

**С. В. Гайдукевич,
Н. П. Семенова,
И. В. Кизим**

Аннотация. Приведены предпосылки изучения технологического режима лазерной предпосевной обработки семян подсолнечника методом планирования полного факторного эксперимента.

Ключевые слова: лазерное устройство, подсолнух, семена, импульсное облучение, факторы, точки оптимума

TECHNOLOGICAL MODE OF LASER PROCESSING OF SEEDS OF SUNFLOWER

**L. Nikiforowa,
S. Gaydukevich,
N. Semenova,
I. Kizim**

Annotation. In work the resulted preconditions of studying of a technological mode of laser processing of seeds of sunflower are resulted by a method of planning of full factorial experiment.

Keywords: laser device, sunflower, seed, impulsive irradiation, factors, points of optimum

УДК 621.31

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗІ ЗНОШЕНИМИ ДЕТАЛЯМИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

І. П. РАДЬКО, кандидат технічних наук, доцент
М. В. МАРХОНЬ, асистент
**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**
e-mail: nni.elektrik@gmail.com

Анотація. Розглянуто питання дослідження контактних матеріалів за відновлення контактних вузлів електричних апаратів на твердість, утомленість та проникність.

Ключові слова: контакт, електричний апарат, напилення, твердість, втомленість, проникність

Нині актуальною є проблема відновлення контактних вузлів комутаційних апаратів. Способи відновлення застосовуються різні. Після напилення

контактних матеріалів необхідно провести дослідження на міцність зчеплення контактних матеріалів зі зношеними деталями електрообладнання.

Мета досліджень – встановити міцність зчеплення контактних матеріалів зі зношеними деталями контактних вузлів.

Матеріали та методика досліджень. Для визначення міцності зчеплення контактних матеріалів з основою за відновлення контактів необхідно визначити твердість, втомність та проникність.

Результати досліджень. Твердість оцінюється опором, що одне тіло робить проникненню в нього іншого, більш твердого тіла. Ця характеристика відбиває цілий комплекс механічних властивостей. Випробування на твердість матеріалів з покриттями проводиться для контролю якості нанесеного шару, виявлення змін у поверхневих ділянках основного металу, для оцінки структурної неоднорідності за перерізом покриття, з метою дослідження закономірностей зношування покриттів, визначення міцності з'єднання покриття з основним металом тощо. Дані про твердість широко використовуються завдяки ряду переваг цього методу: можливість 100% контролю деталей після нанесення покриття, випробування не є руйнівними, виміри можна робити безпосередньо на контакт-деталі; серійні прилади конструктивно не складні, продуктивні і зручні в експлуатації.

Існують стандарти, що регламентують вимірювання твердості [1]. Стандарт визначає параметри і межі допустимої похибки стаціонарних твердомірів, що випускаються вітчизняною промисловістю.

Метод вимірювання твердості за Роквелом завдяки простоті й оперативності вважається одним з найпоширеніших. Сутність його полягає в тому, що у випробовувану поверхню вдавлюється алмазний конус чи сталева кулька. Безрозмірною одиницею твердості є величина, що відповідає переміщенню кінцевика на глибину $2 \cdot 10^{-3}$ мм. Переміщення фіксується індикатором годинникового типу, а значення твердості фіксуються безпосередньо за шкалою твердоміра. Діаметр кульки 1,5875 мм (1/16 дюйма), кут при вершині алмазного конуса 120° (2,1 рад). Для того, щоб усунути вплив вібрації і тонкого поверхневого шару, робиться попереднє навантаження зусиллям 100 Н (10 кгс). Потім діє основне навантаження: для шкали А — 490 Н (50 кгс), для шкали В — 883 Н (90 кгс) і для шкали С — 1472 Н (150 кгс). За різними шкалами відліку значення твердості позначаються HRA, HRB, HRC.

Твердість за Бринелем (HB) визначають, головним чином, у м'якого основного металу: сталі після відпалу, нормалізації, бронз, латуней тощо. Суть методу полягає в тому, що в поверхню зразка вдавлюється сталева загартована кулька діаметром 10 або 2,5 мм. Регламентується час витримки під навантаженням і величина навантаження, причому остання підбирається таким чином, щоб її відношення до квадрата діаметра кульки було постійним. Значення твердості визначається за діаметром відбитка, що залишився на поверхні зразка після зняття навантаження.

