

УДК 631.521.54:15.849.15

ОПТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ РОСЛИННИХ МІКРОСТРУКТУР

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Лобода О.І., інженер,

Богадирьов Ю.О., інженер*,

Заєць Д.Г., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація - розглянуто питання використання оптичних методів кількісного оцінювання враженості рослин, за ступенем когерентності світлорозсіювання, на ранній стадії вирощування. В якості джерела когерентного випромінювання використовується лазер, а в якості аналізуючого приладу - комп'ютер.

Ключові слова - комп'ютер, напівпровідниковий лазер, мікроструктура, ПЗС матриця.

Постановка проблеми. Одним з завдань в агробіології є адекватна діагностика функціонального стану рослин – оптимізація технології вирощування, відбір стійких генотипів, оцінювання і прогнозування екологічної зміни [1]. Найбільший інтерес являє не руйнуючі оптичні методи, які ґрунтуються на використанні властивостей лазерного випромінювання. Лазерний промінь, завдяки високій спектральній яскравості, направленості, монохроматичності, поляризації, просторовій та часовій когерентності, є дуже зручним інструментом для створення багатофункціональних вимірювальних приладів.

Аналіз останніх досліджень. Одним з напрямків сучасної оптики, що бурхливо розвивається, є біооптика, зокрема, оптика рослинних середовищ [1, 2]. Інтерес до даного напрямку пов'язаний як з можливістю одержання цілісної інформації про стан всієї біологічної системи по її оптичних характеристиках і кінетиці їхньої зміни, так і з можливістю застосування оптичних методів для дистанційного контролю, обліку й оптимізації виробництва сільськогосподарської продукції [3]. Найбільш широко застосовуються такі оптичні методи контролю стану рослин як: метод зворотнього розсіювання [1, 4], метод комбінаційного розсіювання [5], абсорбційний метод [6] і флуоресце-

нтний аналіз [7, 8]. Світова практика давно и успішно використовує лазерне випромінювання для дослідження стану рослин.

Формулювання мети статті. Проведення теоретичного обґрунтування використання лазерного випромінювання для визначення якості рослинної тканини та автоматизація розпізнавання отриманої інформації з використанням комп'ютерної техніки.

Основна частина. В основі приладу лежить принципово нова методологія, яка використовує високу статистичну впорядкованість лазерного випромінювання і оригінальна оптична схема поляризаційного інтерферометру, яка дозволить зафіксувати ступінь просторової когерентності розсіяного рослинною тканиною лазерного пучка. Кількісна оцінка мікроструктури об'єкта стає можливою завдяки, відомому у кореляційній оптиці, зв'язку статистичних властивостей когерентного випромінювання й просторової топології елементів середовища, що розсіює світло

$$\Gamma(s) = 1 - \frac{s}{a} + \frac{s}{a} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega(h) \exp\left(\frac{i2\pi sh}{\lambda a}\right) dh,$$

де $\Gamma(s)$ - комплексний ступінь просторової когерентності;
 s - відношення ходів у поперечному перерізі зондувального пучка;
 a - ширина оптичних неоднорідностей;
 $\omega(h)$ - функція розподілу оптичних неоднорідностей по висоті h ;
 λ - довжина хвилі зондувального випромінювання.

Як видно із цього рівняння, ступінь когерентності розсіяного випромінювання визначається параметрами мікронеоднорідностей тканини й може служити кількісною мірою її структурної організації [8]. Можна також провадити аналіз і по зміни амплітудних параметрів лазерного випромінювання. Взаємодія з рослинною тканиною випромінювання втрачає частину своєї інтенсивності і може бути виражена в вигляді

$$I = \frac{I_0}{e^{N_{\Pi} C_{\Pi} l} e^{N_P C_P l}}$$

де I і I_0 - інтенсивність випромінювання до і після взаємодії з рослиною;

l - довжина оптичного шляху;

N_{Π} , C_{Π} - відповідно, концентрація і ефективний переріз поглинаючих частин рослини;

N_P , C_P - відповідно, концентрація і ефективний переріз розсіюючих частин рослини.

Інтенсивність випромінювання після взаємодії з рослинною тканиною має інформаційний характер та має добру кореляцію спектральних коефіцієнтів відбиття із змістом в них хлорофілу.

В якості джерела когерентного випромінювання обрано напівпровідниковий лазер, що генерує когерентне випромінювання з довжиною хвилі 650...660 нм. Для розпізнавання інформації достатньо потужності випромінювання - 0,5-5 мВт. Такі джерела найбільшою мірою відповідають вимогам сучасного приладобудування й дозволяють оцінити концентрацію хлорофілу в тканині по ступеню поглинання випромінювання.

Для практичної оцінки просторової когерентності й інтенсивності світлорозсіювання використовувалася експериментальна конструкція лазерного аналізатора мікроструктури (ЛАМ), що включає двохкоординатний стілець - держак об'єкту, систему лазерного зондування зразку, світлосильний інтерферометр зрушення, CCD-камеру, персональний комп'ютер, спеціалізовану програму для обробки інтерферограм. Оптична схема приладу оптимізована для виміру цілих листів або плодів.

На рис. 1 представлена функціональна схема приладу. Потік когерентного випромінювання від джерела 1, проходячи через поляроїд 2, одержує лінійну поляризацію. Далі він потрапляє в телескопічну систему 3, де відбувається формування його інтенсивності й фільтрація вищих просторових частот. Обмежуюча діафрагма 4 вирізує пучок заданого діаметра. Колімірований і вирівняний по інтенсивності зондувальний пучок падає на закріпленій у тримачі 5 досліджуваній об'єкт. Там він розсіюється на фазових неоднорідностях і частково губить свою статистичну впорядкованість, тобто змінює ступінь когерентності. Поряд із цим відбувається і його ослаблення за рахунок поглинання випромінювання пігментами тканини. [9]

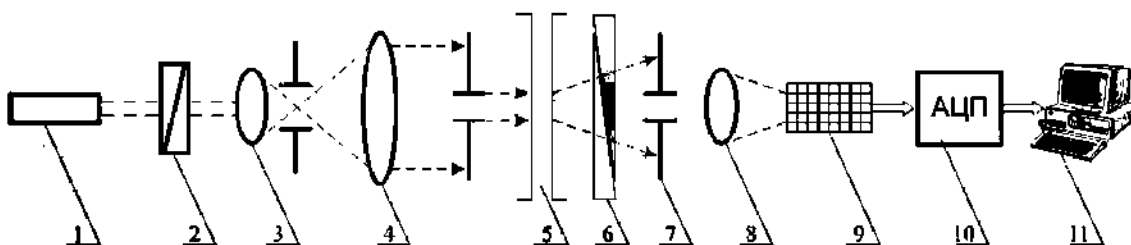


Рис. 1. Функціональна схема оптико-електронного пристрою:

1 - джерело когерентного випромінювання; 2 - поляроїд; 3 - телескопічна система з фур'є - фільтром; 4 - обмежуюча діафрагма; 5 - тримач рослинної тканини; 6 - світлосильний інтерферометр зсуву; 7 - циліндрна діафрагма; 8 - погоджувальна лінза; 9 - ПЗС - матриця; 10 - інтерфейс RS 485; 11 - ЕОМ.

Розсіяний потік світла, що несе інформацію про мікроструктуру об'єкта проектується на вхідну діафрагму інтерферометра 6. Після нього виникає характерна картина послідовних світлих і темних смуг - так звана інтерференційна картина, контрастність якої дорівнює ступеню просторової когерентності світла, що аналізується. Інтерференційна картина, яка пройшла крізь обмежувальну діафрагму 7, фокусується узгоджувальною лінзою 8 на вхідну зіницю фотоприймача 9. В якості фотоприймача використовується аналогова чорно-біла ПЗС - матриця. Відеосигнал камери через карту вводу подається в ЕОМ для наступної обробки за допомогою спеціалізованої комп'ютерної програми.

Програмне забезпечення здійснює керування частотою вибірки відеоряду, тобто швидкістю вимірів, обробку даних і побудову графіків зміни когерентності в режимі реального часу. Результати вимірів зберігаються в графічній і в табличній формі. Для зменшення впливу паразитної спекл-картини й нелінійності фотоприймача розроблений оригінальний метод фільтрації спекл-шуму й розрахунку контрасту інтерференційної картини з використанням алгоритму відносного калібрування профілю яскравості відеосигналу [10]. Це дозволяє проводити вимірювання зразків різної оптичної щільності й знизити вимоги до динамічного діапазону виміру інтенсивності. На рис. 2 наведено зображення інтерференційної картини світлорозсіювання функціонально здорового листа огірка.

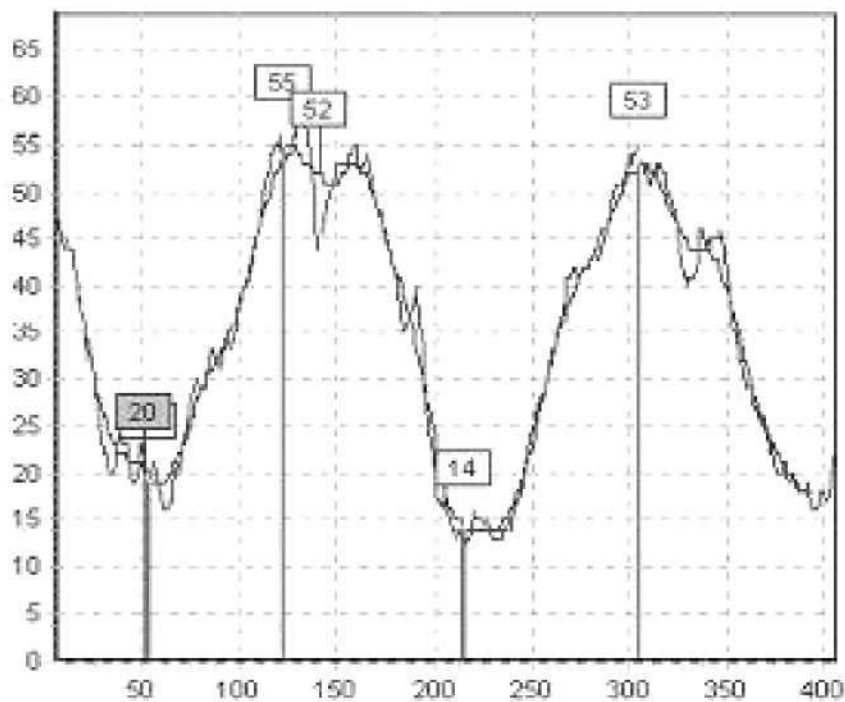


Рис. 2. Інтерференційна картина світлорозсіювання функціонально здорового листа огірка.

Використання нового оптичного критерію - ступеня когерентності світлорозсіювання рослинної тканини, виявилось досить перспективним й універсальним прийомом для вирішення всіляких проблем рослинництва. Встановлено, що більшій функціональній активності й життєздатності рослинного організму відповідають більш високі рівні власної когерентності й наведеної когерентності (відношення когерентності до інтенсивності світлорозсіювання). Дія несприятливих факторів: вірусні інфекції, дефіцит макро- і мікроелементного харчування, високі й низькі температури, старіння, механічні й хімічні ушкодження, забруднення середовища і т. ін., навпаки, проявляється в зниженні цих показників. Новий підхід дозволяє вирішити проблему автоматичного розпізнавання механічних ушкоджень поверхневої тканини плодів (свіжі здирки й проколи шкірочки), поділу генотипів рослин по ступеню скоростиглості, виявлення потреби рослин у мікроелементному харчуванні.

Потенційні можливості цього методу і прибору можна розглянути на прикладі дослідження функціонального стану рослини огірка під дією грибної інфекції і хімічних засобів захисту. Десятидобову рослину огірка сорту "Конкурент", обробляли водною суспензією спор збудника мучнистої роси *Erysiphe cichoracearum* і *Sphaerotheca fuliginosa* (варіант "Патоген"); 1% розчином фунгіциду "Saprol" (варіант "Фунгіцид"); сумішшю розчинів фунгіциду і суспензії спор (варіант "Пат+Фунг"). Контрольні рослини сприскувалися водою. Через 24 години після обробки і потім кожнодобово, на листах одних і тих же рослин, на протязі наступних 5-ти діб вегетації, проводили вимір когерентності світлорозсіювання за допомогою приладу по показникам хлорофіл - флуориметру РАМ-2000 і фотосинтетичною активністю. Для аналізу використовувались морфологічно однакові листи із здорових і вражених рослин, при цьому в кожному варіанті було не менш 25-ти повторів.

Цей спосіб оцінки функціонального стану за значенням ступеня когерентності лазерного випромінювання дозволяє виявити негативні деградуючі процеси вже на ранньому етапі патогенезу (через 20 годин після зараження). Пізніше різниця між контрольними й інфікованими рослинами тільки підсилюється (рис. 3).

Особливим є факт реєстрації, за ступенем когерентності світлорозсіювання, ослаблення функціонального стану неуражених рослин, що оброблено фунгіцидом. Це дозволяє використати новий метод і прилад для оцінки екологічної безпеки хімічних препаратів.

Висновки. Запропонований комп'ютеризований прилад дозволяє:

- провадити комплексні дослідження амплітудно-фазових параметрів світлорозсіювання, що відображає мікроструктурний стан рослинної тканини;

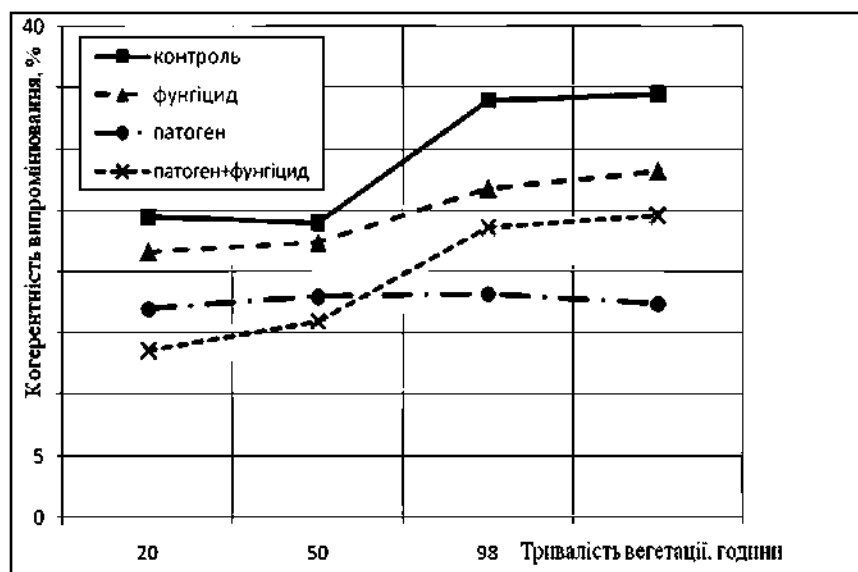


Рис. 3. Оцінювання функціонального стану листа огірка в процесі вегетації по якості світлорозсіювання.

- визначати динаміку зміни листа рослини в процесі вегетації;
- одержувати нову інформацію про адаптивний потенціал і стійкість рослин;
- виявляти відхилення функціонального стану від норми на самих ранніх етапах розвитку патології.

Література

1. Non-destructive optical detection of leaf senescence and fruit ripening [Текст] / M.N. Merzlyak, A.A. Gitelson, O.B. Chivkunova, V.Y. Raskitin // *Physiol Plant*. - 1999. - № 106. - P. 135-141.
2. Laser-induced chlorophyll fluorescence spectra of mung plants growing under nickel stress / R. Gopal, K. B. Mishra, M. Zeeshan, S. M. Prasad, M. M. Joshi // *Current Science*. - 2002. - V. 83. - № 7. - P. 880-884.
3. Investigation of laser-induced fluorescence of several leaves for application to lidar vegetation monitoring / Y. Saito, M. Kanoh, K. Hatake, T.D. Kawahara, A. Nomura // *Appl. Opt.* - 1998. - V. 37. - P. 431-437.
4. Козодеров В.В. Особенности реализации моделей оценки фитомассы растительности по наблюдениям из космоса / В.В. Козодеров // *Исследование Земли из космоса*. - 2006. - № 2. - P. 79-88.
5. Керу П.П. Применение спектроскопии КР и РКР в биохимии / П.П. Керу. - М. : Мир, 1985. - 128 с.
6. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat / G. Arsar, M. Fuchs, E.T. Kanemasu, J.L. Hatfield // *Agron. J.* - 1984. - № 76. - P. 211-220.
7. Шульгина Л.А. Индуцированная лазером флуоресценция древесной растительности / Л.А. Шульгина, Н.Л. Фатеева // *Известия*

высших учебных заведений. Физика (Приложение). - 2005. - № 6. - 151-152.

8. *Жученко А.А.* Адаптивное растениеводство / *А.А. Жученко* – Кишинев : Штиинца, 1990. - 432 с.

9. *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов / *А.Б. Сергиенко* - СПб. : Питер, 2002. - 608 с.

10. *Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений в среде Matlab / *Р. Гонсалес, Р. Вуде, С. Элдинс.* - М. : Техносфера, 2006. - 616 с.

ОПТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МИКРОСТРУКТУР

Никифорова Л.Е., Лобода А.И., Богатырев Ю.О., Заец Д.Г.

Аннотация - рассмотрены вопросы использования оптических методов количественного оценивания пораженности растений, по степени когерентности светорассеяния, на ранней стадии выращивания. В качестве источника когерентного излучения используется лазер, а в качестве анализирующего прибора компьютер.

THE OPTICAL DEVICE OF RESEARCH OF QUANTITATIVE ESTIMATION OF THE VEGETATIVE MICROSTRUCTURES

L. Nikiforova, A. Loboda, Y. Bogatyrev, D. Zaets

Summary

Concerns the use of optical methods for the quantitative estimation of diseased plants in the degree of coherence of light scattering in the early stages of growth. As a source of coherent radiation using a laser, as well as analyzing the instrument computer.

УДК 621.317.39.084.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ДАТЧИКОВ

Судник Ю.А., д.т.н.,

Загинайлов В.И., д.т.н.,

Толстая А.Н., инженер

Московский государственный агроинженерный ун-т им. В.П. Горячкина

Тел. (926) 334-89-76

Аннотация – предложено создание автоматизированных банков инженерных знаний, предназначенных для выбора и обоснования новых конструкторско-технологических решений на базе компьютерных средств.

Ключевые слова – измерительный преобразователь, датчик, функционально-физический метод.

Постановка проблемы. Эффективным инструментом процесса совершенствования существующих и разработки новых датчиков, измерительных преобразователей (ИП) является функционально-физический метод, который в отличие от традиционного (предметного) подхода в качестве основного параметра ИП предполагает рассмотрение его функции, а не материально-вещественной структуры (конструктивных элементов), поскольку функция выступает как сущность ИП, а конструкция - как форма проявления. Способ предусматривает реализацию таких функций с помощью определённых физических операций, которые предполагают преобразование входного потока энергии, информации или вещества, осуществляемое ИП. Результатом преобразования является выходной поток с другими (относительно входного) качественными и (или) количественными характеристиками.

Описание технической функции Φ , реализуемой ИП и отражающей его назначение, можно представить как $\Phi = f(D, B, Y)$, где D – действие, осуществляемое ИП; B – описание ИП, на который направлено действие D ; Y – условия и ограничения (если такие существуют), при которых выполняется действие D .

Каждой Φ соответствует физическое описание, определяющее физическую операцию F , с помощью которой реализуется такая функция

$$F = (A_{BX} \Rightarrow E \Rightarrow C_{ВЫХ}),$$

где A_{BX} , $C_{ВЫХ}$ – соответственно входной и выходной потоки энергии, информации или вещества; E – наименование физической операции (физических явлений, эффекта) по превращению A_{BX} в $C_{ВЫХ}$.

Функционально-физический метод позволяет эффективно осуществлять синтез физических принципов действия ИП, поиск которых является наиболее сложным и высоким уровнем инженерной интеллектуальной деятельности. Сложность решения такой задачи заключается в том, что в отличие от традиционного комбинирования связей и конструктивных признаков различных устройств, разработчику необходимо для реализации требуемой E абстрагирование на уровне физических эффектов (ФЭ). Современный инженер в своей практической деятельности обычно использует достаточно ограниченное число таких эффектов, хотя в настоящее время выявлено и описано в литературе до десяти тысяч ФЭ. В то же время информация о таких эффектах настолько рассредоточена в различных монографиях, описаниях изобретений, открытий, научных статьях и справочниках, что является практически необозримым для учёных, специалистов конкретных предметных областей. Кроме того, сложная форма представления известных ФЭ затрудняет их практическое использование инженерами. В связи с этим, в нашей стране и за рубежом разрабатываются специальные фонды ФЭ с представлением их в виде автоматизированных баз данных.

Анализ последних исследований. Одним из первых концепцию автоматизированного поиска новых принципов действия технических объектов предложил Половинкин А. И. и глубоко развил её в своих исследованиях [1] до практического применения. Основу этого направления составляет база данных физических операций и соответствующих им физических эффектов. Каждый из таких эффектов имеет специальную карту-паспорт структурированного описания с рубриками: наименование эффекта, физические законы и явления (на которых он основан), вход (А), объект (В), выход (С), сущность, схема, математическая модель физического эффекта, его области применения и технические характеристики, литература (где дано описание эффекта). Используя базу данных ФЭ, по определённым алгоритмам можно формализовать процесс синтеза новых принципов действия ИП.

Формулирование цели статьи. В то же время известные базы данных имеют широкую направленность, специфическую терминологию, ограниченность информации по применению соответствующих эффектов, что затрудняет ориентацию специалистов в отраслевой области знаний. Сложность понимания структуры и содержания составляющих А. В. С эффекта, неучёт качественного изменения состояния объекта (В) и зависимости входных и выходных его величин во всём интервале их изменения приводят к потере информации и ошибкам

при синтезе физических принципов действия. К тому же, отсутствие отраслевых: терминологии, классификаторов, баз данных, методики оценок массо-габаритных и надёжностных характеристик проектируемых ИП существенно сдерживает процесс их разработки. С учётом изложенного, целью данной работы является разработка алгоритма функционально-физического метода, включающий ряд шагов.

Основная часть. 1-й шаг. Постановка задачи. На этом шаге определяют цель, функции разрабатываемого ИП и его эксплуатационные характеристики (массо-габаритные, надёжностные, стоимостные, требования к погрешности, чувствительности, технологичности и др.). Оценивают основную физическую операцию (которую должен реализовать разрабатываемый ИП) по параметрам $A_{ВХ}, C_{ВЫХ}$ и описывают совпадающие или близкие по названию, содержанию (относительно имеющейся базы данных) входы и выходы, т. е. выявляют соответствия $A_{ВХ} \Leftrightarrow A_1$ и $C_{ВЫХ} \Leftrightarrow C_T$.

2-й шаг. Формализация синтеза принципов действия ИП. Выбирают из фонда ФЭ такие, у которых одновременно выполняются условия $A_j \Leftrightarrow A_1$ и $C_j \Leftrightarrow C_T, j = 1, \dots, k$. В большинстве принципов действия различных ИП, используется не один, а одновременно несколько различных ФЭ. Синтез последних основывается на правиле их совместимости: два последовательно расположенных эффекта (A_i, B_i, C_i) и $(A_{i+1}, B_{i+1}, C_{i+1})$ считаются совместимыми, если результат выходного воздействия C_i предыдущего ФЭ эквивалентен входному воздействию A_{i+1} последующего эффекта, т. е. если C_i и A_{i+1} характеризуются одними и теми же физическими величинами. Таким образом, два совместимых ФЭ могут быть объединены, при этом входное воздействие A_i будет вызывать результат C_{i+1} , т. е. получается преобразователь $A_i \Leftrightarrow B_i \Leftrightarrow (C_i \Leftrightarrow A_{i+1}) \Leftrightarrow B_{i+1} \Leftrightarrow C_{i+1}$.

По этому же принципу из базы данных ФЭ выбираются такие, которые обеспечивают выполнение условия $A_i \Leftrightarrow A_T, i = 1, \dots, l$ и $C_j \Leftrightarrow C_T, j = 1, \dots, m$. Из множеств выявленных эффектов выбирают такие пары, у которых выполняется условие пересечения $C_i = A_j$, указывающее на то, что эти пары совместимы и образуют физический принцип действия из двух эффектов, а именно $A_i \Leftrightarrow B_i \Leftrightarrow (C_i \Leftrightarrow A_j) \Leftrightarrow B_j \Leftrightarrow C_j$.

По аналогии проверяется возможность образования цепочек из трех (и более) ФЭ.

Таким образом, встречным наращиванием цепочек совместимых ФЭ от A_1 до C_T можно получать новые варианты принципов действия ИП.

3 шаг. Анализ совместимости ФЭ. Выявленные на предыдущем шаге цепочки различных принципов действия ИП удовлетворяют

только качественной совместимости, т. е. по совпадению наименований входов и выходов ФЭ. На этом шаге проводят количественную совместимость синтезированных ФЭ путём сравнения интервалов возможных значений величин входов, выходов и определения соответствующих масштабных коэффициентов.

4 шаг. Разработка схемы и конструкции ИП. На основе вариантов, удовлетворяющих качественной и количественной совместимостям ФЭ, разрабатывают проект схемы и массо-габаритной конструкции ИП, для чего изображают конструктивные элементы (узлы, детали), соответствующие отдельным ФЭ, определяют их взаимное расположение и компоновку, а также прохождение потоков энергии через такие элементы. По величинам известных потоков энергий (различных энергетических полей, веществ, информации) определяют геометрические свойства проектируемого ИП, а с учётом свойств (например, плотностей) используемых материалов оценивают его массовые характеристики.

Выводы. Приведены примеры использования рассмотренного способа при проектировании на уровне изобретений новых ИП сельскохозяйственной автоматики. На базе компьютерных средств предложено создание автоматизированных банков инженерных знаний, предназначенных для выбора и обоснования новых конструкторско-технологических решений при ускоренной разработке ИП.

Литература

1. Половинкин А. И. Теория проектирования новой техники. Закономерности техники и их применение : монография / А. И. Половинкин. – М. : Информэлектро, 1991. – 240 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ НОВИХ ДАВАЧІВ

Суднік Ю.А., Загінайлов В.І., Толстая А.М.

Анотація - запропоновано створення автоматизованих банків інженерних знань, призначених для вибору і обґрунтування нових конструкторсько-технологічних рішень на базі комп'ютерних засобів.

MODELLING AND DESIGNING NEW SENSORS

Y. Sudnik, V. Zagainilov, A. Tolstaya

Summary

Creation of the automated banks engineerings knowledges, intended for a choice and ground new design-engineering decisions on the base of computer facilities is in-process offered.

УДК 631.363-52

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВОМ

Диордиев В.Т., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-57-97

Аннотация – в статье исследованы основные факторы, формирующие качественные параметры функционирования автоматизированного энерготехнологического комплекса на базе малогабаритной комбикормовой установки.

Ключевые слова – адаптируемость, управляемость, наблюдаемость, демпфируемые элементы.

Постановка проблемы. Для оптимизации управления автоматизированным комплексом производства комбикормов целесообразно провести исследование основных факторов системотехнического и программно-целевого характера и их вариаций. Поскольку основной целью исследования этих свойств является выявления оптимальных режимов управления, то обычно определяется их полный перечень с последующим математическим их ранжированием.

