

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ОПРОМІНЕННЯ ПОВЕРХНІ ІНКУБАЦІЙНОГО ЯЙЦЯ ПРИ ЛАЗЕРНІЙ ОБРОБЦІ

Д. М. Міленін, асистент

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. П. Василенка*

e-mail: milenin@fromru.com

Анотація. *Розглянуто умови лазерної обробки поверхні шкаралупи яйця при його обертанні навколо великої осі еліпсоїда, який описує яйце. Визначено оптимальний час знаходження поверхні шкаралупи під джерелом випромінювання.*

Ключові слова: *лазерне випромінювання, доза опромінення, інкубація яєць*

Відомо, що ефективність виробництва продуктів птахівництва, особливо м'ясного напрямку в значній мірі залежить від якості добового молодняка, який отримують птахофабрики з інкубатора [1].

Інкубація яєць – один з важливих етапів виробництва здорового та рентабельного молодняка птиці. Процес інкубації неможливо уявити без ефективного знезаражування поверхні шкаралупи яйця перед закладенням в шафу інкубатора. Тому удосконалення процесу знезаражування інкубаційних яєць є актуальною [2].

Сучасна птахофабрика є комплексом виробництв, зібраних на невеликій території, які об'єднують в собі батьківське стадо, інкубаторій, промислове стадо, кормоцех, сховище готової продукції тощо. Розташування птиці на невеликій території сприяє збільшенню кількості мікроорганізмів, які в більшості є патогенними. Найнебезпечнішим місцем на птахофабриках є інкубаторій, оскільки при потраплянні в шафу інкубатора починається їх активне розмноження. При проникненні крізь шкаралупу яйця вони будуть

джерелом зараження ембріону, що значно знижує виводимість, збільшує кількість завмерлих у перші дні життя курчат [3, 4].

Важливу роль у процесі вирощування здорового молодняку мають санітарно гігієнічні заходи та застосування екологічно безпечних технологій для підвищення ефективності дезинфікуючих засобів [5].

Останнім часом отримали розвиток лазерні технології в медицині [6] та в сільському господарстві [7].

Проведені раніше власні дослідження показали високу ефективність застосування когеретного (лазерного) оптичного випромінювання для активізації мікрофлори, яка знаходиться в анабіозі, а потім її знезаражування хімічними розчинами [8]. Технічна реалізація вказаного процесу відбувається завдяки переміщенню яєць на стрічці транспортера, а обертання яєць здійснюється в місці розміщення джерел лазерного випромінювання. Однак, для гарантованої активізації мікрофлори необхідно визначити місце розташування джерела випромінювання і тривалості обертання яйця.

Мета досліджень – визначення умов лазерної обробки поверхні шкаралупи точковим джерелом випромінювання.

Матеріали та методика досліджень. Поверхню шкаралупи яйця з високою імовірністю можна описати еліпсоїдом обертання (рис. 1).

Опромінювану площу еліпсоїда (при нерухомому джерелі) можна істотно збільшити шляхом його обертання навколо осі симетрії (Oz). При цьому опромінення різних ділянок еліпсоїда залежно від розташування джерела відбуватиметься неоднаково. Кількісною мірою ступеня опромінення є доза опромінення, що дорівнює добутку опроміненості на час опромінення: $E_D = Et_{ob}$, Вт·с/м². Цей час природно зв'язати з частотою обертання еліпсоїда і нормованою дозою опромінення. Нижче розглянемо ці питання, спираючись на результати, отримані для нерухомого еліпсоїда [9].

Результати досліджень. При обертанні еліпсоїда опроміненню буде підлягати кожна точка з проміжку $z \in [z_1, z_2]$, яка проходить через пляму опромінення (рис 1).