Відповідно до стандарту [1], вимірювання твердості за Віккерсом проводяться при навантаженнях від 9,8 Н (1 кгс) до 980 Н (100 кгс). За схемою навантаження метод нагадує вимір твердості за Бринелем, тільки

індентором виступає чотирикутна алмазна піраміда з кутом між протилежними гранями 2,38 рад (136°). Числове значення твердості за Віккерсом (HV) визначають за довжиною діагоналі відбитка, використовуючи спеціальні таблиці. У разі визначення твердості необхідно, щоб мінімальна товщина покриття була більше діагоналі відбитка в 1,2 рази. Методом Віккерса можна вимірювати твердість поверхневих шарів покриття товщиною до 0,03—0,5 мм.

Розмірність значень твердості, визначених методом Бринеля чи Віккерса, однакова – Па (МПа) (кгс/мм²); крім того, для матеріалів із твердістю до HV 450 числа твердості збігаються. Метод звичайно застосовують для матеріалів, у яких HV > 360, тобто для термозміцнених сталей, зносостійких покриттів тощо. З усіх методів вимірювання твердості розглянутий найбільш досконалий, тому що дозволяє одержувати чисельні значення практично для будь-яких матеріалів і в будь-яких інтервалах твердості.

Методом мікротвердості знаходять твердість мікрооб'ємів покриття. Основне призначення методу — дослідження твердості окремих часток, структурних складових, а також анізотропії твердості в різних ділянках покриття. Розрізняють два методи випробувань: за відновленим відбитком (основний метод) і за невідновленим відбитком (додатковий метод) [36]. Результат випробування за першим методом характеризує опір матеріалу пластичної і пружної деформації у разі вдавнення алмазного наконечника статичним навантаженням протягом визначеного часу. Після зняття навантаження і видалення наконечника вимірюють параметри відбитка, що залишився, за яким, користаючись формулами і таблицями, визначають величину мікротвердості. Найбільше поширення одержали випробування із застосуванням кінцевика у формі чотирикутної піраміди з квадратною підставкою з кутом, що складає 2,38 рад (136°). Тривалість дії навантаження повинна бути не менш 3 с. Шорсткість робочої поверхні (площина шліфа) $R_a \leq 0,32$ мкм. Значення мікротвердості H у цьому випадку обчислюють за формулою:

$$H=1,854 \cdot P/d^2,$$

де P – нормальне навантаження, що прикладене до алмазного кінцевика;

d – середнє арифметичне довжин обох діагоналей квадратного відбитка.

Для полегшення визначення числових значень мікротвердості за різних навантажень складені спеціальні таблиці. Діапазон застосовуваних навантажень 0,049–4,905 Н.

Зразками для вимірів мікротвердості служать металографічні шліфи. Мікротвердість покриття можна визначати на повздовжніх і поперечних шліфах. Зв використання поперечних шліфів з покриттями слід дотримуватися наступних умов: відстань від центра відбитка до грані покриття повинна бути не менше подвійного розміру відбитка; відстань між центрами відбитків, нанесених на поверхню покриття, повинна перевищувати розмір відбитка більш, ніж у три рази.

У дослідницькій практиці для визначення мікротвердості покриттів найчастіше використовується прилад марки ПМТ-3.

До недоліків методу вимірювання мікротвердості варто віднести високий рівень похибки, що особливо зростає за дослідження покриттів із застосуванням малих навантажень. Тому бажано, щоб діагональ відбитка була не менше 8–10 мкм. Величина похибки залежить від ідентичності навантаження, вибору оптимального навантаження, якості налаштування систем приладу й інших причин.

Під терміном «втома» розуміють процес поступового нагромадження пошкоджень матеріалу під дією змінних напруг, що призводить до зміни властивостей, утворення і розвитку тріщин і руйнування [3].

Втома залишається однією з найважливіших проблем машинобудування, тому що більш 80 % руйнувань деталей і конструкцій носять характер втоми.

За результатами досліджень зразків з покриттями на втому можна: відпрацювати технологію напилювання покриттів; вибирати оптимальне сполучення хімічного складу, структури і властивостей матеріалів покриття й основного металу; розраховувати і проектувати конструкції; проводити проміжний і вихідний контроль якості композиції «покриття — основний метал»; здійснювати контроль відповідальних деталей з покриттями перед експлуатацією.