Анализ последних исследований. Автоматизированные системы являются оптимально управляемыми, если они сохраняют управляемость при различных условиях, накладываемых на законы управления с учетом вариации внешних детерминированных и стохастических возмущений и конструктивных параметров системы [2, 3].

Формулирование цели статьи. Целью данной статьи является необходимость доказательства оптимальности управления процессами кормопроизводства по порядку обобщенного принципа невязки на ограниченном диапазоне изменения параметров системы.

Основная часть. Основной системной особенностью каждой подсистемы и системы является наличие количественных и качественных показателей и параметров, не являющихся суммой качеств составляющих ее элементов, где элементы обладают системо- и схематической самостоятельностью.

Познавательные-конструктивные принципы системного подхода к решению оптимизационных задач управления сводятся:

а) к фиксации недостаточности эффективности ранее принятых решений и технических образований для постановки и расширения новых задач;

б) к построению новых структурных образований при задании структурных и топологических характеристик на основе законов и моделей, способствующих формированию конструктивных методологических подходов к решению новых задач повышения эффективности производства. Такими задачами на современном этапе развития науки и практики разработки создания сложных автоматизированных и компьютеризированных систем управления кормопроизводством являются:

а) макропроектирование (внешнее проектирование), в процессе которого решаются функционально-структурные вопросы системы в целом;

б) микропроектирование, связанное с разработкой структуры подсистемы и элементов.

На основе указанных факторов строится дерево целей (рис.1), определяющее конечные и промежуточные цели и их соподчиненность.

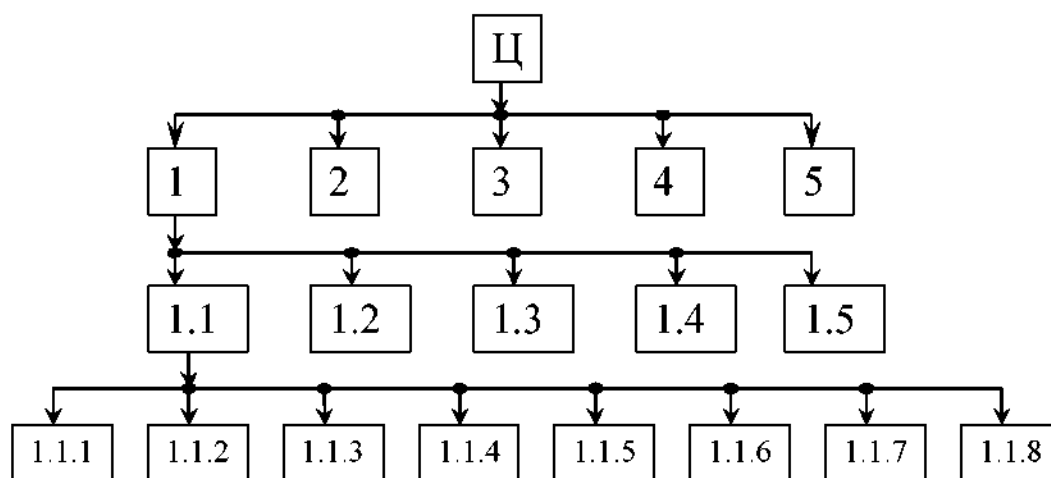


Рис. 1. Дерево целей предприятия кормоприготовления.

На рис. 1:

Ц - генеральная цель предприятия по производству комбикормов, призванного удовлетворять потребности хозяйства в комбикормах;

1 - производственная цель: выпуск продукции кормопроизводства в соответствии с заказами в установленные сроки;

2 - научно-техническая цель: использовать достижения современной компьютерной техники управления в производство в рыночных условиях;

3 - социальная цель: планомерное интенсивное и пропорциональное развитие коллектива хозяйств АПК;

4 – экономическая цель: обеспечить максимальную эффективность производства [1];

5 – цель развития: пропорциональное и эффективное развитие животноводческого потенциала хозяйства.

Производственная цель конкретизируется подцелями локального уровня:

1.1 обеспечение рациональной организации производственного процесса при экономии материальных, энергетических и финансовых ресурсов;

1.2 организация необходимого потенциала эксплуатационного обслуживания;

1.3 обеспечение высокого качества продукции;

1.4 совершенствование управления производством;

1.5 обеспечение выполнения экологических требований.

Подцель 1.1 конкретизируется на более детальные:

1.1.1 организация научно-технической и материально-технической поддержки производства;

1.1.2 выполнение нормативных технологических документов по реализации высоких энерго-экономических показателей протекания технологических процессов кормоприготовления;

1.1.3 обеспечение оптимальной и энерго-эффективной загрузки технологических машин и агрегатов;

1.1.4 организация эффективной маркетинговой и дилерской деятельности;

1.1.5 выявление и использование производственных, энергетических и финансовых ресурсов производства и др. подцели (факторы).

В подцелях 1.1.6-1.1.8 должны быть учтены также системные задачи управления оптимизированными технологическими процессами и производством: принятие решений по оптимальному распределению ресурсов, выбор оптимальных запросов, разработка решений по вопросам модернизации и замены оборудования, согласования алгоритмов работы технологических переделов (процессов), принятие решений в конфликтных ситуациях, задачи прогнозирования и перспективного планирования (рис. 2).

При реализации этих факторов должны быть реализованы их основные свойства: соподчиненность, развертываемость и соотносительная важность принятых к анализу критериев полезности и энерго-экономической эффективности). Условия корректности постановки математической задачи разрешается на основе постулата Адамара [3] применительно к операторному уравнению вида

$$[A]\vec{z} - [B]\vec{u} + [A:B]^T \vec{z} \times \vec{u} \neq 0, \quad \vec{z} \in \vec{Z}; \quad \vec{u} \in \vec{U}, \quad (1)$$

где \vec{z} , \vec{u} - векторы переменных и управления соответственно.



Рис. 2. Системная модель принятия решения.

Задача (1) будет корректно поставленной в случае выполнения условий:

- а) уравнение (1) разрешимо для любого $u \in U$ единственным образом;
- б) решение уравнения (1) устойчиво относительно возмущения правой части уравнения, т.е. оператор $[A]^{-1}$ (обратная матрица) (определенный на всем \vec{U}) является непрерывным.

В рассматриваемом случае элемент, минимизирующий невязку $p([A]z, u_\delta)$, будет являться квазирешением уравнения (1)

$$p([A]z_\delta, u_\delta) = \inf_{z \in M} p([A]z, u_\delta). \tag{2}$$

Реализация решения (2) для некорректной задачи проводится для рассматриваемого случая, когда из множества указанных параметров выделяется (фиксируется) некая группа параметров, вариации

которых в соответствии с [3] являются монотонными и выпуклыми, где общая схема построения регуляризирующего алгоритма базируется на основе сглаживающего функционала линеаризованной (без учета элемента $[A: B]^T \vec{z} \times \vec{u}$) системы следующего вида

$$M^\alpha [Z] = \| [A]z - u_\delta \|^2_u + \alpha \| z \|^2_z,$$

где параметр α определенным образом согласовывается с погрешностью задания входной информации, то есть следует положить $\alpha = \alpha(\delta)$ и в этом случае $Z_\delta^{\alpha(\delta)} \xrightarrow{z} \bar{Z}$ при $\delta \rightarrow 0+0$, если решение $[A]z = \bar{u}$; $\bar{u} = [A]^{-1} \bar{z}$ единственно. В противном случае последовательность экстремалей $Z_\delta^{\alpha(\delta)} \rightarrow \bar{Z}$ сходится в \bar{z} к решению с минимальной нормой.

Если в (1) $[A]$ задан с ошибкой, т.е. вместо $[A]$ известно семейство таких аппроксимирующих операторов $[A_\delta]$, что

$$\sup_{Z \neq 0} \frac{\| [A]_z - [A_\delta]_z \|}{\| Z \|_z} \leq h; \quad h \geq 0, \quad (3)$$

где $[A_\delta]$ может быть принято как $[A_h]$, характеризуемый вектором $\vec{h} = (\delta, h)$. Тогда за приближенное решение может быть взят элемент Z_h^α , на котором достигается минимум функционала

$$M^\alpha [Z] = \| [A_h]Z - u_\delta \|^2_u + \alpha \| Z \|^2_z, \quad (4)$$

если параметр α в функциональном отношении математически согласован с погрешностью задания информации δ, h , то есть модель (4) решения некорректной задачи (1) пригодна для решения линейных задач. Используя указанное обстоятельство как конструкцию компактного вложения [3] представляется возможным перенести эту методику на случай явнелинейной задачи.

Ниже рассматривается алгоритм разрешения задачи (1) при условии, что априорная информация не обладает свойством достаточности для выделения компактного множества корректности (не учитываются физиобиологические параметры технологического процесса, являющегося директивным)

В этом случае следует ввести сглаживающий функционал и уравнение (4) примет вид

$$M^\alpha [Z] = \| [A_h]Z - u_\delta \|^2_u + \alpha \| Z \|^2_z, \quad (5)$$

где $\alpha > 0$ - параметр регуляции. Для (5) рассматривается экстремальная задача

$$\inf_{Z \in D} M^\alpha [Z] \rightarrow \text{extr}, \quad (6)$$

для которой

$$\left((M^\alpha [Z_h^\alpha]); Z - Z_h^\alpha \right) \geq 0, \quad \forall Z \in D \quad (7)$$

Если Z_h^α - внутренняя точка $\{D\}$ (или $D = Z$), то (7) примет вид $(M^\alpha [Z_h^\alpha]) = 0$ или

$$[A_h][A_\eta]Z_h^\alpha + \alpha Z_h^\alpha = [A_h]u_\delta, \quad (8)$$

т.е. вместо минимизации функционала $M^\alpha [Z]$ достаточно решить уравнение Эйлера (8). Данное обстоятельство позволяет проводить построение регуляризирующего алгоритма на основе экстремальной задачи (7) для функционала $M^\alpha [Z]$ при условии построения такой функции $\alpha = \alpha(h)$, что $Z_h^{\alpha(b)} \rightarrow \bar{Z}$ при $\eta \rightarrow 0$, то есть при условии согласования параметра регуляризации α с погрешностью задания исходной информации η . Здесь \bar{z}, \bar{u} - множество векторов управления, тогда $\{D\}$ - множество ограничений (директивных факторов энерго-экономического характера) при учете которых проводится построение модели сглаживающего функционала. Множество $\{D\} \in Z$ является таким, что $O \in D$ или $D = Z$, а параметры $[A], [A_h]$ - линейные ограничения из Z в U , при этом $\|[A] - [A_h]\| \leq h, h \geq 0$.

Мера несовместности (1) с приближенными данными на $D \in Z$ будет определяться как

$$M_\eta(u_\delta, [A_h]) = \inf_{Z \in D} \|[A_h]Z - u_\delta\|. \quad (9)$$

Для определения меры несовместности в соответствии с рекомендациями [3] в рассмотрение вводится обобщенная невязка

$$\rho_\eta^k(\alpha) = \left(\|[A_h]Z_h^\alpha - u_\delta\|^2 - (\delta + h) \cdot \|Z_h^\alpha\| \right)^2 - \left(\mu_\eta^k(u_\delta, [A_h]) \right)^2, \quad (10)$$

условием реализации которой является условие $\|u_\delta\| > \delta$. Поэтому условием решения (10) с учетом (9) будет:

$(\mu_\eta(u_\delta, [A_h]))^2 \leq \| [A_h] Z_\eta^{\alpha_n} - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| Z_\eta^{\alpha_n} \|^2 \rightarrow (\mu_\eta(u_\delta, [A_h]))^2$, или при $n \rightarrow \infty$ имеем

$$\| [A_h] Z_\eta - u_\delta \| = \inf \| [A_h] Z - u_\delta \| = \mu_\eta(u_\delta, [A_h]), \quad (11)$$

т.е. Z_η - экстремаль функционала $M^0[Z]$ при $\alpha = 0$ (Z_η - квазирешение задачи (1) с приближенными данными), удовлетворяющая неравенству $\| Z_\eta \| \leq \| \bar{Z} \|$, а величина $Z_\eta^{\alpha_n}$ - последовательность, минимизирующий функционал $\| [A_h] Z - u_\delta \|$ на $\{D\}$, то есть функция $\| Z_\eta^\alpha \|$ монотонно не возрастает по показателю α и ограничена сверху $\| \bar{Z} \|$, поэтому

$$\lim \| Z_\eta^\alpha \| = \alpha \geq \| Z_\eta \|, \quad (12)$$

где предел $[Z_\eta^\alpha]$ является экстремалью функционала $M^0[Z]$ с минимальной нормой.

При \bar{Z}_η величина $\| [A_h] \bar{Z}_\eta - u_\delta \|^2 = \mu_\eta(u_\delta, [A_h])^2 \leq \| [A_h] Z_\eta^{\alpha_n} - u_\delta \|^2$ и (9) примет вид

$$\| [A_h] Z_\eta - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| Z_\eta^{\alpha_n} \|^2 \leq \| [A_h] \bar{Z}_\eta - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| \bar{Z}_\eta \|^2, \quad (13)$$

откуда $\| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|$, а значит

$$\| Z_\eta \| = \lim_{n \rightarrow \infty} \| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \lim \| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|, \quad (14)$$

т.е., если Z_η - экстремаль функционала $M^0[Z]$, то $\| Z_\eta \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|$, здесь устанавливается факт, что решение этой задачи существует и единственно.

Если $\lim_{\alpha \rightarrow 0+0} Z_\eta^\alpha = Z_\eta$ - (Z_η - нормальное квазирешение уравнения $[A_h] Z = u_\delta$), то при $\eta \rightarrow 0$, имеем

$$\| [A_\eta] Z_\eta - u_\delta \| \leq \| [A_h] Z_\eta - [A_\eta] Z_\eta + [A_h] Z_h - u_\delta - \bar{u}_\delta - \bar{u} \| \leq h \| Z_\eta \| + \mu_\eta(u_\delta, [A_h]) + \delta \rightarrow 0, \quad (15)$$

Выводы. Доказана оптимальность по порядку обобщенного принципа невязки на ограниченном диапазоне изменения параметров системы, являющемся образом шара рефлексивного пространства при вполне непрерывном отображении потока информации. Предложенный подход к решению линейных задач с приближенно заданным оператором

ром удовлетворяет факту обобщения МНК Лежандра и Гаусса на неустойчивый относительно возмущений оператор конструктивных параметров (матрицы системы линейных алгебраических уравнений).

Литература

1. Нормативно – правовые аспекты обеспечения режимов потребления электрической и тепловой энергии в современных условиях хозяйствования / Информационный бюллетень. – Запорожье : Госинспекция энергонадзора в Запорожской области, 2004. – 112 с.

2. Диордиев В.Т. Системо- и схемотехническая база реализации многокритериальной системы прямого цифрового регулирования параметров технологических процессов производства комбикормов в условиях хозяйств / В.Т. Диордиев, И.Д. Труфанов, А.А. Кашкарев // Технічна електродинаміка. Проблеми сучасної електротехніки. – К. : 2008. – Ч.5. – С. 102-108.

3. Диордиев В.Т. Системотехнология математических методов синтеза параметров адаптивной системы управления процессом производства комбикормов / В.Т. Диордиев, И.Д. Труфанов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь : ТДАТУ, 2008. – Вип 8, т.5. – С. 3-25.

ОСНОВНІ ФАКТОРИ СИСТЕМОТЕХНІЧНОГО І ПРОГРАМНО-ЦІЛЬОВОГО ПОДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ КОРМОВИРОБНИЦТВОМ

Диордиев В.Т.

Анотація – в статті досліджені основні фактори, що формують якісні функціонування автоматизованого енерготехнологічного комплексу на базі малогабаритної комбикормової установки

MAJOR FACTORS OF SYSTEMATIC AND PROGRAM-TARGET APPROACHES TO THE OPTIMUM CONTROL ORGANIZATION OF FORMULA FEED MANUFACTURE

V. Diordijev

Summary

Major factors forming qualitative parameters of functioning of the automated technological complex on the basis of small-sized mixed fodder installation are considered.

УДК 636.083.39

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРІВ ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ПОКРИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Червінський Л.С., д.т.н.,

Терновик В.А., інженер

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 227-19-42

Анотація - приведено результати та аналіз експериментальних досліджень спектрів люмінесценції шкіри і шерсті сільськогосподарських тварин.

Ключові слова - оптичне випромінювання, спектр люмінесценції, шерстинний покрив, тварини, ультрафіолетове опромінення.

Постановка проблеми. У біофізичних дослідженнях механізму та шляхів дії оптичного випромінювання на тварин важливою характеристикою, що дає інформацію про його вплив на організм, є люмінесценція. Інтенсивність, спектральний склад і поляризація люмінесценції дозволяють судити про активність дії збуджуючого випромінювання, енергетичні рівні взаємодії і первинний механізм перетворення оптичного випромінювання в біоструктурах організму тварини.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження шляхів поглинання та перетворення оптичного випромінювання в тіло тварини, достатньо послідовно були розпочаті у 90-х роках минулого століття на базі лабораторії лазерної терапії Інституту онкології АН УРСР [2,3] та продовжені і систематизовані у останні роки в лабораторії проблемної фотобіології Національного університету біоресурсів і природокористування України [4,5,6]. В дослідженнях вивчались інтенсивність і спектральний склад випромінювання люмінесценції видимого діапазону (від 400 до 680 нм) при збуджуючому випромінюванні в УФ області (від 310 до 380 нм) зразків шкіри і шерсті тварин різного виду, віку і порід на оптичній установці, зібраній на основі контактного люмінесцентного мікроскопу "Люам" КФ -1 із фотометричною насадкою типу ФМЭЛ-І. Як приймач випромінювання люмінесценції застосовувався високочутливий фотоелектронний помножувач ФЭУ-79. Сигнал із фотопомножувача поступав на підсилювач У5-7 і реєстру-

вався гальванометром. У якості джерела збуджуючого випромінювання використовувалася лампа ДРШ-100. Для виділення збуджуючого УФ випромінювання в діапазоні 320 ...390 нм застосовувалися світлофільтри типів СЗС-21-2 і УФС-6-3. Для визначення спектрального складу випромінювання люмінесценції використовувався набір вузькополосних дифракційних світлофільтрів, що дозволяли вимірювати спектральні ділянки випромінювання шириною до 16 нм у діапазоні 400 ... 680 нм. Вимірювання люмінесценції проводилися із ділянок шкіри або окремої шерстини діаметром не більшим $6 \cdot 10^{-3}$ мм. Для підвищення точності вимірів поверхня на місці контакту з лінзою мікроскопа покривалася нефлюорисцюючою оливою.

Формулювання мети статті. Метою статті є дослідження спектральних люмінесцентних характеристик шерстинного покриву тварин з метою виявлення залежності цих характеристик від ділянки тіла, віку, статі тварин, пори року, а також від генетичних зв'язків і спадкових ознак, які мають важливе значення не тільки в процесі вирощування тварин, а і для селекції високопродуктивних тварин.

Основна частина. З метою визначення найбільш інформативної ділянки шерстини були проведені дослідження спектру люмінесценції різних ділянок шерстини з фолікулом (при збуджуючому випромінюванні 310..380 нм).

Результати таких досліджень на свіжій щетині, висмикнутій з фолікулом із зразка шкіри свині 12-ти місячного віку, показані на рис. 1.

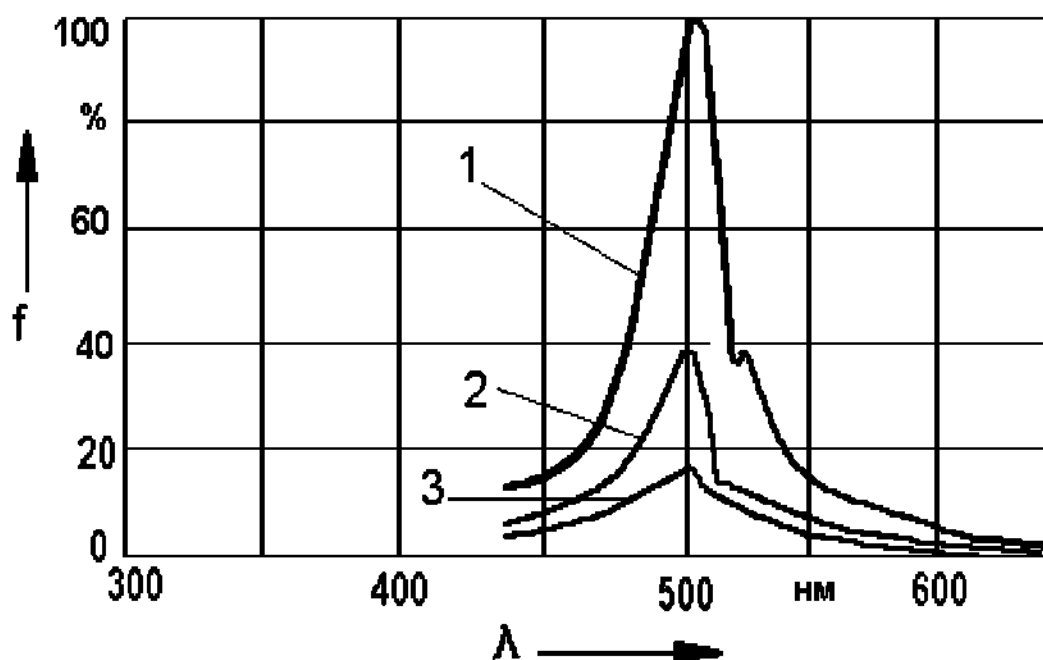


Рис.1. Спектральні залежності інтенсивності люмінесценції різних структурних елементів щетини свині: 1 - ділянка щетини з серцевиною; 2 - ділянка щетини без серцевини; 3 - місце виходу щетини із фолікула.

Із наведених кривих видно, що найбільшу інтенсивність має ділянка щетини на деякій відстані від виходу із шкіри, з серцевиною із омертвілих клітин. Це свідчить про те, що живі клітини фолікули поглинають енергію збуджуючого випромінювання, використовуючи її в хімічних реакціях, а не витрачають у вигляді випромінювання люмінесценції.

Дещо складніша спектральна картина спостерігається при визначенні люмінесценції зразків темнопорідних тварин, у яких клітини шкіри і шерсті насичені пігментом-меланіном. В таких дослідженнях відмічається значно нижча інтенсивність люмінесценції. Це пояснюється впливом специфічної структури меланіну, який легко перетворює поглинуту енергію у теплову (див. рис.2).

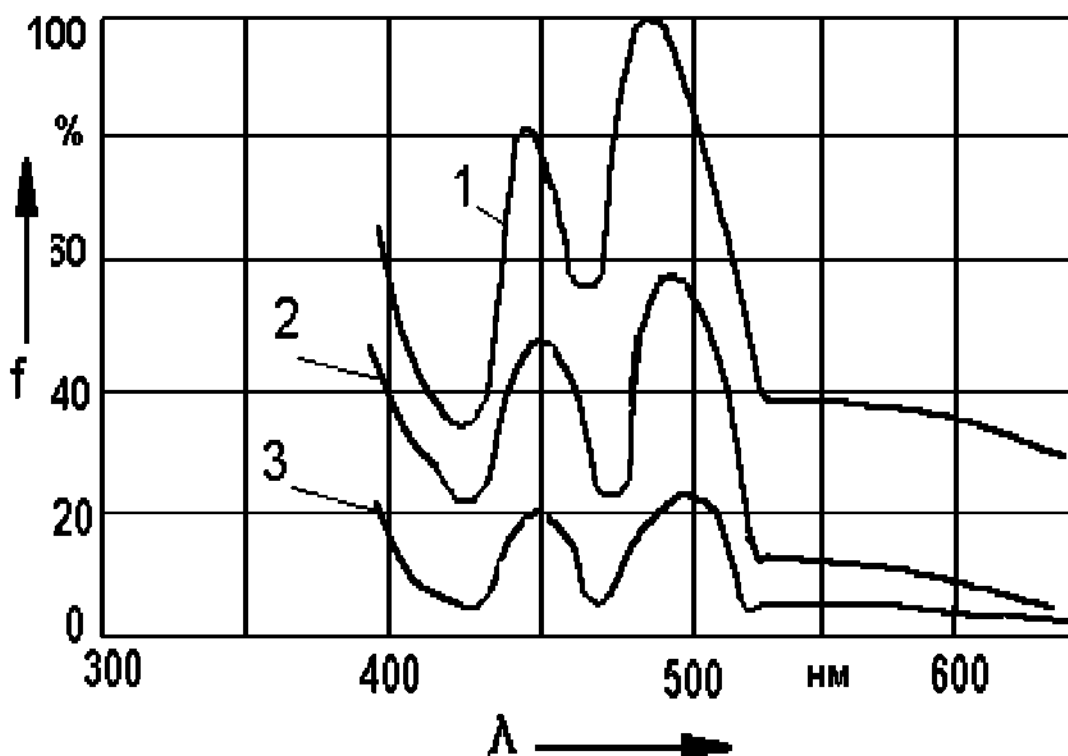


Рис. 2. Спектри люмінесценції шкіри тварин різної масті: 1 – із світлою (білою) шкірою; 2 – із коричневою шкірою; 3 – із чорною шкірою (при збуджуючому випромінюванні 310..380 нм).

В дослідженнях також відмічено, що спектри люмінесценції шкіряно-шерстинного покриву тварин значно залежать від спектру збуджуючого випромінювання. Із збільшенням довжини хвилі збуджуючого випромінювання в бік довших довжин хвиль, зміщується і спектр люмінесценції. Прикладом є спектральні залежності, приведені на рис. 3. Дані залежності отримані під довшим збуджуючим випромінюванням.

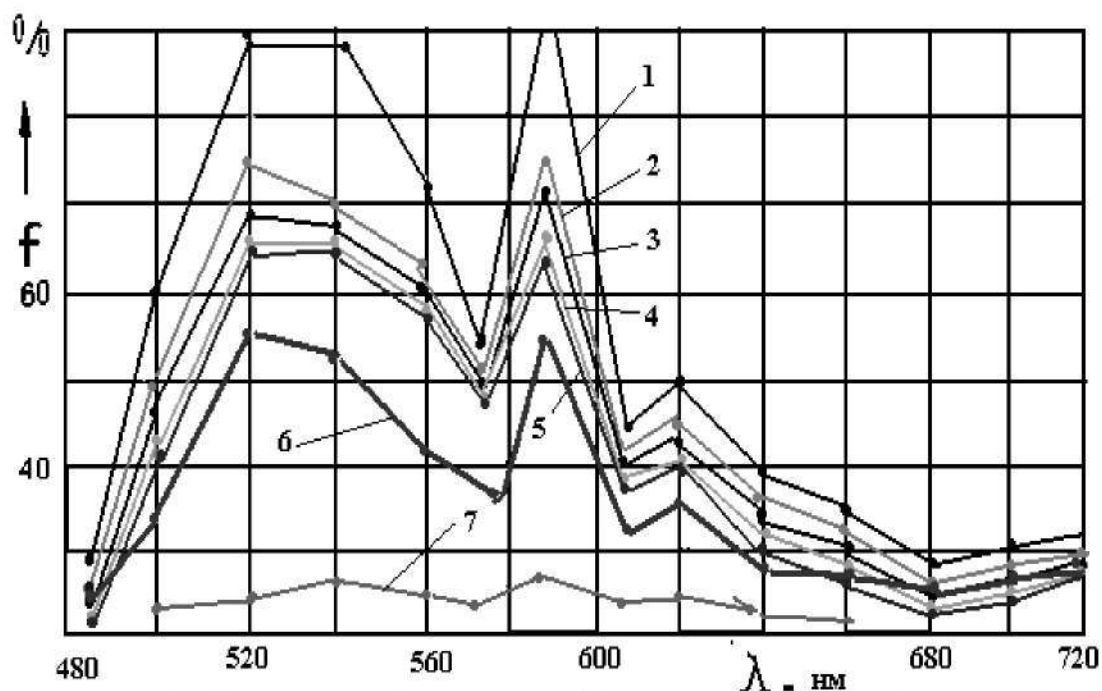


Рис. 3. Спектральні залежності інтенсивності люмінесценції шерсті сільськогосподарських тварин (при збуджуючому випромінюванні 360...440 нм):

1 – щетини білої свині, 4 міс.; 2 – щетини білої свині, 8 міс.; 3 – щетини білої свині, 12 міс.; 4 – теляти, 6 міс.; 5 – щетини білої свині, 2 роки; 6 – корови, 3 роки 7 – чорної щетини хряка, 3,3 років.

