

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ СКЛАДОВУ ЗБИТКУ В РОСЛИННИЦТВІ

О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, кандидати технічних наук

e-mail: vit1986@ua.fm

Анотація. Проведено аналіз впливу відхиленні напруги і частоти струму на технологічну складову збитку в рослинництві. Наведено методіку визначення технологічної складової збитку при відхиленні показників якості електроенергії від номінального значення.

Ключові слова: *показники якості електроенергії, технологічна складова збитку, рослинництво, мікроклімат, напруга, частота струму*

Економічні збитки, викликані низькою якістю електричної енергії, мають дві складові: електромагнітну і технологічну. Електромагнітна складова визначається в основному втратою активної потужності і відповідною зміною терміну служби ізоляції електрообладнання. Технологічна складова збитків обумовлена впливом якості електричної енергії на продуктивність технологічних установок, тварин, врожайність сільськогосподарських рослин та собівартість продукції, що випускається.

Вирощування овочів в умовах захищеного ґрунту є найенергоємнішим виробництвом у сільському господарстві. При сучасних технологіях, теплоенергетичному устаткуванні і конструкціях теплиць витрата електричної енергії на обігрів повітря і ґрунту, регулювання параметрів мікроклімату в середньому складає приблизно 80 кВт·год на 1 м² за рік [2].

Основними технологічними процесами, які електрифіковані у тепличному господарстві, є приготування та закладання ґрунту у теплиці, обробіток ґрунту, створення необхідного мікроклімату і режиму мінерального живлення тощо.

Коливання напруги в мережах призводить до зміни параметрів мікроклімату та режиму мінерального живлення рослин у теплиці. Тому знижується ефективність роботи всієї технологічної системи, що призводить до порушення обмінних процесів у рослинах, зниження їх урожайності, а, отже, і до нераціонального використання електроенергії.

У овочесховищах використовують електроприводи технологічного обладнання системи вентиляції та завантаження та вивантаження продукції. Зміна режимів роботи електроприводів цих систем призводить до відхилень параметрів мікроклімату у сховищах, порушень умов зберігання, зниження маси і якості продукції. Значні перерви в електропостачанні можуть привести до втрати продукції і завдати значних збитків.

Мета досліджень – розробка методики визначення технологічної складової збитку при відхиленні показників якості електроенергії в рослинництві.

Матеріали та методика досліджень. Для оцінки збитку при відхиленні показників якості електроенергії найширше застосовуються вартісні оцінки. В літературі і методичних рекомендаціях розглядаються різні підходи до розрахунку збитків.

Найскладніше визначити збиток споживача, оскільки в цьому випадку необхідно враховувати технологічні особливості виробництва продукції. У загальній величині збитку сільського споживача 96...100 % складає збиток від втрат продукції і менше 4% - витрати на оплату праці при виконанні технологічних операцій вручну [3].

У інструктивних матеріалах Главгосэнергонадзора [4] запропоновані методичні рекомендації для оцінки збитку від зниження якості електроенергії орієнтовані на промислового споживача і не враховують специфіки сільськогосподарського виробництва.

Найретельніше особливості розрахунку збитків сільськогосподарських споживачів від відхилень напруги розглянуті в роботах С.П. Кучера [5].

Результати досліджень С.П. Кучера знайшли відображення в методичних рекомендаціях ВІЕСГ [6], де наведені залежності технологічних показників від

технічних характеристик електроустановок. Ця інформація дозволяє отримати залежності зміни технологічних показників при відхиленнях напруги. Приведені в рекомендаціях ВІЕСГ моделі розраховані для установок і електрообладнання, які випускалися у 70–х роках минулого століття і нині практично не застосовуються. Вони визначені тільки для великих тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів. Проводилися дослідження збитку тільки від впливу відхилення напруги. Окрім того, деякі наведені залежності адекватно не відображають реальні процеси, які відбуваються в електроприводах сільськогосподарських машин. Тому користуватися даною методикою нині не можна.

Тому виникає необхідність у розробці нової методики визначення збитку від відхилення показників якості електроенергії, яка б, враховуючи всі цінні надбання попередніх досліджень, відповідала реаліям сучасного сільськогосподарського виробництва, сучасної системи машин і результатів наукових досліджень, виконаних в останні роки.