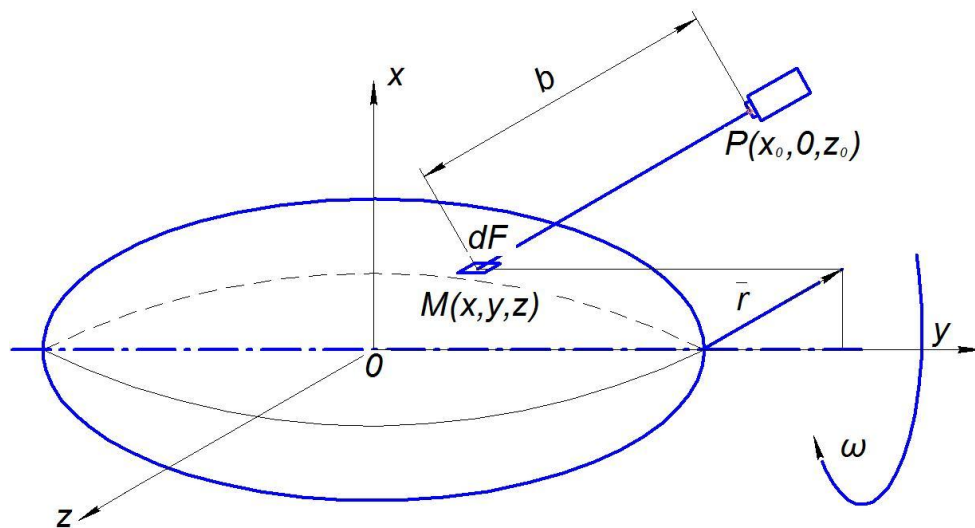


Рис. 1. Умова обертання яйця під джерелом лазерного випромінювання

Для отримання площі опромінюваної поверхні можна застосувати відповідну формулу для поверхні обертання [7]:

$$S_{ob} = 2\pi \int_{z_1}^{z_2} r(z) \sqrt{1 + r'_z(z)} dz. \quad (1)$$

Площа всієї поверхні еліпсоїда знаходиться аналогічно:

$$S = 2\pi \int_0^{2c} r(z) \sqrt{1 + r'_z(z)} dz \quad (2)$$

Для нерухомого еліпсоїда максимально можлива площа плями опромінення становила 50 % (при нескінченному віддаленні джерела: $x_0 \rightarrow \infty$). Для обертового еліпсоїда ступінь поширення області опромінення можна оцінити аналогічно, тобто за відношенням зазначених площ: $\mu = S_{ob}/S$ (рис. 2). Як бачимо, вже при віддаленні джерела на 16 см область опромінення досягає приблизно 100 %.

Перетинами еліпсоїда площинами, поперечними осі обертання Oz , є кола радіуса R_0 :

$$x^2 + y^2 = R_0^2, \quad R_0 = \frac{b}{c} \sqrt{c^2 - z - c^2}, \quad z \in [0; 2c]. \quad (3)$$

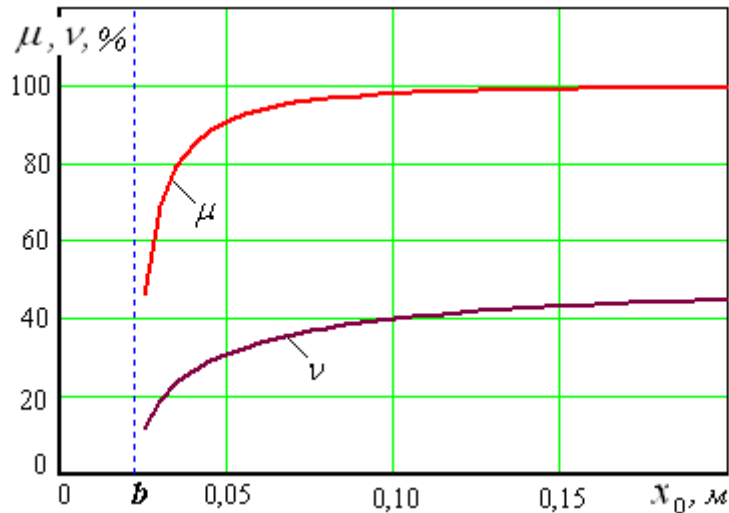


Рис.2. Зміна показників залежно від величини віддалення джерела випромінювання за $b = 0,0226 \text{ м}$; $c = 0,0293 \text{ м}$; $z_0 = c$

