

УДК 628.9.041

С.А. Ракутько, канд. техн. наук
Далекосхідний державний аграрний університет

ПРАКТИЧНЕ ВЖИВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРИКЛАДНОЇ ТЕОРІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДО ОЦІНКИ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН

Постановка проблеми. Сучасний стан агропромислового комплексу характеризується високою енергоємністю вироблюваної продукції. Проблема енергозбереження в АПК є однією з найважливіших проблем галузевої енергетики. Для її вирішення необхідне відповідне науково-методичне забезпечення. Завданням останнього є розробка загальної теорії енергозбереження і обґрунтування конкретних енергозберігаючих заходів (ЕСМ). Тому безумовно перспективними слід рахувати наукові розробки, направлені на вироблення як загальної стратегії збереження енергоресурсів, так і конкретних енергозберігаючих рішень. Одним з найбільш енергоємних процесів в сільському господарстві є процес опромінення рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технічною основою організації руху енергії в різних енергетичних процесах є штучна енергетична система (ШЕС) споживача. Початки теорії енергозбереження закладені в працях д.т.н., проф. В.Н.Карпова. Запропонованим їм метод кінцевих відносин (МКВ) є теоретичною основою підвищення ефективності загального енерговикористання за результатами аналізу величин відносної енергоємності по всіх енергетичних процесах в системі [1].

Мета статті. Метою статті є практичне вживання принципів прикладної теорії енергозбереження для енергетичного аналізу в сільськогосподарських енерготехнологічних процесах (ЕТП) на прикладі тепличних опромінювальних установок (ОБУ).

Під ЕТП розуміється процес, заснований на перетворенні енергії, яка подається на вхід процесу (Q), у енергію, що міститься в кінцевому продукті (P). У реальному ЕТП так само мають місце втрати енергії (ΔQ). Протікає процес при певних значеннях деяких координат ξ і ζ .

Рівняння енергетичного балансу для ЕТП

$$Q = P + \Delta Q \Big|_{\xi, \zeta} \quad (1)$$

Енергоємність ЕТП

$$\varepsilon_{\xi, \zeta} = \frac{Q}{P_{\xi, \zeta}} \quad (2)$$

Індекс « ξ, ζ » є показником того, що ЕТП розглядається при поточному значенні деяких координат ξ і ζ . Очевидно, що рівняння (1) і (2) можна записати як для всього ЕТП, так і для окремих його етапів.

Метою ЕСМ є таке проведення етапів ЕТП, при якому втрати будуть найменшими. Як характеристика ефективності ЕСМ на i -м етапі доцільно прийняти кое-

фіцієнт, рівний відношенню енергоємності етапу в базовому варіанті його проведення \mathcal{E}_i до енергоємності етапу при впровадженні ЕСМ \mathcal{E}'_i

$$k_i^{\text{ЕСМ}} = \frac{\mathcal{E}_i}{\mathcal{E}'_i}. \quad (3)$$

Чисельна оцінка оптимізації проведення етапу ТПО в координатах $\xi - \zeta$ може бути вироблена за наявності відповідних функціональних залежностей. У прикладі, що розглядається нижче, як ці координати прийняті час напрацювання джерел світла (ДС) і напруга живлення.

Вживані в тепличних ОБУ ДС є перетворювачами електричної потужності, що підводиться, в потік фотосинтетичний активній радіації (ФАР) із заданим характером спектрального розподілу по зонах ФАР. Енергоємність даного етапу перетворення енергії визначається як енергоємністю процесу по інтегральному потоку, так і енергоємністю по забезпеченню спектрального складу випромінювання. Нами були досліджені параметри ламп ДРІ-2000 в процесі їх експлуатації в умовах нестабільності живлячої напруги. Лампи випробовувалися в селекційному комплексі Всесоюзного інституту рослинництва (м. Павловськ) на спеціально сконструйованому вимірювальному комплексі. Результати експериментів показали, що як на інтегральну величину потоку ДС, так і на їх спектральні характеристики великий вплив роблять експлуатаційні чинники (в першу чергу час напрацювання і величина живлячої напруги) [2].

