

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА
МОНІТОРИНГУ І ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ*Бабак В. П.**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна**E-mail: vdoe@ukr.net*

Якісне метрологічне забезпечення вимірювань у теплометричній галузі – це шлях до скорочення бюджетних витрат на підготовку та проведення відповідних досліджень, а також до підвищення конкурентноздатності вітчизняних товарів та послуг як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку України, без чого неможливий динамічний розвиток економіки. У стратегічному документі міжнародної організації ВІРМ в рамках програми розвитку метрології до 2023 року визначено, що густина теплового потоку має стати однією з основних величин «теплової метрології» як доповнення до температури.

У доповіді узагальнено розвиток теоретичних засад, методологічного апарату та вдосконалення еталонної бази забезпечення єдності вимірювань поверхневої густини теплового потоку в широкому діапазоні, що відповідатиме сучасним вимогам щодо теплових вимірювань в різних галузях наукових і прикладних досліджень. Сформовано узагальнену методологію забезпечення єдності вимірювань поверхневої густини теплового потоку та розроблено концептуальну модель реалізації еталону поверхневої густини теплового потоку за модульним принципом, особливостями якої є використання різних способів формування і передавання теплової енергії та єдиного модулю реєстрації та опрацювання вимірювальної інформації. Це дозволило на порядок розширити нижню та верхню межі робочого діапазону вимірювань, що відповідає світовому рівню метрологічного забезпечення вимірювань поверхневої густини теплового потоку. Розроблено апаратно-програмні засоби, які реалізують концепцію модульної побудови еталону поверхневої густини теплового потоку, що дозволило розширити динамічний діапазон значень від 1 Вт/м^2 до $200\,000 \text{ Вт/м}^2$.

Розроблено фундаментальні основи комплексного моніторингу всього теплоенергетичного циклу – від генерування до споживання. Узагальнені базові принципи моніторингу теплоенергетичного устаткування, систематизовані основні види та завдання систем моніторингу в теплоенергетиці, обґрунтована перспективність використання шумової діагностики в системах моніторингу об'єктів теплоенергетики; розроблені методи математичного та комп'ютерного моделювання негаусових шумових сигналів, що виникають під час роботи теплоенергетичного обладнання, в результаті встановлена доцільність використання в системах шумової діагностики кумулянтних функцій шумових процесів як інформативних характеристик. Для моніторингу теплового стану конструкцій та їх теплофізичних властивостей в процесі експлуатації будівель розроблена гама сенсорів теплового потоку. Створено методику вимірювань комбінованим тепловізійно-теплометричним методом для визначення опору теплопередаванню огорожувальних конструкцій будівель та систему нормативних документів з вимірювання теплових величин, які пов'язані з теплозахисними характеристиками матеріалів, конструкцій та споруд, що сприяє встановленню загальних вимог щодо єдності та достовірності вимірювань в Україні та країнах ЄС.

Ключові слова: моніторинг, метрологічне забезпечення вимірювань, тепло-енергетичне устаткування.

УДК 662.99

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА СИСТЕМА ВОДЯНОГО ПІДЛОГОВОГО ОПАЛЕННЯ ІЗ ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ ТИПУ «ГРУНТ-РІДИНА»

Недбайло О. М.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

E-mail: nan_sashulya@ukr.net

В Інституті технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАН України) була розроблена експериментальна низькотемпературна система водяного підлогового опалення для експериментального дослідження теплообмінних процесів у теплоносії та повітрі лабораторного приміщення, а також складних процесів теплообміну між поверхнею підлоги і опалювальним простором кімнати.

Теплонасосна установка вилучає відновлювальну низькопотенційну теплоту ґрунту за допомогою горизонтального ґрунтового теплообмінника (ГТО) неглибокого залягання (1,5 м).

В схемі передбачене вимірювання витрат рідин у всіх контурах: ґрунтового колектора, підлогового і повітряного опалення тепло лічильниками з комп'ютерним інтерфейсом, а також вимірювання витрат споживачем холодної та гарячої води лічильниками. Тиск і температура теплоносіїв у всіх контурах вимірюється, відповідно, спіральними манометрами і терморезисторами ТСП-101.

