**Бойко Микола Іванович. Наукові основи створення електротехнологічних установок для високовольтних імпульсних дій: дисертація д-ра техн. наук: 05.09.13 / Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". - Х., 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Бойко М.І. “Наукові основи створення електротехнологічних установок для високовольтних імпульсних дій”.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.13 «Техніка сильних електричних та магнітних полів». – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2003.  Розв’язано проблему створення електротехнологічних установок для високовольтних імпульсних дій. Сформульовано принципи створення установок з наносекундною і коротшою тривалістю фронту імпульсів, ресурсом 1011 імпульсів, в основі яких лежать: принцип формування високовольтних імпульсів з крутим фронтом за рахунок імпульсного трансформатора, який забезпечує максимальний коефіцієнт трансформації при мінімальних габаритах і витратах енергії, та повного використання загострюючих властивостей іскрового розряду; спосіб генерування імпульсів з покаскадним загостренням їх фронту і пристрій для його здійснення; способи дії на навантаження сильним імпульсним електричним полем та факторами, що воно породжує, а також пристрої полестворення та енерговиділення. Висунуто концепцію раціональної дії сильного імпульсного електричного поля при інактивації мікроорганізмів у текучих середовищах. Створено установки для знезаражуючої обробки рідин комплексом високовольтних імпульсних дій із середньою потужністю до 50 кВт при робочих напруженостях в рідинах 100 кВ/см і більше. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі вирішена науково-технічна проблема створення й ефективного технологічного використання сильних імпульсних електричних полів, що включає в себе: вивчення фізичних основ розглянутих технологій і вироблення концепції впливу поля на навантажувальний об'єкт, розробку принципів побудови ефективних електротехнологічних установок і генераторів СІЕП, що забезпечують виконання основних вимог цієї концепції, знаходження раціональних технологічних режимів впливу СІЕП на об'єкт. На основі запропонованих принципів створені й успішно випробувані генератори і електротехнологічні установки для високовольтних імпульсних дій.  У дисертації з використанням методології наукових досліджень у техніці сильних електричних та магнітних полів одержано такі основні наукові та практичні результати.  1.Сформульовано принципи створення генераторів СІЕП та високовольтних установок технологічного призначення з наносекундною і більш короткою тривалістю фронту одержуваних імпульсів, максимальним ресурсом, в основі яких лежать: принцип формування високовольтних імпульсів із крутим фронтом за рахунок імпульсного трансформатора, що забезпечує максимальний коефіцієнт трансформації при мінімальних габаритах і втратах енергії, і повного використання властивостей іскрового розряду щодо загострення; спосіб генерування високовольтних імпульсів з по каскадним загостренням їхнього фронту і пристрій для його здійснення; способи впливу на навантаження сильним імпульсним електричним полем і породжуваними ним факторами, а також пристрої полестворення й енерговиділення.  Для цього вивчено фізичні основи технологій, які підлягали розробці, створено експериментальні пристрої, що здійснюють високовольтні імпульсні дії на різні об’єкти, проведено низку досліджень. Доведено, що в останні роки у світі інтенсивно ведуться наукові дослідження в напрямку створення нових ефективних енергозаощаджуючих технологій на основі використання СІЕП та іонізованих газів, розвиток яких стримується відсутністю електротехнологічних установок, що забезпечують високовольтні імпульсні дії на об’єкти навантаження при напруженостях імпульсного електричного поля приблизно 100 кВ/см і більших та тривалостях фронтів імпульсів від 20 нс до 1 нс і менших. До цих технологій належать: обробка харчових продуктів за допомогою високовольтних імпульсних дій, широкосмугова електромагнітна імпульсна терапія, технології на основі імпульсного коронного розряду, які розглянуто в дисертації.  