Висновки. Узагальнюючий аналіз спектральних кривих показує, що із збільшенням віку тварини підвищується інтенсивність люмінесценції поверхні шкіри. Причиною тому є збільшення товщини рогового прошарку епідермісу з омертвілих клітин, енергія поглиненого випромінювання якими в основному перетворюється у випромінювання люмінесценції і лише частково бере участь у фотохімічних реакціях, що відбуваються в клітинах під дією збудження падаючим випромінюванням.

Література

1. Левшин В.Л. Люминесценция и ее применение / В.Л. Левшин, Л.В. Левшин. - М. : Наука, 1972. - 183 с.

2. Шевель С.С. Действие ОИ на кожно-шерстный покров сельскохозяйственных животных / С.С. Шевель, Л.С. Червинский // Механизмы и оценка эффективности действия оптического излучения на биологические системы. Сб. Тр. АН СССР. - Пушино, 1985. - С.77-85.

3. Посудин Ю.И. Использование биохемиллюминесцентных и флуоресцентных методов в сельском хозяйстве / Ю.И. Посудин, Л.С. Червинский, В.И. Чирко // Биохемиллюминесценция в сельском хозяйстве. Сб. тр. межвуз. конф. - М., 1986. - С. 39-40.

4. Дослідження флуоресцентних характеристик волосяного покриття коня Пржевальського / Ю.І. Посудін, Л.С. Червінський, Н.І. Ясинецька, Т.Л. Жаркіх // Зб. наук. праць НАУ. – К., 1998. - Вип. 4. - С. 2-8.

5. Червінський Л.С. Оптичні характеристики шкіряно-шерстинного покриття тварин / Л.С. Червінський // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Луцького держ. техн. унів. – Луцьк, 2001. – Вип. 9. – С. 120-124.

6. Червінський Л.С. Теоретичне дослідження механізму і шляхів дії енергії оптичного випромінювання на організм тварини / Л.С. Червінський // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. Сб. науч. тр. Керч. мор. технол. ин. – Керчь, 2002. – Вып. 3. – С. 224-230.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОКРОВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Червинский Л.С., Терновик В.А.

Аннотация - приведены результаты и анализ экспериментальных исследований спектров люминесценции покрова сельскохозяйственных животных.

EXPERIMENTAL STUDY OF LUMINESCENCE SPECTRA CLOAK OF FARM ANIMALS

L. Chervinskiy, V. Ternovik

Summary

The results and analysis of experimental researches of spectra secondary irradiation of a cover of agricultural animals are given.

УДК 631:362-36-53

ОБРОБКА ЗЕРНОВОЇ МАСИ ЗЕРНА В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ, ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ХІМІЧНИМ ЗАСОБАМ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ

Берека О.М., д.т.н.,

Усенко С.М., асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 527-87-36

Анотація – представлено установку для знезаражуючої обробки зернових в сильних електричних полях та обґрунтовано її технологічну придатність за продуктивністю.

Ключові слова - сильне електричне поле, озон, зернова маса, установка, продуктивність.

Постановка проблеми. Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що визначає обсяги пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни, зокрема продуктів переробки зерна і продукції тваринництва, формує істотну частку доходів сільськогосподарських виробників, визначає стан і тенденції розвитку сільських територій, формує валютні доходи держави за рахунок експорту. Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту.

Але матеріально-технічне забезпечення зерновиробництва та ефективність праці не відповідають світовим стандартам і потребам галузі. Відсутність достатніх фінансових ресурсів стримує впровадження новітніх технологій, використання високоякісного насіння, обмежує застосування інших ресурсів. Виробництво зерна стає все більш залежним від впливів погодних факторів. Зменшення об'ємів робіт по знезараженню зернової маси призводить до накопичення в ній мікроорганізми, які погіршують її якість.

Збільшення виробництва й підвищення якості продукції рослинництва можливо шляхом зменшення втрат врожаю від фітопатогенної мікрофлори та максимальному використанні потенційних біологічних можливостей насіннєвого матеріалу.

Аналіз останніх досліджень. Мікрофлора зернової маси складається майже повністю з анаеробних мікроорганізмів. Анаеробні мік-

роорганізми, представлені в ній дріжджами, деякими видами мукоорових грибів і бактерій. Близько 85% збудників найбільш небезпечних хвороб злакових культур представлено грибами, з них 80% -токсичні. Особливо швидко зростає зараженість зерна злакових культур грибами, що утворюють токсини *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium* та ін. Ураження цими грибами виводять товарне зерно з категорії продовольчого, а при наявності токсинів, утворених цими грибами більше 5 мг на 1кг воно стає непридатним навіть для кормових цілей [1].

Властивість даних патогенів змінювати біохімічний склад зерна, а також забруднювати його мікотоксинами, створює серйозну проблему для підприємств харчової промисловості. Ситуація ускладнюється тим, що на сьогоднішній день не існує біологічно прийнятних і економічно ефективних способів детоксикації зерна. Під час зберігання (від 3 до 6 міс.) в несприятливих умовах поверхневе зараження зерна грибами може збільшитися в 35 - 40 разів, внутрішнє - в 3 - 4 рази. При цьому різко зростає зараженість комплексом *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*. Це викликає щорічно втрату 2-3 мільйонів тонн зерна і значне зниження біологічної повноцінності ще багатьох партій.

З метою попередження розвитку зернової мікрофлори існують хімічні, біологічні та фізичні методи. На цей час обробка зерна здійснюється переважно хімічними засобами. Але разом з досягненням позитивних результатів, використання хімічних засобів має ряд негативних наслідків, серед яких забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами і їх накопичення як у ґрунті, так і у продукції рослинництва, що створює загрозу для здоров'я людей та тварин, трудомісткість при виконанні робіт [2]. Також існують ряд хвороб, по відношенню до яких хімічні препарати не можуть забезпечити належного ефекту. Це в першу чергу відноситься до фузаріозних хвороб та пліснявих грибів, що розвиваються при зберіганні. Крім того хімічні методи неможливо використовувати при обробці продовольчих партій зерна.

Формулювання мети статті. Метою роботи є технічна реалізація обробки зернової маси в сильних електричних полях, як альтернативі хімічним засобам впливу, а також обґрунтування технологічної придатності установки за показником її продуктивність.

Основна частина. Зважаючи на ці обставини, у передових країнах світу активно розвитку набуває екологічно чисте сільськогосподарське виробництво на основі зменшення використання пестицидів та розробки альтернативних методів обробки рослин. Насамперед, увага приділяється електрофізичним методам, які передбачають обробку насіння електромагнітним, іонізуючим, світловим, ультрафіолето-

вим, лазерним випромінюванням т. ін. Але ці методи не набули промислового використання із за недостатньо чіткої відтворюваності отриманих результатів та низької ефективності у боротьбі зі збудниками хвороб насіння, а деякі є дуже енергоємними.

Для одержання ефективних результатів електрофізична обробка насіння повинна базуватися на двох групах факторів. Вплив на фізичні процеси безпосередньо в насініні, що призводить до біологічного стимулювання та вплив на мікроорганізми, які знаходяться на поверхні насіння, з метою знешкодження їхньої згубної діяльності.

Сильні електричні поля є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одними з напрямків застосування сильних електричних полів є передпосівна обробка насіння, обробка при зберіганні та переробці, вплив на рідини і живильні розчини тощо [3, 4].

Важливого значення для технологічного процесу обробки зернового матеріалу є встановлення, на кафедрі електроприводу та електротехнологій Національного університету біоресурсів і природокористування України, наявності іонізаційних процесів в повітряних включеннях зернової маси, яка розташована між плоскими електродами з підведеною до них високою напругою. Результатом іонізаційних процесів є утворення електросинтезом озону, який відомий своїми бактеріцидними властивостями [5, 6].

Озонування, як метод знезаражування добре вивчено з санітарно – гігієнічної сторони. Він отримав схвалення санітарно – медичних установ всіх передових країн світу (США, Німеччини, Японія, Франція і т. д.) [7].

Озон реагує практично з усіма сполуками, що входять до складу живої клітини і діє на всі мікроорганізми руйнуючи мембрану та окислюючи протоплазму. Важливо зазначити, що після здійснення знезаражуючої дії озон розкладається не залишаючи продуктів розпаду. Праці з впливу озону на мікрофлору зерна свідчать про високу ефективність його дії, але існуючі технічні засоби і способи обробки не забезпечують потрібного ефекту при обробці.

На даному етапі розвитку цих технологій для обробки зернового матеріалу використовуються озонатори. Сучасні озонатори, в яких озон отримують за допомогою електричного розряду в повітрі, складається із генераторів озону, джерела живлення, допоміжного устаткування: системи очищення та сушки повітря, системи охолодження, компресора, системи повітропроводів, вимірювальних пристроїв. При подачі озону від генератора до камери обробки він частково розкладається, що призводить до значних втрат. Крім того такі способи обробки не забезпечують рівномірності контакту озону з продукцією. В ре-

зультаті такі установки мають низький ККД, що перешкоджає їхньому широкому впровадженню.

Встановлення процесу утворення озону у всьому об'ємі зернової маси відкриває нові технологічні можливості для знезаражувальної обробки зерна. Відпадає потреба в окремому озонаторі, як альтернативі хімічним препаратам. На кафедрі електроприводу та електротехнологій НУБіП України розроблено дослідну установку для знезаражуючої обробки зернової маси озonom [8]. Перевагою якої є утворення озону безпосередньо в зерновій масі під дією електричного поля високої напруги.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонований спосіб дозволяє знешкодити близько 85% спор твердої сажки. Слід відзначити, що дослідження проводилися на пшениці із штучним фоном. Концентрація спор сажки становила близько 500 штук на пробу зерна. У природному фоні ця цифра значно менша (близько 10).

Функціональна схема установки представлена на рис. 1.

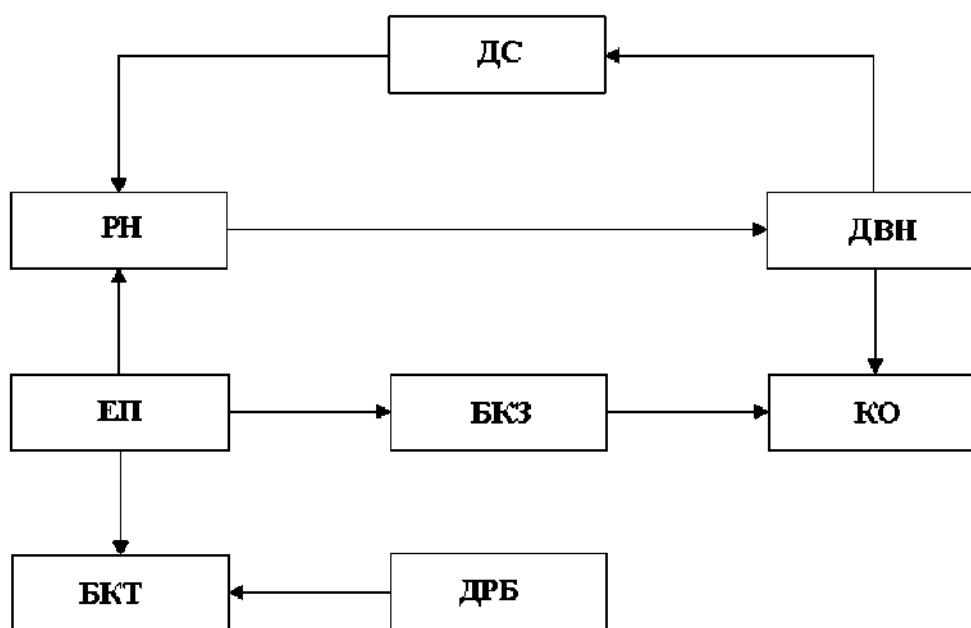


Рис. 1. Функціональна схема установки для знезаражуючої обробки зернових в сильних електричних полях: ЕП – електронний програматор; РН – регулятор напруги; ДВН – джерело високої напруги; ДС – датчик струму; КО – камера обробки; БКЗ – блок керування засувкою; БКТ – блок керування транспортерами; ДРБ – датчики рівня бункерів.

Одним із головних показників технологічної придатності установки є її продуктивність. Розглянемо продуктивність установки для

обробки зернової маси, функціональна схема якої приведена на рис. 1. Її можна визначити за формулою

$$Q = \frac{G}{t}, \quad (1)$$

де Q – продуктивність установки, кг/год;
 G – маса обробленого зерна, кг;
 t – тривалість обробки зернової маси, год.

Масу обробленого зерна визначаємо, враховуючи об'єм зернової маси, пропущеної через установку

$$G = k \cdot \gamma \cdot V, \quad (2)$$

де V – об'єм зернової маси, пропущеної через установку під час обробки, м³;

γ – густина обробленого зерна, кг/м³;

k – коефіцієнт заповнення об'єму зерном.

Об'єм зернової маси, що обробляється, буде залежати від поперечного перерізу камери обробки, швидкості проходження через неї зерна й часу роботи установки при обробці

$$V = v \cdot S \cdot t, \quad (3)$$

де v – швидкість проходження зерна крізь камеру обробки, м/год;

S – площа поперечного перерізу камери обробки, м²;

Площа поперечного перерізу камери обробки знаходиться за виразом

$$S = n \cdot h \cdot l, \quad (4)$$

де n – кількість секцій камери обробки;

h – відстань між електродами, м;

l – ширина електрода, м.

Таким чином, враховуючи приведені вище, продуктивність розробленої установки буде визначатися за виразом

$$Q = k \cdot \gamma \cdot v \cdot S. \quad (5)$$

Побудована графічна залежність за отриманим математичним виразом наведена на рис. 2.

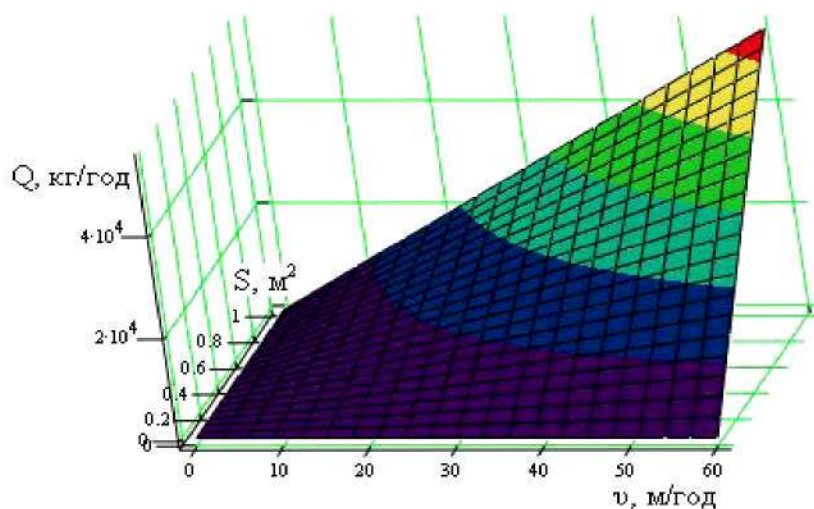


Рис. 2. Продуктивність установки з обробки зернової маси при зміні площі поперечного перетину камери обробки та швидкості руху в ній зерна.

Висновки. Основними складовими, які впливають на продуктивність установки, є швидкість руху зерна й площа поперечного перерізу камери обробки, тобто, чим вони більші, тим більша продуктивність. Ці параметри обмежуються лише потужністю джерела високої напруги, чим більша вихідна високовольтна напруга і допустимий струм, тим більшої продуктивності буде установка.

Література

1. *Кривотин І.П.* Озон в промисловому птицеводстві / *І.П. Кривотин*. - М. : Росагропромиздат, 1988. - 176 с.
2. *Кобець М.І.* Органічне землеробство в контексті сталого розвитку / *М.І. Кобець* // Актуальні питання аграрної політики : Зб. робіт 2003–2004 рр. – К., 2004. – С. 108–131.
3. *Бадретдинов Б.Ф.* Електротехнологія і урожайність сільськогосподарських культур / *Б.Ф. Бадретдинов, А.А. Тюр, Я.М. Каюмов* // Електрифікація сільського господарства. – Уфа : БГАУ, 2000. – Вип. 2. – С. 90-92.
4. *Берека О.М.* Пророщування пивоварного ячменю в електростатичному полі високої напруги / *Берека О.М., Л.С. Червінський, М.П. Салата* // Електрифікація та автоматизація сільського господарства : науково – виробничий журнал. – К. : НАУ, 2003. - № 2. – С. 9-12.
5. *Бородин І. Ф.* Развитие електротехнологии в сельском хозяйстве / *И.Ф. Бородин* // Механізація і електрифікація сільського господарства. – М. : Колос, 1983. – № 6. – С. 27-31.

6. Александрова Н. Е. Действие озона на плесени хранения зерна / Н. Е. Александрова, Н.Е. Андропова, О.И. Плясухина, А.В. Алексеева // Биохимия и качество зерна. – М. : ВНИИЗ, 1983. - Вып. 103. – С. 35–40.

7. Анализ динамики работ в области разработки технологий и оборудование озонирование / А. М. Пугин // Межвузовський научний збірник. Труды Башкирского государственного аграрного университета электрификации сельського хозяйства. – Уфа, 2000. -Вып. 2. – С. 44–49.

8. Пат. 84978 Україна МПК А 23 L 3/32, А 01 F 25/00. Пристрій для обробки продукції при зберіганні / Берека О. М., Червінський Л. С., Салата М. П., Усенко С. М. (Україна). – №. а 2007 03860 ; заявл. 06.04.2007 ; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23. – 4 с.

ОБРАБОТКА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ ЗЕРНА В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБАМ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

Берека О.М., Усенко С.М.

Анотация – представлено установку для обеззараживающей обработки зерновых в сильных электрических полях и обосновано ее технологическую пригодность по продуктивности.

TREATMENT OF CORN MASS OF GRAIN IS IN THE STRONG ELECTRIC FIELDS, AS ALTERNATIVE TO CHEMICAL FACILITIES OF DISINFESTATION

O. Bereka, S. Ysenko

Summery

A fluidizer is presented disinfecting treatments grain-growing in the strong electric fields and grounded it technological fitness after the productivity.

УДК 621.316.937

МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Судник Ю.А., д.т.н.,

Хорчин Д.А., инженер,

Хорчина Ю.А., инженер

Московский государственный агроинженерный университет

им. В.П. Горячкина

Тел. (499) 977-66-14

Аннотация – разработано устройство защитного отключения позволяющее обеспечить электро-пожаробезопасность для потребителей постоянного тока.

Ключевые слова – устройство защитного отключения, электро-пожаробезопасность, постоянный ток.

Постановка проблемы. В современном электрооборудовании систем управления технологическими процессами имеется значительное количество силовых цепей постоянного тока, небезопасных для жизни человека. В настоящее время в РФ ограничен выпуск УЗО (для силовых цепей постоянного тока), обеспечивающих электро-пожаробезопасность.

Анализ последних исследований. Недостатком таких устройств является невозможность обеспечения электро-пожаробезопасности (защиты электрооборудования от утечек постоянного тока и человека от поражения электрическим током) для потребителей постоянного тока.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является описание разработки оригинального устройства, исключающего вышеизложенные недостатки.

Основная часть. Функциональная схема предлагаемого устройства приведена на рис.1. Оно содержит импульсный автогенератор, выполненный на транзисторах VT1 и VT2, нагруженных на импульсный трансформатор специальной конструкции. Последний состоит из двух ферритовых колец 1 и 2, имеющих как общие обмотки, так и обмотки, намотанные на каждом кольце отдельно. Общими для трансформатора являются обмотки автогенератора $W_{к1}$ и $W_{к2}$, а также обмотка выходного частотного сигнала $W_{вых}$. На каждое ферритовое кольцо намотаны и имеют равное количество витков корректирующие обмотки $W_{кор1}$ и $W_{кор2}$, а также обмотки (выполненные сдвоенным проводом) силовой цепи $W_{с1}$ и $W_{с2}$.

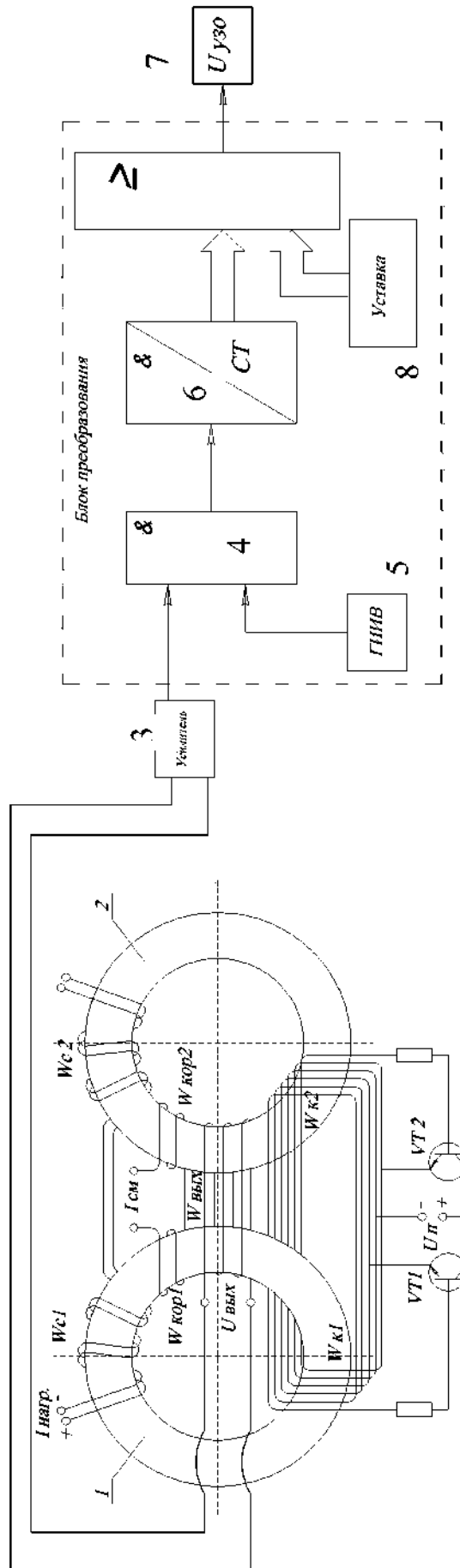


Рис. 1. Функциональная схема: 1; 2 - ферритовые кольца; 3 – усилитель; 4 - логическая схема совпадения «И»; 5- генератор измерительных интервалов времени ГИИВ; 6 - счетчик импульсов; 7 - цифровой компаратор; 8 – уставка порога срабатывания компаратора.

Последовательность импульсов f_{ω} с выхода датчика тока поступает через усилитель на один вход логической схемы совпадения «И» 4. На другой вход этой схемы поступают импульсы опорной длительности $T_{из}$, вырабатываемые генератором измерительных интервалов времени ГИИВ 5.

Подсчет импульсов осуществляется счетчиком 6. В свою очередь число зарегистрированных импульсов $N_{ум}$ на выходе счетчика 6 формируется в двоичном коде $D^{N_{ум}}$. Двоичный код числа $D^{N_{ум}}$ с выхода счетчика 6 подключен к одному из входов цифрового компаратора 7, на втором входе которого устанавливается в двоичном коде число $D^{N_{пор}}$, значение которого соответствует порогу срабатывания компаратора 8.

Выводы. Таким образом, в момент совпадения кодов $D^{N_{ум}}$ и $D^{N_{пор}}$ на выходе компаратора 7 появляется логическая «1», в результате чего формируется сигнал «И» УЗО, который соответствует состоянию срабатывания защиты и которым мгновенно отключается и снимается опасное для жизни человека поражающее напряжение в силовой цепи.

Литература

1. *Шавров А.В.* Многокритериальное управление в условиях статистической неопределенности / *А.В. Шавров, В.В. Солдатов.* – М. : Машиностроение, 1990. – 174 с.

МОДЕЛЬ ПЗВ ДЛЯ СИЛОВИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Суднік Ю.А., Хорчін Д.А., Хорчіна Ю.А.

Анотація - розроблено пристрій захисного відключення, який дозволяє забезпечити електро-пожежобезпеку для споживачів постійного струму.

MODEL OF THE DEVICE OF PROTECTIVE SWITCHING-OFF FOR POWER CHAINS OF THE DIRECT CURRENT

Y. Sudnik, D. Horchin, Y. Horchina

Summary

Developed the device to allow a circuit breaker electrical fire safety for consumers DC.

УДК 621.316.79

МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

Солдатов В.В., д.т.н.,

Берлянский А.В., д.т.н.

*Московский государственный агроинженерный университет**им. В.П. Горячкина*

Тел. (926) 334-89-76

Аннотация – предложен метод расчета параметров настройки ПИД-регулятора, позволяющий добиться оптимальных параметров устойчивости системы.

Ключевые слова – ПИД-регулятор, робастный метод, устойчивость системы.

Постановка проблемы. Задачу управления технологическими объектами нередко приходится решать в условиях информационной неопределенности относительно статистических характеристик действующих на объект возмущений. Поэтому для эффективного управления рассматриваемым объектом целесообразно использовать робастные методы, обеспечивающие высокое качество управления при возможных изменениях статистических характеристик возмущений в весьма широких пределах [1,2].

Отметим, что название «робастный» происходит от английского слова *robust*, имеющего значения: сильный, крепкий, грубый.

