

РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ПТАШНИКА

Ковальчук І. М., Румянцев О. О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновані рекомендації щодо інженерних розрахунків параметрів та конструюванню світлодіодних світильників для освітлення багатоярусних кліткових батарей пташників промислової череди курей-несучок.

Постановка проблеми. Птахівництво – динамічна галузь сільського господарства України, що розвивається. Обсяг виробництва курячих яєць постійно зростає, при цьому більшість яєць була вироблена в пташниках закритого утримання з використанням ламп розжарювання для технологічного освітлення. Очевидно, що з боку птахофабрик з'явився виразний попит на модернізацію системи освітлення пташників.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існуючі системи технологічного освітлення пташників промислової череди курей-несучок не забезпечують оптимальної освітленості годівниць ярусів кліткової батареї. Дотепер існують різні думки в оцінці ефективності застосування ламп розжарювання, люмінесцентних ламп і світлодіодів для технологічного освітлення пташників промислової череди курей-несучок, в оцінці оптимальної освітленості годівниць кліткових батарей в період продуктивності птаха. Залишаються недостатньо з'ясованими питання впливу рівня середньої освітленості годівниць у період яйценосності на продуктивність курей-несучок різних кросів [1].

Світлодіодне освітлення, особливо тепло-білого кольору, найбільше близько по спектру випромінювання й по впливу на продуктивність курей-несучок до ламп розжарювання. Світлодіоди, незважаючи на високу вартість, за багатьма показниками перевершують як лампи розжарювання так і люмінесцентні лампи. Тому питання дослідження та обґрунтування ефективності технологічного світлодіодного освітлення пташників промислової череди курей-несучок є своєчасними та актуальними [2].

Мета статті - дослідження та обґрунтування ефективності технологічного світлодіодного освітлення пташника промислової череди при закритому утриманні курей-несучок у багатоярусних кліткових батареях, що забезпечує оптимальну освітленість годівниць та підвищення продуктивності птаха.

Основні матеріали дослідження. Дослідження в пташниках промислової череди курей-несучок проводилися у двох типових пташниках промислової череди на 50 тисяч курей-несучок агрофірми "Борки", Харківської області за період 595 днів (з 1 березня 2011 року по 16 жовтня 2012 року), з однаковими чотирьохярусними клітковими батареями "Техна" ТБК-В (Україна). При цьому в пташниках-А, використовуються світильники НСП02 з лампами розжарювання БК60, у пташнику-В – світильники Comtech Fluorescent Line FL26/840 G13 з люмінесцентними лампами.

Проведені за весь період спостережень виміри освітленості годівниць ярусів кліткових батарей у пташниках -А і В показали, що:

- фактична середня освітленість годівниць відповідає рекомендованим значенням діапазону освітленості тільки на другому ярусі кліткової батареї;

- система технологічного освітлення з люмінесцентними лампами (пташник-В) забезпечує менший розкид відносної середньої освітленості першого й четвертого ярусів кліткової батареї ($E_{\text{сер.мін.}}=0,55$ і $E_{\text{сер.макс.}}=1,80$) у порівнянні з лампами розжарювання (пташник-А) – $E_{\text{сер.мін.}}=0,60$ і $E_{\text{сер.макс.}}=3,50$;

- середня нерівномірність освітлення годівниць по всіх ярусах кліткової батареї перевищує рекомендовані значення на 8,0 % для системи освітлення з лампами розжарювання (пташник-А) і на 6,0 % для системи освітлення з люмінесцентними лампами (пташник-В).

Порівняльна оцінка ефективності застосування ламп розжарювання та люмінесцентних ламп проведена по пташниках-А і В. Реєструвалися два фактори: кількість знесених яєць та сумарні витрати на обслуговування і експлуатацію технологічного освітлення за період спостережень. За значеннями добових показників розраховувалися тижневі показники.

Отримані результати показали, що сумарні витрати на систему освітлення з лампами розжарювання більш ніж в 4,6 рази перевищують витрати на систему освітлення з люмінесцентними лампами, що підтверджує низьку енергоефективність ламп розжарювання в порівнянні з люмінесцентними лампами.

Оцінка впливу середньої освітленості годівниць по ярусах кліткової батареї в період яйценосності на тижневу продуктивність курей-несучок проведена в пташнику А протягом 63 тижнів: з початку яйцекладки (16 тиждень) до вибою (78 тиждень). Результати приведені на (рис. 1).

Отримані результати вимірів та їх обробка показали, що:

- тижнева продуктивність курей-несучок у період яйценосності на кожному з ярусів кліткової батареї визначається в основному, віком птаха;

- отримана залежність продуктивності курей-несучок від їхнього віку узгоджується з типовою кривою (рис.1);

- кореляційне відношення між середньою щотижневою продуктивністю курей-несучок за період яйценосності та середньої освітленості годівниць змінюється в діапазоні 0,1 – 0,2, що свідчить про незначний кореляційний зв'язок між вказаними параметрами;

- мінімальна відмінність щотижневої продуктивності курей – несучок за період яйценосності спостерігалось на другому ярусі, середня освітленість годівниць якого знаходиться в діапазоні рекомендованих значень (7-10лк), на цьому ж ярусі при завершенні яйцекладки щотижнева продуктивність курей - несучок максимальна в порівнянні з другими ярусами.