Після закінчення цілого числа обертів всі точки, які знаходяться на одному і тому ж колі (3), яке перетинає пляма опромінення, будуть опромінюватися однаковий час. Прийнемо для визначеності, що час опромінення еліпсоїда збігається з періодом його обертання (часом одного оберту). Частоту обертання позначимо літерою ω , с^{-1} . За цих умов час опромінення точок кожного кола дорівнює часу проходження ними опромінюваної плями:

$$t_{ob}(z) = \frac{2\phi(z)}{\omega} = \frac{2}{\omega} \arccos \frac{b cz_0 + (c - z_0)z}{cx_0 \sqrt{2cz - z^2}}, \quad z \in [z_1, z_2]. \quad (4)$$

Цей час змінюється вздовж осі симетрії еліпсоїда, тому оцінити його значення для всієї опромінюваної частини можна за середньою величиною:

$$t_{cp} = \frac{2}{\omega(z_2 - z_1)} \int_{z_1}^{z_2} \arccos \frac{b \, cz_0 + (c - z_0)z}{cx_0 \sqrt{2cz - z^2}} dz. \quad (5)$$

Введемо безрозмірну величину: $\nu = t_{cp}/T$ – коефіцієнт використання часу опромінення, де $T = 2\pi/\omega$ – період обертання еліпсоїда. Рис. 1 показує, що при віддаленні джерела цей показник зростає і на відстані 20 см дорівнює приблизно 45 %. Покажемо, що максимально можливе значення цього коефіцієнта становить 50 %. Дійсно:

$$\lim_{x_0 \rightarrow \infty} \nu = \lim_{x_0 \rightarrow \infty} \frac{1}{\pi(z_2 - z_1)} \int_{z_1}^{z_2} \arccos \frac{b \, cz_0 + (c - z_0)z}{cx_0 \sqrt{2cz - z^2}} dz = \frac{\arccos 0}{\pi(z_2 - z_1)} \int_{z_1}^{z_2} dz = \frac{1}{2}. \quad (6)$$

Час опромінення (4) залежить від величини кута, тому необхідно визначити його максимальне значення. Оскільки функція є спадною, то максимуму часу відповідає мінімум функції, записаної під знаком арккосинуса:

Час опромінення залежить від величини кута $\phi(z)$, тому з'ясуємо питання про його максимальне значення. Оскільки $\arccos x$ є спадною функцією, то максимуму години t_{ob} відповідає мінімум функції $F(z)$, записаної під знаком арккосинуса:

$$F(z) = \frac{cz_0 + (c - z_0)z}{\sqrt{2cz - z^2}}. \quad (7)$$

Опускаючи нескладні перетворення, запишемо першу похідну функції: $F(z)$:

$$F'(z) = \frac{c^2 \, z - z_0}{2cz - z^2}^{\frac{3}{2}}. \quad (8)$$

Звідси бачимо, що критична точка, в якій $F'(z) = 0$, одна: $z = z_0$, оскільки в точках $z=0$, $z=2c$, де похідна не існує, не існує і сама функція $F(z)$. З

іншого боку, оскільки координата лежить в межах довгої осі еліпсоїда, то критична точка може існувати тільки при $z_0 \in (0; 2c)$. Це означає, що джерело повинно знаходитися безпосередньо над еліпсоїдом між його торцями, не виходячи за ці межі.

