих спиртів сірковуглецем головної фракції сирого бензолу з отриманням кінцевих метал-хелатів

Сполуки III знаходять широке застосування в флотаційних процесах при збагаченні сульфідних руд кольорових металів [4, 5], а також у виробництві полімерів як каталізatori стереорегулярної полімеризації [6].

Об'єктом дослідження була головна фракція сирого бензолу Ясинівського КХЗ (м. Макіївка, Донецька обл.) з вмістом сірковуглецю 32 %. Схема утворення та переробки сирого бензолу, а також фізико-хімічні характеристики та усереднений склад головної фракції Ясинівського КХЗ наведено раніше в роботі [3].

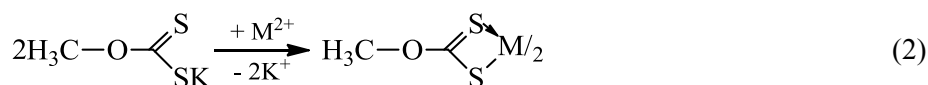
Технологія переробки сірковуглецю головної фракції включала взаємодію останнього із спиртовим розчином лугу згідно загальноприйнятої схеми:



де R = CH₃, C₂H₅, C₃H₇, *i*-C₃H₇, C₄H₉, *i*-C₄H₉, C₅H₁₁, C₆H₁₃; Me = Li, Na, K.

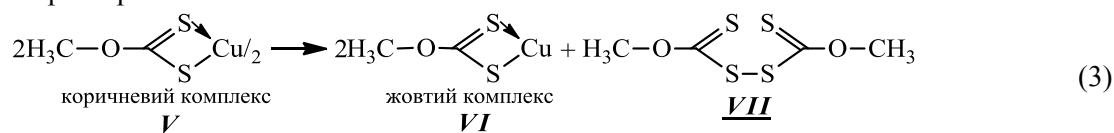
Нами було досліджено вплив співвідношення вихідних реагентів, часу та температури реакції на вихід ксантогенатів лужних металів III [7]. Отримані дані дозволяють визначити оптимальні умови утворення метилксантогенату калію з максимальним виходом: співвідношення $V_{CH_3OH} : V_{KOH} : V_{CS_2} = 2 : 1 : 1$; час реакції 10 хв.; температура 5-10 °С.

З використанням метилксантогенату калію згідно до нижченаведеної схеми, нами отримані метал-хелати деяких 3d-металів:



де $M^{2+} = Cu, Zn$.

Встановлено, що очікуваний ксантогенат купруму(II), сполука V (схема 3), є лише інтермедіатом досліджених перетворень:



Наступне внутрішньокмплесна окисно-відновна взаємодія приводить до утворення метилксантогенату купруму(I) (сполука VI) та диксантогену VII. Ті ж результати з утворення ксантогенату купруму(I) та його застосуванні в флотації сульфідних руд кольорових металів були отримані в роботах [4, 8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 69639 Україна, МПК12 C01B 21/00. Спосіб очищення головної фракції сирого бензолу коксохімічного виробництва від сірковуглецю / Ранський А. П., Тітов Т. С., Бондарчук О. В. ; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № u201111887 ; заявл. 10.10.2011 ; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.
2. Пат. 69645 Україна, МПК12 C01B 21/00. Спосіб очищення головної фракції сирого бензолу коксохімічного виробництва від сірковуглецю / Ранський А. П., Тітов Т. С., Безвозюк І. І., Полонець О. В. ; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № u201111896 ; заявл. 10.10.2011 ; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.
3. Технологические аспекты реагентной переработки сероуглерода головной фракции сырого бензола коксохимических предприятий / [А. П. Ранский, Т. С. Титов, О. А. Гордиенко, А. К. Балалаев] // Экологический вестник России. – 2013. – № 4. – С. 48–51.
4. Кузнецова И. Н. Повышение эффективности флотации сфалерита на основе оптимизации степени окисления бутилового ксантогената : автореф. дис... канд. техн. наук: 25.00.13 / УРАН «Институт проблем комплексного освоения недр» Российской академии наук. – М., 2008. – 19 с.
5. Jan Albert Venter. Dithiocarbonate and Trithiocarbonate Interactions with Pyrite and Copper : thesis for the M.Sc. degree / University of Pretoria, South Africa, 2007. – 112 p.
6. Hüseyin Taş. Coordination Polymerization of Cyclic Ethers by Metal Xanthates and Carbamates : thesis for the M.Sc. degree / Middle East Technical University, 2003. – 76 p.
7. Ранский А. П. Получение ксантогенатов металлов реагентной переработкой сероуглерода головной фракции коксохимических предприятий / А. П. Ранский, Т. С. Титов, Т. Н. Авдиенко // Экологический вестник России. – 2013. – № 11. – С. 18–21.
8. Michio N. Spectrophotometric Studies of Ethyl Xanthate Complexes in Aqueous Solutions / N. Michio, T. Yamasaki // Bull. Chem. Soc. Jpn. – 1969. – Vol. 42, № 4. – P. 968–972.

Прадівліяна Альона Станіславівна – студ. групи ЕКО-146, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет;

Тітов Тарас Сергійович – к.х.н., асист. кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет. E-mail: tarastitov88@gmail.com

Alyona S. Pradivlyana – student, Institute of Environmental Safety and Monitoring, Vinnytsia National Technical University;

Taras S. Titov – Ph.D. (Chemistry), assistant, Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University. E-mail: tarastitov88@gmail.com

ТЕРМОДИНАМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ КИСЛОТНИХ ДОЩІВ В АТМОСФЕРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

На основі термодинамічних розрахунків доведено самочинне протікання процесів, які приводять до утворення кислотних опадів у нижніх і верхніх шарах атмосфери. Запропоновані заходи, реалізація яких приведе до зменшення негативних екологічних наслідків від випадання кислотних опадів.

Ключові слова: забруднення атмосфери, кислотні опади, оксиди сульфуру та нітрогену, ентальпія, ентропія, вільна енергія Гіббса.

Abstract

Based on thermodynamic calculations it was proved the arbitrary flow of processes that lead to the formation of acid rains in the lower and upper atmosphere. It was proposed the measures, implementation of which reduces the negative environmental effects from falling of the acid rains.

Keywords: atmospheric pollution, acid rains, sulfur and nitrogen oxides, enthalpy, entropy, Gibbs free energy.

Вступ

Усі види метеорологічних опадів – росу, дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом – кислотність (рН) яких нижче 5,5 називають кислотними. Відомо [1, 2], що основною причиною утворення кислотних дощів є збільшення концентрації в атмосфері оксидів сульфуру і нітрогену, а також гідрогенхлориду. Антропогенними джерелами надходження оксидів сульфуру і нітрогену у атмосферу є викиди теплоелектростанцій, металургійних та хімічних підприємств, автомобільний транспорт, а також спалювання мазуту, вугілля, деревини та інших видів палива. Природними джерелами – є головним чином вулкани і лісові пожежі. Крім того, оксиди нітрогену утворюються в атмосфері, в процесі електричних розрядів. Проте значна їх частина переробляється в ґрунті мікроорганізмами, тобто включена в біохімічний колообіг.

Причиною надходження гідрогенхлориду, в атмосферу є реакція взаємодії метану з хлором, який утворюється внаслідок розкладання фреонів під дією ультрафіолетових променів. Джерелами надходження метану в атмосферу є рисові поля, а також танення гідрату метану у вічній мерзлоті внаслідок глобального потепління. Необхідно відмітити, що кислотоутворювальні речовини потрапляючи в атмосферу можуть знаходитися там тривалий час, перетворюючись на інші сполуки. Так, наприклад, тривалість існування сірчастого газу в атмосфері – 3-5 діб, нітроген (V) оксиду – 5 діб, нітроген (I) оксиду – 150 років.

Результати дослідження

В загальному хімічний процес утворення кислотних опадів у зволоженому повітрі можна представити схемами реакцій, які наведені в таблиці 1. В атмосфері процес окиснення SO_2 до SO_3 та NO до NO_2 проходить під каталітичним впливом фотонів сонячного випромінювання, домішок оксидів та солей металів, що перебувають у вигляді пилу, альдегідів та більш складних похідних. Окиснення SO_2 в атмосфері, в рідкій фазі відбувається також за рахунок озону і гідроген пероксиду, джерелом якого є фотохімічні реакції в газовій фазі.