На рис.1 показано обґрунтування зниження енергоємності етапу перетворення електричної потужності, що підводиться, в інтегральний потік випромінювання. Значення напруги живлення (координата ζ) задані відносною величиною

$$k_U = U_{\text{п}} / U_{\text{н}}, \quad (4)$$

де $U_{\text{п}}$ - поточне значення напруги живлення, В.

$U_{\text{н}}$ - номінальне значення напруги живлення для ламп даного типу, В.

Хай крива $\mathcal{E} = f_{T=T_2}(U)$ характеризує залежність енергоємності ламп з напрацюванням T_2 (координата ξ) від величини живлячої напруги, а крива $\mathcal{E} = f_{T=T_1}(U)$ - ламп з напрацюванням T_1 (причому $T_1 < T_2$). У базовому варіанті (т.А на рис.) енергоємність процесу \mathcal{E}_A .

Аналіз отриманих залежностей показує, що зниження енергоємності можливе різними шляхами:

1. Перехід до режиму експлуатації з енергоємністю $\mathcal{E}_B < \mathcal{E}_A$, відповідному т.В на рисунку. Такий перехід забезпечується технічним заходом – зміною величини живлячої напруги від U_1 до U_2 , (а в загальнішому випадку – стабілізацією живлячої напруги за наявності випадкових або систематичних відхилень її величини).

2. Перехід до режиму експлуатації з енергоємністю $\mathcal{E}_C < \mathcal{E}_A$, відповідному т.С на рисунку. Такий перехід забезпечується організаційним заходом – вживанням ламп з часом напрацювання $T_1 < T_2$, тобто дотриманням режимів обслуговування ОБУ.

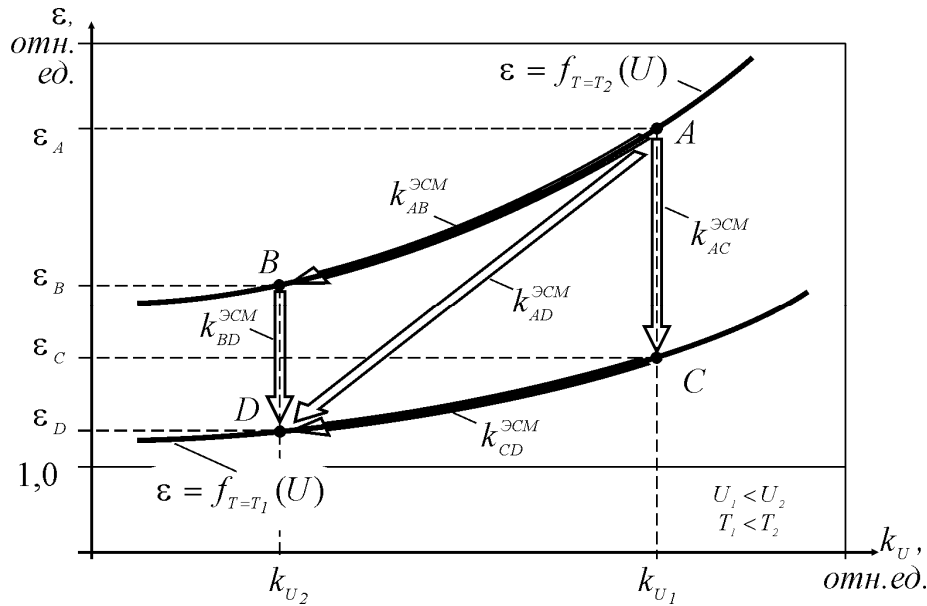


Рис. 1 - До обґрунтування зниження енергоємності опромінення рослин

3. Перехід до режиму експлуатації з енергоємністю $\varepsilon_D < \varepsilon_C, \varepsilon_B < \varepsilon_A$, відповідному т. D на рисунку. Такий перехід забезпечується спільним виконанням вказаних вище організаційно-технічних заходів.

Ефективність окремих ЕСМ незалежно від їх природи характеризується значеннями відповідних коефіцієнтів ефективності $k_{\text{qp}}^{\text{ЭСМ}}$, які символічно показані на рисунку у вигляді переходів між відповідними режимами експлуатації q і p .