Особливістю досліджень на втому матеріалів з покриттям є велика кількість факторів, що впливають на межу витривалості. Головними з них можна відзначити наступні: будова покриттів і основного металу (структура, пористість, шорсткість, товщина покриття, характер з'єднання на межі розділу або наявність перехідної зони тощо.); технологія виготовлення зразків (розміри і форма, наявність відсутності концентраторів напруг, спосіб нанесення покриттів, величина розподілу і знак залишкових напруг, попередня підготовка поверхні металевого зразка перед нанесенням покриття тощо); режим навантаження (частота, період, максимальна напруга, амплітуда, коефіцієнт асиметрії циклу напруг тощо); середовище експлуатації (наявність агресивного середовища, підвищена чи знижена температура тощо).

Підвищення зносостійкості, поліпшення захисних властивостей і багатьох експлуатаційних характеристик покриття звичайно супроводжуються зниженням втомленої міцності.

Модель механізму зародження тріщини в композиції «основний метал - покриття» за циклічного навантаження запропонована в роботах [4]. Схеми заснована на припущенні, що покриття блокує дислокації в поверхневому шарі основного металу і знижує розвиток пластичної деформації. За навантаження джерело дислокацій починає функціонувати, випускаючи дислокації. Границя «покриття - основний метал» блокує дислокації, створюючи локальні підвищення їх щільності. У мікрооб'ємі, що безпосередньо прилягає до границі, утворюється плоске скупчення граничних дислокацій, причому вони можуть знаходитися на настільки близькій відстані один від одного, що їх екстраплощини зливаються,

викликаючи появу розтягуючих напруг σ_n . Якщо покриття достатньо крихке, то розтягуючі напруги призводять до виникнення в покритті мікротріщин, що поширюються в основний метал.

Відповідно до іншої схеми, поява і поширення тріщин може відбуватися безпосередньо від поверхні покриття. Відомо, що навіть на гладких зразках за циклічного напруження тріщини з'являються, насамперед, на поверхні. Що стосується поверхні покриття, на якій завжди є готові концентратори напруг у вигляді порожнин, нерівномірностей, то вона відіграє роль джерела тріщин і зменшує довговічність композицій «основний метал — покриття».

Очевидно, залишкові внутрішні напруження, що виникають за формування покриття, відіграють двояку роль у разі виникнення і поширення втомлених тріщин. Якщо в покритті і приповерхневих шарах основного металу є стискаючі залишкові напруги, то вони збільшують довговічність, затримуючи зародження і поширення втомлених тріщин. За утворення напруг розтягування (що відбувається частіше), несприятливих з погляду конструктивної міцності, руйнування зразка прискорюється завдяки посиленню напруженості стану та ініціюванню утворення тріщин.

Отримано результати, що показують зв'язок довговічності газоплазмових покриттів з карбиду титана з розподілом залишкових напруг за товщиною покриття. У поверхневому шарі покриття значні напруги розтягування призводять до його відшарування вже в початковий період навантаження. Залишкові напруги стискання, які виявлені в центральній частині шару і досягають 450 МПа, змінюють характер тріщиноутворення, переміщуючи осередки зародження тріщини під покриття.

Втомлені навантаження зразків з покриттями іноді супроводжуються відшаровуванням покриття від основного металу. Руйнування може носити адгезійний, когезійний або змішаний характер. В окремих випадках втомлена міцність обмежується міцністю зчеплення покриття з основним металом.

Мікроскопічні дослідження поперечних шліфів, що вирізані із зон втомленого руйнування, виявили велику кількість тріщин, перпендикулярних границі покриття з основним металом. Звичайно тріщини проходять через частки і зупиняються на межі, що розділяє частки. Ця особливість характерна як для крихких покриттів, так і для пластичних.

Експерименти проводилися на спеціальній установці, що складається з двох пристроїв. Один з них призначений для визначення довговічності, а інший - для дослідження закономірностей зародження і поширення втомлених тріщин. Дослідження проводилися за такою методикою. На стандартні зразки наноситься покриття й оцінюється його вплив на опір втоми в порівнянні з контрольними зразками. Розміри гладких зразків круглого і прямокутного перерізу, застосовуваних для утомлених дослідів, стандартизовані. Виготовляються типові машини для дослідів а різними схемами навантаження: чистий і консольний вигин обертового зразка, вигин плоских зразків, розтягання — стискання, скручування. Стандарт [5] визначає характеристики механічних, електромеханічних і гідравлічних

машин. Нормуються наступні параметри: найбільше сумарне навантаження, найбільша амплітуда навантаження, частота циклів комутації апаратів.