Друга похідна в критичній точці позитивна $F''(z_0) = c^2 / (2cz_0 - z_0^2)^{3/2} > 0$. Це значить, що у критичній точці спостерігається мінімум функції $F(z)$ і максимум часу опромінення t_{ob} . Таким чином, найтриваліше опромінюються точки того кола еліпсоїда, яке лежить на одній вертикалі з джерелом опромінення (під джерелом). Це наочно показує рис. 3, для побудови якого використана залежність (4). Він також показує, що зі збільшенням відстані (x_0) від осі симетрії еліпсоїда до джерела для кривих 1 ($x_0 = 2b$), 2 ($x_0 = 3b$), 3 ($x_0 = 6b$) час опромінення t_{ob} збільшується (криві розміщені одна над одною в інтервалі $z \in (z_1, z_2)$ і не перетинаються).

Максимальне значення часу опромінення знаходимо з тієї ж залежності (4) при $z = z_0$:

$$t_{\max} = t_{ob} \quad z_0 = \frac{2}{\omega} \arccos \left(\frac{b}{cx_0} \sqrt{2cz_0 - z_0^2} \right), \quad z_0 \in [0, 2c] . \quad (9)$$

Висновки

Таким чином, при $z_0 \notin [0, 2c]$ критичних точок немає і функція $t_{ob}(z)$ монотонна: зменшується при $z_0 < 0$ і зростає при $z_0 > 2c$. Відзначимо, що на відміну від розглянутого тут випадку за відсутності обертання еліпсоїда час опромінення всіх точок опромінюваної плями залишається незмінним.