Показано теоретично і підтверджено експериментально, що з укороченням тривалості фронту високовольтних імпульсів зменшується ерозія електродів розрядників, збільшується припустима частота спрацьовування іскрових розрядників, а, отже, і можлива частота проходження імпульсів. Для необоротності інактивуючої дії комплексу факторів на основі сильного імпульсного електричного поля кінцева миттєва температура повинна перевищити критичне значення, що нижче температури традиційної теплової пастеризації і для більшості мікроорганізмів при *Е*»100 кВ/см лежить у діапазоні *t*=50- 65С. Сама по собі критична температура не робить істотної инактивуючої дії на мікроорганізми. Експериментально показано, що кількість небажаних мікроорганізмів у харчових продуктах при інактивуючій обробці комплексом високовольтних імпульсних дій у технологічних, тобто з великою продуктивністю, режимах може бути зменшена в 106 разів і більше. При цьому вихідна біологічна і харчова цінність продуктів не погіршується, а питомі енерговитрати менші, ніж при традиційних теплових методах обробки.  2. Розроблено оригінальний генератор високовольтних імпульсів з підвищувальним трансформатором на перемінній (50 Гц) живлячій напрузі. Генератор дозволяє одержувати на навантаженні - робочій камері імпульси напруги амплітудою до 120 кВ, частотою проходження до 500 Гц, середньою потужністю до 50 кВт і призначений для використання в установці по обробці харчових продуктів комплексом високовольтних імпульсних дій. Цей спосіб обробки захищений двадцятирічними патентами на винаходи в Україні (№ 19400) і Російської федерації (№ 2085508) і здійснюється за допомогою даного генератора. Експериментально перевірений ресурс генератора в цілому і його елементів склав »5109 імпульсів. Генератор з таким напрацьованим ресурсом знаходиться в справному стані й активно використовується в експериментальних дослідженнях і в навчальному процесі НТУ "ХПІ".  Розроблено компактний генератор високовольтних імпульсів з оригінальним імпульсним підвищувальним трансформатором, призначений для обробки за допомогою сильних імпульсних електричних полів харчових продуктів. Даний генератор при габаритах, у 6 разів менших у порівнянні з попереднім генератором, дозволяє одержувати на навантаженні - робочій камері імпульси напруги підвищеної стабільності амплітудою до 130 кВ, частотою проходження до 700 с-1, середньою потужністю до 30 кВт.  Розроблено генератор за схемою Аркадьєва - Маркса, що працює в режимі з покаскадним загостренням фронту імпульсів. Експериментально показано, що тривалість фронту імпульсів на навантаженні генератора може бути істотно коротше його електричної довжини і складати не більш 1 нс. Спосіб покаскадного загострення фронту імпульсів і пристрій - генератор, його здійснюючий, дозволяють одержувати напруги більше мегавольта і захищені двадцятирічними патентами на винаходи 27077 України і 2110143 Російської федерації.  Розроблено генератор апарата для широкосмугової електромагнітної імпульсної терапії, що дозволяє одержувати за допомогою формувача імпульси напруги наносекундної тривалості з фронтом 0,1 нс на навантаженні 50 Ом і більш при амплітудах до 10 кВ і частоті проходження до 300 с-1.  Розроблено генератор для одержання імпульсного коронного розряду, що дозволяє одержувати на навантаженні - електродній системі імпульси напруги і струми з тривалістю фронту 10 нс і менше при амплітуді напруги до 100 кВ, а загального струму – до 1000 А, частотах проходження імпульсів до 2100 с-1 і споживаної потужності від живильної мережі (220 В, 50 Гц) до 1500 Вт. Показано розрахунковим шляхом і підтверджено експериментально, що пристрій, базовий для даного генератора, що складається з імпульсного трансформатора й іскрового розрядника, підключеного послідовно до високовольтної обмотки трансформатора, дозволяє збільшити амплітуду вихідних імпульсів напруги в 120 разів і більше (за рахунок трансформатора) і покоротшати фронт імпульсу на високовольтному навантаженні пристрою до 10 нс і менше (за рахунок іскрового розрядника).  3. Створені й успішно випробувані установки технологічного масштабу для здійснення комплексу високовольтних імпульсних дій при обробці харчових продуктів, у широкосмуговій електромагнітній імпульсній терапії, у технологіях на основі імпульсного коронного розряду, область іонізації якого займає практично всю довжину розрядного проміжку.  Розроблено установки по КВІД- обробці харчових продуктів з робочими камерами, будова яких захищена двадцятилітніми патентами на винаходи 32453 України, 2157649 і 2193856 Російської федерації з конвенційним пріоритетом України. В установках реалізована розроблена у дисертації концепція раціональної дії зовнішнього сильного імпульсного електричного поля з напруженістю приблизно 100 кВ/см і більше при мікробіологічно знезаражуючій обробці високовольтними імпульсними діями водомістких рідин та текучих продуктів, відповідно до якої імпульси поля повинні мати короткий фронт (t*f*<20 нс), щоб поле проникло усередину мікробної клітини і досить велику тривалість, щоб здійснити необоротний пробій мембрани клітини. Оптимальна тривалість імпульсів тим більше, чим більше розміри клітки. Для бактерій з характерним розміром 1 мкм оптимальна тривалість імпульсів 0,1 мксti 1,0 мкс.  