Кожний контур системи оснащений первинними контрольно-вимірювальними приладами, що входять до складу системи автоматизованого збирання і збереження інформації на комп'ютері для подальшої обробки і аналізу даних в режимі реального часу за допомогою спеціального програмного забезпечення (ПЗ). В приміщенні (приблизно посередині, на відстані 40 см від стіни) встановлена вертикальна вимірювальна планка, на якій розміщено 16 термометрів опору (ТСМ-205) для дослідження розподілу температури повітря по висоті кімнати. Для зведення енергетичних балансів при роботі різних систем на кожному контурі експериментальної теплонасосної установки встановлені лічильники теплоти Aparor LQM-III-K (Польща), а також, для кожного пристрою, що використовує електроенергію, відповідно, окремий електричний лічильник.

Для проведення експериментальних досліджень процесів теплообміну між теплоносієм і повітрям у приміщенні, на різних рівнях підлоги (між шарами) та в різних контрольних місцях вмонтовані термометри опору ТСМ-205 (14 од.) і перетворювачі теплового потоку ПТП (14 од., розроблені та виготовлені у відділі теплометрії ІТТФ НАН України). Всі датчики, через вторинні прилади УКТ-38 і адаптер-перетворювач сигналу, підключені до комп'ютера. При цьому, за допомогою спеціального ПЗ «ОВЕН» дані автоматично обробляються і зберігаються в архіві.

Первинні та вторинні контрольно-вимірювальні пристрої дозволили провес-

ти комплексні експериментальні дослідження щодо визначення параметрів квазістаціонарного теплового режиму лабораторного приміщення із системою водяного підлогового опалення.

Ключові слова: система підлогового опалення, тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник.

УДК 617-7

ТЕХНІКО-ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ЛАЗЕРНОЇ ХІРУРГІЇ

¹⁾Холін В.В., ²⁾Войцехович В.С., ³⁾Павлов С.В., ¹⁾Петрушко Ю.А., ⁴⁾Ромаєв С.Н.

¹⁾ПП "Фотоніка Плюс", Черкаси, Україна

²⁾Інститут фізики НАН України, Київ, Україна

³⁾Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

⁴⁾Харківська медична академія післядипломної освіти, Харків, Україна

Вступ. В основі лазерної хірургії лежать різноманітні ефекти термодеструкції, викликані підвищенням температури біологічних тканин внаслідок поглинання випромінювання оптичного діапазону від лазерних випромінювачів.

Принципи лазерної хірургії визначаються як характеристиками лазерного випромінювання, так і оптичними властивостями біологічних тканин.

Лазер (від англ. Laser, акронім від Light Amplification By Stimulated Emission of Radiation «посилення світла за допомогою вимушеного випромінювання») - це пристрій, який перетворює енергію накачування в енергію монохроматичного, поляризованого, вузьконаправленого потоку оптичного випромінювання малого поперечного перерізу.

Особливості використання лазерів. В медицині використовуються різні типи лазерів (твердотільні, газові, волоконні, напівпровідникові). При цьому найбільш вживаними в лазерній хірургії є напівпровідникові лазери.

Крім вище перерахованих особливостей лазерів, напівпровідниковим при-
таманні:

- малі габаритні розміри кристалів (до 1 мм^3);
- малі розміри емітерів або тіл світіння ($1 \times 50 \div 1 \times 100 \text{ мкм}$);
- невелика розбіжність індикатрис спрямованості випромінювання ($5^\circ \div 10^\circ$ повільної осі і $20^\circ \div 40^\circ$ швидкої осі);
- пряме управління режимами випромінювання і величиною вихідної потужності за рахунок зміни робочого струму;
- високий ККД (перетворення електричної мережі потужності в оптичну вихідну потужність) до $70 \div 80\%$ в серійних зразках.

Таким чином, застосовуючи напівпровідникові лазери, ми маємо справу з енергетично ефективним, монохроматичним, керованим по потужності, в часі і просторі випромінюванням, що має різноманітні варіанти виконання по довжинах хвиль і граничними вихідними оптичними потужностям.