Метою даної роботи є термодинамічне обґрунтування можливості утворення кислотних опадів в атмосфері.

Використовуючи, наведені в довідниках [3, 4], стандартні величини ентальпій утворення, ентропій та вільних енергій Гіббса для речовин, що беруть участь та утворюються в результаті реакцій (1-5) та, наслідки з закону Гесса і основне рівняння термодинаміки [2], розраховано теплові ефекти, зміни ентропії та вільної енергії Гіббса за стандартних умов для реакцій, які наведені в таблиці 1. Аналіз отриманих термодинамічних даних дозволяє зробити висновок про самочинність перебігу реакцій, які приводять до утворення кислотних опадів в атмосфері.

Таблиця 1. Термодинамічні розрахунки для реакцій, які викликають утворення кислотних опадів

№ р.р.	Рівняння реакції	ΔH° , кДж	ΔS° , Дж/К	ΔG° , кДж
1	$2SO_{2(r)} + O_{2(r)} \rightarrow 2SO_{3(r)}$	-197,90	-187,80	-141,92
2	$SO_{3(r)} + H_2O_{(r)} \rightarrow H_2SO_{4(p)}$	-176,33	-288,51	-90,36
3	$2NO_{(r)} + O_{2(r)} \rightarrow 2NO_{2(r)}$	-114,14	-146,20	-70,46
4	$4NO_{2(r)} + 2H_2O_{(r)} + O_{2(r)} \rightarrow 4HNO_{3(p)}$	-345,14	-437,96	-71,54
5	$CH_{4(r)} + Cl_{2(r)} \rightarrow CH_3Cl_{(r)} + HCl_{(r)}$	-72,52	+11,10	-75,80

Як видно з таблиці 1, реакції (1-5) є екзотермічними, але майже всі супроводжуються зменшенням ентропії, тому вони будуть протікати самочинно в атмосфері при $|\Delta H| > |T \Delta S|$. Для реакцій (1-5) ця умова виконується за досить низьких температур (нижче 20°C) і тому за таких температур найбільш ймовірним є перебіг екзотермічних реакцій, навіть при зменшенні ентропії системи.

Таким чином, на основі проведених термодинамічних розрахунків показано, що самочинний перебіг реакцій (1-5) можливий за стандартних умов ($T = 298 \text{ K}$ і $P = 1 \text{ атм}$) та при достатньо низьких температурах, оскільки більша частина кислотоутворювальних забрудників атмосфери від ТЕС викидаються переважно на висоті 180 – 230 м над поверхнею Землі, тобто там де формуються дощові хмари і температура атмосферного повітря значно знижується.

Для зменшення шкідливого впливу кислотних опадів на навколишнє середовище необхідно направити зусилля, перш за все, на зменшення енергоспоживання та скорочення викидів кислотоутворювальних речовин на вугільних ТЕС. А для цього необхідно:

- використовувати паливо з низьким вмістом Сульфуру;
- проводити очищення газових викидів;
- застосовувати альтернативні джерела енергії.

Висновки

На основі термодинамічних розрахунків доведено самочинне протікання процесів, які приводять до утворення кислотних опадів у нижніх і верхніх шарах атмосфери. Запропоновані заходи, реалізація яких приведе до зменшення негативних екологічних наслідків від випадання кислотних опадів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богдановский Г. А. Химическая экология / Г. А. Богдановский. – М. : МГУ, 1994. – 237 с.
2. Мітрасова О. П. Хімія. Загальна хімія. Хімія довкілля / О. П. Мітрасова. – К. : Видавничий дім «Професіонал», 2009. – 336с.
3. Краткий справочник физико-химических величин / [Н. М. Барон, Э. И. Квят, Э. А. Подгорная и др.] – Л. : Химия, 1967. – 187 с.
4. Рабинович В. А. Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин. – Л. : Химия, 1978. – 395 с.

Євсєєва Марія Василівна – к.х.н, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет. E-mail: evseevamv359@gmail.com;

Давиденко Валерія Олегівна – студ. групи ЕКО-136, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет;

Урсул Олександр Сергійович – студ. групи ІЕ-166 факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет.

Maria V. Evseeva – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University. E-mail: evseevamv359@gmail.com;

Valeriia O. Davydenko – student, Institute of Environmental Safety and Monitoring, Vinnytsia National Technical University;

Oleksandr S. Ursul – student, Faculty of Electrical Energy and Power Mechanics, Vinnytsia National Technical University.

ОЦІНКА ВМІСТУ НІТРАТІВ В ПРОДУКТАХ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Експериментально визначено вміст нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження та встановлено її придатність для споживання за даним показником.

Ключові слова: нітрат-іон, нітрит-іон, ГДН, потенціометричний метод, іонселективний електрод.

Abstract

Experimentally was determined the content of nitrate ions in vegetable products and established their consumption suitability by this criteria.

Keywords: nitrate ion, nitrite ion, accepted limit, potentiometric method, ion-selective electrode.

Вступ

Останнім часом, екологи та медики приділяють значну увагу проблемам, які пов'язані з вмістом у продуктах харчування рослинного та тваринного походження надмірної кількості нітратів та нітритів, що негативно впливають на здоров'я людини [1]. Найбільша кількість нітратів накопичується в рослинних харчових продуктах і саме вони є основним джерелом надходження нітратів в організм людини.

В навколишнє природне середовище нітрати надходять двома основними шляхами: природним і антропогенним. Що ж стосується ґрунтів, то основними джерелами забруднення їх нітратами є мінеральні добрива, які широко використовуються в сільському господарстві, а також у промисловості. Підвищений вміст нітратів в ґрунті спричинює інтенсивне накопичення їх в рослинах, що відіграють роль бар'єра в міграції нітратів у навколишнє природне середовище, служать джерелом нітратів для організму людини.

Вміст нітратів у рослинах залежить від їх біологічних властивостей, виду і сорту. Найбільше нітратів міститься в зелених овочевих культурах (салат, петрушка, кріп, шпинат) і коренеплодах (червоний буряк, морква, редис). Порівняно мало накопичують нітратів томати, картопля. Ранні овочі містять нітратів більше, ніж пізні через специфічні умови вирощування тепличних рослин. Фрукти та ягоди накопичують нітратів дуже мало. Добова допустима доза нітратів в овочах складає 3,7 мг нітратів на 1 кг маси тіла людини, а нітритів – 0,2 мг на кг маси тіла [2].

Проблема токсичного накопичення нітратів у сільськогосподарській продукції та шкідливого впливу його на людину на сучасному етапі є однією з найбільш гострих і актуальних, оскільки, нітрати характеризуються досить широким спектром токсичної дії. Самі нітрати не токсичні, шкоди організму людини завдають не самі нітрати, а нітрити, в які вони перетворюються за певних умов. Найбільша ж небезпека підвищеного вмісту нітратів в організмі полягає в здатності нітрит-іона брати участь в реакції нітродування амінів і амідів, в результаті якої утворюються нітросполуки, що мають канцерогенну і мутагенну дію. Допустима добова доза нітратів за даними ВООЗ для дорослої людини становить 5 мг на 1 кг маси тіла, тобто 0,25 г на людину вагою в 60 кг. Для дитини допустима норма не більше 50 мг [3].

Метою роботи було кількісне визначення вмісту нітратів у рослинній продукції та встановлення її придатності для споживання за даним показником.