Дослідження плоских контактів з покриттями проводяться на комбінованих експериментальних установках, що дозволяють визначати границю витривалості, будувати криві малоцикличної втоми, спостерігати за процесом зародження тріщини в покритті від заздалегідь створеного концентратора напруги, визначати кінетику поширення тріщини в покритті та в основному металі.

Методика утомлених дослідів, за якої реєструється тільки кількість циклів до зношення, не відповідає зростаючим вимогам практики, не дає картини поширення втомлених тріщин. Тому, все частіше проводяться дослідження з безперервною реєстрацією довжини тріщини, що розвивається.

Виникаючі в шарі напруги, тріщини обумовлюють низькі механічні властивості металізованих покриттів. Як видно з даних табл. 1, на міцність покриттів мало впливає спосіб нанесення (електродуговий або газоплазмовий).

Напилений метал відрізняється низькою пластичністю і ударною в'язкістю, в зв'язку з чим руйнування покриттів відбувається з утворенням крихкого зламу.

Не дивлячись на низькі механічні властивості напилених покриттів, їх міцність за сумісної роботи достатня, щоб відновлені контакти витримали комутаційний ресурс в 300 тис. циклів комутації. Під дією зусиль розтягування, згинання і скручування руйнування металізованих покриттів контактів відбувається лише після того, як буде перебільшена границя пружних деформацій основи. Така поведінка покриттів пояснюється тим, що напилений метал має низький модуль пружності, котрий, наприклад, для напиленої міді дорівнює 4000 кг/мм² (замість 10000 кг/мм² для литої). Тому навантаження, яке сприймається контактотримачем і покриттям, буде розподілятися між ними пропорційно величинам їх модулів пружності. Таким чином, під час роботи контакту, нанесене на нього покриття, завжди відчуває в декілька раз більшу напругу, ніж сам контактотримач.

1. Механічні властивості металізованих покриттів

Метал	Тимчасовий опір, кг/см ²				Твердість занелем	
	за розтягнення		за стискання		ЭМ-3	ГИМ
	ЭМ-3	ГИМ	ЭМ-3	ГИМ		
Мідь МІ	8,2	5,4	28,4	32,0	66	64
Латунь Л62	3,8	5,2	18,5	20,4	50	63
Алюміній А99	5,4	5,0	14,2	13,1	27	26
Цинк Ц1	3,4	3,2	11,5	10,7	20	20
85%Ag+15%CdO	9,1	5,7	28,2	33,0	88	105
85%Cu+10%Mo+ +2%MoO ₃ +1 %C+2%Ni	8,7	5,3	18,9	19,7	95	85

Характерною особливістю металізованих покриттів, як вже відмічалось вище, є їх пористість і внаслідок цього більш низька, ніж у попереднього метала, густина (табл. 2).

2. Густина газоплазових покриттів різноманітних матеріалів

Метал	Густина напиленого металу	
	г/см ³	% від густини порошку
1. Алюміній	2,41	90
2. Цинк	6,36	80
3. Олово	6,43	88
4. Мідь	7,53	84
5. СОК-15 (85 %Ag+15 %CdO)	8,11	85
6. 85%Cu+10%Mo+ +2%MoO ₃ +1 %C+2%Ni	8,05	83

Кількість порожнин і їх розміри, а відповідно, і густина напиленого металу в залежності від умов металізації змінюються в широких межах. В багатьох випадках пористість покриттів виключає можливість їх застосування, в інших вона є властивістю корисною.

Пористість покриттів, їх забруднення оксидами і характер зв'язку часток одна з одного є причиною значної різниці властивостей покриттів від властивості металів до їх напилення. Дані про зміну деяких властивостей покриттів, отриманих внаслідок газоплазового напилювання, наводяться в табл. 3.

Проникність - це здатність матеріалу пропускати крізь себе рідини та газу. Особливо важливо знати проникність для захисних покриттів, що працюють в агресивному середовищі за високих температур.