Кореляційне відношення між середньою освітленістю годівниць та середньою сезонною продуктивністю курей – несучок по ярусах кліткових батарей пташників за період спостереження складає 0,8, що вказує на сильний нелінійний кореляційний зв'язок між даними показниками.

Таким чином, обробка дослідних даних показує, що:

- добова продуктивність курей-несучок – незалежна випадкова величина, а сезонна продуктивність за період яйценосності по кожному ярусу кліткової батареї, як сума незалежних однаково розподілених випадкових величин, має закон розподілу, близький до нормального;

- оптимальною середньою освітленістю годівниць для існуючих умов утримання курей-несучок з імовірністю $P = 0,90$ слід рахувати, як середню освітленість другого ярусу кліткової батареї $10,00 \pm 1,05$ лк, що забезпечує максимальну середньо-сезонну продуктивність птаха за період яйценосності;

- на першому ярусі кліткової батареї середня освітленість годівниць складає 0,53 від оптимальної, що приводить до зниження середньої сезонної продуктивності курей – несучок на 1,56;

- на третьому та четвертому ярусах кліткової батареї середня освітленість годівниць значно зростає (перевищує оптимальну в 2,03 та 2,91 рази, відповідно), а середня сезонна продуктивність птиці знижується, відповідно, на 2,3% та 5,1%.

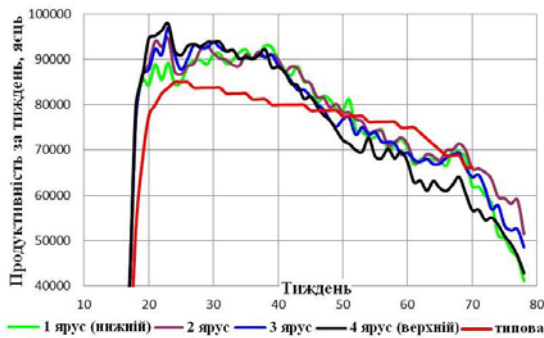


Рисунок 1 – Динаміка зміни тижневої продуктивності курей-несучок за період яйценосності

Тому для створення необхідного світлового поля світлодіодного світильника з лінійками точково-спрямованих джерел світла були прийняті вихідні положення та основні допущення для параметрів даного світильника, а саме:

- світильник розташований паралельно годівницям над проходом у середині між клітковими батареями;

- світильник має довжину, рівну довжині кліткової батареї;

- світильник містить у собі кілька лінійок точково-спрямованих джерел світла;

- число лінійок ідеально точково-спрямованих джерел світла відповідає числу ярусів кліткових батарей, що освітлюються;

- осьова сила світла кожної лінійки точково-спрямованих джерел світла направлена на годівницю ярусу кліткової батареї, що освітлюються;

- кожне точково-спрямоване джерело світла має круглосиметричний світлорозподіл та криву сили світла, рівну

$$I_{\alpha} = I_0 \cdot (\cos \alpha)^m, \quad (1)$$

де I_0 – осьова сила світла точкового джерела світла, кд;

α – кут між напрямком осевої сили світла та напрямком на точку робочої поверхні, що освітлюється, град.;

I_{α} – сила світла точкового джерела світла в напрямку кута α , кд;

m – показник ступеня, в.о.

Теоретичні дослідження в поперечній площині симетрії показали, що обрана модель світильника з лінійками точково-спрямованих джерел світла дозволяє:

- визначити для кожного ярусу кліткової батареї кут напрямку сили світла лінійки, при якому оптимальній освітленості на годівниці кліткової батареї відповідає мінімальне значення сили світла;

- отримати узагальнену математичну формулу для знаходження оптимальної висоти H_{opt} підвісу світильника (у метрах) для багатоярусної кліткової батареї, яка визначена методом найменших квадратів. Загальне вираження для ярусів $i = 2 \dots 5$ має вигляд:

$$H_{opt} = [0,85 + (i - 2)] \cdot h_k + (0,783 - 0,093 \cdot i) \cdot \frac{a}{2}. \quad (2)$$

Відповідно теоретичні дослідження освітлення годівниць багатоярусної кліткової батареї в поздовжній площині симетрії показали, що обрана модель світильника з лінійками точково-спрямованих джерел світла дозволяє:

- розрахувати максимальне E_{max} і мінімальне E_{min} значення освітленості (у люксах) на годівниці уздовж ярусу кліткової батареї, середню освітленість (у люксах) і нерівномірність освітлення (у в.о.) уздовж годівниці;

- визначити залежність світлотехнічно вигідної відстані між точковими джерелами світла в лінійці світильника від показника ступеня моделі кривої сили світла точкового джерела світла

$$\lambda_{max} = 0,2 + \frac{1,43}{0,89 + 0,16 \cdot m}, \quad (3)$$

для будь-якого значення показника m , який забезпечує достатню нерівномірність освітлення годівниці уздовж кліткової батареї при мінімальному числі точкових джерел світла в лінійці світильника;