Результати дослідження

Об'єктами дослідження були продукти рослинного походження відібрані з травня по червень 2016 р., які щодня використовуються для харчування: помідори і огірки придбані в магазині; картопля та морква, що вирощені на власній присадибній ділянці. Кількісне визначення вмісту нітрат-іонів в об'єктах дослідження здійснювали потенціометричним методом з використанням

іонселективного електроду. Обробку експериментальних даних проводили стандартними методами математичної статистики. Отримані результати кількісного визначення вмісту нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження та порівняння їх із гранично допустимими нормами (ГДН) для рослинної продукції [4] представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння визначеного вмісту нітрат-іонів у продуктах харчування рослинного походження з ГДН

Назва продукту	Гранично допустимий вміст нітрат-іонів, мг/кг	Визначений вміст нітрат-іонів, мг/кг
Морква рання (власна ділянка)	рання – 400, пізня – 250	49,6
Огірки (закритий ґрунт)	відкритий ґрунт – 150, закритий ґрунт – 400	24,8
Картопля (власна ділянка)	250	124
Помідори (закритий ґрунт)	відкритий ґрунт – 150, закритий ґрунт – 300	744

З даних таблиці видно, що нітрати містяться в усіх продуктах харчування рослинного походження, які досліджувались. Перевищення вмісту нітрат-іонів в 2,5 рази у порівнянні з ГДН виявлено лише у помідорах. Це свідчить про те, що вміст нітратів в тепличній продукції високий, і для їх вирощування в тепличних умовах використовували нітрогенвмісні мінеральні добрива у великих кількостях. Морква, огірки та картопля, які для аналізу відібрані на початку літа, мають дуже низький вміст нітратів в порівнянні з допустимими нормами, можливо це пов'язано з ранніми строками їх дозрівання та підживленням овочів виключно органічними добривами.

Для зменшення вмісту нітратів у рослинній продукції необхідно підбирати та вирощувати сорти, які накопичують мало нітратів; дотримуватись рекомендацій щодо раціонального внесення нітрогенвмісних добрив; застосувати підживлення мікроелементами, повільно діючих нітратних добрив; використовувати інгібітори нітрифікації, які сповільнюють утворення нітратів у ґрунті; проводити збалансоване підживлення рослин за макро- і мікроелементами з врахуванням біологічних особливостей окремих овочів; тощо[5].

Висновки

Розглянуто основні шляхи надходження нітратів у навколишнє середовище. Охарактеризовано токсичну дію нітратів і встановлено, що перевищення їх допустимого рівня викликає інтоксикацію організму людини. Експериментально проведено кількісне визначення вмісту нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження та показано, що всі вони містять нітрати. Вміст нітратів перевищено ГДН в 2,5 рази у помідорах, придбаних у магазині, які вирощені в тепличних умовах. Отже, помідори не рекомендовано вживати за цим показником, а морква, огірки та картопля – придатні для безпечного вживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Эвенштейн З. Ф. Нитраты, нитриты, нитрозамин / З. Ф. Эвенштейн. – К. : Общественное питание, 2010. – 12 с.
2. Циганенко О. І. Нітрати в харчових продуктах / О. І. Циганенко. – К. : Здоров'я, 1995. – 136с.
3. Білявський Г. О. Основи екології. Підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – К. : Либідь, 2004. – 403 с.
4. СанПиН 42-123-4619-88 – Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения.
5. Марчук І. У. Добрива та їх використання / І. У. Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний, А. В. Савчук. – К. : ТОВ «Юнівест Маркетинг», 2002. – 246 с.

Мандебура Святослав Васильович – студ. групи ЕКО-146, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет;

Панченко Тетяна Іванівна – асистент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет. E-mail: tpanchenko88@gmail.com

Sviatoslav V. Mandebura – student, Institute of Environmental Safety and Monitoring, Vinnytsia National Technical University;

Tetiana I. Panchenko – assistant, Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University. E-mail: tpanchenko88@gmail.com

РЕАГЕНТНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВІДХОДІВ НА ОСНОВІ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтована доцільність запропонованих способів переробки токсичних відходів на основі хлорвмісних карбонових кислот реагентними методами. Досліджено функціональні властивості отриманих сполук та запропоновано їх використання як протизношувальних і антифрикційних додатків до індустриальних олів та інгібіторів кислотної корозії сталі.

Ключові слова: промислові відходи, непридатні пестицидні препарати, реагентні методи, хлорвмісні карбонові кислоти

Abstract

In this article has been shown an expediency of proposed methods of the reagent processing of toxic waste based on chlorine-containing carboxylic acids. The functional properties of the obtained compounds have been studied and suggested their use as anti-wear and anti-friction additives to industrial oils and inhibitors of acid corrosion of steel.

Keywords: industrial waste, obsolete pesticides, reagent methods, chlorine-containing carboxylic acids

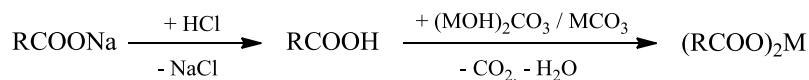
Відсутність належного впровадження чистих технологій у головних промислових галузях України призводить до суттєвого збільшення відходів виробництва, а також до зростання енерго- та матеріалоемності продукції, що випускається. Кількість таких відходів щорічно зростає [1], а з врахуванням незначної частки їх щорічної переробки, що складає 14 – 15%, суттєво збільшується загальна площа земель під їх складування та захоронення. Наслідком цього є погіршення екологічного стану в Україні і, відповідно, здоров'я населення.

Особливо небезпечними є відходи, що містять важкі метали, нафтопродукти, а також непридатні до застосування пестициди (далі НПП) [1]. Зменшити негативну дію токсичних речовин на довкілля можна шляхом їх концентрування, переробки та повторного використання [2]. Зокрема, такі небезпечні відходи, як непридатні пестициди, можна розглядати як вторинну промислову сировину, оскільки діючі речовини низки НПП містять цінні у синтетичному відношенні складові.

Переробка токсичних відходів реагентними методами дозволяє утилізувати їх з отриманням не лише екологічно безпечних, а і вторинних товарних продуктів або хімічних реагентів. Реагентні методи утилізації НПП передбачають виділення діючої речовини НПП без зміни хімічної будови, їх часткове хімічне модифікування та отримання кінцевих продуктів, які можуть бути повторно використані у різних галузях промисловості. При цьому необхідно відмітити, що утилізація НПП хімічними методами доцільна за умови високого вмісту в їх складі діючої речовини, невисокої або середньої її токсичності, можливості використання при модифікуванні реакцій, які протікають швидко та мають високий вихід кінцевих продуктів і не потребують застосування дорогих реагентів, каталізаторів, високих температур та тисків, а сам процес – складного апаратного оформлення. Важливим також є питання забезпечення екологічної чистоти технологічного процесу та утворення нетоксичних вторинних відходів.

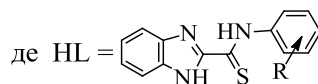
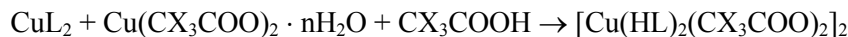
Деякі хлорорганічні пестициди, які сьогодні заборонені до використання, є високотоксичними сполуками [3]. НПП на основі похідних хлорвмісних карбонових кислот, які стали об'єктами наших досліджень, відносяться до класу середньо- та малотоксичних сполук [4]. Для цієї групи НПП характерним є їх поширеність по всій території України, а в хімічному плані – середні або слабкі кислотні властивості, що дозволяє піддавати їх кислотно-основній переробці [5].

НПП на основі похідних хлорвмісних алкілкарбонових кислот утилізували за загальною схемою [6]:



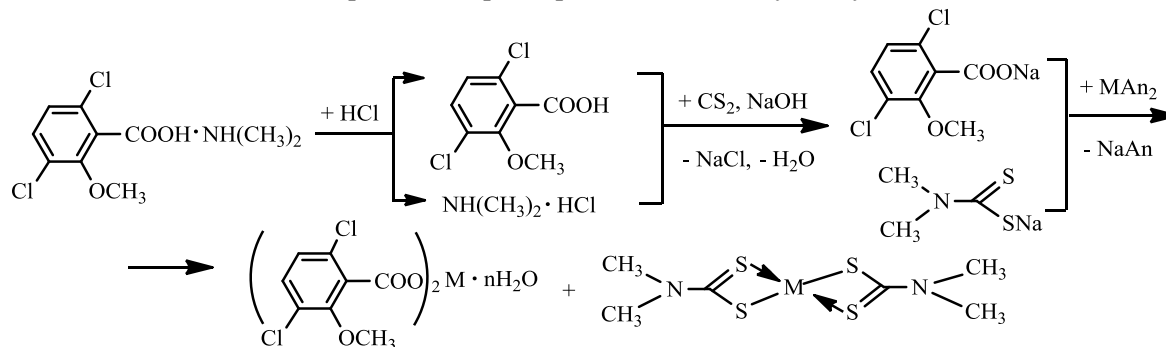
де $\text{R} = \text{CCl}_3, \text{ClCH}_2, \text{CH}_3\text{CCl}_2$; $\text{M}^{2+} = \text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$.

