

Список использованной литературы:

1. Обеспечение равномерного температурного поля в пленочной теплице / Нестяк В.С., Иванов Г.Я., Иванов А.Г. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2002, №11. С. 31
2. Способ выращивания овощных культур и защитные экраны для его реализации / Арюпин В.В., Усольцев С.Ф., Ивакин О.В., Нестяк В.С. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки - 2013, - №5. С. 79-86
3. Методические рекомендации по расчету и эффективному применению электрической энергии в тепловых процессах рассадных пленочных теплиц. М./ ВИЭСХ, 1981
4. Основы термодинамических расчетов: вентиляции и кондиционировании. воздуха / А.В. Нестеренко – М.: Книга по Требованию, 2012. – 464 с. ISBN 978-5-458-25197-6.
5. Рекомендации по возделыванию овощных культур в защищенном грунте (для районов Центральной полосы РСФСР) / Ващенко С.Ф., Чекунова З.И., Нацентов Д.И. и др. -М.; Изд-во МСХ СССР, 1963
6. Патент RU 2095967 / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/209/2095967.html>
7. Патент RU 2651276 / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/265/2651276.html>

УДК 631.12:635.21

КРИТЕРИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

**В.А. Колос¹, к.т.н., Ю.Н. Сапьян¹, М.И. Сулейманов¹, к.т.н.,
Е.Н. Кабакова¹, В.Б. Ловкис², к.т.н., Л.А. Абрамчик²**

¹ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Энергосберегающая оптимизация технологии растениеводства выполняется по критериям энергетической эффективности (ЭЭ) [1]. В статье актуализируется методика их вычисления и анализа при

разработке практических мероприятий, повышающих ЭЭ выращивания растений в открытом грунте.

Основная часть

Частные критерии ЭЭ технологии – это ресурсоемкость, энергоемкость, энергозатраты, энергосодержание, энергопотенциал основной и побочной продукции, экономия ресурсов и энергозатрат, интегральные – коэффициенты и индексы полной и прямой ЭЭ, потенциал полного и прямого энергосбережения [1-3]. Входные данные для их вычисления подразделяются на постоянные (нормативно-технические, технологические, энергетические характеристики ресурсов и продукции) и вариативные (состав и производительность МТА и транспорта, погектарные расходы ресурсов и материалоемкость операций, урожайность культуры), являющиеся функциями природно-производственных факторов [4].

Сменная производительность определяется по чистой производительности и балансу времени смены [3], чистая производительность и коэффициент загрузки двигателя – по [4], расходы топлива техническими средствами, материалоемкость операций – по [3], расходы удобрений и пестицидов и т.п. – по обоснованным дозам для данной культуры.

Ресурсоемкость технологии характеризуют расходы ресурсов на тонну основной продукции: топлива n -го типа (кг/т₁), электроэнергии (кВт·ч/т₁), прочих j -го типа (физ. ед./т₁), а также материалов, заключенных в технических средствах (кг/т₁).

Полная энергоемкость i -й технологической операции:

$$\mathcal{E}_i = \sum_n \mathcal{E}_{ni} + \mathcal{E}_{ei} + \sum_j \mathcal{E}_{ji} + \mathcal{E}_{mi}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{ni} , \mathcal{E}_{ei} , \mathcal{E}_{ji} , \mathcal{E}_{mi} – составляющие от ресурсоемкости, МДж/т₁ [3].

Полная энергоемкость s -й продукции (основной, побочной):

$$\mathcal{E}_s = \sum_n \mathcal{E}_{sn} + \mathcal{E}_{s\theta} + \sum_j \mathcal{E}_{sj} + \mathcal{E}_{sm}, \quad (2)$$

где \mathcal{E}_{sn} , $\mathcal{E}_{s\theta}$, \mathcal{E}_{sj} , \mathcal{E}_{sm} – составляющие от ресурсоемкости, МДж/т₁.

Например, составляющая от расхода топлива n -го типа:

$$\mathcal{E}_{sn} = E_s / E \left(\sum_{l_o} \mathcal{E}_{nio} \right) + \sum_{l_{ps}} \mathcal{E}_{nips}, \quad (3)$$

где $E_s = 10^3 e_s M_s$ – энергопотенциал s -й продукции, МДж;

e_s – ее энергосодержание по стандартному калориметрическому методу или химическому составу [3], МДж/т_s;

M_s – масса продукции с площади 100 га, т_s;

$E = \sum E_s$ – энергопотенциал всей продукции, МДж.

i_o и i_{ps} – число технологических операций, относящихся соответственно ко всей продукции (почвообработка, внесение удобрений, посев, уход за растениями, однофазная уборка урожая на поле) и к s -й (раздельная уборка основной и побочной продукции, транспортировка с поля, выгрузка или закладка на хранение).

\mathcal{E}_{nio} и \mathcal{E}_{nips} – доли полной энергоемкости от расхода топлива n -го типа на операциях соответственно общих для всей продукции и относящейся к s -й, МДж/т₁, вычисленные ранее для (1).

Остальные переменные в формуле (2) – $\mathcal{E}_{s\alpha}$, \mathcal{E}_{sj} и \mathcal{E}_{sm} вычисляются по формуле (3) подстановкой соответственно значений $\mathcal{E}_{\alpha io}$, $\mathcal{E}_{j io}$, $\mathcal{E}_{m io}$ и $\mathcal{E}_{\alpha ips}$, $\mathcal{E}_{j ips}$, $\mathcal{E}_{m ips}$, также вычисленных ранее.