3. Фізичні властивості напилених металів

Метал	Теплоємність (при 15°C), ккал/кг · град		Коефіцієнт тепло- провідності λ, кал/м ² град	
	Напиленого	Литого	Напиленого	Литого
Цинк	0,082	0,092	60,0	95,0
Алюміній	0,193	0,214	31,0	123,0
Латунь	—	—	12,0	73,5
СОК-15 (85%Ag+15%CdO)	0,213	—	20,0	—
85 %Cu+10 %Mo+ +2%MoO ₃ +1%C+ 2%Ni	0,028	—	24,0	—

Метал	Коефіцієнт теплового розширення α, 10 ⁻⁶ мм/мм °С		Питомий опір ρ, Ом·мм ² /м	
	Напиленого	Литого	Напиленого	Литого
Цинк	12,4	32,0	0,142	0,06
Алюміній	12,1	23,7	0,295	0,029
Латунь	11,8	17,2	0,817	0,07
СОК-15 (85%Ag+15%CdO)	10,3	-	0,28	-
85 %Cu+10 %Mo+ +2%MoO ₃ +1%C+ 2%Ni	10,4	-	0,32	-

Числовими критеріями проникності є коефіцієнти проникності K_n і фільтрації K_ϕ . Проникність збільшується зі збільшенням пористості, а також залежить від перепаду напруг у зразку, товщини та анізотропії покриття.

Звичайно спостерігається гарна кореляція між значеннями пористості та проникності. Це може бути використано, для виявлення мікротріщин покриття. В результаті аналізу властивостей плазмових та окисних покриттів було встановлено, що газопроникність на порядок або більше перевищує значення їх відкритої пористості. В результаті мікроскопічних досліджень покриттів зафіксували наявність мікротріщин, які збільшуючи пористість, різко підвищують газопроникність. Проникності покриттів, отриманих різними методами, можуть відрізнятися на п'ять порядків, але навіть найбільш міцні газоплазмові покриття не зможуть надійно захистити виріб від корозії в особливо агресивних середовищах [6,7,8.].

Висновки

Проведенні експериментальні дослідження відновлення контактних вузлів дозволяють зробити наступні висновки:

- Отриманні локальні покриття з різноманітних контактних матеріалів характеризуються високою міцністю та електроерозійною стійкістю.
- Твердість матеріалів з покриттям, утомленість та проникність дозволяють стверджувати, що відновленні контакти витримують комутаційний рух в 300 тисяч циклів комутацій. Тривалість роботи електричного апарату продовжується. Підвищується економічна ефективність.

Список літератури

1. Металы. Метод определения твердости по Викерсу: ГОСТ 2999-75. – [Чинний від 1976-07-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 29 с.
2. Контактори электромагнитные низковольтные: ДСТУ 2846-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1996. – 34 с. – (Національні стандарти України).
3. Матеріали металеві спечені, крім твердих сплавів. Зразки для випробування на розтяг : ДСТУ 3670 – 97 (ISO 2740-86). – [Чинний від 01.07.1999]. – К. : Держспоживстандарт України, 1999. – 7 с. – (Національні стандарти України).
4. Кадиров В. Х. Высокоэнергетические процессы газоплазменного напыления. / В. Х. Кадиров. – К: ИПМ, 1995. – 52 с.
5. Матеріали металеві, спечені, крім твердих сплавів. Визначення уявної твердості матеріалів в основному з рівномірною твердістю у перерізі: ДСТУ 3668-97 (ISO 4498-90). – [Чинний від 01.07.1999]. – К. : Держспоживстандарт України, 1997. – 8 с. – (Національні стандарти України).
6. Коханівський С. П. Вплив хімічного середовища на роботу комутаційних апаратів. / С. П. Коханівський, В. А. Наливайко, В. В. Коробський // Проблеми АПК: пошук, досягнення: тези наук.-практ. конф., ». – К: УДАУ, 1993. – С. Радько І. П. Дослідження мікроструктури робочих поверхонь відновлених контакт-деталей після випробування на їх електроерозійну стійкість. / І. П. Радько // Энергосбережение. Энергетика, энергоаудит – 2012. – №1. – С. 65-69.
7. Радько І. П. Металографічний та рентгеноспектральний аналіз структури робочої поверхні дослідних контактів при комутації змінного струму, відновлених