Отриманий трихлорацетат купруму використовували як вихідну речовину для синтезу змішанолігандних комплексних сполук загальної формули $[\text{Cu}(\text{HL})_2(\text{CX}_3\text{COO})_2]_2$, де HL – ариламід бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти:



$\text{R} = 2\text{-Cl}, 2\text{-OCH}_3$; $\text{X} = \text{H}, \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}$; $n = 1\text{-}3$

НПП на основі похідних хлорвмісних арилкарбонових кислот утилізували за схемою [7]:



де $\text{M}^{2+} = \text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$; $\text{An}^- = \text{Cl}, \text{NO}_3, 1/2\text{SO}_4$; $n = 1\text{-}3$

Подальшим дослідженням триботехнічних властивостей синтезованих сполук у складі мастильних композицій показано, що вони володіють високими протизношувальними і антифрикційними властивостями. Встановлені також високі захисні властивості синтезованих сполук в кислому середовищі.

Таким чином, реагентні методи переробки НПП на основі карбонових кислот передбачають використання їх діючих речовин як вторинної хімічної сировини, а кінцеві продукти можуть бути використані як протизношувальні і антифрикційні добавки до індустріальних олів та інгібітори кислотної корозії сталі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році [електронний ресурс]. – режим доступу : http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2014/ND_2014.pdf
2. Ранский А. П. Комплексный подход к переработке и утилизации отходов различных промышленных предприятий / А. П. Ранский // Металлургическая и горнодобывающая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 95–97.
3. Стойкие органические загрязнители экосистемы / [А. П. Ранский, В. С. Коваленко, М. Ф. Ткачук и др.] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2006. – № 5. – С. 239–245.
4. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н. Н. Мельников. – М. : Химия, 1987. – 712 с.
5. Ранський А. П. / Хлорвмісні органічні пестицидні препарати як об'єкти реагентного знешкодження / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 5. – С. 20–25.
6. Утилізація хлорвмісних пестицидних препаратів / [А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, М. В. Євсєєва, Т. М. Авдієнко] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2010. – № 6. – С. 121–124.
7. Гордієнко О. А. Технології переробки хлорвмісних пестицидних препаратів з одержанням присадок до олів та інгібіторів корозії / О. А. Гордієнко, А. П. Ранський. – Вінниця : ВНТУ, 2015 – 152 с.

Гордієнко Ольга Анатоліївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. E-mail: olha.hordienko@gmail.com

Ранський Анатолій Петрович – д.х.н., професор, завідувач кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Olga A. Gordienko – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: olha.hordienko@gmail.com

Anatoliy P. Ranskiy – Dr. Sc. (Chem.), Professor, Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД СНІГОВОГО ПОКРИВУ ЯК ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено рН та вміст хлоридів у зразках снігового покриву міста Вінниці, відібраних на ділянках, прилеглих до автомагістралей.

Ключові слова: атмосферне повітря, забруднення, сніговий покрив, екологічний моніторинг

Abstract

Determined pH and chloride content in snowpack samples of Vinnytsia selected in areas beside roads

Keywords: atmosphere, pollution, snowpack, ecological monitoring

Стан навколишнього природного середовища постійно змінюється під впливом природних процесів і людської діяльності [1]. Особливістю сьогодення є різке загострення глобальних та регіональних екологічних проблем, однією з яких є проблема забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря. Одним із індикаторів екологічного стану атмосфери є сніговий покрив, який володіє високою сорбційною здатністю, акумулює і зберігає в собі всі компоненти, що забруднюють атмосферу, і тому є найбільш інформативним об'єктом при виявленні забруднення атмосфери [2]. Хімічний склад снігу формується в результаті потрапляння з опадами різних хімічних елементів, поглинання сніговим покривом газів, водорозчинних аерозолів і взаємодії з сніговим покривом твердих частинок, що осаджуються з атмосфери [2, 3]. Кількість твердого осаду, що випадає зі снігом, характеризує запиленість території, а хімічний аналіз фільтрату талого снігу дає змогу визначити ступінь забруднення повітряного басейну розчинними формами елементів [4].

Стан атмосферного повітря залежить, насамперед, від обсягів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел. У Вінницькій області найбільшими забруднювачами повітря є підприємства енергетичної промисловості, сільського господарства, переробної промисловості та транспорт, а основними забруднюючими речовинами, що викидаються, є діоксид сульфуру, вуглекислий газ, оксиди нітрогену, метан, леткі органічні сполуки та сажа [5]. Суттєвий вклад в забруднення атмосфери Вінниці вносять забруднюючі речовини, що потрапляють в атмосферу від пересувних джерел, а основним видом пересувних джерел забруднення атмосферного повітря в місті є автомобільний транспорт. Забруднюючі речовини, що надходять з викидами підприємств чи від автотранспорту, при сніготаненні надходять у природні води та ґрунти, забруднюючи їх [6, 7].

Мета роботи – визначення деяких показників хімічного складу у пробах снігового покриву міста Вінниці, відібраних на ділянках, прилеглих до автомагістралей.

Для проведення аналізу використовували зразки снігового покриву, які були відібрані в середині зимового періоду у січні 2017 року на сімох ділянках м. Вінниці. У цей період середньодобова температура змінювалась в інтервалі (-5 – -2) °C, погода була малохмарною і вітряною. Ділянки № 1 – 2 та № 4 – 5 відповідають навантаженим автомагістралям міста та відносяться до мікрорайону Вишенька. Для автомагістралей зона найбільш інтенсивного впливу викидів розповсюджується на відстані 150 – 200 м [3], тому як фонову (№ 7) обрано ділянку на території Лісопарку на значній відстані від автомагістралей.

Керни снігу відбирали на всю глибину снігового покриву до основи його залягання з використанням пластмасової труби, очищали від залишків ґрунту і рослинності та поміщали в пластиковий пакет. У кожній точці відбору проб число кернів відбирали так, щоб загальна маса проби складала 3 кг. Всього було відібрано 7 зразків снігового покриву. Проби снігу доставляли в лабораторію і розтоплювали в хімічних стаканах.

Величину рН талої води визначали потенціометричним методом з використанням скляного електроду як індикаторного. Чистий сніг має рН = 5,6, що пов'язане з наявністю у повітрі

вуглекислого газу, що утворює карбонатну кислоту, яка підкислює атмосферні опади. За величиною рН снігового покриву можна робити висновки про антропогенне забруднення атмосфери. Якщо в повітрі багато оксидів сульфуру, нітрогену та інших кислотних оксидів, то сніг буде мати величину $\text{pH} < 5,6$, такий сніг називають кислим. Якщо сніг має значення $\text{pH} > 5,6$, то він лужний і забруднений оксидами металів та автомобільними викидами. Отримані результати наведені в табл. 1. Водневий показник у пробі № 7, що відібрана в Лісопарку як фоновая, дорівнює 5,65, що відповідає рН чистого снігу. В інших точках кислотність талої води, коливається в межах від 5,70 до 8,1. На відстані від дороги 1 м спостерігається більше значення рН, ніж на відстані 10 м. Це свідчить про забруднення оксидами металів та автомобільними вихлопами (наявністю ароматичних вуглеводнів) [6].