Використання напівпровідникових лазерів забезпечує можливість реалізації різних варіантів виконання як вихідних каскадів, так і автономних периферичних пристроїв. При цьому технічно, економічно та експлуатаційно найбільш обґрунтованими є периферичні пристрої на основі оптичних волокон. Поглинання світла є однією з найважливіших компонентів взаємодії світла з оброб-

люваними біооб'єктами. Енергія поглиненого світла переходить або в тепло, що збільшує температуру біооб'єкту, або витрачається на ініціювання фотохімічних реакцій.

Зміна температури біотканини визначає біологічний відгук на лазерний вплив від гіпертермії до абляції (залежно від величини зміни температури). Спектри поглинання будь-якої біотканини визначаються типом домінуючих поглинаючих центрів, так званих хромофорів, і водою що міститься в біооб'єктах.

Як хромофори виступають гемоглобін, протеїни, тирозин, триптофан, колаген, еластин, меланін, флавін, порфірини та ін.

Висновок. Коректно побудована біофізична модель патологічної області (тканини) з точки зору відбиття, розсіювання і, перш за все, поглинання лазерного випромінювання домінуючими хромофорами, врахування специфіки біологічної тканини *in vivo*, вибір довжини хвилі (довжин хвиль) і режимів оптичного впливу, управління поперечним перерізом оптичного потоку визначають успіх лазерного хірургічного втручання у вигляді лазероіндукованої виборчої органозберігаючої термодеструкції.

Ключові слова: лазер, напівпровідниковий діод, лазерна хірургія,

Література

- [1] Готра З. Ю., Павлов С. В., Микитюк З. М. та ін. Лазерні медичні технології: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 158 с.
- [2] Минаев В. П. Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе, 2017. 352 с.

ДО ЮВІЛЕЮ ПРОФЕСОРА МОЛОДИКА АНАТОЛІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА



Анатолій Володимирович Молодик - доктор технічних наук, професор, відомий фахівець у галузі оптичного та оптико-електронного приладобудування, працює в Казенному підприємстві спеціального приладобудування (Центральному конструкторському бюро) "Арсенал" з 1961 року, де пройшов трудовий шлях від провідного конструктора до Головного конструктора напрямку.

Крім того, Анатолій Володимирович протягом 25 років ділився своїм багатим досвідом з молодим поколінням, викладаючи в Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" на посаді професора кафедри оптичних та оптико-електронних приладів приладобудівного факультету. Він виховав цілу плеяду наукових працівників та інженерів, фахівців високої кваліфікації, зокрема 2 докторів та 6 кандидатів наук.

За роки професійної діяльності Анатолієм Володимировичем створена наукова школа по дослідженню, розробці та виробництву інфрачервоних (ІЧ) приладів систем керування військового призначення, які сприяють зміцненню військової безпеки України. Він є науковим керівником низки НДДКР, присвячених розробці чотирьох поколінь ІЧ-систем, що відповідають світовому рівню. Серед створених і прийнятих на озброєння три системи суттєво перевищили світові досягнення та заслужили високої оцінки - удостоєні Державної премії СРСР. Зразки таких систем впроваджені в серійне виробництво декількох, в тому числі зарубіжних, підприємств, та з успіхом експлуатуються як в Україні, так і в інших країнах світу.

Молодик А.В. є автором 65 винаходів, з яких 37 впроваджено у виробництво, та 35 друкованих праць. Наказом Мінмашпрому України Молодик А.В. був

призначений Головним конструктором міністерства по переносним зенітним ракетним комплексам та оптичним головкам самонаведення.

За високий особистий внесок в наукові та практичні здобутки Анатолію Володимировичу присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» /1999 р./, він - лауреат Державної премії СРСР /1976 р./, премії Кабінету Міністрів України /2017 р./, нагороджений орденами Жовтневої Революції /1974 р./, Леніна /1985 р./, Ярослава Мудрого V ступеня /2004 р./, "За заслуги" /2009/ та медалями.

У день 85-річчя бажаємо Анатолію Володимировичу доброго здоров'я та подальших успіхів в його наполегливій та плідній праці.