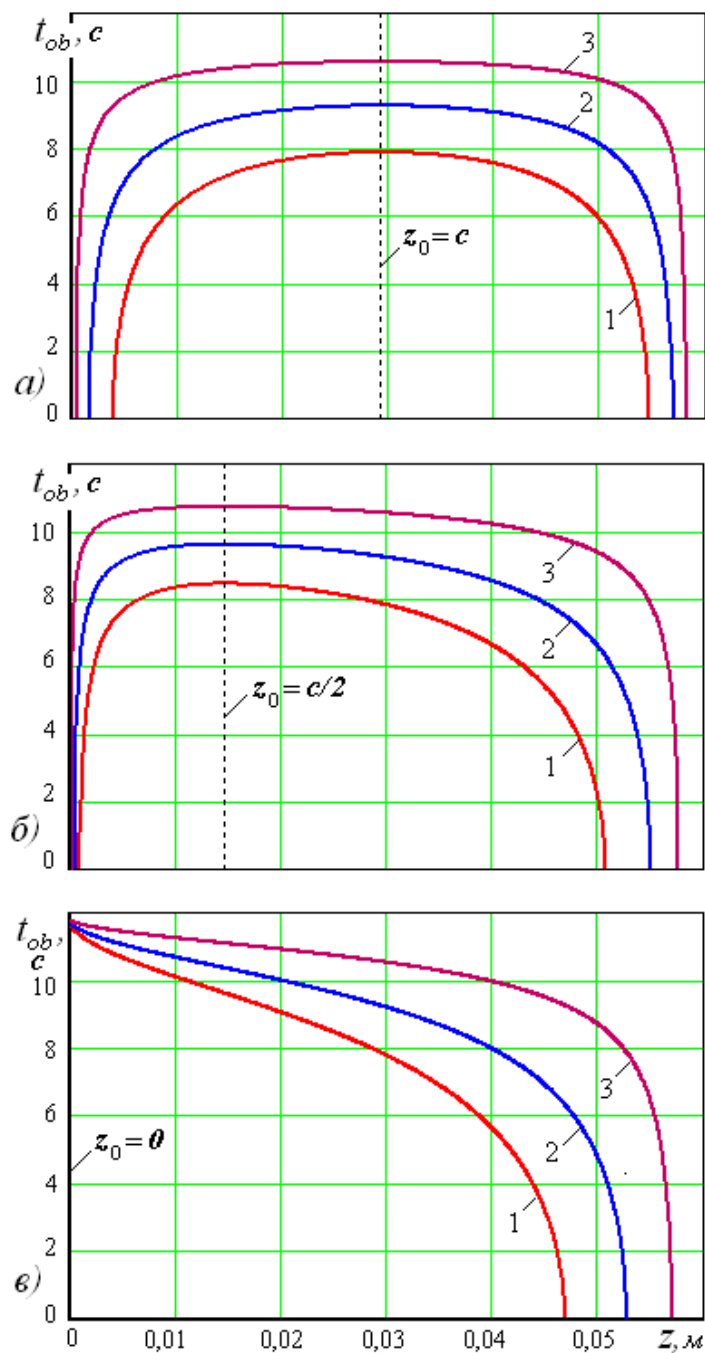


Рис.3. Зміна часу опромінення поверхні еліпсоїда уздовж осі симетрії при різному положенні джерела:

1) $x_0 = 2b$; 2) $x_0 = 3b$; 3) $x_0 = 6b$ і $b = 0,0226\text{ м}$; $c = 0,0293\text{ м}$

Список літератури

1. Кочеш І.І. Птицеводство / І.І. Кочеш, М.Г. Петраш, С.Б. Смигунов. – М.: Еолос, 2004. – 407 с.
2. Бессарабов Б. Ф. Инкубция яиц сельскохозяйственной птицы. Учебное пособие / Б. Ф. Бессарабов, А.А. Крыканов, А.А. Киселев. – М.: Лань, 2015. – 176 с.
3. Высоцкий А.Э. Сравнительная биоцидная активность дезинфектанта «Сандим – Д» //Труды Всерос. НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – М.: ВНИИВСГиЭ, 2005. – Т.117. – С. 176–181.
4. Wesierska E. Effect of concentrated microwave field on bacteria reduction and physical properties of egg white / E. Wesierska, T.Trziska// Mejd. Weter. – 2007. – Vol. 63, №4. – P. 421-424.
5. Кочиш І.І. Екологічно безпечні способи стимуляції росту і розвитку бройлера в онтогенезі / І.І. Кочеш, М.С. Найденський, Е.С. Елизаров, О.І. Кочеш. – М.: ФГОУ ВПО «МГАВМиБ ім. Скрибіна», 2007. – 104 с.
6. Низкоінтенсивна лазерна терапія / Под. ред. С.В. Москвіна, В.А. Буйлика – М.: ТОО фірма «Техніка», 2000. – 724 с.
7. Лисиченко М.Л. Низькоенергетичні лазерні електротехнології в тваринництві: Дис. докт. техн. наук:05.09.16. – Харків, 2006. – 401 с.
8. Пат.72084 Україна, МПК (2012) Ф01К45/00. Спосіб обробки інкубаційних яєць / Д.М. Міленін, М.Л. Лисиченко, О.В. Терешенко, О.Б. Артеменко (Україна). – №U201115208; Заявлено 22.12.2011; Опубл. 10.08.2012, Бюл. №19. – 4с.
9. Міленін Д.М. Визначення умов підвищення ефективності опромінення нерухомого яйця точковим джерелом / Д.М. Міленін, М.Л. Лисиченко, О.І. Завгородній // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2015. – №1(3). – С. 39–42.
10. Баврин І.І. Высшая математика: учебник [для студ. пед. вузов] / Баврин І.І. – М.: «Высшая школа», 2001. – 612 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОБЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНКУБАЦИОННОГО ЯЙЦА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Д. Н. Миленин

Аннотация. *Рассмотрены условия лазерной обработки поверхности скорлупы яйца при его вращении вокруг большой оси эллипсоида, который описывает яйцо. Определено оптимальное время нахождения поверхности скорлупы под источником излучения.*

Ключевые слова: *лазерное излучение, доза облучения, инкубация яиц*

DEFINITION OF TIME EXPOSURE SURFACE HATCHING EGGS IN THE LASER TREATMENT

D. Milenin

Annotation. *The laser surface treatment conditions of the egg shell as it rotates around the major axis of the ellipsoid which it describes. Determine optimal time spent shell surface under the radiation source.*

Key words: *laser, radiation dose, incubation eggs*