Таблиця 1 – Результати вимірювань

Номер проби	Місце відбору проби	рН	Хлориди, мг/л
1	Вул. 600-річчя (відстань від дороги – 1 м)	6,45	958
2	Вул. 600-річчя (відстань від дороги – 10 м)	6,36	50
3	Вул. 600-річчя (відстань від труби котельні – 200 м)	6,95	63
4	Перехрестя 600-річчя / вул. Порики (тротуар)	8,10	580
5	Хмельницьке шосе (відстань від дороги – 1 м)	6,34	14
6	Хмельницьке шосе (відстань від дороги – 10 м)	5,72	70
7	Лісопарк	5,65	7

Вміст хлоридів у талій воді визначали титриметрично методом Мора. Найнижчий вміст хлоридів спостерігали у зразку № 7, який був відібраний як фоновий – 7 мг/л, найвищий – у зразках № 1 і № 4 (табл. 1). Такі значення, на наш погляд, пов'язані з використанням піщано-сольової суміші для боротьби з ожеледдю на дорогах та тротуарах. Визначали також вміст сульфатів у досліджуваних зразках турбідиметричним методом, адже підвищений вміст сульфатів у порівнянні з фоновим є прямим свідченням антропогенного забруднення. Але чутливість обраного нами методу була недостатньою.

Таким чином, сніговий покрив, який накопичує і зберігає в собі всі компоненти, що забруднюють атмосферу, може використовуватись як індикатор забруднення атмосферного повітря.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник / В. М. Ісаєнко, Г. В. Лисиченко, Т. В. Дудар [та ін.]. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 312 с.
2. Мислюк О. О. Хімічний склад снігового покриву як індикатор аеротехногенного забруднення урбоєкосистем / О. О. Мислюк, Є. В. Мислюк, Л. М. Соломка // Вісник ЧДТУ. – 2010. – № 3. – С. 126–131.
3. Купчик О. Ю. Викиди автомобільного транспорту як джерело забруднення атмосферного повітря міста Чернігова / О. Ю. Купчик // Молодий вчений. – 2015. – № 2 (17). – С. 17–20.
4. Смирнова С. М. Тяжелые металлы в снежном покрове г. Николаева / С. М. Смирнова, В. В. Долин // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. – К. : ІГНС, 2011. – Вип. 19. – С. 115–124.
5. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2015 рік) [електронний ресурс] Режим доступу: http://www.vin.gov.ua/web/upravlinnya/web_dep_ecolog.nsf/web_alldocs/DocF5K3D.
6. Грабовська Т. О. Снігова індикація як показник забруднення навколишнього природного середовища м. Біла церква викидами автотранспорту / Т. О. Грабовська // Питання біоіндикації та екології. – 2014. – Вип. 19, № 1. – С. 49–62.
7. Клос В. Р. Токсичність снігових "відходів" автотранспорту м. Києва / В. Р. Клос, Е. Я. Жовинський // Пошукова та екологічна геохімія. – 2011. – № 1. – С. 43–48.

Поліщук Діана Олегівна – студ. гр. ЕКО-146, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: ahotoxin@gmail.com

Чернега Аліна Миколаївна – студ. гр. ЕКО-16м, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Науковий керівник **Гордієнко Ольга Анатоліївна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Diana O. Polishchuk – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: ahotoxin@gmail.com

Alina M. Cherneha – Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Scientific supervisor **Olga A. Gordienko** – Ph.D. (Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Застосування джерел когерентного випромінювання у терапії

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Арсенал методів, що дозволяє проводити органозберігаюче лікування розширився завдяки принципово новому методу лікування – фотодинамічній терапії. Дана терапія базується на деструкції злоякісних новоутворень у результаті виникнення ряду фотохімічних реакцій при впливі різних видів світлового випромінювання певної довжини хвиль та лікарського препарату – фотосенсибілізатора, що вибірково накопичується в пухлинній тканині.

Ключові слова: фотодинамічна терапія, фотосенсибілізатори, лазерне випромінювання.

Abstract: Arsenal method that allows for extended treatment due to organ fundamentally new method of treatment - photodynamic therapy. This therapy is based on the destruction of malignant tumors in the result of a series of photochemical reactions when exposed to different types of light radiation of a wavelength and drug - photosensitizer that selectively accumulates in tumor tissue.

Keywords: photodynamic therapy, photosensitizers, laser radiation.

Вступ

В останні роки концепцією клінічної та експериментальної онкології є органозберігаюче лікування пухлин. Арсенал методів, що дозволяє проводити органозберігаюче лікування розширився завдяки принципово новому методу лікування – фотодинамічній терапії.

Результати дослідження

Ефективність фотодинамічного пошкодження клітини визначається внутрішньоклітинною концентрацією фотосенсибілізатора, його локалізацією в клітині та фотохімічною активністю системи «фотосенсибілізатор-світло-кисень», а в кінцевому результаті – квантовим вивільненням генерації синглетного кисню чи реактивною здатністю вільних радикалів [1].

В основі ФДТ лежить явище підсилення цитотоксичності деяких речовин, так званих фотосенсибілізаторі (ФС), під дією випромінювання оптичного діапазону.

Ефективність ФДТ залежить від багаточисленних факторів і визначається фотофізичними і хімічними властивостями ФС. Спектр поглинання ФС визначає оптимальну для проведення ФДТ з даним препаратом довжину хвилі, що відповідає як правило максимуму поглинання ФС. Глибина ефективного проникнення лазерного випромінювання залежить від довжини хвилі, а також оптичних властивостей біологічної тканини. Ключовим фактором в ФДТ являється здатність ФС локалізуватись переважно в патологічно змінених тканинах.

Переваги застосування лазерного пристрою полягає в малотравматичності, адже точний, строго дозований вплив лазерного випромінювання забезпечує мінімальне пошкодження навколишніх тканин; надійному гемостазі – за рахунок коагуляції крові на стінках розрізу лазерні операції практично безкровні. В якості фотосенсибілізатора часто застосовують фотолон, що містить в якості активної фармацевтичної субстанції хлорин еб, що являє собою карбоксиметил, етеніл, етил, тетраметил, порфін2-пропіонову кислоту. Оскільки його максимальна концентрація досягається через 2-3 години, то доцільно проводити опромінювання світлом саме через цей проміжок часу.

Висновок

Таким чином, при лікуванні хворих, у яких не можливо проведення оперативного лікування курсу променевої терапії або курсу ПХТ в зв'язку з важкою важкої супутньої патології або відсутності згоди хворого на великий об'єм операції, фотодинамічну терапію слід розглядати, як альтернативний метод лікування.

Література.

1. Busse N., D. Wagner, M. Kraume and P. Czermak Reaction kinetics of versatile peroxidase for the degradation of lignin compounds// American Journal of Biochemistry and Biotechnology 9 (4): 365-394, 2013, ISSN: 1553-3468.

Камінський Олександр Станіславович – провідний інженер, кафедра ЗФФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Науковий керівник: *Павлов Сергій Володимирович* – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено огляд інтегрованих в медицину нанотехнологій, зокрема: мікро та нанокапсули, нанотехнологічні сенсори й аналізатори, наноінструменти та наноманіпулятори. Оцінено найближчі перспективи розвитку наномедицини.

Ключові слова: наномедицина, нанотехнології, нанокапсули, наноінструменти.

Abstract

In this work was made an inspection of nanotechnology, integrated in medicine, in particular: micro and nanocapsules, nanotechnology sensors and analyzers, nano-tools and nano-manipulators. The immediate possibilities of developing of nanomedicine were evaluated.

Keywords: nanomedicine, nanotechnology, nanocapsules, nanoinstrumenty.

Сьогодні прогрес в області нанотехнології пов'язаний з розробкою наноматеріалів для аерокосмічної, автомобільної, електронної промисловості. Але останнім часом нанотехнології все частіше починають застосовуватися в сучасній медицині. Це пов'язано з тим, що сучасна технологія дозволяє працювати з речовиною в масштабах, які ще недавно здавалися фантастичними — мікрометрових, і навіть нанометрових. Саме ці часті розміри характерні для основних біологічних структур — клітин, їх складових частин та молекул.