Створено й успішно експериментально перевірений апарат для широкосмугової електромагнітної імпульсної терапії масою приблизно 5 кг, будова якого захищена двадцятилітніми патентами на винаходи 23040 України і 2086271 Російської Федерації. АШЕМІТ дозволяє одержувати упорядковані електромагнітні імпульси з Т- хвилею. Кожен УЕМІ має широкий безперервний не шумовий спектр частот 0w2,2/*tf*, де *tf* – тривалість фронту імпульсів на виході АШЕМІТ, що може досягати 0,1 нс і менше. Ці імпульси можуть бути імпульсами електричного поля, струму, розрядами (іскровими чи коронними). Вони можуть впливати точково, локально (на ділянку поверхні тіла), глобально (на весь організм чи групу пацієнтів). Дія може бути контактною, безконтактною, через плазму розряду (іскрового чи коронного).  Розроблено оригінальну установку для одержання імпульсного коронного розряду з зоною іонізації, що займає практично весь міжелектродний проміжок. За допомогою цієї установки показана перспективність такого ІКР при здійсненні різних технологій, у тому числі озонних. При цьому об'єкт, що підлягає обробці, може розміщатися безпосередньо усередині електродної системи з ІКР. При розробці установки використане попередньо зроблене теоретичне обґрунтування можливості одержання й експериментальні дані по одержанню ІКР, в якому чохол корони, де відбувається іонізація і має місце світіння, займає практично весь міжелектродний проміжок. Основними носіями заряду, що здійснюють протікання струму в такому ІКР, на відміну від звичайного імпульсного коронного розряду, стають електрони, а не іони. При цьому припустимий струм корони зростає приблизно в 1000 разів і досягає, щонайменше, 1 А. Експериментально обґрунтовано перспективність такого імпульсного коронного розряду для високовольтних електротехнологій завдяки енергетично вигідному одержанню у ньому активних часток: атомарного кисню, озону та ін.  4. Створено кілька технологій на основі комплексу високовольтних імпульсних впливів і показані перспективи їхньої комерціалізації. Розроблено ефективну технологію мікробіологічно інактивиючої обробки харчових продуктів із продуктивністю 1000 кг/год (чи л/год) і більш при збільшенні термінів їхнього збереження (у порівнянні з термінами після традиційної теплової пастеризації) без погіршення вихідної біологічної і харчової цінності. Показано варіанти лікувальної і профілактичної дії від апарату для широкосмугової електромагнітної імпульсної терапії, а також лікувальні методики і результати його клінічної апробації. Запропоновано технології з використанням імпульсного коронного розряду з розширеною зоною іонізації: озонні технології, технологія очищення топкових газів; показані їхні переваги перед існуючими технологіями, у тому числі переваги від зменшення питомих енерговитрат при генеруванні озону.  5. Розроблено оригінальні технологічні засоби виміру, за допомогою яких проведені виміри напруг, струмів і полів у створених експериментальних і дослідних технологічних установках.  Основні результати дисертації знайшли застосування й одержали позитивні відгуки (у виді затверджених технічних умов, висновків, протоколів, актів і т.д.) у таких організаціях: Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Українська академія аграрних наук (Київ), Харківський завод шампанських вин, Харківський молочний комбінат (“Ромол”), Харківська обласна санітарно- епідеміологічна станція, сертифікований випробувальний центр Харківського державного медичного університету, поліклініка генерального штабу збройних сил СРСР, кафедра фізіотерапії і курортології Харківського інституту удосконалення лікарів (нині Медична академія післядипломної освіти) і її базові санаторій "Гай" (Харківська область) і центральна клінічна лікарня № 5 (Харків), Державне Українське об'єднання "Політехмед" і ін. Матеріали даної роботи використані при виконанні міжнародного проекту № 1120 у Науково- технологічному центрі в Україні (НТЦУ) у період з 1999 по 2002 рік.  Матеріали дисертації використовуються в навчальному процесі Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» при підготовці інженерів за фахом «Техніка і електрофізика високих напруг» у рамках дисципліни "Сильні електричні поля в техніці". | |