References

1. Metaly. Metod opredileniya tverdosti po Vikersu: GOST 2999-75. (1987) [Metals. Method for determining the Vickers hardness: GOST 2999-75.]. Moscow: Izd-vo standartov, 29.
2. Kontakorty elektromahnitni nyzkovoltni: DSTU 2846-94. (1996). [Low electromagnetic contactors: GOST 2846-94.]. Kyiv.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 34.
3. Materialy metalevi specheni, krim tverdykh splaviv. Zrazky dlia vyprobuvannia na roztiakh : DSTU 3670 – 97 (ISO 2740-86). (1999). [Sintered metal materials except carbide. Samples for tensile: GOST 3670 - 97 (ISO 2740-86).]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 7.
4. Kadirov, V. Kh. (1995). Visokoenergeticheskiye protsessy gazoplazmennogo napyleniya [High energy processes flame spraying]. Kyiv: IPM, 52.
5. Materialy metalevi, specheni, krim tverdykh splaviv. Vyznachennia uiavnoi tverdosti materialiv v osnovnomu z rivnomirnoiu tverdosti u pererizi: DSTU 3668-97 (ISO 4498-90). (1997). [Metal materials, sintered, except hard alloys. Determination of apparent hardness of materials mainly with uniform hardness in the section: GOST 3668-97 (ISO 4498-90)]. – Kyiv. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 8.
6. Kokhanivskiy, S. P. (1993). Vplyv khimichnoho seredovishcha na robotu komutatsiinykh aparativ. [The influence of the chemical environment on the job switching devices]. Tezy naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy APK: poshuk, dosiagnennia». Kyiv: UDAU.
7. Radko. I. P. (2012). Doslidzhennia mikrostruktury robochykh poverkhon vidnovlennykh kontakt-detalei pislia vyprobuvannia na yikh elektroeroziinu stiikist [Research of microstructure working surfaces restored contact details after tests on their electrical resistance]. Energoberezhniye. Energetika, energoaudit, 1, 65-69.
8. Radko, I. P. (2012). Metalohrafichnyi ta renthenospektralnyi analiz struktury robochoi poverkhni doslidnykh kontaktiv pry komutatsii zminnoho strumu, vidnovlennykh metodom hazoplazmovoho napyleniya [Metallographic and X-ray structure analysis research working surface contacts when switching AC power restored by gas-plasma spraying]. Enerhetyka i avtomatyka, 2.

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗНОШЕННЫМИ ДЕТАЛЯМИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*И. П. Радько,
Н. В. Мархонь*

Аннотация. Рассмотрен вопрос исследования контактных материалов после восстановления контактных узлов энергетических аппаратов на твердость, утомленность и проникновение.

Ключевые слова: контакт, электрический аппарат, напыление, твердость, утомленность, проникновение

FEATURES OF RESEARCH OF GRIP STRENGTH COMPOSITE MATERIALS CONTACT WITH ELECTRICAL WORN PARTS

**I. Radko,
M. Marhon**

Annotation. *Research of contact materials during restoration of contact nodes of electrical apparatus for hardness, weariness and permeability was considered.*

Keywords: *contact, electrical apparatus, spraying, hardness, weariness, permeability*

УДК621.37: 628.349

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ESCHERICHIA COLI В МОДЕЛЬНОМУ РОЗЧИНІ ВОДИ

Р. С. СВЯТНЕНКО, аспірант*

А. І. МАРИНІН, кандидат технічних наук, доцент

А. І. УКРАЇНЕЦЬ, доктор технічних наук, професор

О. В. КОЧУБЕЙ–ЛИТВИНЕНКО, кандидат технічних наук, доцент*

Національний університет харчових технологій

e-mail: Svyatnenko@i.ua

Анотація. *Стаття присвячена дослідженню характеру впливу електромагнітного поля (ІЕП) на життєздатність Escherichia coli в модельному розчині води.*

Наведено результати мікробіологічних досліджень модельного розчину води, обробленої ІЕП з напругою 15...30 кВт/см³.

Встановлено, що обробка ІЕП з напругою 30 кВт/см³ протягом 20 с є найбільш ефективною, оскільки спостерігається повна інактивація культури E. coli.

Ключові слова: *імпульсні електромагнітні поля, вода, культура Escherichia coli*

Вода як основна чи допоміжна сировина використовується в більшості технологічних процесів за отримання харчових продуктів. Основні проблеми за використання води пов'язані з її хімічним складом та властивостями. Зазвичай вона не відповідає вимогам споживача й потребує додаткового очищення. Для виробництва соків, безалкогольних напоїв, пива, лікєро-горілчаних виробів потрібна підготовка води відповідно до вимог ДСТУ, основні позиції яких викладені у відповідних нормативних документах [1].

Сучасна технологія очищення води передбачає її знезаражування хлором. Це найбільш відомий спосіб як у нашій країні, так і за кордоном.

* Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент А. І. Маринін

© Р. С. Святненко, А. І. Маринін, А. І. Українець,
О. В. Кочубей–Литвиненко, 2016