Сучасні програми нанотехнологій у медицині можна розділити на кілька груп:

- Наноструктуровані матеріали, в т. ч. поверхні з нанорельєфом, мембрани з наноотворами;
- Наночастинки (у т. ч. фулерени і дендримери);
- Мікро і нанокапсули;
- Нанотехнологічні сенсори і аналізатори;
- Медичні застосування скануючих зондових мікроскопів;
- Наноінструменти і наноманіпулятори;
- Мікро і нанопристрої різного ступеня автономності.

Використання нанотехнологій дозволяє значно підвищити можливості виявлення та аналізу надмалих кількостей різних речовин. Одним з варіантів такого роду пристрою є «лабораторія на чіпі» (lab on a chip) [1]. Це платівка, на поверхні якої впорядковано розміщені рецептори до потрібних речовин, наприклад, антитіла. Прикріплення молекули речовини до рецептора виявляється електричним шляхом або за допомогою флюоресценції. На одній платівці можуть бути розміщені датчики для багатьох тисяч речовин.

Такий пристрій здатний виявляти окремі молекули, також він може бути використаний при визначенні послідовності основ ДНК або амінокислот (для цілей ідентифікації, виявлення генетичних або онкологічних захворювань), виявлення збудників інфекційних захворювань, токсичних речовин.

Пристрій розміром кілька міліметрів може бути поміщено на поверхні шкіри (для аналізу речовин, що виділяються з потом) або всередині організму (порожнина рота, шлунково-кишковий тракт, під шкіру або в м'яз). При цьому він зможе повідомляти про стан внутрішнього середовища організму, сигналізувати про будь-які підозрілі зміни.

Для доставки лікарських засобів в потрібне місце організму можуть бути використані мініатюрні (1 мк) капсули з нанопорами. Вже випробовуються подібні мікрокапсули для доставки і фізіологічно регульованого виділення інсуліну при діабеті 1-го типу. Використання пір з розміром близько 6 нм дозволяє захистити вміст капсули від впливу імунної системи організму. Це дає

можливість поміщати в капсули інсулін-продукують клітини тварини, які інакше були б відкинуті організмом.

Мікроскопічні капсули порівняно простої конструкції можуть взяти на себе також дублювання і розширення природних можливостей організму. Прикладом такої концепції може стати запропонований Р. Фрейтасом респіроцит — штучний носій кисню і двоокису вуглецю, значно перевершує за своїми можливостями як еритроцити крові, так і існуючі кровозамінники. [2]

Мікроскопічні капсули порівняно простої конструкції можуть взяти на себе також дублювання і розширення природних можливостей організму.

Висновок

З кожним днем наномедицина розвивається. Розробляють та реалізують все більше фантастичних, на перший погляд, проектів та ідей. Саме нестандартний погляд змінює підхід до медицини як такої. Лікування стає швидшим та легшим, отже і кількість врятованих невпинно зростає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Магія мікрочіпів». «У світі науки», листопад, 2002, стор 6-15.
2. Robert A. Freitas Jr. «Exploratory Design in Medical Nanotechnology: A Mechanical Artificial Red Cell», Arti-ficial Cells, Blood Substitutes, and Immobil. Biotech. 26(1998):411-430.

Козловська Тетяна Іванівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: kozlovska.t.i@gmail.com

Іванов Роман Андрійович– студент групи ІПІ-16б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

КОМБІНОВАНЕ ЗМІЦНЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет
ЗФ

Анотація

Розглянута діаграма, яка дозволяє обґрунтувати найбільш ефективні методи зміцнення, раціональне використання яких розширить область використання конструкційних матеріалів аж до температур, близьких температур плавлення.

Ключові слова: *субструктурне зміцнення; матриця; композиційні матеріали; дисперсні фази;*

Abstract

Considered chart that allows to prove the most effective methods of strengthening, rational use area which will expand the use of construction materials up to temperatures close to melting.

Keywords: *substructure strengthening; matrix composites; dispersed phase;*

Вступ

З позицій структурно-енергетичної теорії міцності субструктурне зміцнення дозволяє підвищити граничну температуру служби металу за рахунок отримання більш стабільних дислокаційних структур. Очевидно ефект підвищення жароміцності буде обмежуватись схильністю дислокаційних конфігурацій (полігональних границь і стінок комірок) до міграції і розпаду.

Результати дослідження

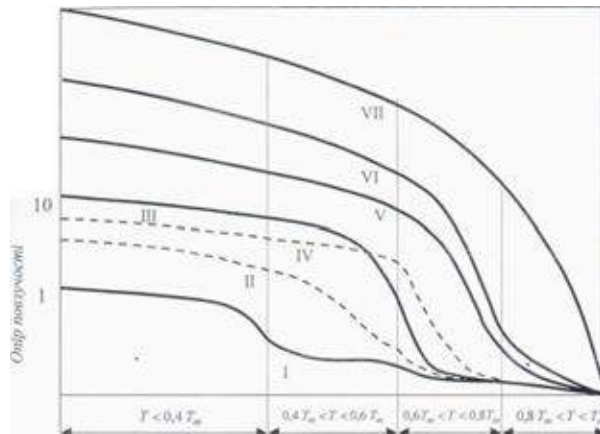
Створюючи в матеріалах субповерхні поділу, які служать своєрідними акумуляторами накопиченої енергії, можна істотно розширити температури їх експлуатації.

Новим напрямом в проблемі підвищення жароміцності і наближенні температури експлуатації до температури плавлення матриці є її армування високоміцними волокнами. При волокнистому зміцненні самі волокна несуть основне навантаження. Границі поділу волокно - матриця за своїми властивостями наближаються до високоенергетичних вільних поверхонь.

Великі перспективи армування металів і сплавів для отримання жароміцних матеріалів обумовлені такими факторами:

- 1) можливостями отримання матеріалів з заданою жароміцністю шляхом варіювання об'ємної долі волокон і використання високоміцних волокон з високою температурою плавлення;
- 2) забезпечення високого рівня жароміцності матеріалу при температурах близьких до температур плавлення матеріалу матриці;
- 3) гальмування рекристалізаційних процесів матриці шляхом армування або створення стабільних дислокаційних структур.

На підставі викладених суджень Л. К. Гордієнком пропонується така узагальнена діаграма граничної жароміцності:



Діаграма граничної (для різних видів зміцнення) жароміцності (опір повзучості приведений у відносних умовних одиницях).

I - незміцнений стан; II, III - субструктурне (полігональне і коміркове) зміцнення;
IV - дисперсне зміцнення; V - армування волокнами; VI - комбіноване зміцнення; VII - теоретична міцність.

Висновки

Хоча ця діаграма є лише принциповою схемою, проте вона дозволяє обґрунтувати найбільш ефективні методи зміцнення, раціональне використання яких розширить область використання конструкційних матеріалів аж до температур, близьких температурам плавлення. Очевидно, подальше підвищення рівня жароміцності і температур експлуатації металічних матеріалів пов'язане перш за все з комбінуванням різних методів зміцнення.

Проте в усіх випадках обов'язковим є присутність саме субструктурного зміцнення, а саме:

- II+V(III+IV) - зміцнення сплаву з паралельно або попередньо сформованою субструктурою полігонального або коміркового типу;
- II+IV (III+V) - армування високоміцними волокнами субструктурно-зміцненої матриці;
- II- IV+V (III+IV+V) - комбіноване використання ефектів зміцнення дисперсними фазами і армуванням матриці з сформованою в ній термічно стабільною субструктурою.

Комбінування розглянутих методів дозволяє не тільки підвищити міцнісні властивості, але й розширити температурний інтервал їх експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Лисий М. В. «Субструктурне зміцнення волокнистих композиційних матеріалів/ М. В. Лисий, П. М. Зузяк, Ю. О. Чернуха, В. М. Сайчук // Металлофизика и новейшие технологии, 2003 - №3.-с. 279-285
- Л. К. Гордієнко «Субструктурне зміцнення матеріалів на сплавів» М., «Наука», 1973 р.

Повстянко Катерина Олександрівна — студент групи 2Е-16б, факультет електроенергетики, електромеханіки та електротехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com

Науковий керівник: **Лисий Михайло Вікторович** – доцент кафедри фізики, кандидат фізико-математичних наук, Вінницький національний технічний університет.