Анализ последних исследований. На практике среди типовых регуляторов широкое распространение получили ПИД-регуляторы с передаточной функцией

$$W_{\text{ПИД}}(s) = K_p T_D s + K_p + \frac{K_p}{T_I s}, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент передачи регулятора; T_I и T_D – постоянные времени интегрирования и дифференцирования соответственно; s – комплексная переменная. Для односвязных систем с ПИД-регуляторами робастность системы управления достигается при вы-

боре значений параметров настройки данных регуляторов, обеспечивающих выполнение требования [1].

$$K_p/T_I = \max, \quad (2)$$

с учетом следующих ограничений на расположение полюсов передаточных функций замкнутой системы:

$$m = \min | \operatorname{Re} s_k / \operatorname{Im} s_k | \geq m_{\Pi}; \quad (3)$$

$$k = \overline{1, n_d},$$

$$\eta = \min (-\operatorname{Re} s_k) > 0, \quad (4)$$

$$k = \overline{1, n},$$

где m и m_{Π} – соответственно величина относительного демпфирования свободного движения замкнутой системы и ее предельно допустимое значение; η – величина абсолютного демпфирования свободного движения замкнутой системы; s_k – полюс передаточной функции замкнутой системы; n_d – число доминирующих полюсов, т.е. полюсов ближайших к мнимой оси, а n – общее число полюсов.

Отметим, что выполнение ограничений (3) и (4) позволяет обеспечить соответственно желаемую колебательность замкнутой системы и ее устойчивость, причем при расчетах параметров настройки регуляторов значение величины m_{Π} задается априорно, так чтобы обеспечить желаемую колебательность системы.

Доказано [1], что в системах с ПИД-регулятором выполнение требования (2) при ограничениях (3) и (4) обеспечивается при следующем расположении доминирующих полюсов

$$s_{1,3} = -\eta(1 + i/m_{\Pi}); s_{2,4} = -\eta(1 - i/m_{\Pi}). \quad (5)$$

Формулирование цели статьи. Рассмотрим объект с передаточной функцией канала управления технологическим параметром $y(t)$ (t – переменная времени) следующего вида

$$W_{об}(s) = K_{об} \frac{e^{-\tau s}}{(1+T_1s)(1+T_2s)}, \quad (6)$$

где $\tau = 3 \text{ с}$; $T_1 = 15 \text{ с}$; $T_2 = 20 \text{ с}$; $K_{об} = 1,5$. (7)

Основная часть. Значение величины m_{Π} зададим равенством

$$m_{\Pi} = 1,5. \quad (8)$$

Характеристическое уравнение замкнутой системы (1), (6) и (7) принимает вид

$$se^{\tau s}(1+T_1s)(1+T_2s) + K_{об}K_pT_Ds^2 + K_{об}K_p s + K_{об}\frac{K_p}{T_I} = 0. \quad (9)$$

Решив уравнение (9) с учетом равенств (7) и (8), а также требований (5) получим

$$K_p = 6,3986; \quad T_D = 5,3710 \text{ с}; \quad T_I = 17,1679 \text{ с}. \quad (10)$$

Определим динамические характеристики замкнутой системы (1), (6), (7) и (10).

Колебательность системы определяется амплитудно–частотной характеристикой (АЧХ) $A_{y_{зд}y}(\omega)$ канала передачи сигналов $y_{зд}(t) \rightarrow y(t)$, где $y_{зд}(t)$ – сигнал задания.

Поскольку передаточная функция данного канала имеет вид

$$W_{y_{зд}y}(s) = \frac{W_{об}(s)W_{пид}(s)}{1 + W_{об}(s)W_{пид}(s)}, \quad (11)$$

то искомая АЧХ задается выражением

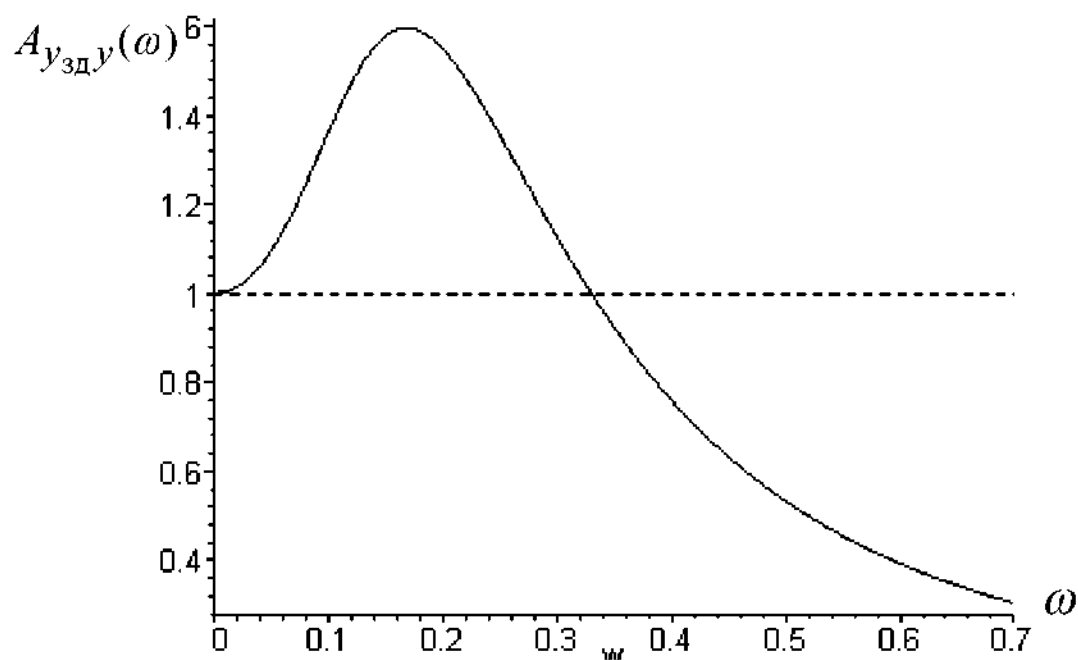
$$A_{y_{зд}y}(\omega) = |W_{y_{зд}y}(i\omega)|, \quad (12)$$

а ее график представлен на рис 1.

Фильтрующие свойства системы определяются АЧХ $A_{y_{зд}\varepsilon}(\omega)$, отвечающей каналу передачи сигналов $y_{зд}(t) \rightarrow \varepsilon(t)$, где $\varepsilon(t)$ – сигнал ошибки управления.

Поскольку передаточная функция данного канала имеет вид

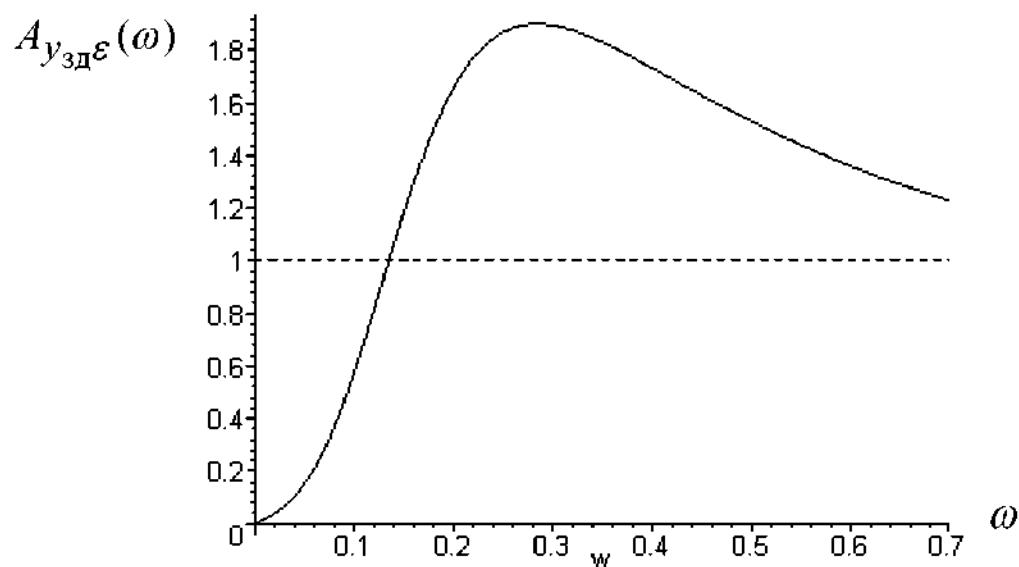
$$W_{y_{3d}\varepsilon}(s) = \frac{1}{1 + W_{об}(s)W_{пид}(s)}, \quad (13)$$

Рис.1. График зависимости $A_{y_{3d}y}(\omega)$.

то искомая АЧХ задается выражением

$$A_{y_{3d}\varepsilon}(\omega) = |W_{y_{3d}\varepsilon}(i\omega)|, \quad (14)$$

а ее график представлен на рис 2.

Рис. 2. График зависимости $A_{y_{3d}y}(\omega)$.

Для анализа устойчивости замкнутой системы воспользуемся критерием Найквиста. С этой целью построим годограф комплексной частотной характеристики (КЧХ) разомкнутой системы. Поскольку ее передаточная функция определяется выражением

$$W_{pc}(s) = W_{об}(s)W_{пид}(s), \quad (15)$$

то соответствующая КЧХ задается равенством

$$W_{pc}(i\omega) = W_{об}(i\omega)W_{пид}(i\omega). \quad (16)$$

Обозначив

$$R(\omega) = \text{Re} [W_{об}(i\omega)W_{пид}(i\omega)]; \quad (17)$$

$$I(\omega) = \text{Im} [W_{об}(i\omega)W_{пид}(i\omega)], \quad (18)$$

построим годограф КЧХ, вид которого представлен на рис. 3.

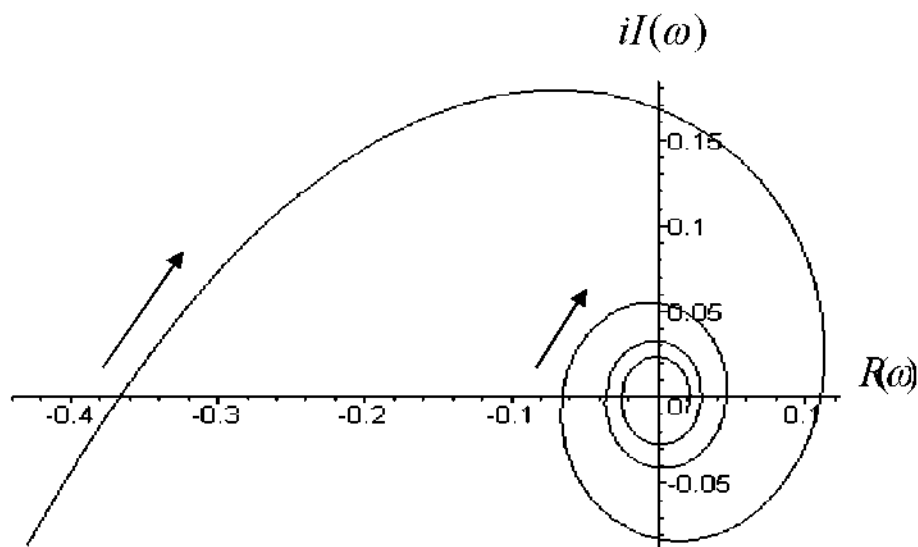


Рис. 3. Зависимость $iI(\omega)$ от $R(\omega)$.

Поскольку годограф на рис. 3 не охватывает точку с координатами $(-1, i0)$, то замкнутая система устойчива.

Качество переходных процессов в системе при действии по каналу задания единичного ступенчатого возмущения иллюстрируется рис. 4.

Как видно из данного рисунка система хорошо демпфирована, т.к. переходный процесс совершает всего одно колебание.

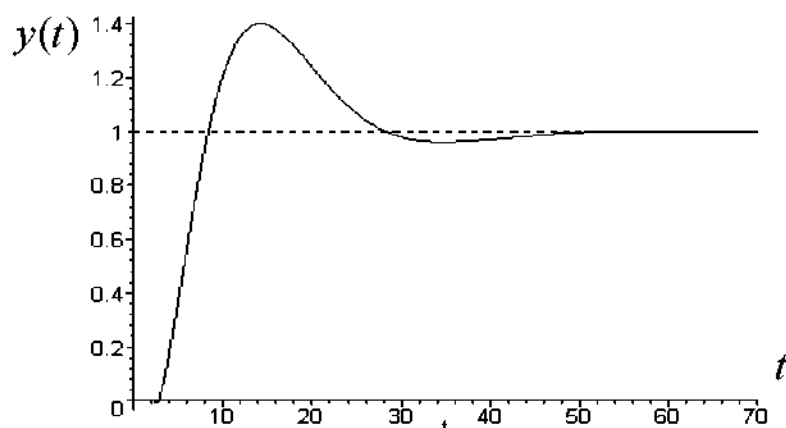


Рис. 4. Зависимость $y(t)$.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ показал, что использованный метод расчета параметров настройки ПИД-регулятора позволяет добиться устойчивости системы и обеспечивает ее требуемую колебательность и хорошие фильтрующие свойства.

Литература

1. Шавров А.В. Многокритериальное управление в условиях статистической неопределенности / А.В. Шавров, В.В. Солдатов. – М. : Машиностроение, 1990. – 174 с.

2. Солдатов В.В. Методы робастного и адаптивного управления технологическими процессами / В.В. Солдатов, В.П. Борцов // Труды Международной научной конференции «Control – 2003». – М. : Издательство МЭИ, 2003. – С. 21-28.

МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ НАЛАГОДЖЕННЯ РЕГУЛЯТОРІВ

Солдатов В.В., Берлянський А.В.

Анотація - запропоновано метод розрахунку параметрів настройки ПИД-регулятора, що дозволяє домогтися оптимальних параметрів стійкості системи.

MODEL OF CALCULATION OF PARAMETERS OF ADJUSTMENT REGULATORS

V. Soldatov, A. Berlyanskiy

Summary

A method for calculating the parameters of the PID controller settings, allowing for the optimal parameters of system stability.

УДК 631.171:681.2.088

МАГНІТНА ОБРОБКА КАРТОПЛІ

Синявський О.Ю., к. т. н.,

Савченко В.В., асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (063) 566-96-28

Анотація – В статті проаналізована дія магнітного поля на фізико-хімічні процеси, які протікають у бульбї картоплі. Обґрунтована методика визначення ефекту магнітної обробки картоплі за зміною потенціалу електродів 2-го роду. Наведені результати досліджень зміни рН та окислювально-відновного потенціалу картоплі при магнітній обробці та обґрунтовані оптимальні параметри обробки.

Ключові слова - магнітна обробка, рН, окислювально-відновний потенціал, біопотенціал картоплі, невизначеність вимірювань, магнітна індукція, знаковміне магнітне поле.

Постановка проблеми. Застосування електротехнологій у рослинництві дає можливість на 15-20 % підвищити урожайність сільськогосподарських культур і на 17-20 % знизити втрати при зберіганні сільськогосподарської продукції.

Для підвищення ефективності вирощування картоплі необхідно впроваджувати енерго- та ресурсозберігаючі технології, серед яких однією з перспективних є магнітна обробка картоплі.

Впровадження технології магнітної стимуляції картоплі зумовлює створення електротехнічного комплексу, вибір параметрів обробки, які сприяють підвищенню урожайності і зменшенню втрат картоплі при зберіганні, що є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Нині в технологіях передпосадкової обробки картоплі найчастіше застосовується її прогрівання або пророщування на світлі. Проте в останні роки для стимуляції картоплі почали застосовувати різноманітні електрофізичні методи, серед яких найперспективнішим є магнітна обробка картоплі.

Проведені дослідження показали позитивний вплив магнітного поля на урожайність, ріст і розвиток картоплі. Встановлено, що при магнітній обробці насінневих бульб урожайність підвищується на 18 –

20 %, зменшується захворюваність рослин різноманітними хворобами, а втрати при зберіганні знижуються з 25 – 30 % до 4 – 5 %.

Проте не був встановлений механізм дії магнітного поля на бульбу картоплі, не визначений оптимальний режим обробки і конструктивні параметри відповідного обладнання.

Формулювання мети статті. Метою даної роботи є визначення впливу магнітного поля на фізико-хімічні процеси, які відбуваються у бульбі картоплі.

Основана частина. У бульбі картоплі протікають різноманітні хімічні та біохімічні реакції. При обробці речовин в магнітному полі зміна концентрації продуктів реакції прямо пропорційна коефіцієнту швидкості, який згідно з рівнянням Вант-Гоффа-Арреніуса визначається за формулою [1]

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \quad (1)$$

де k_0 – передекспоненціальний множник; E_a – енергія активації; R – універсальна газова стала; T – температура.

Звідси

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{2,3 \cdot E_a}{RT}. \quad (2)$$

Стимуляція картоплі відбувається при зростанні швидкості хімічних реакцій, що протікають у бульбі, тобто коли зростає коефіцієнт швидкості. Як впливає із рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса, це можна здійснити або за рахунок підвищення температури, або зниженням енергії активації, впливаючи на неї магнітним полем.

Для визначення ефекту магнітної стимуляції необхідно мати методику інструментального визначення дози обробки, бо застосовувані нині методи її визначення за урожайністю або біометричними показниками в значній мірі залежать від кліматичних факторів, родючості ґрунтів, застосовуваної технології вирощування тощо [2].

Проведені дослідження показали, що найдоцільніше використовувати потенціометричні методи вимірювання. Застосування електродів 2-го роду дає можливість встановити зміну енергії активації при магнітній обробці речовин. Зміна потенціалу електрода визначається за рівнянням Нернста

$$\Delta\phi = S_t(\lg f \cdot C_2 - \lg f \cdot C_1) = S_t(\lg C_2 - \lg C_1), \quad (3)$$

де S_t – крутість електродної характеристики; f – коефіцієнт активності, C_1 – концентрація іонів до магнітної обробки; C_2 – концентрація іонів після магнітної обробки.

Крутість електродної характеристики визначається за рівнянням

$$S_t = 2,3 \cdot \frac{R \cdot T}{z \cdot F}, \quad (4)$$

де R – універсальна газова стала; T – температура розчину; z – заряд іона; F – число Фарадея.

Оскільки при магнітній обробці речовин концентрації іонів пропорційні коефіцієнту швидкості реакції, то різниця логарифмів концентрації іонів визначаються виразом

$$\lg C_2 - \lg C_1 = \lg k_2 - \lg k_1, \quad (5)$$

де k_1 – коефіцієнт швидкості хімічної реакції до магнітної обробки; k_2 – коефіцієнт швидкості хімічної реакції після магнітної обробки.

Тоді з урахуванням (2) і (4) можна записати

$$\Delta\varphi = 2,3^2 \cdot \frac{\Delta E_a}{z \cdot F} = A \cdot \Delta E_a, \quad (6)$$

де ΔE_a – зміна енергії активації.

Оскільки більшість хімічних реакцій, які відбуваються у бульбах картоплі, є окислювально-відновними, то оцінювати зміну енергії активації доцільно за зміною окислювально-відновних потенціалів (ОВП) або біопотенціалів (БП)

$$\Delta OVP = \Delta BP = A \cdot \Delta E_a. \quad (7)$$

Визначити ефект магнітної обробки картоплі можна також за зміною рН. Зміна рН визначається виразом

$$\Delta pH = \lg f \cdot C_{H_2^+} - \lg f \cdot C_{H_1^+}, \quad (8)$$

де C_H – концентрація іонів водню.

Тоді з урахуванням (2) і (5) можна записати

$$\Delta pH = 2,3 \frac{E_{a1} - E_{a2}}{RT} = 2,3 \frac{\Delta E_a}{RT}. \quad (9)$$

Окислювально-відновний потенціал або рН вимірюють рН-метром-мільвольтметром або іономіром. Для вимірювання ОВП або біопотенціалу в картоплі скляною паличкою роблять отвір глибиною 10 мм, де розміщують допоміжний електрод, а платиновий вимірювальний електрод встромлюють у картоплю і приладом вимірюють різницю потенціалів вимірювального і допоміжного електродів. Для вимірювання рН у картоплі роблять отвір, діаметром 10 і глибиною 10–15 мм, для скляного вимірювального електрода і скляною паличкою отвір для допоміжного електрода. Потім приладом вимірюють величину рН.

Визначають різницю рН та ОВП (біопотенціалу) картоплі до магнітної обробки і після неї та порівнюють із значенням розширеної невизначеності вимірювань відповідних величин [3]. Якщо зміна ОВП при обробці перевищує 2 мВ, а рН – 0,03 одиниці, то можна стверджувати про вплив магнітної обробки на процеси, які відбуваються у картоплі.

При теоретичних дослідженнях процесів, які відбуваються у бульбі картоплі, скористаємося теорією зіткнень [1].

Розглянемо пару сферичних часток з радіусами r_1 і r_2 , які рухаються зі швидкостями v_1 і v_2 (рис. 1,а).

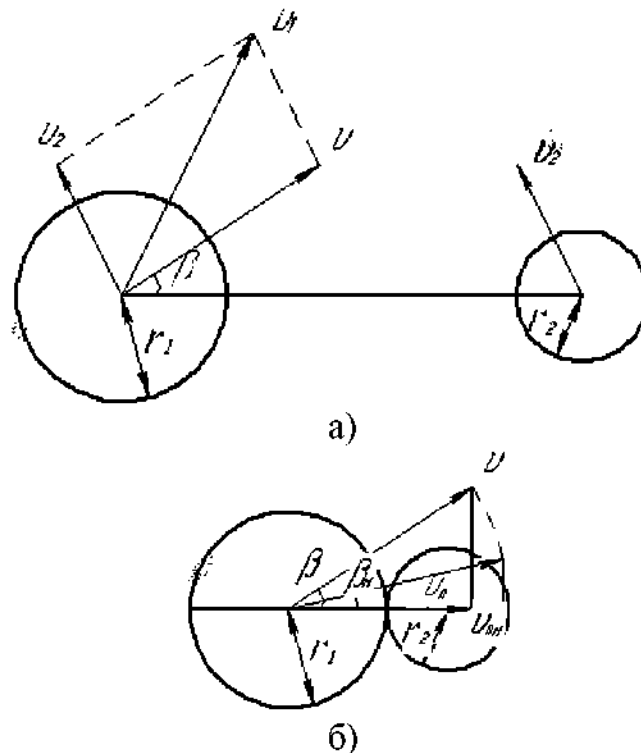


Рис. 1. Схема руху іонів (а) та діаграма зіткнень (б).

Вектор відносної швидкості становить

$$\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \quad (10)$$

В момент співударяння центри часток будуть знаходитися на відстані $r_1 + r_2$ (рис. 2.1, б), а центр 1-ої частки – на поверхні зовнішньої сфери радіуса $r_1 + r_2$ [1].

Дослідні дані з визначення констант швидкості реакції показують, що хімічні наслідки зіткнень залежать від кінетичної енергії відносного руху вздовж лінії центрів, тобто вона визначається нормальною складовою швидкості v_n , а тангенціальна складова не істотна при активації [1]

$$E_a = \frac{\mu v_n^2}{2}, \quad (11)$$

де μ – зведена маса часток.

Нормальна складова швидкості визначається як

$$v_n = v \cdot \cos \beta, \quad (12)$$

При потраплянні іона в магнітне поле на неї діє сила Лоренца [4]

$$F = q \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha, \quad (13)$$

де q – заряд іона; B – магнітна індукція; v – швидкість руху іона; α – кут між напрямом поля і рухом іона.

Сила Лоренца – це відцентрова сила, яка змінює тільки напрям руху іона, і не змінює його кінетичну енергію та швидкість за модулем, внаслідок чого іон рухається колом радіуса r

$$F = \frac{mv^2}{r}. \quad (14)$$

При магнітній обробці речовин внаслідок дії сили Лоренца змінюється нормальна складова швидкості іона (рис. 1,б)

$$\Delta v_n = v_{nm} - v_n, \quad (15)$$

де v_{nm} – нормальна складова швидкості іона при магнітній обробці

$$v_{nm} = v \cdot \cos \beta_m, \quad (16)$$

де β_m – кут між вектором швидкості і лінією, яка з'єднує центри часток, при магнітній обробці.

Тоді зміна нормальної складової швидкості іона становитиме

$$\Delta v_n = v \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta). \quad (17)$$

Із виразів (13) і (14) отримаємо вираз для визначення швидкості іона через параметри магнітного поля при $\alpha=0$

$$v = r \cdot q \cdot B / m. \quad (18)$$

Тоді приріст нормальної складової швидкості іона визначатиметься за формулою

$$\Delta v_n = r \cdot q \cdot B \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta) / m. \quad (19)$$

Як випливає з виразу (19), зміна нормальної складової швидкості іона залежить від магнітної індукції, виду іонів (їх маси і заряду) та кількості перемагнічувань, бо при реверсі змінюється орієнтація іонів (відповідно кут β_m).

При обробці картоплі у магнітному полі із заданим числом перемагнічувань зміна нормальної складової швидкості іона

$$\Delta v_n = K \cdot B, \quad (20)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від виду іонів та числа перемагнічувань.

Внаслідок зміни нормальної складової швидкості іонів зміниться кінетична енергія відносного руху часток вздовж лінії центрів

$$\Delta E_n = E_{nm} - E_n = \frac{\mu(v_n + \Delta v_{nm})^2}{2} - \frac{\mu \cdot v_n^2}{2}, \quad (21)$$

або

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot \Delta v_{nm}^2}{2} + \mu \cdot v_n \cdot \Delta v_{nm}. \quad (22)$$

Із урахуванням (20) вираз (22) прийме вигляд

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B. \quad (23)$$

Таким чином, зміна кінетичної енергії, відповідно, і коефіцієнта швидкості хімічної реакції при магнітній обробці картоплі залежить від величини магнітної індукції і нормальної складової кутової швидкості іонів. Оскільки зміна потенціалу електрода другого роду прямо пропорційна зміні кінетичної енергії, то зміна ОВП або біопотенціалу становитиме

$$\Delta OVP = \Delta BP = A \cdot \left(\frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B \right). \quad (24)$$

При незмінній швидкості руху картоплі можна записати

$$\Delta OVP = \Delta BP = A_1 \cdot B^2 + A_2 \cdot B, \quad (25)$$

де A_1 і A_2 – коефіцієнти.

З урахуванням (9) зміна рН при магнітній обробці картоплі

$$\Delta pH = \frac{2,3}{RT} \cdot \left(\frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B \right). \quad (26)$$

При незмінній швидкості руху картоплі зміна рН визначатиметься виразом

$$\Delta pH = A_3 \cdot B^2 + A_4 \cdot B, \quad (27)$$

де A_3 і A_4 – коефіцієнти.

Коефіцієнти, які входять у рівняння (25) і (27) аналітично визначити не можливо. Їх визначили на основі експериментальних даних.

Експериментальні дослідження виконувалися на експериментальній установці з електромагнітами. Знакозмінне магнітне поле створювалося чотирма індукторами, увімкненими зустрічно. Магнітну індукцію у повітряному зазорі індуктора регулювали у межах 0 – 45 мТл шляхом зміни напруги постійного струму, прикладеної до котушок індуктора. Швидкість руху картоплі через індуктори становила у середньому 1,0 м/с. При цьому вимірювали зміну рН і окислювально-відновного потенціалу картоплі.

Залежність зміни ОВП картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції показана на рис. 2. При зростанні магнітної індукції до

оптимального для процесу обробки значення 30 мТл ОВП картоплі знижується, а потім починає зростати. Ця залежність описується рівнянням

$$\Delta OBP = 0,0272B^2 - 2,1362B. \quad (28)$$

Залежність зміни рН картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції показана на рис. 3. При зростанні магнітної індукції до 30 мТл значення рН картоплі зростає, а потім починає зменшуватися. Залежність зміни рН від магнітної індукції описується рівнянням

$$\Delta pH = -0,0001B^2 + 0,0087B. \quad (29)$$

На кривих 2 і 3 (див. рис. 2 і 3) показані зміни відповідно ОВП і рН картоплі, виміряні через два тижні і місяць після магнітної обробки. Як випливає із представлених залежностей, ефект магнітної обробки картоплі зберігається не менше місяця після обробки.