Технологічна складова збитків у рослинництві, обумовлена живленням електроприводів електроенергією низької якості, містить збитки:

- від зниження продуктивності робочих машин;
- від зниження врожайності і загибелі культур закритого ґрунту;
- від зростання втрат при зберіганні продукції;
- із-за псування готової продукції;
- внаслідок виходу продукції зниженої якості.

Зміни технічних характеристик електрообладнання при відхиленні показників якості електроенергії від номінальних значень викликають варіацію факторів зовнішнього середовища, що формуються електроустановками. Такими факторами зовнішнього середовища, що мають безпосередню дію на рослини, є освітленість, температура і вологість повітря в теплицях, Біологічні дослідження, проведені різними авторами, показали, що від зовнішніх факторів залежать зміни фізіологічного стану рослин. Погіршення агротехнічних

показників виробництва, сформульоване у вартісному вираженні, складає технологічну складову збитку.

Результати досліджень. Технологічна складова збитку при відхиленні показників якості електроенергії визначається за формулою:

$$Z_{втр} = P_3(C - C_3), \quad (1)$$

де P_3 - об'єм випущеної неповноцінної продукції, натуральних одиниць; C_3 - закупівельна ціна продукції зниженої якості.

При визначенні технологічної складової збитку необхідно знати для конкретних технологічних виробництв аналітичний вираз залежностей урожайності сільськогосподарських культур від показників якості електроенергії. З цією метою у ВІЕСГ С.П. Кучером були проаналізовані і узагальнені результати біологічних досліджень, а також отримані усереднені криві, що характеризують зміну показників електрифікованого виробництва від зовнішніх факторів, які апроксимовані поліномами вигляду [5]:

$$P(\Phi) = a_0\Phi^2 + a_1\Phi + a_2, \quad (2)$$

де Φ – зовнішній фактор, залежний від якості роботи електрифікованого технологічного устаткування.

Зміна урожайності сільськогосподарських культур пов'язана із зміною зовнішніх факторів залежністю:

$$\Delta P(\Phi) = a_0(\Delta\Phi)^2. \quad (3)$$

Значення коефіцієнта a_0 для деяких технологічних процесів наведено в таблиці. Встановивши залежність зовнішнього фактору від показника якості електроенергії, можна отримати аналітичні залежності зміни урожайності сільськогосподарських культур при відхиленні відповідного показника якості електроенергії від номінального значення та визначити відповідні технологічні втрати.

Основним чинником, який впливає на урожайність овочевих культур і збереженість продукції у сховищах є мікроклімат в приміщеннях.

У зимових теплицях обігрівання здійснюється трубою системою.

Теплоносій подається в систему обігрівання за допомогою насосів. Залежність температури повітря від подачі насоса описується рівнянням:

$$\theta_6 = \theta_3 + \frac{c_m \Delta t}{3600 \cdot KF \eta_{огр} \eta_{инф}} Q, \quad (4)$$

де θ_6 – температура повітря всередині теплиці; θ_3 – температура зовнішнього повітря; c_m – питома теплоємність води, кДж/кг·°С; Δt – різниця температури теплоносія; K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°С); F – площа теплиці, м²; $\eta_{огр}$ – коефіцієнт огороження; $\eta_{инф}$ – коефіцієнт інфільтрації; Q – витрата теплоносія, м³/год.

Зміна продуктивності насоса викличе зміну температури в теплиці:

$$\Delta \theta_6 = \frac{c_m \Delta t}{KF \eta_{огр} \eta_{инф}} \Delta Q, \quad (5)$$

або

$$\Delta \theta_6 = \frac{c_m \Delta t Q_n}{KF \eta_{огр} \eta_{инф}} (1 - Q_*). \quad (6)$$

В овочесховищах для підтримання заданих технологічних параметрів зберігання овочів застосовують вентиляційні установки. Залежність температури повітря від продуктивності вентиляторів описується рівнянням:

$$\theta_6 = \theta_3 + \frac{q_{np} \cdot m_{np} - Q_{ог}}{C_v Q}, \quad (7)$$

де q_{np} – тепловіддача картоплі, кДж/год·т; m_{np} – маса картоплі, т; $Q_{ог}$ – витрати теплоти через зовнішні огорожі, кДж/год.