Povstyanko Kateryna A. - student of 2E-16B, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com

Lysiy M. V. – Cand. Sc. (Phys. and Math.), Ass. Prof. with the Department of Physics.

ОСЛАБЛЕННЯ СИГНАЛУ НА СПАЇ ОДНОМОДОВОГО
ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядається ослаблення оптичного сигналу за рахунок фактора форми осесиметричного спаю одномодового оптичного волокна. Використання методу функцій Гріна дозволило виразити довжину згасання в термінах амплітуд розсіювання на адиабатичному потенціалі. Якісні оцінки для спаю у вигляді сферичного поясу показують, що має місце відхилення від розсіювання Релея.

Ключові слова: одномодове волокно, спай волокон, довжина розсіювання, функції Гріна, амплітуда розсіювання.

Abstract

Optics signal attenuation due to geometric form factor of the axes symmetric single-mode optic fiber has been considered. By applying Green's function methods the length of scattering was found. It turns out significantly differs from the well known Reyley's result.

Keywords: single-mode optic fiber, fiber's junction, length of scattering, Green's function, scattering amplitude.

Порівняно недавно оптичні волокна стали невід'ємною структурною частиною технології передачі даних з високою густиною потоку в інформаційних системах, в системах телекомунікацій та оптичних лініях зв'язку. Незалежно від області застосування, створення лінії зв'язку вимагає спряження окремих волокон і з'єднання їх, одним із способів якого є зварювання. При будь-яких способах своєї реалізації, зварний шов, як центр розсіювання електромагнітного сигналу, приводить до неусувних втрат, які за різними експериментальними оцінками для одного спаю можуть складати біля 0,03-0,05 дБ, що у випадку довгих ліній дає біля 10% загальних втрат [1]. Саме тому продовжує бути актуальним дослідження ослаблення оптичного сигналу за рахунок розсіювання на окремих спаюх, чому присвячується дана робота.

Характерна довжина згасання L обчислюється з використанням техніки функцій Гріна для рівняння Гельмгольца [2]. Функція Гріна знаходиться в наближенні Баррета розкладом в ряди Фур'є –Бесселя. В силу розсіювання на спаї осьова компонента хвильового вектору набуває комплексної форми. Інтегрування у відповідній комплексній площині дозволяє виразити довжину згасання в термінах амплітуд розсіювання. Показано, що L - геометрично-чутливий фактор. Для випадку спаю у формі сферичного поясу показано, що L за порядком величини складає $d^5 / l a^3$, що відрізняється від випадку релеєвського розсіювання [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДІТЕРАТУРИ

- 1.Листвин А.В., Листвин В.Н.,Швырков Д.В., Оптические волокна для линий связи, М., 2003,106с.
- 2.Jackson J.D., Classical Electrodynamics, John Wiley&Sons,Inc, 1962, 661p.
- 3.Миттра Р.,Ли С., Аналитические методы теории волноводов, М.,Мир. 1974, 325с.

Бурдейна Олена Володимирівна, магістр з медико-біологічної електронної апаратури, старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця;

Марушак Ярослава Віталіївна, студентка групи ІСІ-15б, ФКСА, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця;

Бурдейний Володимир Мефодійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. brdnvldmr@ukrnet.mail

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК $I=f(V)$ НАНО-БІОНЕОРГАНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІРУСУ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ ТА НАНОЧАСТИНОК ЗОЛОТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Нинішній рівень розвитку нанотехнологій дає можливість створювати пристрої що запам'ятовують і передають 1Біт інформації за допомогою 1 електрона. Однією з найперспективніших можливостей є використання біонеорганічних структур на основі рослинних вірусів та наночастинок металів, зокрема золота і срібла. Реалізація такої можливості дозволяє створювати функціональні мікроприлади розмірів порядку $\sim$ нм, а робочі частоти підвищити до 10^{13} Гц, тобто вирішує проблему мініатюризації та швидкодії нанооб'єктів.

Ключові слова: нанотехнології, нанодріт, вірус тютюнової мозаїки, вольт-амперна характеристика, спонтанні і індуковані переходи.

Abstract: Demands of intensification and its implementation in technological applying, recently ultra passed micro technology's possibilities. That is why new methods of nano electronic devices elaboration are really demanded. These devices by their nano dimensions, energetic efficiency and functional speeds can turn out more preferable, than traditional semiconductor transistors and integral circuits.

Keywords: I-V characteristics, spontaneous transitions, inducted transitions.

Вступ

Інтенсифікація розвитку досліджень і впровадження у технологічних використаннях на даний час вийшла за межі використання мікротехнологій. Тому ведеться пошук нових методів створення наноелектронних пристроїв, які вигідно відрізнялись за мініатюрністю, споживаною енергією, швидкодією, в порівнянні з традиційними напівпровідниковими транзисторами та інтегральними мікросхемами на їх основі.

Результати дослідження

Вважаємо надважливим завданням є дослідження електронних властивостей отриманих нами нанодротів BTM-Au, що дозволило встановити виникнення спонтанних і індукованих переходів в стан з відносно високою електропровідністю.

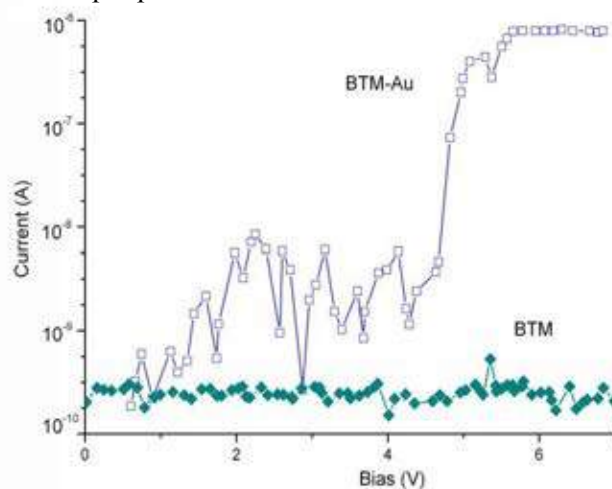


Рисунок 1- Залежність I-V для нанодроту BTM-Au та чистого вірусу BTM

Вольт-амперні характеристики нанодротів ВТМ-Аu показують різке зміщення при прикладанні напруги 4,3В та наступну стабілізацію у новому значенні (рис. 1). До досягнення напруги 4,3В струм зростає поступово. При зменшенні напруги до -2.4 В система повертається до початкового стану (рис. 2).

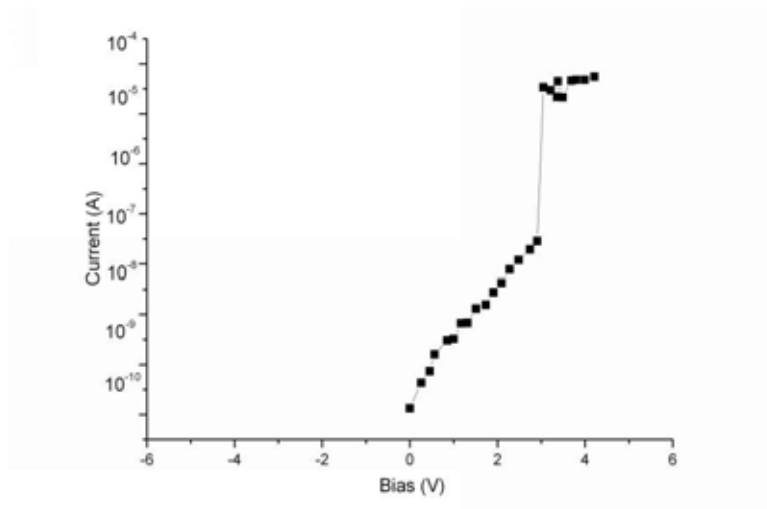


Рисунок 2- Вольт-амперні характеристики нанодротів ВТМ-Аu

Висновок

Спостережуване «перемикання провідності» в подальшому може бути використане для створення цифрових записуючих пристроїв з високою щільністю запису інформації. Принцип дії такого пристрою буде базуватися на передачі заряду від оболонки вірусу до наночастинки при ввімкненні зовнішнього електричного поля. Кожна така гібридна одиниця ВТМ-Аu може працювати як енергоне залежний запам'ятовуючий пристрій, при цьому її провідність може перемикатися між високим та низьким рівнем, що відповідає логічним «нулю» та «одиниці». Однак необхідно провести підбір шару, який буде стабілізувати захоплений заряд, що дозволить зберігати інформацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.Х. Касіяненко. Фізико-хімічні властивості нанодротів на основі вірусів та наночастинок металів. Звіт про науково-дослідну роботу. С. -47, 2017р.