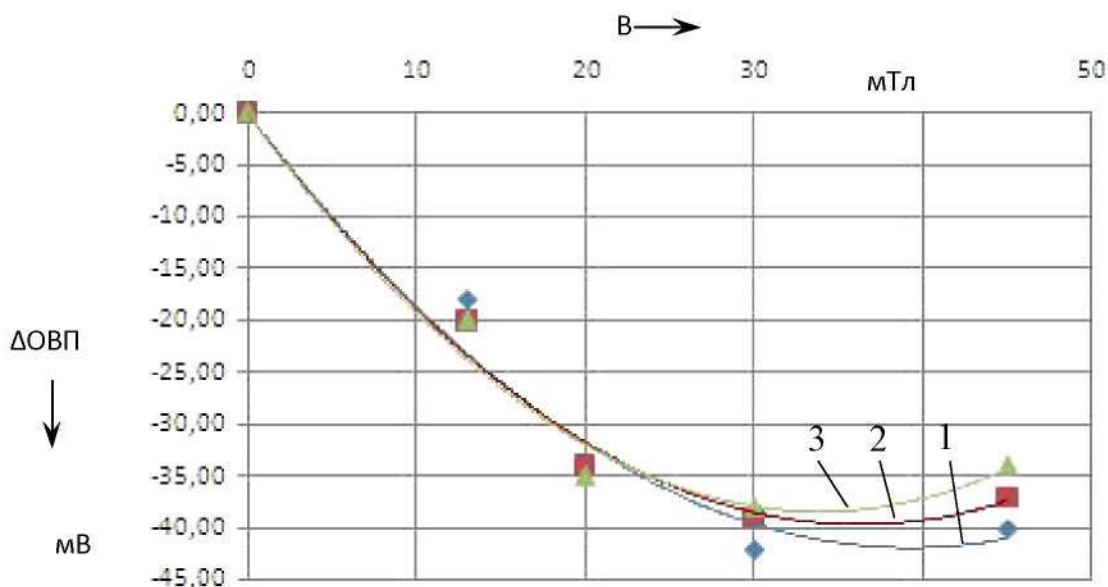


Рис. 2. Залежність зміни ОВП від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі:

1 – в день обробки; 2 – через 2 тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки.

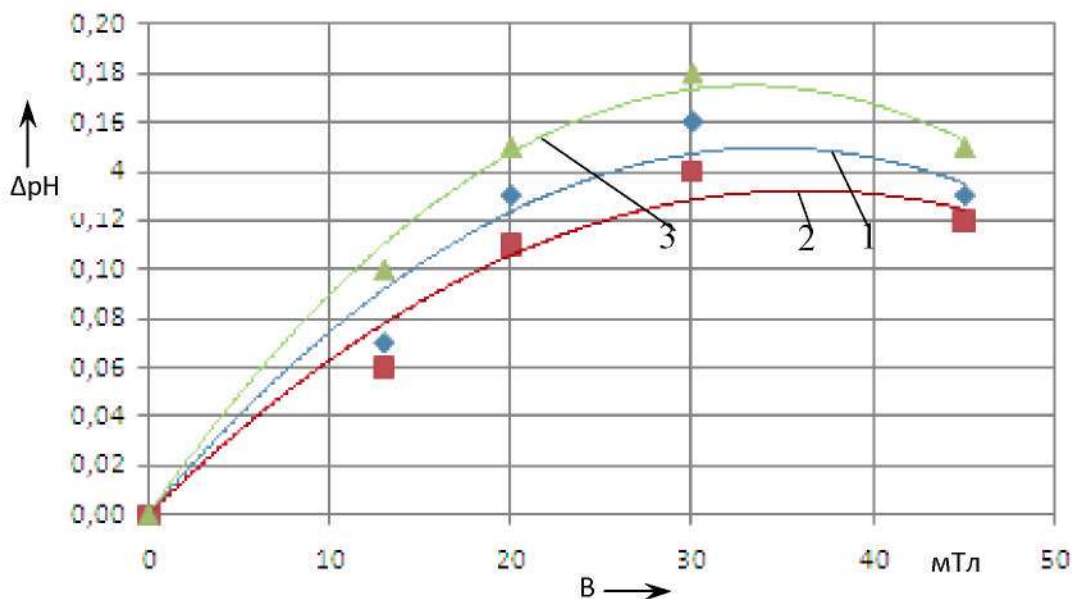


Рис. 2. Залежність зміни рН від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі:

1 – в день обробки; 2 – через 2 тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки.

Висновки. При магнітній обробці картоплі зростає швидкість хімічних реакцій внаслідок зменшення енергії активації.

Встановлено, що визначити ефект магнітної обробки картоплі можна електродами 2-го роду, зміна потенціалу яких пропорційна зміні енергії активації. Ефект магнітної обробки має місце тоді, коли зміна ОВП і рН при обробці перевищує невизначеності їх вимірювання, які відповідно складають 2 мВ і 0,03 одиниці.

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження впливу параметрів процесу обробки картоплі в магнітному полі показали, що зміна ОВП, біопотенціалу та рН картоплі залежать від квадрату магнітної індукції, швидкості руху бульби та кількості перемагнічувань. Встановлені оптимальні режими магнітної обробки картоплі: магнітна індукція у центрі повітряного зазору 30 мТл, чотирикратне перемагнічування при швидкості руху транспортера 1 м/с.

Література

1. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Б.П. Никольский, Н.А. Смирнова, М.Ю. Панов [и др.] ; под ред. акад. Б.П. Никольского. – Л. : Химия, 1987. – 880 с.

2. Проектирование комплексной электрификации / Л.Г. Прищеп, А.П. Якименко, Л.В. Шаповалов [и др.] ; под ред. Л.Г. Прищеп. – М. : Колос, 1983. – 271 с.

3. Савченко В.В. Визначення ефекту електромагнітної обробки картоплі / В.В. Савченко // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. – К. : 2010. – Вип. 153. – С. 138-144.

4. Классен В.И. Омагничивание водных систем / В.И. Классен. – 2-е изд. – М. : Химия, 1982. – 296 с.

МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ

Синявский О.Ю., Савченко В.В.

Аннотация - проанализировано действие магнитного поля на физико-химические процессы, которые протекают в клубне картофеля. Обоснована методика определения эффекта магнитной обработки картофеля за изменением потенциала электродов 2-го рода. Приведены результаты исследований изменения рН и окислительно-восстановительного потенциала картофеля при магнитной обработке и обоснованы оптимальные параметры обработки.

MAGNETIC PROCESSING POTATOES

O. Synyavskyy, V. Savchenko

Summary

Operating of the electromagnetic field is analysed on physical and chemical processes which flow in the tuber of potato. The methods of determination of effect of magnetic treatment of potato are reasonable after the change of potential of electrodes of 2th family. Results over of researches of change of pH and redox of potato are brought at magnetic treatment and the optimal parameters of treatment are reasonable.

УДК 621.313.333.621.3072.6

РЕГУЛЮВАННЯ ДІЮЧОГО ЗНАЧЕННЯ НАПРУГИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ ПРИ МІНІМАЛЬНИХ ВТРАТАХ ЕНЕРГІЇ

Чапний М.В., к.т.н.,

Решетюк В.М., к.т.н.,

Синявський М.В., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 527-83-82

Анотація - запропоновано пристрій і обґрунтовано режими роботи регулятора потужності, який не створює інтергармонік і вищих гармонічних складових у діапазоні від 2-ої до 40-ої.

Ключові слова – регулятор потужності, гармоніки, втрати енергії.

Постановка проблеми. Відомо ряд регуляторів потужності, що використовують імпульсний, фазовий, імпульсно-фазовий чи амплітудно-фазовий методи управління комутуючими елементами (КЕ). В якості КЕ використовуються тиристри та транзистори. Переважна кількість регуляторів потужності, що зібрані на тиристорах або симісторах, володіють рядом суттєвих недоліків, які обмежують можливості їх використання [1], оскільки вносять електромагнітні перешкоди в електричну мережу, і, як наслідок, ведуть до недопустимих відхилень якості електричної енергії від показників, встановлених ГОСТ 13109-97.

Аналіз останніх досліджень. Відомий регулятор потужності [2] зібраний на формувачі прямокутних імпульсів, форма яких близька до меандру. Фронти і спади цих імпульсів співпадають в часі з моментами переходу напруги мережі через нуль.

Формулювання мети статті. Для якісного забезпечення електроенергією сільськогосподарських споживачів ставиться задача забезпечити регулювання діючого значення напруги в широких межах при мінімальних втратах енергії в комутуючому елементі та не створювати при цьому інтергармонік і вищих гармонічних складових у діапазоні від 2-ої до 40-ої, передбачених ГОСТ 13109-97.

Основна частина. На рис. 1 наведена принципова електрична схема запропонованого регулятора потужності, в якому можна виді-

лити наступні функціональні блоки: стабілізований блок живлення схеми управління, генератор імпульсів (ГІ); підсилювач постійного струму (ППС); комутуючий елемент (КЕ), RC-снабер, модулятор (діодна збірка) та фільтр (Ф).

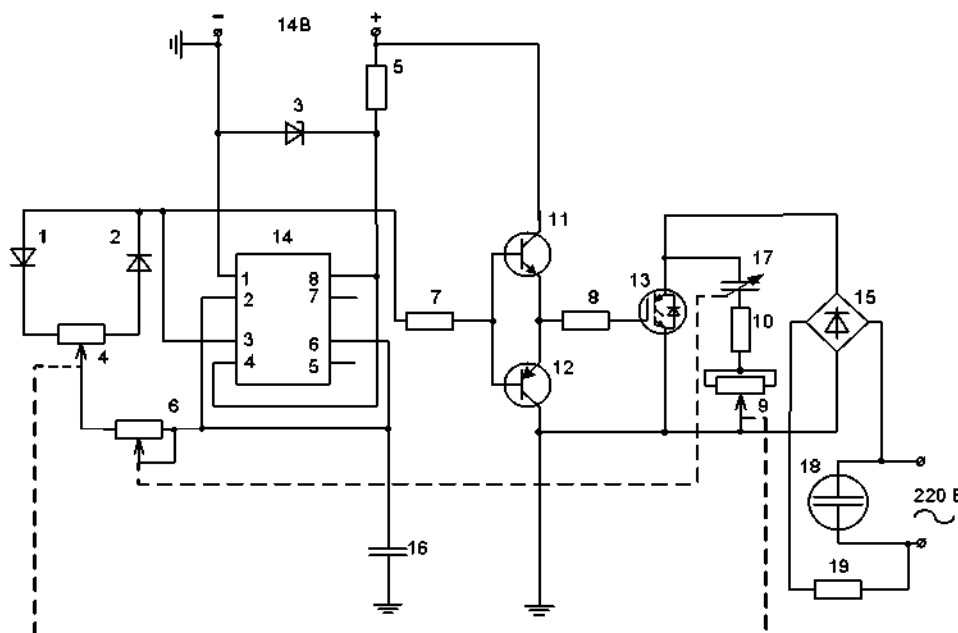


Рис. 1. Принципова електрична схема регулятора потужності.

На рис. 2 зображена осцилограма роботи регулятора потужності, а у таблиці 1 наведена порівняльна значення коефіцієнтів, що характеризують несинусоїдність форм кривих напруги.

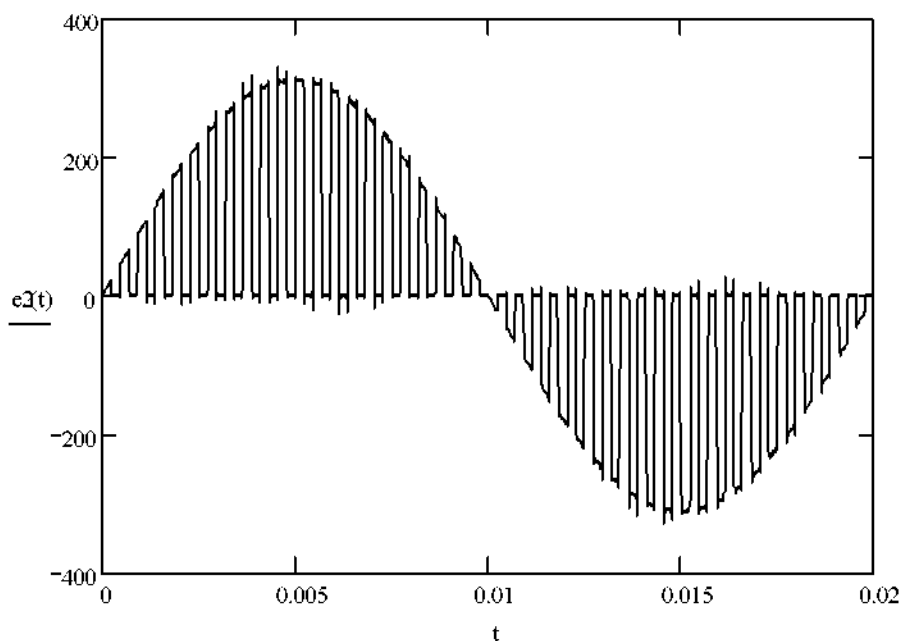
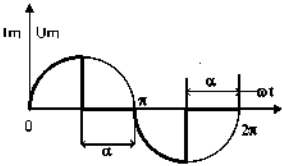
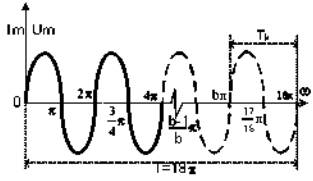
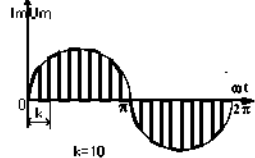


Рис. 2. Форма напруги на активному навантаженні, при $k=44$ комутацій протягом періоду.

Таблиця 1 – Порівняльні значення коефіцієнтів, що характеризують несинусоїдність форм кривих напруги (струму) на навантаженні при різних схемах управління комутуючого елемента, якщо $U_d=154$ В.

Форма напруги (струму)	Кут керування α та кількість комутацій за період k при якому $U_d=154$ В	Коефіцієнти:		
		форми, K_f	амплітуди, K_m	спотворення синусоїдності, згідно ГОСТ 13109-97, $K_U, \%$
синусоїда		1,11	1,41	0
	$\alpha = 90$ ел.град.	$\frac{1,563}{1,408}$	$\frac{2,01}{1,425}$	63,988
	$k = 4$ ($U_d=147$ В))	$\frac{1,667}{1,5}$	$\frac{1,928}{1,367}$	$\frac{72,204^*}{111,713^{**}}$
	$k = 44$	$\frac{1,567}{1,41}$	$\frac{2,005}{1,422}$	0

* при обчисленнях згідно ГОСТ13109-97;

** при обчисленнях із врахуванням субгармонік.

Висновки. Запропонований регулятор може бути використаний для здійснення плавного регулювання потужності на активному та активно-індуктивному навантаженні. Особливістю регулятора є те, що він не створює інтергармонік і вищих гармонічних складових у діапазоні від 2-ої до 40-ої.

Література

1. *Замараев Б.С.* Влияние тиристорных электроприводов на электроснабжающие сети / *Б.С. Замараев, Э.Н. Райхман.* – М. : ВИНТИ, 1977. – 95 с.
2. *Зорин С.* Регулятор мощности / *С. Зорин.* – М. : Радио, 2000. - №8. – С.23-25.

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ПРИ МИНИМАЛЬНЫХ ПОТЕРЯХ ЭНЕРГИИ**

Чапный М.В., Решетюк В.М., Синявский М.В.

Аннотация - предложено устройство и обоснованы режимы работы регулятора мощности, который не создает интергармоник и высших гармонических составляющих в диапазоне от 2-й до 40-й.

**REGULATION OF OPERATING VALUE OF PRESSURE OF
AGRICULTURAL CONSUMERS AT THE MINIMUM
LOSSES OF ENERGY**

M. Chapniy, V. Reshetiuk, M. Sin'avskiy

Summary

A device is offered and the modes of operations regulator of power, which does not create interharmonic and higher harmonic constituents in a range from 2th to 40th, are grounded.

УДК 519.876.5: 631.53.027.32: 631.53.027.34: 633

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ УВЧ ОПРОМІНЕННЯ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

E-mail: etapk@ukr.net

Смердов А.А., д.т.н.,

Петровський О.М., інженер,

Волков С.І., к.хім.н.

Полтавська державна аграрна академія

Анотація – розроблено математичну модель температурного режиму насіння, яка дозволяє визначити режими передпосівної обробки насіння УВЧ полем.

Ключові слова – опромінення, насіння, ультрависока частота.

Постановка проблеми. Аналіз тенденцій розвитку агропромислового виробництва України та розвинутих капіталістичних країнах показує, що зріст енергоматеріальних витрат на виробництво продукції рослинництва випереджає зріст врожайності. Тому наукові дослідження, що пов'язані з розробкою новітніх енерго-ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють підвищити продуктивність рослинних біосистем є актуальними.

Накопичений досвід у вивченні реакцій біологічних об'єктів на вплив низькоенергетичного електромагнітного випромінювання показує, що інформаційна дія електромагнітного поля на метаболічні процеси в біооб'єктах відбувається лише при визначеному сполученні його параметрів (частоти, потужності, модуляції, стабільності частоти джерел випромінювання).

Аналіз останніх досліджень. При використанні електромагнітних полів достатньо великої потужності (теплових) для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур виникають певні проблеми пов'язані з нагріванням насіння [2]. З одного боку нагрівання є стимулюючим фактором, а з іншого надмірний нагрів може приводити до порушення функцій біомолекул, зокрема до денатурації білків.

Теоретичні й експериментальні дослідження останніх років, що проведені під керівництвом Н.Д. Девяткова, Е.М. Нефедова, Ф.І. Ізакова, І.І. Мартиненко, І.Ф. Бородіна, Г.Б. Іноземцева, Л.С. Червінського, Л.С. Кучина, А.Д. Черенкова, А.К. Черепньова та інших свідчать, що метаболічні процеси в біологічному об'єкті пов'язані з наявністю інформаційних процесів на основі електромагнітних полів міліметрового діапазону довжин хвиль.

Біофізичний аналіз процесів на молекулярному рівні в біооб'єктах показав, що інформаційна дія низькоенергетичних електромагнітних полів спрямована на азотисті структури ДНК, з якими пов'язаний механізм спадковості й мутацій, причому граничне значення енергії електромагнітного поля повинне перевищувати рівень слабких нековалентних зв'язків у макромолекулі: іонних взаємодій, водневих зв'язків і вандервальсових взаємозв'язків, тобто рівні енергії повинні лежати в інтервалі від десятків мкВт/см² до одиниць мВт/см². Біологічна дія низькоенергетичних електромагнітних полів надзвичайно високої частоти виявлена на клітинному й організменому рівнях та пов'язане з резонансним характером поглинання електромагнітних випромінювань[3].

Пошуки первинних механізмів впливу низькоенергетичних електромагнітних полів на клітину повинні йти паралельно з вивченням молекулярних принципів будови й функціонування мембран. Причому специфічні механізми впливу електромагнітного поля, що з'ясовуються, можуть визначати відповідні електричні й магнітні властивості мембран молекул і процесів з їхньою участю.

Формулювання мети статті. Розробити модель температурного режиму насіння при опроміненні полями УВЧ діапазону.

Основна частина. Під час обробки насіння електричним полем ультрависокої частоти відбувається його нагрівання, завдяки наявності в клітинах молекул води і розчинених у воді іонів. Рух молекул води і іонів під дією змінного електричного поля високої частоти і спричиняє нагрівання.

Насіння під час обробки нагрівається нерівномірно, крім того воно контактує з навколишнім середовищем і віддає частину теплоти [3]. Таким чином спостерігається явище нерівномірності розподілу температур, а відповідно наявний процес теплопровідності.

В загальному випадку температура T в різних точках тіла змінюється з часом і за просторовими координатами. Цей процес може бути представлений загальною формулою

$$T = f(x, y, z, t), \quad (1)$$

де x, y, z – координати точки; t – час.

Функція f визначається за допомогою диференційного рівняння теплопровідності Фур'є, яке в загальному випадку має вигляд

$$\frac{\partial T_{(x,y,z,t)}}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T_{(x,y,z,t)} + q, \quad (2)$$

де $T_{(x,y,z,t)}$ – різниця між температурою в точці з координатами x, y, z в час t і температурою навколишнього середовища, К; α – коефіцієнт теплопровідності, м²/с; ∇^2 – диференційний оператор Лапласа; q – кількість теплоти, що виділяється в одиниці об'єму за одиницю часу, Вт/м³.

При обробці УВЧ полем насіння знаходиться між конденсаторними пластинами. При цьому площа бокової поверхні шару насіння набагато менша, ніж площа поверхонь конденсаторних пластин. Тому теплопередачею через бокові поверхні можна знехтувати. В такому випадку функція розподілу температур у шарах насіння буде залежати тільки від однієї координати.

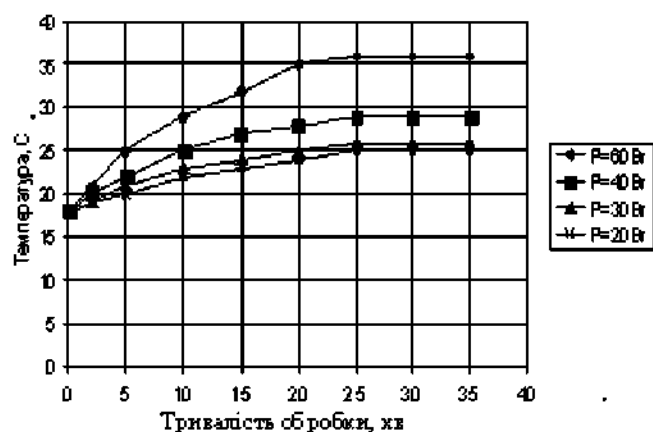
Аналіз моделі теплопровідності показує, що на початку обробки насіння УВЧ полем, коли $t \rightarrow 0$ температура всередині шару насіння ($x = 0$) росте пропорційно часу, а через тривалий час, коли $t \rightarrow \infty$ прямує до постійної величини. Аналітичний опис такої моделі має наступний вигляд

$$T(x,t) = \frac{2Ptl}{\lambda S} \left[\frac{1}{4} \left(1 - \frac{x^2}{l^2} \right) + \frac{1}{2lh} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \gamma_n e^{-\frac{\gamma_n^2 t}{l^2}}}{\gamma_n^3 \left(1 + \frac{\sin 2\gamma_n}{2\gamma_n} \right)} \cos \gamma_n \frac{x}{l} \right]. \quad (3)$$

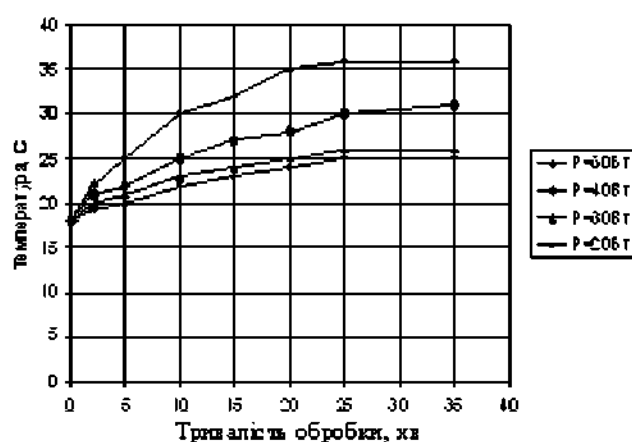
Числові значення розподілу температур в насінні можуть бути обраховані за допомогою розглянутої моделі. На рис. 1 представлені результати таких розрахунків для різних потужностей. Максимальне значення температури досягається в середньому шарі насіння, причому максимальна температура прямопропорційна потужності P .

Експериментальні результати підтверджують висновки, зроблені на основі аналізу моделі. Було взяте насіння пшениці сорту «Коломак-5» з нормальною вологістю (вологість насіння 10-12%). Зазначене насіння розділили на чотири партії.

Маса кожної партії складала 0,05кг, що приблизно становить 1000 насінин. Кожна партія поміщалась в кювету, яка в свою чергу розташовувалась між електродами УВЧ опромінювача. Проводилось опромінення з вихідною потужністю 20Вт, 30Вт, 40Вт і 60Вт. В конт-



а



б

Рис.1. Температурні режими насіння під час його обробки УВЧ полем одержані теоретично (а) і одержані експериментально (б).

рольних точках часу проводилось вимірювання температури всередині насіння, що розташовувалось в кюветі. Температура вимірювалась термопарою типу ТР-01. Температура контролювалася приладом DT9208A. Похибка вимірювання температури складала $\pm 1^\circ\text{C}$. Температура навколишнього середовища дорівнювала $+18^\circ\text{C}$.

Результати дослідів практично співпали з теоретичними розрахунками. Можна зробити припущення, що з точки зору температурних режимів, опромінення насіння доцільно проводити в межах від $+18^\circ\text{C}$ до $+36^\circ\text{C}$. Щоб підвищити температуру обробки необхідно, або збільшувати вихідну потужність опромінювача, або термоізулювати систему.

Водночас необхідно зазначити, що перевищення температури насіння більше $+42^\circ\text{C}$ негативно впливає на його життєдіяльність. Навідь при короткочасному перевищенні температури частина білків, що входять до складу насіння, починають руйнуватися.

Висновки. Запропонована математична модель може використовуватися при розробці приладів для УВЧ обробки насіння. За допомогою моделі можливо визначити режими передпосівної обробки насіння УВЧ полем.

Література

1. Никифорова Л.Є. До пошуку режимів та діапазонів ефективного впливу на життєдіяльність сільськогосподарських біологічних об'єктів / Л.Є. Никифорова, А.Г. Сабо // Праці Таврійської державної агротехнологічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2000. – Вип.1, т.11. – С. 44-47.

2. Электромагнитные поля в биосфере (в двух томах). Т.2. Биологическое действие электромагнитных полей / Под ред. д-ра физ.-мат. наук Н.В. Красногорской. – М. : Наука, 1984. – 326 с.

3. Волькенштейн М.В. Общая биофизика / М.В. Волькенштейн. – М. : Наука, 1978. – 592с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА УВЧ ОБЛУЧЕНИЯ ЗЕРНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Никифорова Л.Е., Смердов А.А., Петровский О.М., Волков С.И.

Аннотация - разработана математическая модель температурного режима семян, которая позволяет определить режимы предпосевной обработки семян УВЧ полем.

MATHEMATICAL MODEL OF THERMAL MODE UHF OF THE IRRADIATION OF GRAIN OF AGRICULTURAL CROPS

L. Nikiforova, A. Smerdov, O. Petrovsky, S. Volkov

Summary

The mathematical model of temperature condition of seed is developed, which allows to define the modes of pressed treatment of seed UHF weed.

УДК 637.133.7

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА ПО КРИТЕРІЮ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Мірошник В.О., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (044) 527-83-82

Анотація – отримана модель, яка враховує конструктивні характеристики пастеризатора молока і дозволяє оптимізувати процес за критерієм мінімуму енергетичних ресурсів.