Тоді

$$\Delta \theta_6 = - \frac{q_{np} \cdot m_{np} - Q_{ог}}{C_v Q_n^2} \Delta Q, \quad (8)$$

або

$$\Delta \theta_{\epsilon} = -\frac{q_{np} \cdot m_{np} - Q_{oz}}{C_v Q_n} (1 - Q_*) \quad (9)$$

На основі отриманих аналітичних залежностей можна зробити висновок, що для установок штучного мікроклімату при відхиленні показників якості електроенергії від номінальних значень має місце співвідношення:

$$\Delta \Phi = b \Delta Q_n = b Q_n (1 - Q_*) \quad (10)$$

Значення коефіцієнта b за даними [7] для деяких сільськогосподарських приміщень, обладнаних установками для створення штучного мікроклімату, наведене в таблиці.

Тоді залежність зміни урожайності сільськогосподарських культур при відхиленні показників якості електричної енергії з урахуванням (10) прийме вигляд:

$$\Delta \Pi = a_0 b^2 Q_n^2 (1 - Q_*)^2, \quad (11)$$

або

$$\Delta \Pi = a (1 - Q_*)^2. \quad (12)$$

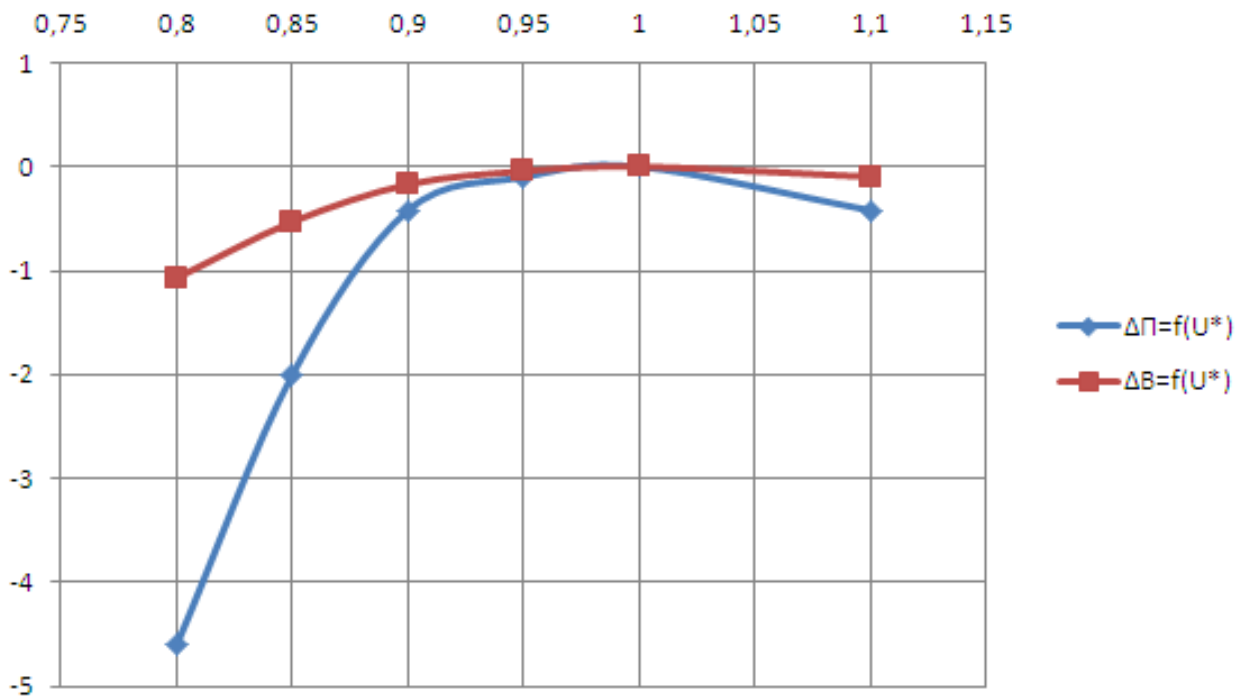
Значення коефіцієнта a для визначення технологічної складової збитку при відхиленні показників якості електроенергії від номінального значення наведене в таблиці.