Бурдейний Володимир Мефодійович – кандидат фізико-математичних наук, професор, кафедра ЗФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця;

Мельник Микола Дем'янович – старший викладач, кафедра ЗФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Науковий керівник: *Касіяненко Василь Харитонович* – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри ЗФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

МЕХАНІЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ ГІБРИДНОГО МАТЕРІАЛУ З АЛЮМІНІЄВОЮ МАТРИЦЕЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Встановлено можливості забезпечення високоміцного стану гібридних композиційних матеріалів на основі алюмінію, армованих волокнами бору. Запропоновано оптимальні режими їх термоциклювання.

Ключові слова: композиційні матеріали, субструктурне зміцнення, внутрішнє тертя, дислокації, термоциклювання.

Abstract

Possibilities of providing of the highly strong state of the hybrid composition materials on the basis of aluminium, reinforced by the fibres of the coniferous forest, are set. The optimal modes of their thermocycling are offered.

Keywords: composite materials, sub-structural reinforcement, internal friction, dislocations, thermocycling.

Вступ

До композиційних матеріалів відносяться матеріали, що не зустрічаються в природі і володіють такою сукупністю ознак: складаються з двох або більше компонентів, які відрізняються за своїм хімічним складом і структурою, розділених межею; мають нові властивості, що відрізняються від властивостей компонентів: неоднорідні в мікромаштабі і однорідні в макромаштабі; склад, форма і розподіл компонентів запроектовані завчасно.

Результати досліджень

В дослідженнях були використані гібридні композиційні матеріали на основі боралюмінію, додатково армовані тонкими сталевими сітками трикотажної структури. Такою структурою вдається підвищити рівень тріщиностійкості і міцність при циклічних навантаженнях. Саме цьому в значній мірі сприяє спеціальне конструювання макроструктури матеріалу, при якому шляхом регулювання послідовності чергування армуючих шарів об'ємного вмісту волокон, товщини матричних прошарків створюється структура, в якій під навантаженням реалізуються як мікро пластичні деформації, так і конструкційне внутрішнє тертя (механічна спектроскопія).

Відомо, що в алюмінії та волокнистих композиційних матеріалах з алюмінієвою матрицею у процесі формування і стабілізації зміцнювальної субструктури на температурній залежності внутрішнього тертя проявляються три непружні ефекти, спричинені: ефект А (220°C) – взаємодією дислокацій у стінках із точковими дефектами, що дифундують уздовж субграниць; ефект В (260°C) – неконсервативним рухом дислокацій у стінках; ефект С (310°C) – взаємодією окремих дислокацій та їх скупчень у середині полігонів із дислокаціями, які утворюють малокутові границі.

Висновки

Дослідження температурної залежності внутрішнього тертя засвідчило, що формування розвинутої субструктури при термоциклюванні в температурному інтервалі $300\text{--}200^{\circ}\text{C}$ відбувається через 10-12 термоциклів. При цьому субструктурні ефекти краще проявляються на кривих охолодження. Переповзання дислокацій та дислокаційних скупчень, що знаходяться в середині полігонів заблоковано. Нагрівання при вимірюванні до 450°C і витримка при цій температурі біля 5 хвилин розблоковує дислокації і при охолодженні ці ефекти проявляються досить чітко. Подальші термоциклічні обробки не змінюють положення і характер внутрішнього тертя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лисий М. В. Субструктурне зміщення волокнистих композиційних матеріалів / М. В. Лисий, П. М. Зузяк, Ю. О. Чернуха, В. М. Сайчук// Металлофизика и новейшие технологии, 2003 - №3. – с.279-285

Манжак Надія Олександрівна — студент групи 4Е-16б, факультет електроенергетики, електромеханіки та електротехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ms.manzhak@mail.ru

Науковий керівник: **Лисий Михайло Вікторович** – доцент кафедри фізики, кандидат фізико-математичних наук, Вінницький національний технічний університет.

Manzhak Nadia A. - student of 4E-16B, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ms.manzhak@mail.ru

Lysiy M. – Cand. Sc. (Phys. and Math.), Ass. Prof. with the Department of Physics.

Застосування флуоресценції при проведенні діагностики шкірних захворювань

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

Запропоновано метод кількісної оцінки оптичних параметрів шкіри для отримання об'єктивної інформації про наявність чи відсутність та просторовий розподіл в ній різних біологічних компонентів і використання її для діагностики різних шкірних захворювань.

Ключові слова: флуоресцентна спектроскопія, хромофори, флуорофори.

Abstract:

A method for quantitative evaluation of optical parameters of the skin to get objective information about the presence or absence and spatial distribution therein various biological components, and use it to diagnose various skin diseases.

Keywords: fluorescence spectroscopy, hromofors, fluorofors

Вступ

Кількісна оцінка оптичних параметрів шкіри дає можливість отримувати об'єктивну інформацію про наявність чи відсутність та просторовий розподіл в ній різних біологічних компонентів і успішно використовувати її для діагностики різних шкірних захворювань.

Результати дослідження

Відбите шкірою випромінювання та її флуоресценція несуть інформацію про структуру епідермісу і дерми, кількість і кровонаповненість кровоносних судин, просторовий розподіл хромофорів і флуорофорів всередині, інтенсивність метаболічних процесів, що відбуваються в шкірі.

Флуоресцентна спектроскопія отримує широке використання завдяки розробці нових джерел світла, надчутливих багатоканальних оптичних аналізаторів, приймачів на основі ПЗС-структур, які характеризуються великою тимчасовою та просторовою роздільною здатністю.

Шкіра людини містить велике число різноманітних природних флуорофорів, які мають різні спектральні області поглинання і флуоресценції, різний квантовий вихід флуоресценції, час загасання флуоресценції, різний просторовий розподіл в товщині шкірної тканини. Для деяких флуорофорів характерним є перекриття області поглинання і флуоресценції, внаслідок чого випромінювання флуоресценції, що виходить з шкіри має складний спектральний склад. Це поглинання ними випромінювання, що виходить з шкіри, приводить до виникнення в спектрі флуоресценції специфічних мінімумів і максимумів.

У міру збільшення довжини хвилі збуджуючого світла до формування спектру флуоресценції залучаються нові флуорофори, розташовані в глибших шарах шкіри.

Метою флуоресцентної спектроскопії також є отримання інформації про діапазон довжин хвиль, в якому найвиразніше виявляються спектральні відмінності між нормальною біологічною тканиною і тканиною з патологією, та ідентифікація хромофорів, відповідальних за такі відмінності.

Швидкий прогрес органічної хімії забезпечує основу для синтезу різноманітних флуоресцентних зондів. В даний час безліч флуоресцентних фарбників, що покривають весь видимий діапазон спектру, доступні для застосування в анатомії і фізіології клітин і навіть в медичній діагностиці.

Висновки

В даний час безліч флуоресцентних фарбників, що покривають весь видимий діапазон спектру, доступні для застосування в анатомії і фізіології клітин та в медичній діагностиці. Виявлення, за допомогою таких зондів ракових клітин, являється фактично важливим кроком для ранньої діагностики онкологічних захворювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оптична біомедична діагностика. В 2 т. / Пер. з англ. під ред. В.В. Тучина. - М.: ФІЗМАТЛІТ, 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-0769-3.

Камінський Олександр Станіславович – провідний інженер, кафедра ЗФФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Науковий керівник: *Павлов Сергій Володимирович* – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Мережне наукове видання

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2017 р.
Гарнітура Times New Roman. Обсяг 3,2 Мб.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.