Ключові слова – пастеризація молока, оптимізація, енергетичні ресурси.

Постановка проблеми. Пастеризація – основна попередня операція при обробленні молока на фермах перед відправкою на молокопереробні заводи. Практикою і науковими дослідженнями встановлено, що короткочасне нагрівання молока до температури 71 – 76 °С призводить до знищення патогенних і зменшення кількості термофільних бактерій і дозволяє при подальшому охолодженні молока довгий час зберігати продукт без зміни його якості.

Аналіз останніх досліджень. Найчастіше для пастеризації молока використовують пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні апарати. Існуючі системи автоматизації таких апаратів забезпечують підтримання заданих теплових режимів нагрівання і охолодження молока, його витримку при постійній температурі, а також попереджують вихід із пристрою не догрітого продукту.

Формулювання мети статті. Обладнання для нагріву і охолодження молока потребує великих витрат палива і електроенергії. Для пастеризації молока гарячою водою, промивання пастеризатора потрібно використовувати потужні електроводонагрівачі або котли, що працюють на дорогому рідкому паливі. Застосоване в молочному тваринництві холодильне обладнання також споживає велику кількість енергії. Наприклад холодильна установка МВТ-20 споживає 9,4 кВт електроенергії на год. роботи, холодильна установка АВ-30 – 18, електроводонагрівач УАТ - 1600 – понад 30 кВт.

Основна частина. Системою автоматизації передбачається враховувати і мінімізувати витрати енергоресурсів при пастеризації молока. Критерієм управління пастеризатором вибрана мінімізація ви-

трат енергоресурсів під час пастеризації

$$F(x_1, x_2, x_3) = P_{\text{нагр}} + P_{\text{хв}} + P_{\text{лв}} + P_{\text{сеп}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де параметрами управління є: x_1 – витрати енергоресурсів на нагрівання гарячої води ($P_{\text{нагр}}$); x_2 – продуктивність насоса по перекачуванню молока; x_3 – частка молока на рециркуляцію, а $P_{\text{нагр}}$ – витрати енергоресурсів на нагрівання гарячої води; $P_{\text{хв}}$ – на охолодження холодної води; $P_{\text{лв}}$ – на охолодження льодяної води; $P_{\text{сеп}}$ – на сепарацію молока;

В якості об'єкту управління використовується пластинчастий пастеризатор ОП2Ф-1, схема якого зображена на рис. 1. На схемі представлені п'ять секцій апарату: 1 – пастеризатор, 2 – рекуператор I, 3 – рекуператор II, 4 – охолоджувач I, 5 – охолоджувач II, а також: 6 – витримувач молока, 7 – бойлер, 8 – холодильник холодної води, 9 – холодильник льодяної води, 10 – сепаратор, 11 – збірник, 12 – кран перемикач.

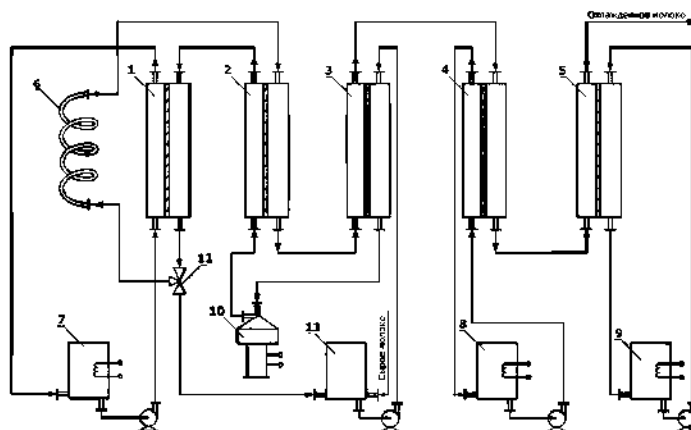


Рис. 1. Схема пастеризатора ОП2Ф-1.

Для дослідження системи автоматизації розробляється математична модель об'єкту, для кожного із теплообмінників апарату. Для секції пастеризації така модель буде складатися із диференціальних рівнянь зміни температур молока і води на виході пастеризатора:

$$0.5V_m \cdot \rho_m \cdot C_m \frac{dT_{mvu}}{d\tau} = G_m \cdot C_m (T_{mvx} - T_{mvu}) + 0.25 \cdot K_c \cdot F_n (T_{mvx} + T_{mvu} + T_{bvx} + T_{bv u})$$

$$0.5V_b \cdot \rho_b \cdot C_b \frac{dT_{bv u}}{d\tau} = G_b \cdot C_b (T_{bv x} - T_{bv u}) + 0.25 \cdot K_c \cdot F_n (T_{mvx} + T_{mvu} + T_{bv x} + T_{bv u}) + K_n \cdot F_n (0.25 (T_{mvx} + T_{mvu} + T_{bv x} + T_{bv u}) - T_n)$$

де в позначеннях змінних: m – молоко, b – вода, v_x – вхід, v_u – ви-

хід, n – зовнішній, c – стінка, T – температура, V – витрати, C – теплоємність, K – коефіцієнт теплопередачі, F – поверхня теплопередачі, ρ – густина.

Коефіцієнти теплопередачі розраховувались по відомих формулах, а для теплофізичних параметрів молока були знайдені необхідні рівняння.

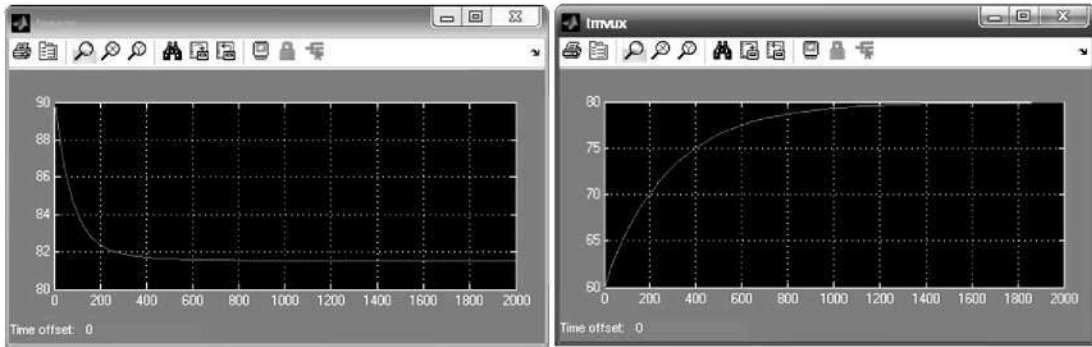


Рис. 2. Розгінні криві $tmvux$ – зміни температури гарячої води і $tmvux$ – температури пастеризованого молока.

По рівняннях моделі була створена імітаційна модель в середовищі Simulink MATLAB, показана на рис. 3 і отримані розгінні харак-

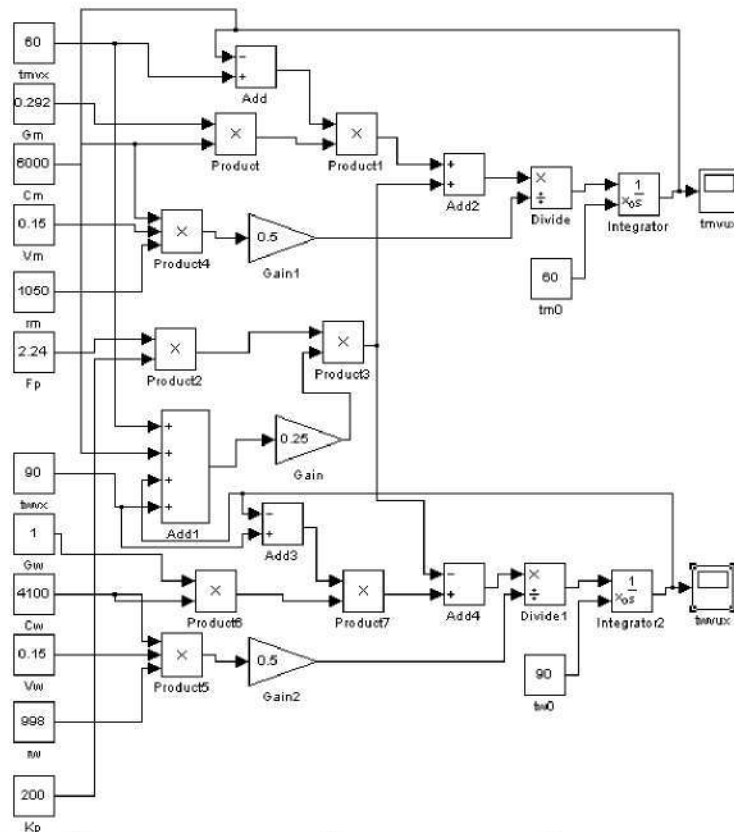


Рис.3. Імітаційна схема секції пастеризації молока в символах Simulink.

теристики температури гарячої води і пастеризованого молока на виході секції (рис.2).

Висновки. Модель враховує конструктивні характеристики апарату, використовується в навчальному процесі і є першим етапом роботи над системою автоматизації.

Література

1. Кук Г.А. Пастеризация молока / Г.А. Кук. – М. : Пищепромиздат, 1951. – 240 с.

2. Брусиловский Л.П. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности / Л.П. Брусиловский, А.Я. Вайнберг. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 344 с.

3. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук. – К. : ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА ПО КРИТЕРИЮ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Мирошник В.О.

Аннотация - получена модель, которая учитывает конструктивные характеристики пастеризатора молока и позволяет оптимизировать процесс по критерию минимума энергетических ресурсов.

OPTIMIZATION OF PROCESS OF PASTEURIZATION OF MILK BY CRITERION OF ECONOMY OF POWER RESOURCES

V. Miroshnik

Summary

A model which takes into account structural descriptions of pasteurizer milk and allows to optimize a process on the criterion of a minimum power resources is got.

УДК.621.317.:621.396.

ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСІВ ПІКОСЕКУНДНОЇ ТРИВАЛОСТІ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАТЕРІАЛІВ І БІОРЕЧОВИН

Федюшко Ю.М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація - проведений аналіз методів і засобів вимірювання електрофізичних параметрів матеріалів та біоречовин при використанні імпульсів пікосекундної тривалості.

Ключові слова - діелектрична проникність, резонатори, хвилеводні системи, імпульсна рефлектометрія.

Постановка проблеми. Вимірювання електрофізичних параметрів матеріалів й біоречовин є основним завданням в області контролю складу і властивостей біоречовин та матеріалів. Крім того, вимірювання електрофізичних параметрів в області електромагнітної біології, що несе інформацію про фізичні і біофізичні властивості речовин і їх залежність від різних фізичних факторів в широкій полосі частот, вимагає проведення аналізу існуючих методів і засобів вимірювання [1,2,3].

Аналіз останніх досліджень. З метою вивчення діелектричних властивостей матеріалів та біооб'єктів в електромагнітному полі (ЕМП), визначення їх структури й складу, вимірювання ϵ' і ϵ'' проводяться в широкому діапазоні частот (від 0 до 10^{13} Гц). Такий широкий частотний діапазон не можна охопити єдиним методом вимірювань.

Слід зазначити, що методу стоячої хвилі властиві такі недоліки: вимірювання тільки на фіксованій частоті, складність автоматизації процесу вимірювань.

Метод рухомої хвилі, ґрунтується, на тому, що всякий ефект, безпосередньо залежний від довжини хвилі (наприклад, зрушення фази прохідної хвилі), може бути використаний для створення способу точного вимірювання ϵ' , а після того, як визначено ϵ'' , всякий ефект, пов'язаний з поглинанням потужності (наприклад, зміна амплітуди хвилі, що проходить), дозволяє визначити ϵ'' , оскільки параметри речовини є функціями постійної розповсюдження

$$\gamma = j\omega(\mu\varepsilon)^{1/2} = \alpha + j\beta, \quad (1)$$

де α - коефіцієнт поглинання;
 β - фазова постійна хвилі, що проходить через середовище.

У цьому випадку вимірюються зміна фази і амплітуди хвилі, що проходить через діелектрик. Метод рухомої хвилі дає можливість отримати точні результати, важко реалізується, практично через незручності, пов'язані з підбором для кожного досліджуваного матеріалу узгодженого навантаження на кінці лінії.

На практиці широке застосування для вимірювання діелектричної проникності (ДП) речовин знайшли об'ємні резонатори. Перевагами об'ємних резонаторів в порівнянні з системами відкритого типу є високе значення добротності і повне екранування від зовнішніх перешкод, використання яких, дозволяє досліджувати діелектрики з достатньо малими значеннями втрат [1, 2].

Частотний діапазон, що перекривається комплектом таких резонаторів, знаходиться в межах від 50 до 3000 МГц, при порівняно точності вимірювань - близько 2...3% для ε' і 10...15% для $tg\delta$.

Вказана точність вимірювань ε' досягається для зразків з проникністю від 1 до 20-30. Для вищих значень проникності точність вимірювань істотно знижується із-за порушення умови квазістаціонарності зазору торця, ємність якого на цих частотах вже не можна рахувати рівній ємності, зміряної на низькій частоті.

Застосування резонансних методів ґрунтується на результатах вирішення рівнянь ЕМП для конкретного типу робочої хвилі і конструкції резонатора з урахуванням впливу на поле вимірюваного зразка, поміщеного в резонатор. Розрахунок і вимірювання відносної ДП ε' і тангенса кута діелектричних втрат $tg\delta$ виконуються через виміряні резонансну частоту f_0 і добротність Q_0 резонатора без зразка, f_1 і Q_1 резонатора із зразком.

Перевагами резонансних методів є простота вимірювань, малі габарити, прийнятна похибка ε' - близько 1,5%, а ε'' - 3.5%, мала кількість матеріалу, необхідного для вимірювання.

До недоліків цих методів можна віднести відсутність серійних резонаторів, витрати для їх виготовлення, необхідність забезпечення стабільності генератора коливань і неможливість вимірювань ε' і $tg\delta$ матеріалів з великими втратами.

У роботах [2, 6] запропонований метод вимірювання діелектричних параметрів матеріалів в НВЧ області за допомогою S - параметрів чотириполюсників. Для цього методу падаюча, відображена і прохідна хвилі зв'язані між собою комплексною матрицею розсіяння:

$$S = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{vmatrix}, \quad (2)$$

де S_{11} і S_{22} - комплексні коефіцієнти відображення входу і виходу чотириполосника;

S_{21} і S_{12} - комплексні коефіцієнти передачі в прямому і зворотному напрямі відповідно.

До недоліків цього методу слід віднести складність виготовлення, труднощі при обробці вимірювальної інформації, калібруванні приладу та високу вартість.

Формування мети статті. Метою даної статті є проведення аналізу методів та технічних засобів вимірювання електрофізичних параметрів матеріалів і біоречовин при використанні імпульсів пікосекундної тривалості

Основна частина. Апаратурна реалізація розглянутих методів вимірювання ДП матеріалів і біологічних речовин є складними радіотехнічними пристроями, які містять велику кількість різних вузлів та елементів: джерела сигналів на необхідний діапазон частот; перетворювачі частоти; направлені відгалужувачі, мости, вентиля; пристрої індикації; блоки живлення. Основною проблемою при створенні апаратури такого класу є відсутність широкосмугових джерел сигналу. В даний час ця проблема вирішується методом набору необхідної кількості генераторів, що забезпечують необхідний діапазон частот [3]. Такий комплект має значні габаритно-масові характеристики, споживану потужність, але головний недолік - відсутність необхідної швидкодії при перебудові частоти і зміні приладів, що приводить до втрати інформації. Найістотнішим недоліком розглянутих методів вимірювання ДП біологічних речовин є принципова неможливість вимірювання ДП із-за нелінійних властивостей біоб'єктів.

Усунути вказані недоліки дозволяє метод імпульсної рефлектометрії. Суть методу полягає в тому, що матеріали біологічних речовин поміщаються в спеціальну хвилеводну направляючу систему, через яку пропускаються імпульси пікосекундної тривалості.

Відображені сигнали, що пройшли через зразок, поступають на зчитуючий пристрій стробоскопічного осцилографа, де проводиться спеціальна обробка інформації, з метою отримання даних про електрофізичні властивості матеріалу.

Використання імпульсів пікосекундної тривалості дозволить забезпечити безперервний спектр в широкій смузі частот. Імпульси прямокутної форми описуються виразом [3, 4]:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{при } -\frac{\tau_u}{2} \leq t \leq \frac{\tau_u}{2} \\ 0 & \text{при } t < -\frac{\tau_u}{2} \text{ и } t > \frac{\tau_u}{2} \end{cases}, \quad (3)$$

де A – амплітуда імпульсу;
 τ_u – тривалість імпульсу.

Використовуючи перетворення Фур'є, отримаємо

$$x(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt. \quad (4)$$

Підставивши (3) в (4), спектральну щільність сигналу отримаємо в наступному вигляді

$$x(j\omega) = A \cdot \tau_u \left[\frac{\sin(\omega \cdot \frac{\tau_u}{2})}{\omega \cdot \frac{\tau_u}{2}} \right]. \quad (5)$$

З виразу (5) видно, що $x(j\omega)$ – безперервна функція у всьому діапазоні частот.

При розтяганні імпульсу відстань між нулями функції $x(j\omega)$ скорочується, що рівносильно звуженню спектру. При укороченні (стискуванні) імпульсу, навпаки, відстань між нулями функції $x(j\omega)$ збільшується (спектр розширюється). У межі при $\tau_u \rightarrow 0$ $A = (const)$

точки $\omega = \pm \frac{2\pi}{\tau_u}$, відповідні двом першим нулям функції $x(j\omega)$ відда-

ляються в нескінченність і спектральна щільність стає рівномірною в смузі частот від $-\infty$ до $+\infty$. У разі прямокутного імпульсу смуга час-

тот визначається з умови $\Delta F = \frac{1}{\tau_u}$. Вона містить 90% всієї енергії сиг-

налу. Це одна з переваг імпульсних методів рефлектометрії в порівнянні з вимірюваннями на безперервних сигналах. Крім того, метод імпульсної рефлектометрії дозволяє досліджувати нелінійні стохастичні системи. Функціональна модель стохастичної нелінійної системи може бути представлена паралельним з'єднанням елементарних динамічних систем з складними нелінійностями, властивості яких описуються імпульсними характеристиками.

Представимо сигнал імпульсного рефлектометра $x(j\omega)$ у вигляді ряду Вольєрра, який діє на вході з імпульсною характеристикою $h(t)$, то відгук системи $y(t)$, обумовлений цим сигналом збудження визначається згортокою [4, 5]

$$y(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t - \tau) \cdot h(\tau) d\tau. \quad (6)$$

При переході з часової області в частотну, згортка трансформується в операцію множення

$$Y(j\omega) = X(j\omega) \cdot H(j\omega), \quad (7)$$

де $Y(j\omega)$, $X(j\omega)$, $H(j\omega)$ – частотні форми функцій $y(t)$, $x(t)$, $h(t)$.

Тоді, частотна характеристика матиме вигляд

$$H(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)}. \quad (8)$$

У ідеальному випадку, за наявності точної інформації про функції $y(t)$ і $x(t)$ можна з великою точністю виконати операцію звернення згортки і обчислити $h(t)$, як в часовій, так і частотній областях.

Висновки. Таким чином, приведена вище методика, дає можливість використовувати переваги часового методу (роздільне отримання відображених сигналів від окремих неоднородностей досліджуваного об'єкту) для отримання частотних характеристик, як окремих нелінійностей, так і всього об'єкту в цілому, визначити коефіцієнти розсіяння чотириполіусників по зміряних імпульсних сигналах.

Література

1. Бензарь В.К. Техника СВЧ влагометрии / В.К. Бензарь. – Минск : Высш. школа, 1974. – 349 с.
2. Абубакиров Б.А. Измерение параметров радиотехнических цепей / Б.А. Абубакиров. – М. : Сов. радио, 1984. – 245 с.
3. Радиоизмерительные приборы. – М. : НИИ ЭКОС, 1992. – 159 с.
4. Федюшко Ю.М. Аналіз сучасних методів обробки візуальної інформації / Ю.М. Федюшко, В.О. Мунтян, О.С. Лисенко // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. – Львів : Нац. аграрн. ун-т., 2008. – Т.2, № 12. – С. 660 – 663.

5. Пупков К.А. Функциональные ряды в теории нелинейных систем / К.А. Пупков, В.И. Капалин, А.О. Ющенко. – М. : Наука, 1976. – 448 с.

6. Nicolson A.M. Broadband microwave transmissions characteristics from a single measurement of the transient response / A.M. Nicolson // IEEE. – 1968. – V. 1. – № 4. – P. 377 – 382.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСОВ ПИКОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ И БИОВЕЩЕСТВ

Федюшко Ю.М.

Аннотация - проведен анализ методов и средств измерения электрофизических параметров материалов и биовеществ при использовании импульсов пикосекундной длительности.

USING OF IMPULSES OF PIKOSEKUNDNOY OF DURATION IS FOR MEASURING OF ELECTRO-PHYSICAL PARAMETERS OF MATERIALS AND BIORECHEVIN

Y.Fediushko

Summary

The analysis of methods and facilities of measuring of electro-physical parameters of materials and biorechevin is conducted at the use of impulses of pikosekundnoy duration.

УДК 621.311:664.72

КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ ЗА МІНІМУМОМ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Постнікова М.В., аспірант*,

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація – запропоновано для керування процесом очищення зерна на зернопунктах практикувати використання номограм, що зв'язують усі фактори, які впливають на питомі витрати електроенергії.

Ключові слова – раціональне використання електроенергії, питомі витрати електроенергії, номограми.

Постановка проблеми. Раціональне використання електричної енергії у сільському господарстві та скорочення втрат енергії у сільських електромережах особливо актуально зараз, коли розширення виробництва електроенергії пов'язано з витрачанням таких не поновлюваних джерел енергії як нафта, газ, вугілля. Вирішення цих задач має соціальний аспект, так як до нього включені люди і успіх залежить від їх ставлення до справи.

Аналіз останніх досліджень. Як показали дослідження [1-6], проблема нормування витрати електроенергії стосовно до зернопунктів в теперішній час не отримала належного вирішення і вимагає подальшого удосконалення в напрямку розробки науково-обґрунтованих питомих норм витрати електроенергії на основі математичного моделювання предмета дослідження і вирішення оптимізаційних задач.

Формулювання мети статті. Метою статті є розробка графічних залежностей у вигляді номограм, які зв'язували б усі фактори, які впливають на питомі витрати електроенергії.

Основна частина. Для процесів очищення зерна на потокових лініях зернопунктів показником ефективності роботи є продуктивність і питома витрата електроенергії потокових ліній. Ці два показники взаємозалежні між собою і доповнюють один одного. Як крите-

© асп. Постнікова М.В., д.т.н., доц. Никифорова Л.Є., к.т.н., доц. Карпова О.П.

*Науковий керівник – д.т.н., доц. Никифорова Л.Є.

рій оптимізації при веденні технологічного процесу очищення зерна на потоковій лінії вибираємо питомі витрати електроенергії, що є кінцевою мірою ефективності роботи потокової лінії. Питома витрата електроенергії є складним критерієм оптимізації, тобто критерій оптимальності – питома витрата електроенергії – є непрямим, тому що вимірюється через інший параметр, що зв'язаний функцією відповідності з тим, який визначається. При оптимізації процесу очищення зерна на потоковій лінії ЗАВ-25 була поставлена задача досягнення мінімальної витрати електроенергії [2].

Процес пошуку оптимального рішення обов'язково оцінюється кількісно по обраному показнику, тобто критерію оптимальності.

При аналізі технологічних схем зерноочисних агрегатів встановлено, що приводне силове електрообладнання зерноочисних агрегатів має можливості економії електричної енергії, які принципово можуть бути реалізовані за трьома напрямками: економія електроенергії до 1-5% від скорочення тривалості холостого ходу обладнання, економія електроенергії до 1-5% від скорочення тривалості робочого періоду обладнання, економія електроенергії до 1-5% при заміні недовантажених до 45% електродвигунів на меншу потужність.

Існуючі агрегати для післязбиральної обробки зерна характеризуються безперервним технологічним зв'язком окремих операцій і дозволяють вести обробку зерна за різними технологічними варіантами з використанням послідовно-паралельного агрегування машин в потоковій лінії. Набір машин при цьому буде різним, отже, питомі витрати електроенергії також будуть різними. Межі зміни факторів, які досліджуються, прийняті з урахуванням технічних характеристик робочих машин зерноочисних агрегатів і технічних обмежень, обумовлених отриманням зерна високої якості при очищенні.

Отримані математичні моделі питомої витрати електроенергії $\tilde{y} = f(x_1, x_2, x_3)$ процесу очистки зерна на поточкових лініях агрегатів ЗАВ-20, ЗАР-5, ЗАВ-25, ЗАВ-40 у вигляді рівнянь регресії другого порядку [1-4]. Наприклад, для агрегату ЗАВ-25

$$\tilde{y} = 1,4343 - 0,546x_1 + 0,489x_2 + 0,338x_3 - 0,207x_1x_2 - 0,143x_1x_3 + 0,123x_2x_3 - 0,048x_1x_2x_3 - 0,089x_1^2 + 0,135x_2^2 + 0,135x_3^2,$$

де x_1 – продуктивність потокової лінії, т/год.;
 x_2 – приєднана потужність потокової лінії, кВт;
 x_3 – коефіцієнт завантаження потокової лінії.

Однак, керувати процесом очищення зерна на практиці на основі рівняння регресії не представляється можливим. Тому було прийнято рішення про розробку графічних залежностей у вигляді номограм,

які зв'язали б усі фактори, які впливають на питомі витрати електроенергії. Номограми дозволяють визначити завантаження, продуктивність потокової лінії, які забезпечили б протікання процесу очищення зерна за мінімально можливими питомими витратами електроенергії. Номограми побудовані для різних технологічних схем (рисунок 1).

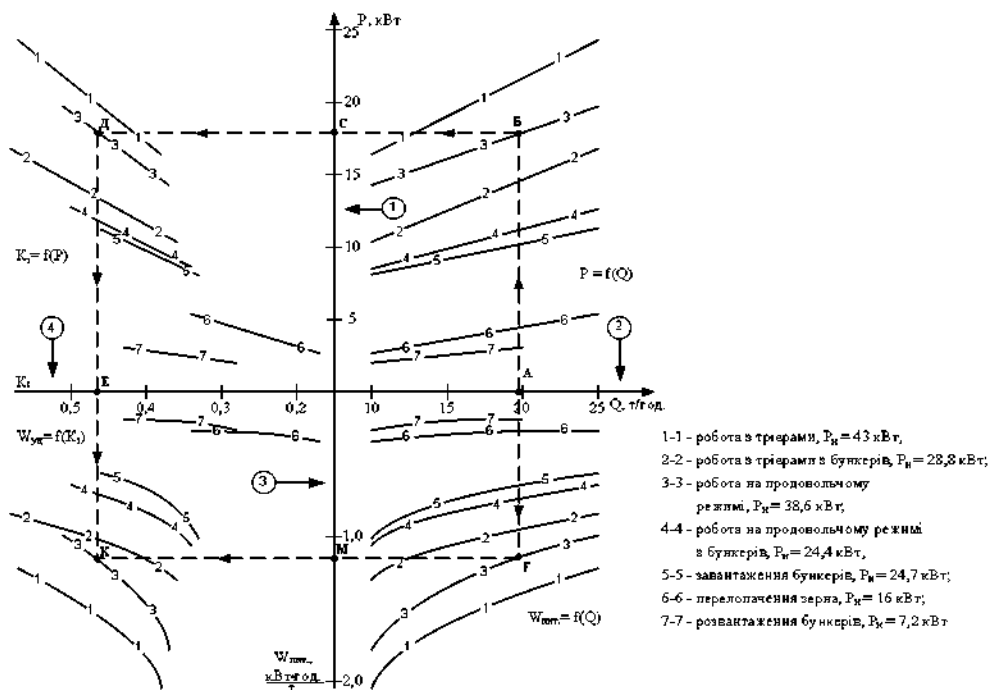


Рис. 1. Номограми залежностей електроспоживання для ЗАВ-25.