- отримати достатню точність та вірогідність розрахунків освітленості годівниць уздовж ярусу кліткової батареї при врахуванні найближчих до розрахункової точки шести точкових джерел світла;

- визначити діапазон оптимальних значень відстаней між точковими джерелами світла в лінійці світильника;

- визначити для кожного ярусу кліткової батареї кут напрямку сили світла лінійки, при якому оптимально освітленість на годівниці кліткової батареї відповідає мінімальне значення сили світла;

- розрахувати висоту підвісу світильника для двох-, трьох-, чотирьох-, та п'яти ярусної кліткової батареї, що забезпечує оптимальну освітленість всіх ярусів кліткової батареї з врахуванням її різних параметрів.

Новим в запропонованій конструкції світильника є те, що профіль виконаний у формі напівциліндра, а зміна форми кривої сили світла світильника досягається зміною числа світлодіодних лінійок, зміною їх місця положення на профілі та зміною кількості світлодіодів, розташованих на них лінійно, рівномірно та паралельно осі напівциліндра [4]. Дана конструкція світлодіодного світильника дозволяє забезпечити оптимальну середню освітленість годівниць на всіх ярусах кліткових батарей.

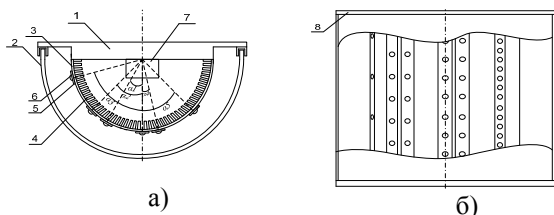


Рисунок 2 – Конструкція світлодіодного світильника:
а – вид спереду; б – вид знизу; 1 – підставка основи; 2 – оптично прозора кришка; 3 – профіль світильника; 4 – радіаторні решітки; 5 – світлодіодна лінійка; 6 – світлодіод; 7 – блок живлення; 8 – торцева кришка

На основі експериментальних і теоретичних досліджень запропоновані формули інженерних розрахунків для визначення параметрів системи технологічного світлодіодного освітлення багатоярусних кліткових батарей (довжина і кількість світлових магістралей; кількість світильників у магістралі та у залі пташника; оптимальна висота підвісу світильників над годівницею першого ярусу кліткової батареї; величина та напрямок сил світла світлодіодів) [3].

Висновки

1. Заміна ламп розжарювання на люмінесцентні лампи в системі технологічного освітлення пташника промислового стада з утриманням курей-несучок в багатоярусних кліткових батареях недоцільна, та як це приводить до зниження продуктивності птиці. Реальною альтернативою лампам розжарювання, не глядячи на велику вартість, є світлодіоди тепло-білого кольору, найбільш близькими до них за спектром випромінювання та переважаючі їх по впливу на продуктивність курей-несучок.

2. Існуючі системи технологічного освітлення не забезпечують оптимальної освітленості на годівницях

кліткових батарей пташника промислового стада курей-несучок. Підтримання оптимальної середньої освітленості на годівницях всіх ярусів кліткової батареї дозволяє підвищити продуктивність птиці.

3. Запропонована конструкція світлодіодного світильника для технологічного освітлення пташника промислової череди при закритому утриманні курей-несучок, яка дозволяє забезпечити оптимальну середню освітленість годівниць та необхідну нерівномірність освітлення уздовж годівниць на всіх ярусах кліткової батареї.

4. Попередня економічна оцінка енергоефективності, що очікується при застосуванні запропонованої системи технологічного освітлення пташника, показала, що початкові затрати відшкодовуються за 1,5 року.

Список використаних джерел

1. Гришин К. М. Экономическое обоснование эффективности применения компактных люминисцентных ламп и светодиодов в птицеводстве / К. М. Гришин, А. К. Лямцов, В. В. Малышев // Светотехника. - 2012. - №2. - С. 62-63.

2. Кочетков Н. П. Исследование эффективности освещения птичника / Н. П. Кочетков, И. М. Новоселов // Техника в сельском хозяйстве. - 2011. - № 5. - С. 27-28.

3. Новоселов И. М. Способы создания оптимальной освещенности клеточных батарей для содержания кур-несушек / И. М. Новоселов, Н. П. Кочетков // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции 16-19 февраля 2011 г. – Т 3. - Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. - С.136-141.

4. Кочетков Н. П. Модернизация системы освещения птичника / Н. П. Кочетков, И. М. Новоселов // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. - № 1. – С. 10-11.

Аннотация

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПТИЧНИКА

Ковальчук И. М., Румянцев О. О.

Предложены рекомендации по инженерному расчету параметров и конструированию светодиодных светильников для освещения многоярусных клеточных батарей птичников промышленного стада кур-несушек.

Abstract

DEVELOPMENT AND RATIONALE FOR THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGY LED LIGHTING PTICHNIKOV

I. Kovalchuk, A. Rummyantsev

The recommendations for engineering calculations and design parameters of LED lighting fixtures for multi-cell batteries industrial poultry flocks of laying hens.