Полные энергозатраты технологии вычисляются по формулам:

$$Q = \sum Q_s, \quad (4)$$

где $Q_s = \mathcal{E}_s M_s$ – полные энергозатраты на s -ю продукцию, МДж.

Теоретический коэффициент полной ЭЭ выражает соотношение энергопотенциала продукции и полных энергозатрат [2, 3]:

$$R = E / Q. \quad (5)$$

Фактическое значение R вычисляется без учета энергопотенциала неприменяемой побочной продукции (сжигаемой соломы и т.п.).

При $R < 1$ технология получает статус неэнергоэффективной, $1 < R < 3$ – низкоэнергоэффективной; $3 \leq R < 5$ – среднеэнергоэффективной, $R \geq 5$ – высокоэнергоэффективной [5].

Индекс полной ЭЭ (%) показывает ее уровень относительно ЭЭ базовой технологии (обозначается символом «Б») и в идеале должен являться положительным числом:

$$I = 100 (R / R_B - 1) \geq 0. \quad (6)$$

Потенциал полного энергосбережения технологии (%):

$$P = 100 (1 - Q_B / Q), \quad (7)$$

При отсутствии базовой технологии начальные значения I_H и P_H не существуют, вычисляются только ожидаемые: I_O – по соотношению R_H/R_O , подставляемому в (6), а P_O – по Q_O/Q_H в (7).

Для крупных хозяйств, выращивающих большое число культур и потребляющих свыше 5 тыс. т у.т. за сезон, вычисляются и анализируются критерии полной и прямой ЭЭ, для фермерских – прямой ЭЭ, обусловленной технологическими расходами ТЭР [1].

Прямая энергоемкость операции \mathcal{E}_{Pi} вычисляется по (1) с учетом составляющих: от расхода топлива \mathcal{E}_{Pni} (определяется по расходу и энергосодержанию) и электроэнергии $\mathcal{E}_{Pэi}$ (по расходу и коэффициенту $K_3 = 3,6$ МДж/кВт·ч) [3]. Прямая энергоемкость продукции \mathcal{E}_{Ps} вычисляется по (2) с учетом составляющих \mathcal{E}_{Psn} и $\mathcal{E}_{Pсэ}$. Остальные критерии прямой ЭЭ определяются подстановкой в (5)-(7) прямых энергозатрат Q_{Pi} , вычисленных по (4) исходя из $Q_{Ps} = \mathcal{E}_{Ps} M_s$.

После определения начальных значений частных и интегральных критериев ЭЭ разрабатываются и анализируются мероприятия по сокращению прямых или полных энергозатрат на производство продукции и увеличению ее энергопотенциала. Таким образом, целевые функции повышения полной или прямой ЭЭ технологии:

$$R \rightarrow \max \text{ и (или) } R_{Pi} \rightarrow \max. \quad (8)$$

Решение задачи сводится к поиску условных экстремумов коэффициента ЭЭ путем итеративных вычислений по изменяемым входным данным до получения наибольших ожидаемых значений, доступных в рамках финансовых и других ограничений на практическую реализацию предлагаемых мероприятий в хозяйстве.

Заключение

Материалы статьи предполагается использовать при разработке вычислительных алгоритмов для типовых регламентов энергетического аудита технологий сельскохозяйственного производства.

Список использованной литературы

1. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Кабакова Е.Н. Энергосберегающая оптимизация технологии растениеводства при энергоаудите // Ин-

новации в сельском хозяйстве: Теоретический и науч.-практ. журнал. – М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2016. – № 3(18). – С. 24-30.

2. Колос В.А., Ловкис В.Б. Анализ энергоэффективности технологии производства картофеля в Северо-Западном регионе России // Картофелеводство: Сб. науч. трудов. Т. 16. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству», 2009. – С. 292-297.

3. Елизаров В.П., Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Максимов Д.А., Морозов Ю.Л. Методика топливно-энергетической оценки производства продукции растениеводства. – М.: ВИМ, 2012. – 84 с.

4. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Михеев В.В., Ловкис В.Б. Повышение энергоэффективности выращивания биомассы для переработки в биотопливо // Агропанорама. – 2016. – №3. С. 18-20.

4. Карабаницкий А.П., Чеботарев М.И. Комплектование энергосберегающих МТА. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 97 с.

5. Еськов И.Д., Иванченко В.В., Теняева О.Л. и др. Методическое руководство по выполнению дипломной выпускной квалификационной работы по специальностям «Защита растений», «Плодоовощеводство и виноградарство». – Саратов: СГАУ, 2007. – 51 с.

УДК 621.43.001.4

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДА МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО ОБЪЕМНОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

**Д.А. Жданко, к.т.н, доцент, А.В. Новиков, к.т.н., доцент,
Д.И. Сушко**

*«Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

В современных мобильных энергетических средствах производства республики Беларусь и импортных вращение от двигателя к рабочим механизмам передается, как правило, гидрообъемными приводами, состоящими из регулируемых и нерегулируемых аксиально-плунжерных гидроагрегатов, техническое состояние которых