Висновки. Номограми відрізняються наочністю і зручністю для прийняття обґрунтованих рішень при виборі технологічних схем, продуктивності Q , приєднаної потужності P , коефіцієнта завантаження електрообладнання $K_з$.

Література

1. Мартиненко І.І. Обґрунтування норм витрат електроенергії на поточкових лініях зернопунктів методом планування експерименту / І.І. Мартиненко, М.В. Постнікова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – Вип. 37 : Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України, т.1. – С. 109-113.

2. Постнікова М.В. Розробка науково-обґрунтованих норм енергоємності при обробці зерна на зернопунктах / М.В. Постнікова // Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика: Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Тематичний збірник наукових праць. – Харків, 2008. – №30. – С. 511-512.

3. Дидур В.А. Научное обоснование удельных расходов электроэнергии при очистке зерна методом математического планирования эксперимента / В.А. Дидур, Е.П. Масюткин, М.В. Постникова, В.А. Масловский // Праці інституту електродинаміки НАН України. - Київ, 2008. – Вип. 19. – С. 94-98.

4. Никифорова Л.Є. Перебудова математичної моделі технологічних процесів на зернопунктах / Л.Є. Никифорова, М.В. Постнікова // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2008. – Вип. 8, т.9. – С. 167-172.

5. Ястребов П.П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / П.П. Ястребов. – М. : Колос, 1973. – 331 с.

6. Постнікова М.В. Моделювання впливу фізичних факторів на енергоємність при очищенні зерна на зернопунктах / М.В. Постнікова, Л.Є. Никифорова, О.П. Карпова // Праці ТДАТУ. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, т.8. - С. 151-155.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ ПО МИНИМУМУ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Постникова М.В., Никифорова Л.Е., Карпова А.П.

Аннотация – предложено для управления процессом очистки зерна на зернопунктах практиковать использование номограмм, связующими все факторы, которые влияют на удельный расход электроэнергии.

TECHNOLOGICAL PROCESS MANAGEMENT PEELINGS GRAIN ON CORN POINTS ON MINIMUMU SPECIFIC CONSUPTION TO ELECTRIC ENERGY

M. Postnikova, L. Nikiforova, A. Karpova

Summary

It is offered for governing process peelings grain in practice to use the номограммами, connecting all factorahs, which influence upon specific consuption electric powers.

УДК 620.178.16.004

ИЗНОС МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ ТИПА ВАЛ- ВТУЛКА ПРОДОЛЬНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В СРЕДЕ БИОТОПЛИВА

Журавель Д.П., к.т.н.,

Юдовинский В.Б., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-13-54

Аннотация – работа посвящена установлению аналитической зависимости коэффициента износа материалов деталей сопряжения типа вал-втулка продольного относительного перемещения в среде биотоплива.

Ключевые слова – коэффициент износа, интенсивность изнашивания, угол контакта, суммарный износ.

Постановка проблемы. Прогнозирование ресурса работы узлов и агрегатов мобильной техники возможно при наличии обобщенного показателя поведения материалов деталей сопряжения, то есть коэффициента износа. Коэффициент износа K_U – это характеристика свойств материалов деталей сопряжений и условий изнашивания, который зависит от распределения давлений по поверхности контакта элементов сопряжения, пути трения и конструктивной формы сопряжения, определяющей его принадлежность к тому или иному типу согласно классификации по условиям трения и износа[3].

Анализ последних исследований. Вопросам износа материалов различных сопряжений посвящено много работ [1-7]. Однако они носят, в основном, экспериментальный характер, что затрудняет их использование при прогнозировании ресурса.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является установление аналитической зависимости определения коэффициента износа материалов деталей сопряжения типа вал-втулка продольного относительного перемещения в среде биотоплива.

Основная часть. Сопряжение типа вал-втулка продольного перемещения относится к четвертой группе классификации [1]. В этом случае имеет место неравномерный износ поверхности втулки и вала в продольном сечении.

Износ деталей сопряжения связан с условиями работы. Так при радиальном нагружении втулки или вала износ втулки будет односторонний и зависит от геометрических параметров втулки и вала, а также от условий нагружения.

Форма изношенной поверхности втулки $U(\alpha)$ является результатом неравномерного распределения работы трения по длине дуги контакта втулки.

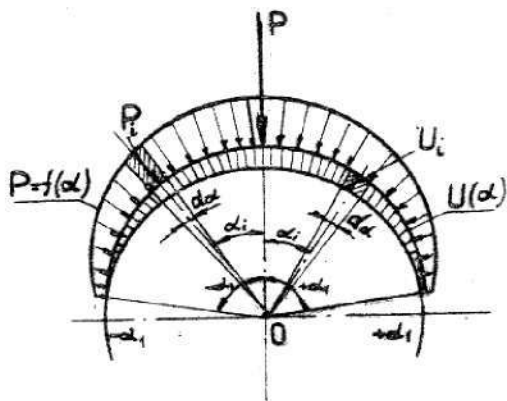


Рис.1. Расчетная схема сопряжения типа вал-втулка в радиальном сечении.

Если приравнять количество затраченной работы трения A_1 и работы A_2 , необходимо для образования износа, ограниченного кривой $U(\alpha)$, где A_1 -работа трения, возникающая в сопряжении вал-втулка при их относительном перемещении (вращении) и действия давления, а A_2 – работа, затрачиваемая на износ втулки под действием сил трения, то получим равенство, из которого можно определить коэффициент износа.

Элементарная затраченная работа трения dA_1 при относительном перемещении деталей сопряжения является произведением коэффициента трения, пути трения и функции распределения давления

$$dA_1 = \mu \cdot R \cdot \varphi \left[f(\alpha) R_1 \cdot \frac{\cos \alpha}{d} \cdot d\alpha \right], \quad (1)$$

где μ - коэффициент трения;

R_1 - радиус шипа вала;

φ - угол поворота шипа (вала);

$f(\alpha)$ -функция распределения нормальных давлений;

α - половина угла контакта.

Вся работа трения при относительном перемещении деталей сопряжения выражается зависимостью

$$A_1 = \frac{\mu}{a} \cdot R_1^2 \cdot \varphi \int_{-\alpha_1}^{+\alpha} f(\alpha) \cdot \cos d_\alpha = \frac{\mu \cdot R_1^2 \cdot \varphi \cdot P}{a}, \quad (2)$$

где P - реакция во втулке;

a - ширина втулки.

$$P = \int_{-\alpha_1}^{+\alpha_1} f(\alpha) \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha \quad (3)$$

элементарная работа трения dA_2 , затраченная на износ по дуге контакта α_i , будет

$$dA_2 = \frac{\mu \cdot a \cdot U_i(\alpha) d\alpha}{K_U(\alpha)} = \frac{\mu \cdot a \cdot U_i \cdot (U_i + R_2) \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha}{K_U(\alpha)}. \quad (4)$$

Здесь $\left[\frac{K_U(\alpha)}{\mu} \right]$ показывает, на сколько микрометров изнашивается

данный элемент поверхности при затрате единицы работы трения.

Интегрируя последнее выражение и принимая, что коэффициент износостойкости не является постоянным по всей дуге контакта из непостоянства условий трения, получим значение работы A_2

$$A_2 = \mu \cdot a \int_{-\alpha_1}^{+\alpha_1} \frac{U_i(\alpha)}{K_U(\alpha)} \cdot d\alpha = \mu \cdot a \int_{-\alpha_1}^{+\alpha_1} \frac{U_i(U_i + R_2) \cos \alpha \cdot d\alpha}{K_U(\alpha)}, \quad (5)$$

где $F_U = \int U_i(U_i + R_2) \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha = U_2(U_2 + R_2) \cdot \sin \alpha$ - площадь, за-

ключенная между первоначальным внутренним контуром втулки и контуром ее после износа.

Для максимального значения износа втулки $U_1 = U_2$.

Тогда элементарная площадь, заключенная между первоначальным контуром втулки и контуром ее после износа (площадь поперечного сечения износа), определяется зависимостью

$$dF_U = U_2(U_2 + R_2) \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha. \quad (6)$$

Проинтегрируем это выражение и получим полную площадь поперечного сечения износа

$$dF_U = U_2 (U_2 + R_2) \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

Подставив это значение в уравнение работы, получим

$$A_2 = \frac{\mu \cdot a \cdot U_2 (U_2 + R_2) \cdot \sin \alpha}{K_U(\alpha)}. \quad (8)$$

Приравняв равенство работ, получим коэффициент износа материалов деталей сопряжения вал-втулка, как функцию угла контакта:

$$\frac{\mu \cdot R_1^2 \cdot \varphi \cdot P}{a} = \frac{\mu \cdot a \cdot U_2 (U_2 + R_2) \cdot \sin \alpha}{K_U(\alpha)}. \quad (9)$$

$$K_U(\alpha) = \frac{4a^2 \cdot U_2 (U_2 + R_2) \cdot \sin \alpha}{D_1 \cdot S \cdot P} \cdot \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}}. \quad (10)$$

Коэффициент износа материалов деталей сопряжения типа вал – втулка показывает, на сколько микрометров изнашивается втулка радиусом R_2 при контакте с валом диаметром D_1 на пути трения S и давлении P .

Износ вала происходит за счет перемещения втулки по валу.

Рассмотрим форму продольного сечения износа вала в радиальном сечении в плоскости максимального нагружения в зависимости от их конструктивных особенностей и законов кривых распределения длины хода втулки.

В зависимости от закона распределения длин ходов втулки все виды подобных сопряжений можно разделить на две группы:

- сопряжения с нормальным законом распределения длины хода втулки;
- сопряжения с логарифмически нормальным распределением длины хода втулки;

Для **первой группы**, принимая, что кривая распределения ходов $\varphi(x)$ подчиняется нормальному закону распределения с математическим ожиданием приложения реакции на втулке $a_i = l_p$ закон вероятности выражается зависимостью

$$\varphi(X) = Mi(X) = \frac{M_i}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[- \frac{(X - a_i)^2}{2\sigma_L^2} \right], \quad (11)$$

де a_i – координата центра группировки ходов втулки;
 σ_L – среднеквадратическое отклонение;
 M_i – нормирующий множитель, выбираемый условия равенства единице всей площади под кривой распределения в заданной области значения, определяемой с помощью значений функции Лапласа

$$M = \frac{1}{\Phi\left(\frac{a_i}{\sigma_L}\right) + \Phi\left(\frac{L - a_i}{\sigma_L}\right)}. \quad (12)$$

Принимая, что продольное сечение износа втулки является зеркальным отражением площади, ограниченной кривой распределения ходов, растянутой в m раз, то есть на отношение $\left[\frac{L_k}{L} = m\right]$ полной длины изнашивания вала на длину распределения ходов втулки (рис.1.), получим

$$F_U = m \int_0^L \varphi(x) dx. \quad (13)$$

Тогда, подставив в это выражение значение функции $\varphi(x)$, получим площадь максимального сечения износа вала

$$F_U = \frac{M_i m}{\sigma_L \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int \exp\left[-\frac{(x - a_i)^2}{2\sigma_L^2}\right] \cdot dx \quad (14)$$

Или через функцию Лапласа

$$F_U = \frac{M_i \cdot m}{2} \cdot \left\{ \Phi_0\left[\frac{L - a_i}{\sigma_L}\right] - \Phi_0\left[\frac{a_i}{\sigma_L}\right] \right\} \quad (15)$$

Максимальная величина износа вала U_{\max} , как ордината наиболее вероятной величины зеркального отражения максимальной ординаты кривой распределения длины втулки (рис.2.) может быть выражена уравнением

$$U_{\max} = \frac{M_{i-m}}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \quad (16)$$

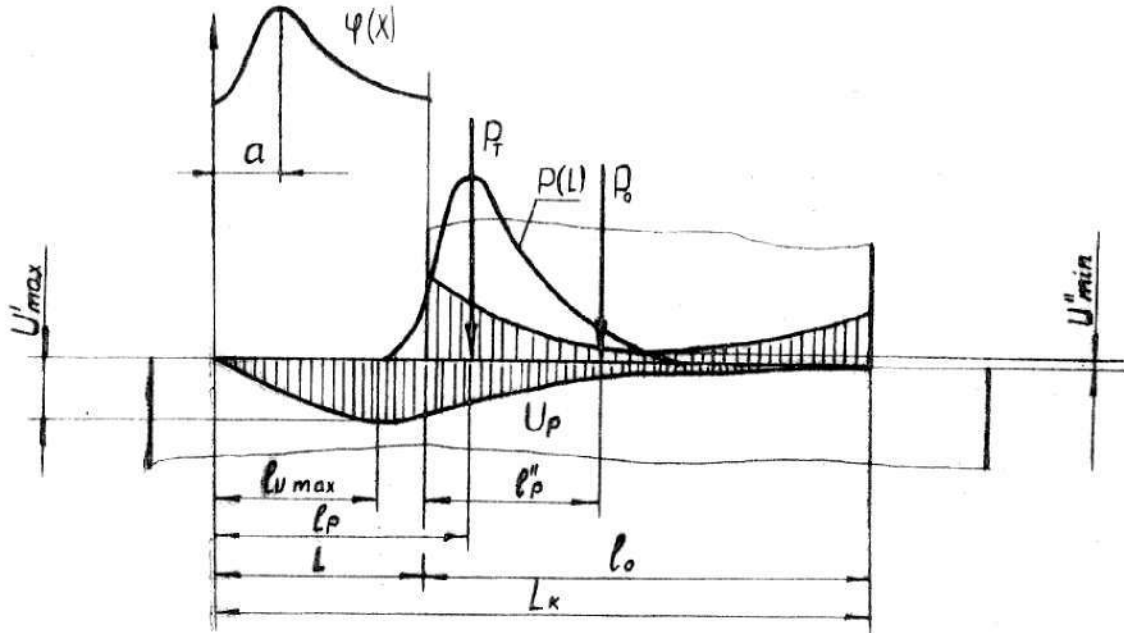


Рис. 2. Вероятность приложения реакции нагружения P_T вала и эпюры износов вала и втулки от распределения длины ходов втулки.

Подставив значение U_{\max} в выражение F_U получим

$$F_U = U_{\max} \cdot \sigma_L \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left\{ \Phi_0 \left[\frac{L - a_i}{\sigma_L} \right] - \Phi \left[\frac{a_i}{\sigma_L} \right] \right\}, \quad (17)$$

Принимая критические значения деформаций абразивным зерном поверхности изнашиваемого металла [2] при наличии загрязненности среды и учитывая, что коэффициент износа материалов, выведенный А.С.Прониковым [1] описывается зависимостью

$$K_U = \frac{F_U \cdot b}{S \cdot P}, \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}}, \quad (18)$$

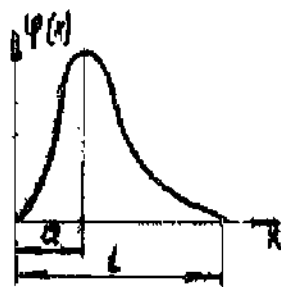
где F_U - площадь максимально продольного износа вала, мкм · м;
 b - ширина втулки, м;
 S - путь трения, км;
 P - удельное давление, Па.

Тогда можно получить уравнение для определения коэффициента износа материалов вала с учетом законов распределения ходов втулки

$$K_U = \frac{0,42 \cdot \sigma_L \cdot \cos \frac{\Theta}{2}}{L_K \cdot (HB)} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left\{ \Phi_0 \left[\frac{L - a_i}{\sigma_L} \right] - \Phi \left[\frac{a_i}{\sigma_L} \right] \right\}, \quad \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}} \quad (19)$$

Таким образом, коэффициент износа материалов вала при нормальном законе распределения длины ходов втулки является функцией свойств материала, характеристики абразива среды, конструктивных параметров ($L_K = L + l_0$) и функции распределения ходов втулки.

Для второй группы, распределение длин ходов втулки аппроксимируется логарифмически нормальным законом распределения. Плотность распределения ходов втулки можно записать в виде

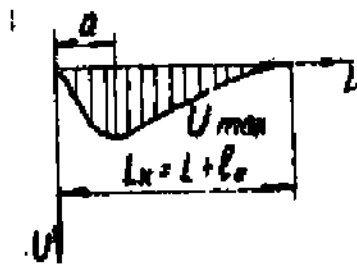


$$\varphi(x) = M \cdot \varphi_0(x) = \frac{M}{x \sigma_L \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln x - a)^2}{2\sigma_L^2} \right], \quad (20)$$

где нормирующий множитель «M» можно определить с помощью значений функции Лапласа

$$M = \frac{1}{\Phi_0 \left(\frac{a}{\sigma_L} \right) + \Phi \left(\frac{\ln - a}{\sigma_L} \right)}. \quad (21)$$

Принимая, что площадь продольного сечения износа вала является зеркальным отражением площади, ограниченной кривой распределения ходов втулки, увеличенной в m раз, где



$m = \frac{L_K}{L} = \frac{L + l_0}{L}$ - отношение длины изнашивания направляющей на максимальную величину перемещения (Рис.2), можно записать

сать

$$F_{U1} = m \int_0^L \varphi(x) = M \cdot m \int_0^L \varphi_0(x). \quad (22)$$

Подставив в это уравнение значение функции $\varphi_0(x)$, получим

$$F_{U1} = \frac{M \cdot m}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^L \exp\left[-\frac{(\ln L - a)^2}{2\sigma_L^2}\right] \cdot dx \quad (23)$$

После интегрирования получим площадь продольного сечения максимального износа вала, выраженную через функции Лапласа

$$F_{U1} = \frac{M \cdot m}{2} \left\{ \Phi_0\left[\frac{\ln L - a}{\sigma_L}\right] - \Phi_0\left[\frac{1 - a}{\sigma_L}\right] \right\}. \quad (24)$$

Величина максимального износа U_{\max} определяется частным случаем, когда $L=a$ в функции $\varphi_0(x)$

$$U_{\max} = \frac{M \cdot m}{L \cdot \sigma_L \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{(\ln a - a)^2}{2\sigma_L^2}\right]. \quad (25)$$

Подставив значение максимального износа U_{\max} в формулу площади сечения F_{U1} , получим

$$F_{U1} = U_{\max} \cdot \frac{L \cdot \sigma_L}{\exp\left[-\frac{(\ln a - a)^2}{2\sigma_L^2}\right]} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2} \left\{ \Phi_0\left[\frac{\ln L - a}{\sigma_L}\right] - \Phi_0\left[\frac{1 - a}{\sigma_L}\right] \right\}}. \quad (26)$$

Зная уравнение площади сечения износа по приведенным выше формулам аналитического определения максимального износа и зависимости А.С. Проникова, коэффициент износа материалов вала определяется выражением

$$K_U = \frac{0,42L\sigma_L \cos \frac{\Theta}{2}}{L_K(HB) \cdot \exp\left[-\frac{(\ln a - a)^2}{2\sigma_L}\right]} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \left\{ \Phi_0\left[\frac{\ln L - a}{\sigma_D}\right] - \Phi_0\left[\frac{1 - \phi}{\sigma_D}\right] \right\} \quad (27)$$

Применение биотоплива в контакте изнашиваемых деталей сопряжений, снижают численное значение коэффициента износа на 10-13 % по отношению к среде нефтяного топлива.

Большое значение на величину износов деталей сопряжения, работающих в среде биотоплива, оказывает время простоя. Это объясняется воздействием метанолов биотоплива в статическом состоянии. Зависимость приращения износа от времени простоя сопряжения представлены на рис.3.

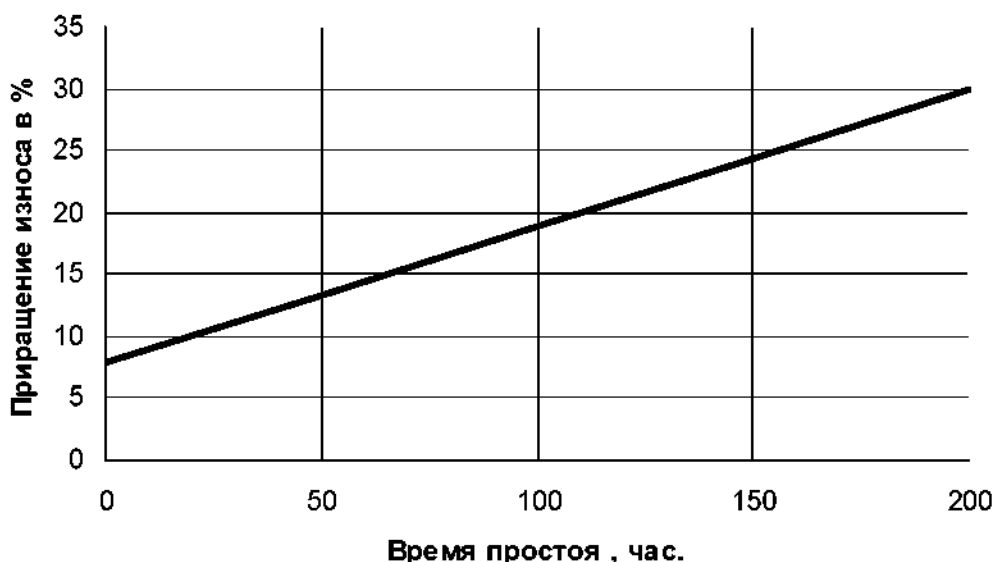


Рис.3. Влияние времени простоя на приращение износа в процентах.

Таким образом, наличие биотоплива в зоне изнашивания деталей сопряжений при наличии простоев, приводит к общему увеличению изнашивания деталей сопряжений и повышению численных значений коэффициентов износа.

Зависимость примет вид:

- для сопряжения с нормальным законом распределения длины ходов втулки;

$$K_U = \frac{0,42 \cdot \sigma_L \cdot \cos \frac{\Theta}{2} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right)}{L_K \cdot (HB)} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left\{ \Phi_0 \left[\frac{L - a_i}{\sigma_L} \right] - \Phi \left[\frac{a_i}{\sigma_L} \right] \right\}, \quad (28)$$

- для распределение длин ходов втулки с логарифмически нормальным законом распределения.

$$K_U = \frac{0,42 L \sigma_L \cos \frac{\Theta}{2} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right)}{L_K (HB) \cdot \exp \left[-\frac{(\ln a - a)^2}{2\sigma_L} \right]} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \left\{ \Phi_0 \left[\frac{\ln L - a}{\sigma_D} \right] - \Phi_0 \left[\frac{1 - \phi}{\sigma_D} \right] \right\}, \quad (29)$$

где β – процент приращения коэффициента износа за счет простоев.

Выводы. 1. Полученные зависимости коэффициентов износа позволяют учитывать силовые, скоростные параметры работы деталей сопряжений типа вал-втулка, а также влияние абразивности загрязнений и влияние метанолов биотоплива в процессе работы.

2. Не смотря на уменьшение изнашивания материалов в среде биотоплива общий износ деталей сопряжений при наличии простоев, приводит к общему увеличению изнашивания деталей сопряжений и повышению численных значений коэффициентов износа.

3. Предложенные коэффициенты износа упрощают общую методику прогнозирования ресурса сопряжений тапа вал-втулка относительного перемещения.

Литература

1. Журавель Д.П. Прогнозування ресурсу трибоспрязень мобільних сільськогосподарських агрегатів / Д.П. Журавель, В.Б.Юдовінський, С.В.Кюрчев // Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків : ХНТУСГ, 2008. - Вип. 75. – С. 11-22.

2. Журавель Д.П. Моделювання хімотологічних та триботехнічних процесів в спряженнях тертя / Д.П. Журавель, В.Б. Юдовінський // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2007. – Вип. 7. т 3. – С. 30-38.

3. Юдовинский В.Б. Обоснование комплексного показателя износостойкости материалов / В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель, К.Г. Петренко // Научные труды ТДАТА. - Мелитополь, 2006. - Вып.42. - С.15-20.

4. *Костецкий Б.И.* Трение, смазка и износ в машинах / *Б.И. Костецкий* . – К : Техніка, 1970.- 396 с.

5. *Юдовинський В.Б.* Дослідження процесу зношування основних сполучень деталей сільськогосподарської техніки через коефіцієнт зносу / *В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель, О.Д. Савченко* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2003. – Вип. 15. - С. 24-29.

6. *Юдовинський В.Б.* Еквівалентні коефіцієнти зносу і критерії припрацювання деталей сполучень сільськогосподарської техніки / *В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2003. - Вип.15. - С.29-33.

7. *Юдовинський В.Б.* Теория разрушения поверхностных слоев металла при трении / *В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2005. - Вип.33. - С.103-106.

ЗНОС МАТЕРІАЛІВ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ ТИПУ ВАЛ - ВТУЛКА ПОВЗДОВЖНЬОГО ВІДНОСНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ БІОПАЛИВА

Журавель Д.П., Юдовинський В.Б.

Анотація - робота присвячена встановленню аналітичної залежності коефіцієнту зносу матеріалів деталей спряжень типу вал-втулка повздовжнього відносного переміщення в середовищі біопалива.

DETERIORATION OF MATERIALS OF DETAILS OF INTERFACES OF TYPE SHAFT - THE PLUG LONGITUDINAL RELATIVE MOVING IN THE ENVIRONMENT OF BIOFUEL

D. Juravel, V. Yudovynskyuy

Summary

Work is devoted to establishment of analytical dependence of factor of deterioration of materials of details of interfaces of type a shaft-plug of longitudinal relative moving in the environment of biofuel.

УДК 658.562:663/664

ОБГРУНТУВАННЯ АНАЛІЗУ РИЗИКУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ

Бойко О.В. к.т.н.,

Яцух О.В., к.с.х.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 44-81-00

Анотація - робота присвячена порядку проведення аналізу, шагів з ідентифікації небезпек, оцінки та ступеню ризику. Розглянуті питання заходів зі зменшення ризику.

Ключові слова - безпека, ризик, ідентифікація, небажані події, заходи.

Постановка проблеми. Аналіз ризику аварій на небезпечних виробничих об'єктах є складовою частиною управління промисловою безпекою. Аналіз ризику полягає в систематичному використанні всієї доступної інформації для ідентифікації небезпек і оцінки ризика можливих небажаних подій.

Аналіз останніх досліджень. Проблеми управління ризиками займають в даний час особливе місце в інформаційних технологіях, при цьому широко застосовуються математичні методи. Проте основні труднощі виникають, коли вхідні параметри стають невизначеними, але тим часом впливають на результати рішення.