Дія, що надається, і передана випромінюванням енергія визначається не лише інтегральним потоком, але великою мірою залежить від довжини хвилі. Глибший енергетичний аналіз процесу опромінення рослин зв'язаний з врахуванням спектральних характеристик ДС. Як правило, вживані ДС мають спектральний склад випромінювання (що задається часткою енергії в окремих спектральних діапазонах k_i), що відрізняється від оптимального (що характеризується значеннями $k_{\text{ін}}$). Використання таких ДС веде до додаткових втрат, природа яких пов'язана з необхідністю забезпечити необхідну дозу опромінення в «дефіцитному» спектральному діапазоні, завищивши її в інших діапазонах на деяку величину k_3 , яку можна назвати коефіцієнтом завищення

$$k_3 = \text{MAX} \left\{ \frac{k_{\text{ін}}}{k_i} \right\}. \quad (5)$$

Можна показати, що чисельне значення енергоємності дорівнює коефіцієнту завищення, тобто

$$\varepsilon = k_3. \quad (6)$$

Розглянуті теоретичні положення знайшли своє практичне втілення в технічних рішеннях, захищених патентами РФ [3,4].

Висновки. Аналіз проведених теоретичних і експериментальних досліджень дозволяє зробити наступні висновки.

1. Прикладна теорія енергозбереження є основою енергетичного аналізу етапів ЕТП і оцінки ефективності вживаних ЕСМ. У роботі показано практичне вживання принципів оцінки ефективності ЕСМ на прикладі тепличних ОБУ.

2. Зниження енергоємності опромінення рослин по інтегральному потоку забезпечується заходом – стабілізацією живлячої напруги і організаційним заходом – дотриманням режимів обслуговування ОБУ. Ефективність окремих ЕСМ незалежно від їх природи характеризується значеннями відповідних коефіцієнтів ефективності.

3. Зниження енергоємності опромінення рослин по спектральному складу забезпечується аналогічними організаційно - технічними ЕСМ, критерієм ефективності яких є забезпечення необхідного коефіцієнта спектральних відхилень.

Таким чином, викладені підходи до оцінки енергозбережних заходів в ЕТП АПК на основі їх енергетичного аналізу дозволяють виробляти обґрунтований вибір найбільш ефективного способу проведення технологічного процесу і добитися максимального енергозбереження.

Література

1. Карпов, В.Н. Энергосбережение – начала теории [Текст] / В.Н.Карпов // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2008.-№3.-С.3-5.
2. Ракутько, С.А. Система контроля параметров источников света для облучения растений [Текст] / С.А. Ракутько // Материалы 8-й Межд.науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (АПЭП-2008). 24-25 сент.2008 г., СГТУ.-г.Саратов, 2008.-С.327-330.
3. Пат. 2053644 РФ, МПК⁶ А01G9/24, А01G31/02. Способ искусственного облучения растений в процессе выращивания [Текст] / Заявитель и патентообл. Ракутько С.А.- №93008935/15; заявл.17.02.93; опубл. 10.02.96.
4. Пат. 2073317 РФ, МПК⁶ Н05В41/36. Способ питания газоразрядных ламп при облучении растений [Текст] / Заявитель и патентообл. Ракутько С.А.- №93028234/07; заявл.01.06.93; опубл. 10.02.97.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПРИКЛАДНОЙ ТЕОРИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ С.А. Ракутько

Рассмотрены принципы прикладной теории энергосбережения в технологических процессах облучения. Предложены методы оценки энергоемкости облучения растений по интегральной облученности и спектральным характеристикам.

PRACTICAL APPLICATION OF PRINCIPLES OF APPLIED THEORY OF ENERGY SAVING TO ESTIMATION OF POWER CONSUMPTION OF IRRADIATION OF PLANT

S. Rakutko

The principles of applied theory of energy saving in technological irradiation processes are considered. The methods of estimation of power consumption of irradiation of plants on integrated irradiance and spectral characteristic are offered.