Користуючись залежностями зміни продуктивності робочої машини при відхиленні показника якості електроенергії і формулою (12), отримані залежності зміни урожайності овочевих культур у зимових теплицях при відхиленні напруги в установках штучного мікроклімату, які показані на рисунку.

Значення коефіцієнтів для розрахунку технологічної складової збитку при відхиленні показників якості електроенергії від номінального значення

Технологічна характеристика виробництва	Коефіцієнт a_0	Виробничий об'єкт з установками штучного	Коефіцієнт b	Коефіцієнт a
---	------------------	--	----------------	----------------

		мікроклімату		
Урожайність овочевих культур	-1,17	Зимова теплиця площею 1 га	1,05	-46286,6
Збереженість овочів у овочесховищі	-0,89	Картоплесховище на 5 тис. т	4,72	-107,6



Залежності зміни врожайності овочевих культур ($\Delta\P$) у зимових теплицях і втрат овочів при зберіганні (ΔB) при відхиленні напруги

Висновки

Встановлено, що при зниженні напруги на 20 % урожайність овочевих культур у зимових теплицях зменшується при цьому на 4,6 %, а збереженість картоплі у картоплесховищах – на 1,1 %. При підвищенні напруги технологічні збитки менші, ніж при її зниженні. Існуюче відхилення частоти струму в мережі не спричиняє істотних технологічних збитків (вони не перевищують 0,2 %).

Список літератури

1. Аванесов В.М. Анализ структуры потерь электрической энергии в электроустановках при отклонении напряжения от оптимального значения /

В.М. Аванесов, Е.В. Садков // Энергобезопасность в документах и фактах. – 2005. – №4. – С. 19–21.

2. Боков Г.С. Методические особенности нормирования расхода электроэнергии в теплицах / Г.С. Боков // Основные вопросы энергетики в защищенном грунте. – М.: ВИЭСХ, 1982. – 80 с.

3. Островский В.А. Методы выбора оптимальной надежности электроснабжения крупных сельскохозяйственных предприятий на примере комплекса по производству молока / В.А. Островский // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н.. – М.: МИИСП, 1973.

4. Инструктивные материалы Главэнергонадзора // Минэнерго СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 352 с.

5. Кучер С.П. Определение ущербов на животноводческих комплексах от отклонений напряжения у электроприемников / С.П. Кучер // Научно-технический бюллетень по электрификации с.-х. – М.: ВИЭСХ. – Вып.3(33). – 1977. – С.53-57.

6. Методические рекомендации по определению ущербов от отклонений напряжения на животноводческих предприятиях. – М.: ВИЭСХ, 1985. – 99 с.

7. Автоматика и автоматизация производственных процессов / [И.И. Мартыненко, Б.Л. Головинский, Р.Д. Проценко, Т.Ф. Резниченко.] – М.: Агропромиздат, 1985. – 335 с.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ УЩЕРБА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

А.Ю. Синявский, В. В. Савченко

Аннотация. Проведен анализ влияния отклонении напряжения и частоты тока на технологическую составляющую ущерба в растениеводстве. Приведена методика определения технологической составляющей ущерба при отклонении показателей качества электроэнергии от номинального значения.

Ключевые слова: *показатели качества электроэнергии, технологическая составляющая ущерба, растениеводство, микроклимат, напряжение, частота тока*

INFLUENCE OF DEVIATION OF QUALITY INDICATORS FOR TECHNOLOGICAL COMPONENT OF POWER LOSS IN PLANT

A. Sinyavsky, V.Savchenko

Annotation. *The influence of the deviation of voltage and frequency on the technological component in crop damage are conducted. The methods of determining the technological component damage are given, when deviation of power quality parameters of the nominal value.*

Key words: *power quality performance, technological component damage, crop, climate, voltage, current, frequency*