Формулювання мети статті. Існуючі на сьогодні, традиційні методи недостатньо придатні для аналізу ризиків підприємств саме тому, що вони не в змозі охопити нечіткість людського мислення і поведінки.

Основна частина. Результати аналізу ризику використовуються при декларуванні промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів експертизі промислової безпеки, обґрунтуванні технічних рішень по забезпеченню безпеки, страхуванні економічному аналізі безпеки, оцінці дії господарської діяльності на навколишнє природне середовище і при других процедурах, пов'язаних з аналізом безпеки [1,2].

Основні завдання аналізу ризику аварій на небезпечних виробничих об'єктах полягають в наданні особам, що ухвалюють рішення:

- об'єктивної інформації про стан промислової безпеки об'єкту;
- відомостей про найбільш небезпечні, «слабкі» місця з погляду безпеки;

- обґрунтованих рекомендацій по зменшенню ризику.

Процес проведення аналізу ризику включає наступні основні етапи:

- планування і організацію робіт;
- ідентифікацію небезпек;
- оцінку ризику;
- розробку рекомендацій по зменшенню ризику.

Основні завдання етапу **ідентифікації небезпек** - виявлення і чіткий опис всіх джерел небезпек і шляхів їх реалізації. Це відповідальний етап аналізу, оскільки не виявлені на цьому етапі небезпеки не піддаються подальшому розгляду і зникають з поля зору.

При ідентифікації слід визначити, які елементи, технічні пристрої, технологічні блоки або процеси в технологічній системі вимагають серйознішого аналізу і які представляють менший інтерес з погляду безпеки.

В результаті ідентифікації небезпек звертаємо увагу на список небажаних подій, опис джерел небезпеки, чинників ризику, умов виникнення і розвитку небажаних подій попередні оцінки небезпеки і ризику, а також при необхідності, можуть бути представлені показники небезпеки вживаних речовин, оцінки наслідків для окремих процесів, технологій та інші.

Ідентифікація небезпек завершується також вибором подальшого напрямку діяльності. Як варіанти подальших дій можуть бути рішення припинити подальший аналіз зважаючи на незначність небезпек або достатності одержаних попередніх оцінок, рішення про проведення детальнішого аналізу небезпек і оцінки ризику, розробки попередніх рекомендацій по зменшенню небезпек.

Рішення задач для оцінки ризику можна представити у вигляді наступних етапів:

1. **Визначення частоти виникнення первинних і всіх небажаних подій.** Для визначення частоти небажаних подій рекомендується використовувати: статистичні дані по аварійності і надійності технологічної системи, відповідні специфіці небезпечного виробничого об'єкту або виду діяльності, логічні методи аналізу «дерев подій», «дерев відмов», імітаційні моделі виникнення аварій системі «людина-техніка», експертні оцінки шляхом обліку думки фахівців в даній області.

2. **Оцінка наслідків виникнення небажаних подій.** Оцінка наслідків включає аналіз можливих дій на людей, майно і навколишнє природне середовище. Для оцінки наслідків необхідно оцінити фізичні ефекти небажаних подій (відмови, руйнування технічних пристроїв, будівель, споруд, пожежі, вибухи, викиди токсичних речовин і т.д.), уточнити об'єкти, які можуть бути піддані небезпеці. При аналізі наслідків аварій необхідно використовувати моделі аварійних процесів і критерії поразки, руйнування об'єктів дії, що вивчаються, враховувати

обмеження вживаних моделей. Слід також враховувати і, по можливості, виявляти зв'язок масштабів наслідків з частотою їх виникнення.

3. Ступінь ризику. Ступінь ризику повинна відображати стан промислової безпеки з урахуванням показників ризику всіх небажаних подій, які можуть відбутися на небезпечному виробничому об'єкті і ґрунтуватися на результатах: інтеграції показників ризиків всіх небажаних подій з урахуванням їх взаємного впливу, аналізу невизначеності і точності отриманих результатів; аналізу відповідності умов експлуатації вимогам промисловій безпеці і критеріям прийняттого ризику. При ступені ризику слід, по можливості, проаналізувати невизначеність і точність отриманих результатів. Є багато невизначеностей пов'язаних з оцінкою ризику. Як правило, основними джерелами невизначеностей є неповнота інформації по надійності устаткування і людським помилкам, припущення, що приймаються, і допущення використовуваних моделям аварійного процесу. Щоб правильно інтерпретувати результати оцінки невизначеностей, необхідно розуміти характер невизначеностей і їх причини. Джерела невизначеності слід ідентифікувати (наприклад, «людський чинник»), оцінити і представити в результатах.

Розробка рекомендацій по зменшенню невизначеностей є завершальним етапом аналізу невизначеностей. У рекомендаціях представляються обґрунтовані заходи по зменшенню невизначеностей, що ґрунтуються на результатах оцінок ризику.

Заходи по зменшенню ризику можуть носити технічний і організаційний характер. При виборі мір вирішальне значення має загальна оцінка дієвості і надійності мір, що роблять вплив на ризик, а також розмір витрат на їх реалізацію.

На стадії експлуатації небезпечного виробничого об'єкту організаційні заходи можуть компенсувати обмежені можливості для ухвалення крупних технічних мір по зменшенню ризику.

При розробці мір по зменшенню ризику необхідно враховувати, що унаслідок можливої обмеженості ресурсів в першу чергу повинні розроблятися прості і пов'язані з найменшими витратами рекомендації, а також заходи на перспективу.

В більшості випадків першочерговими мірами забезпечення безпеки, як правило, є заходи попередження аварії. Вибір планованих для впровадження мір безпеки має наступні пріоритети:

- заходи по зменшенню вірогідності виникнення аварійної ситуації, що включають: заходи по зменшенню вірогідності виникнення інциденту, переростання інциденту в аварійну ситуацію, тяжкості наслідків аварії;

- заходи, що передбачаються при проектуванні небезпечного об'єкту (наприклад, вибір несучих конструкцій);

– заходи, що відносяться до систем протиаварійного захисту і контролю (наприклад, застосування газоаналізаторів);

– заходи, що стосуються готовності експлуатуючої організації до локалізації і ліквідації наслідків аварій.

При необхідності обґрунтування і оцінки ефективності пропонуєних мер по зменшенню ризику рекомендується дотримуватися двох альтернативних цілей їх оптимізації:

1. при заданих засобах забезпечити максимальне зниження ризику експлуатації небезпечного виробничого об'єкту;

2. при мінімальних витратах забезпечити зниження ризику до прийнятого рівня.

Висновки. Таким чином, чітке формування показників, за якими проводиться аналіз ризиків, сприяє отриманню вхідних параметрів та меншою мірою будуть впливати на результати рішень.

Література

1. *Ветошкин А. Г.* Мониторинг и аудит промышленной и экологической безопасности / *А. Г. Ветошкин* // Изв. Акад. пром. экологии, 2004. - № 1. – С. 20-25.

2. *Лисанов М. В.* Ошибки нормирования количественных критериев допустимого риска / *М. В. Лисанов* // Методы оценки соответствия, 2009. - № 9. - С. 41-43.

3. *Бегун В. В.* Імовірнісний аналіз безпеки атомних станцій : навч. посібник (ІАБ) / *В. В. Бегун, О.В. Горбунов, І. М. Каденко* [та ін.]. – К., 2000. – 568 с.

ОБОСНОВАНИЕ АНАЛИЗА РИСКА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Бойко О.В., Яцук О.В.

Аннотация - Работа посвящена порядку проведения анализа, шагов по идентификации опасностей, оценки и степени риска. Рассмотрены вопросы мероприятий по уменьшению риска.

GROUND OF ANALYSIS RISK OF DANGEROUS PRODUCTION OBJECTS

O. Bojko, O. Yatsukh

Summary

Work is devoted to the order of leadthrough of analysis, steps from authentication of dangers, estimation and risk degree. Considered questions of measures on diminishing of risk.

УДК 658.011-56

**ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ
ПРИ ОЧИЩЕННІ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ**

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Постнікова М.В., аспірант*,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація – запропоновано для розробки науково-обґрунтованих норм витрат електроенергії на потокових лініях зернопунктів враховувати енергетичні фактори, які впливають на питомі витрати електроенергії.

Ключові слова – раціональне використання електроенергії, питомі витрати електроенергії, завантаження електродвигунів, енергоємність.

Постановка проблеми. Сільське господарство є одним з важливих споживачів електричної енергії, тому реалізації програми енергозбереження у сільськогосподарському виробництві приділяється велика увага. Необхідність вирішення питань енергозбереження при очищенні зерна на зернопунктах визначило напрямок даних досліджень. Один із шляхів енергозбереження потоковими лініями очистки зерна на зернопунктах - розробка науково-обґрунтованих питомих норм витрати електроенергії, впровадження яких дозволить економити 8-10% електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. Як показали дослідження [1-4], всі фактори, які впливають на питому витрату електроенергії стосовно до зернопунктів можна поділити на наступні виробничі фактори: фізико-хімічні, технологічні, енергетичні. Кожен з них по-різному впливає на енергоємність при очищенні зерна на зернопунктах.

Формулювання мети статті. Метою статті є виявлення впливу енергетичних факторів на питомі витрати електроенергії.

Основна частина. До енергетичних факторів відносяться: встановлена потужність, ККД силового електрообладнання, енергоозбробоченість, енергоємність, ступінь завантаження електродвигунів, якість електропостачання.

Збільшення встановленої потужності на зернопунктах з ціллю підвищення якісних показників зерна, заміна фізичної ручної праці механізованим може викликати деяке підвищення питомої витрати електроенергії. Наприклад, $W_{\text{пит.}}$ для очистки пшениці на агрегаті ЗАВ-20А при вологості 15-18% і засміченості 5-15% змінюється в межах 1,701-1,779 кВт·год./т, а на агрегаті ЗАВ-40 при тій ж самій вологості і засміченості - 1,74-2,0 кВт·год./т [2]. Однак, із-за підвищення продуктивності за рахунок знову введеного в експлуатацію обладнання, питома витрата електроенергії все ж таки знижується [1].

Застосування електродвигунів з більш високим ККД дозволить зменшити питому витрату електроенергії при очищенні зерна.

Одним з важливих факторів, що впливають на величину питомого енергетичного показника, є енергоозброєність зернопункту. Збільшення енергоозброєності зернопункту, пов'язане із підвищенням продуктивності, приводить до зменшення питомої витрати електроенергії [1].

Питома витрата електроенергії є показником, що характеризує енергоємність всього технологічного процесу, окремої виробничої операції або виробництва в цілому. Цей показник дозволяє порівняти результати використання електричної енергії при різних умовах роботи, що змінюються [1].

Необхідно також враховувати ступінь завантаження електродвигунів. Якщо кожна машина буде працювати в режимі, який буде повністю відповідати вимогам технологічного процесу, питома витрата електроенергії буде найменшою. Норії, включені в потокові лінії, працюють з продуктивністю нижче паспортної. Не всі машини поточкових ліній узгоджені за продуктивністю. Це приводить до підвищеної питомої витрати електроенергії [2]. Коефіцієнт завантаження енергетичного обладнання змінюється в широких межах: для стрічкового транспортера ЛТ-10 - 0,4...1,15, для зерноавантажувачів ЗП-40, ЗПС-60 - 0,7...1,0, для ОВП-20 - 0,7...1,2, для ОС-4,5 - 0,15...1,1 [2].

Вплив завантаження обладнання на величину питомої витрати електроенергії для ОС-4,5 (а - ячмінь, б - пшениця) представлений на рисунку 1.

Що стосується завантаження електродвигунів за потужністю робочих машин ЗАВ, то вона складає 17-57%. В стійкості технологічного процесу і підтримки його на необхідному рівні має значення якість електропостачання. Коливання напруги оказують вплив на спожиту активну потужність, отже, і на питому витрату електроенергії.

На підставі спостережень, проведених на хлібоприймальних підприємствах, робочою слід вважати напругу в інтервалі 360-370 В, що відповідає 95-97% номінальної напруги. В цьому випадку зменшення спожитої активної потужності не буде перевищувати 1,5-2%, що знаходиться

в межах допустимих похибок. Тому можна вважати спожиту активну потужність величиною, що не залежить від коливань напруги [1].

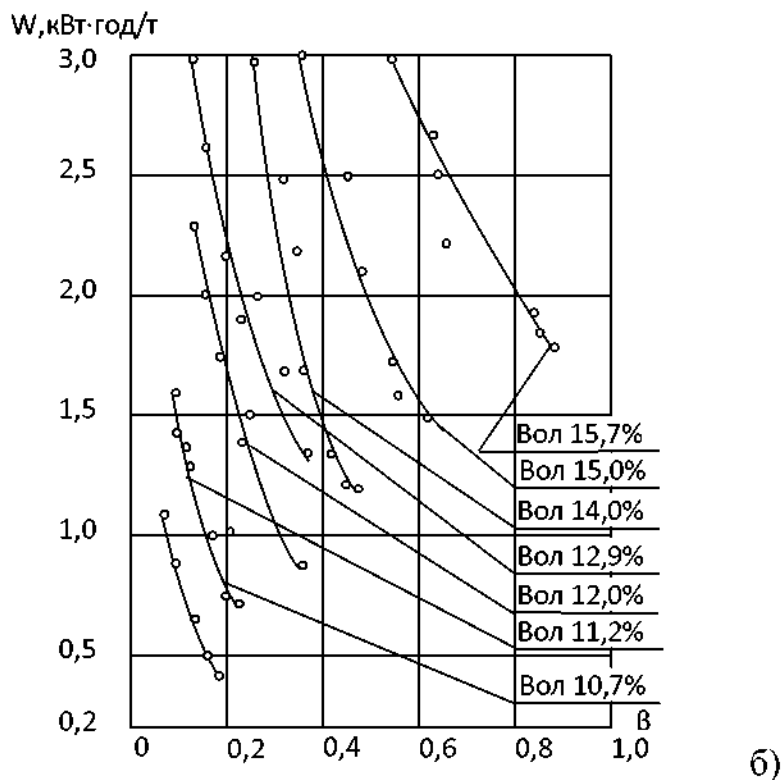
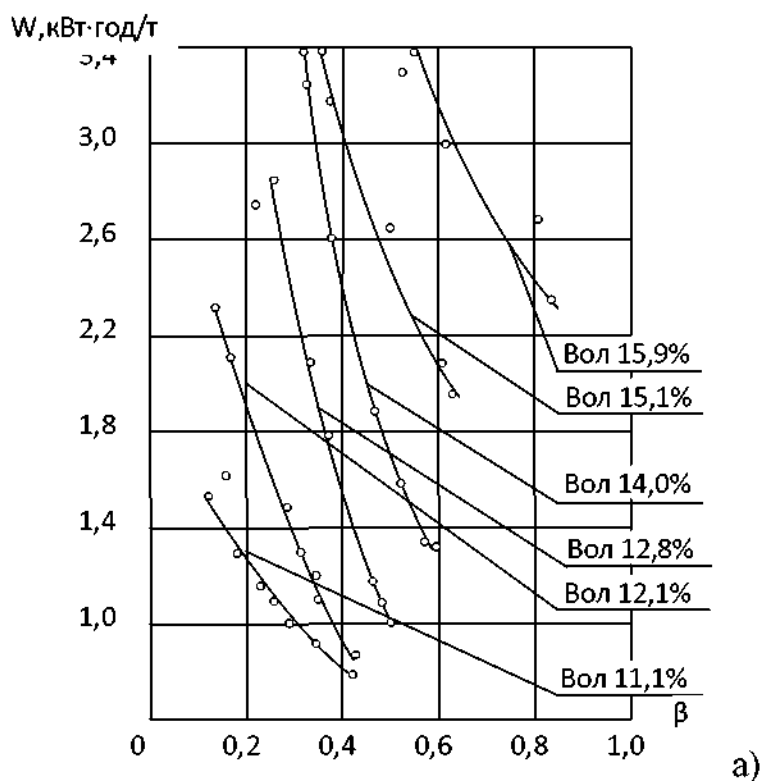


Рис. 1. Вплив завантаження обладнання на величину питомої витрати електроенергії для ОС-4,5 (а - ячмінь, б - пшениця).

Висновки. Із енергетичних факторів найбільший вплив на електроспоживання оказує коефіцієнт завантаження електродвигунів.

Література

1. *Ястребов П.П.* Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / П.П. Ястребов. – М. : Колос, 1973. – 331 с.
2. *Карпова А.П.* Исследование влияния технических и технологических факторов на электропотребление при подработке зерна на юге УССР : автореф. дис... канд. техн. наук / А.П. Карпова. – К., 1981. – 21 с.
3. *Постнікова М.В.* Розробка науково-обґрунтованих норм енергоємності при обробці зерна на зернопунктах / М.В. Постнікова // Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика : Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Тематичний збірник наукових праць. – Харків, 2008. - №30. – С. 511-512.
4. *Постнікова М.В.* Моделювання впливу фізичних факторів на енергоємність при очищенні зерна на зернопунктах / М.В. Постнікова, Л.Є. Никифорова, О.П. Карпова // Праці ТДАТУ. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, т.8. - С. 151-155.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГОЁМКОСТЬ ПРИ ОЧИСТКЕ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Никифорова Л.Е., Постникова М.В., Карпова А.П.

Аннотация – предложено для разработки научно-обоснованных норм расхода электроэнергии на поточных линиях зернопунктов учитывать энергетические факторы, которые влияют на удельный расход электроэнергии.

INFLUENCE ENERGY PARAMETER ON ENERGY CAPACITY WHEN CLEARING GRAIN ON CORN POINTS

L. Nikiforova, M. Postnikova, A. Karpova

Summary

It is offered for development scientifically-motivated rates of the rates-move to electric powers on production lines of the corn points take into account energy factors, which influence upon specific consumption of the electric powers.

УДК 631.362

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ПРОЦЕСС СЕПАРАЦИИ СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кузнецов И.О., к.т.н.,

Гулевський В.Б., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-23-41

Аннотация – дан анализ использования источников магнитного поля (постоянные магниты или электромагниты) при сепарации зерновых материалов.

Ключевые слова – постоянные магниты, пондеромоторная сила, ферриты.

Постановка проблемы. Большинство технологических линий переработки сыпучих сельскохозяйственных материалов снабжены различными сепараторами, позволяющими производить разделение материалов по крупности (ситовые, калибровочные машины), по массе (центрифуги). Но существуют такие примеси (металлические частицы), которые подлежат отделению и при этом не один из перечисленных способов не может дать высокую степень их извлечения.

Анализ последних исследований. Как показали исследования передового опыта производителей и ученых [1, 2], в основе работы сепараторов применяется магнитное поле, как фактор, влияющий на высокую удельную магнитную проницаемостью металлических частиц при сепарации сельскохозяйственных материалов. Но основным недостатком существующих систем является не высокая эффективность их работы при извлечении мелких металлических части, а методики расчета не акцентируют внимание на основных факторах, от которых зависит качество сепарации сыпучих материалов.

Формулирование цели статьи. Таким образом, целью данной работы является определение основных параметров, влияющих на качество магнитной сепарации.

Основная часть. Источником магнитного поля могут быть как постоянные магниты, так и электромагниты.

Постоянные магниты – это магнитотвердые материалы (ферриты, неодимовые, кобальтовые), которые обладают высокой остаточной намагниченностью или большой коэрцитивной силой.

К достоинствам можно отнести отсутствие необходимости в источнике питания, разные конфигурации полюсов магнитных сепараторов.

К недостаткам – сложность монтажа магнита с высокой напряженностью на полюсе, сложность очистки улавливающих поверхностей (на поверхности полюсов всегда будут оставаться уловленные частицы), постоянное влияние обслуживающего персонала и невозможность включения их в автоматизированную систему управления оборудованием в линии переработки.

В электромагнитах магнитное поле возникает в результате прохождения тока по обмотке электромагнита. Его величина напрямую зависит от числа витков обмотки, величины силы тока и расстояния между полюсами.

Недостаток электромагнитов – необходимость в источниках питания. К достоинствам относят то же, что и у постоянных магнитов, в том числе возможность автоматизировать процесс сепарации. Их большое преимущество еще и в том, что возможно манипулировать напряженностью в широком диапазоне. Увеличив напряженность можно извлечь большинство металлических примеси из потока зернового материала. Так же упрощается очистка накопленных примесей и осуществляется за счет отключения питания в обмотке электромагнита.

В случае сепарации мелких металлических частиц, необходимо создание полиградиентного магнитного поля [3].

Существует несколько способов создания полиградиентных магнитных полей:

1) один из них базируется на изменении напряженности за счет вариации тока в обмотке электромагнита (соответственно возможен только для электромагнитов);

2) второй способ применим как для постоянных магнитов, так и для электромагнитов. Осуществляется путем изменения формы полюсов (рис.1). Этот способ наиболее интересен, так как не требует дополнительных затрат энергии для создания высокой напряженности в рабочей зоне сепаратора. Основная особенность данного способа заключается в изменении напряженности поля за счет применения различных форм полюсных наконечников или внесения магнитных центров (концентраторов магнитного поля в виде шаров или спиралей). При этом напряженность поля будет зависеть как от размеров магнитных центров, так и расстояния между ними

$$H_R = H_0 \cdot \left(1 + \frac{k \cdot d_y^3}{4 \cdot R^3} \right) \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где H_0 – напряженность поля на полюсе, А/м;
 R – текущая координата между металлической примесью и магнитным центром, м;
 d_y – геометрический размер магнитного центра, м;
 α – угол атаки металлической примеси по отношению к магнитному центру;
 k – коэффициент; $k = \frac{(\mu - 1)}{(\mu + 2)}$.

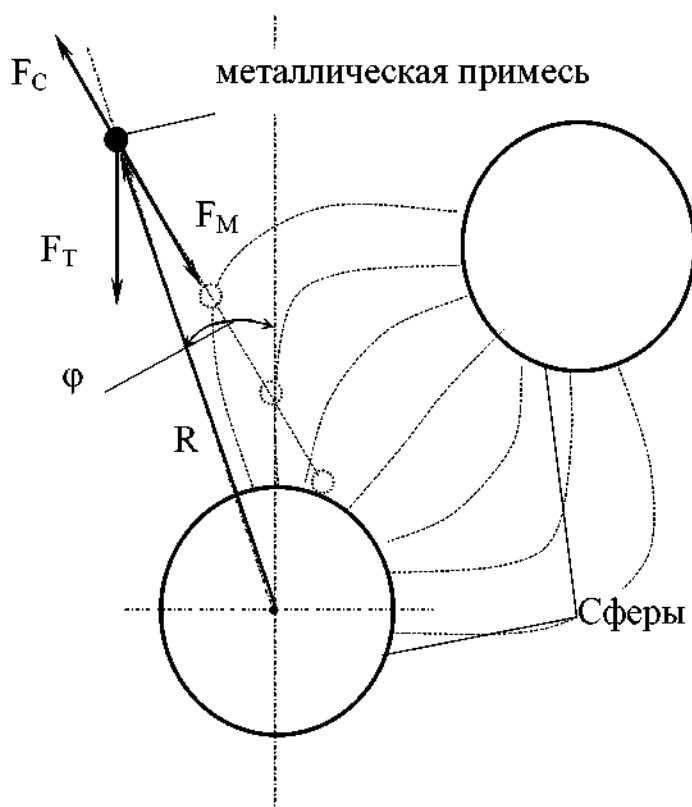


Рис. 1. Способ создания полиградиентного поля.

Дифференцируя (1) по R и записывая в виде $\frac{dH_R}{dR}$ можно определить скорость изменения магнитного поля (градиент поля) в области магнитного центра

$$\frac{dH_R}{dR} = -3H_0 \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{k \cdot d_y^3}{4 \cdot R^3} \cdot \frac{d_y^3}{R^4} \right). \quad (2)$$

Чем выше градиент поля, тем больше сила, влияющая на извлечение металлических примесей из сепарируемого материала, а следовательно, выше эффективность работы сепаратора.

Выводы. Таким образом, главным параметром в расчете полиградиентных магнитных систем является знание таких факторов, как размеры магнитных центров, их материал, расстояние между ними, размеры металлических примесей. Все это влияет на величину силы извлечения, от которой будет зависеть эффективность сепарации.

Литература

1. *Бессонов Л.А.* Теоретические основы электротехники : учебник для студентов энергетических и электротехнических вузов. - изд. 6-е, перераб. и доп. / Л.А. Бессонов. – М. : Высшая школа, 1973. – 752 с.

2. *Берлинский И.И.* Опыт промышленного внедрения мокрого магнитного обогащения для доводки ильменитовых концентратов / И.И. Берлинский, В.Е. Скродский // Труды ЦНИГРИ. - Вып. 49. – М. : ЦНИГРИ, 1962. – 246 с.

3. *Просвирнин В.И.* К расчету магнитных концентратов для извлечения ферромагнитных примесей из высокодисперсных материалов / В.И. Просвирнин, И.О. Кузнецов // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. - Вип. 6. – Харків : „Стас”. - 2001. - С. 514 – 519.

МАГНІТНІ ПОЛЯ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ СИПКИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

Кузнецов І.О., Гулевський В.Б.

Анотація – представлено аналіз використання джерел магнітного поля (постійні магніти або електромагніти) при сепарації зернових матеріалів.

MAGNETIC FIELDS AS THE FACTOR OF INFLUENCE ON PROCESS OF SEPARATION OF LOOSE AGRICULTURAL MATERIALS

I. Kuznetsov, V. Gulevsky

Summary

The analysis of use of sources of a magnetic field (constant magnets or electromagnets) is given at separation of grain materials.

УДК 636.085.55

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Диордиева Р.Н., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-23-41

Аннотация – в статье приведены положения по обоснованию эффективного применения МКУ в условиях фермерских хозяйств АПК.

Ключевые слова – критерий управления, математическая модель, оптимизация.

Постановка проблемы. В США и странах Западной Европы 40 % комбикормов производят непосредственно в хозяйствах на малогабаритных комбикормовых агрегатах с собственного зернофуража и закупленных микродобавок, а 60 % – на государственных и межхозяйственных комбикормовых заводах, которые обслуживают преимущественно большие животноводческие и птицеводческие комплексы.

Анализ последних исследований. В условиях Украины производство россыпных комбикормов непосредственно на фермах из зерна собственного производства и покупных добавок (БВД, премиксов) дает возможность значительно снизить себестоимость продукции, получать комбикорм необходимого состава, в требуемом количестве и в любое время [1]. Они обходятся хозяйству в 2–3 раза дешевле приобретаемых и транспортируемых с государственных и межхозяйственных предприятий, а качество таких комбикормов может быть даже выше при условии автоматизации данных процессов на уровне компьютерных технологий [3].

Формулирование цели статьи. Целью данной статьи является обоснование необходимости и разработка алгоритма создания моделей оптимального функционирования управления процессами производства комбикормов на базе малогабаритных комбикормовых установок.

Основная часть. Технология кормоприготовления представляется в форме дискрет во времени, где решается задача управления установившимися состояниями многомерного дискретного управления с использованием модели объекта. Для адаптации параметров модели,

определяющих установившиеся значения ее выхода, используются рекуррентные алгоритмы эллипсоидальных оценок.

Линеаризованный технологический комплекс кормоприготовления, как дискретный динамический объект управления (ОУ), характеризуется в дискретные моменты времени $k=0, 1, 2 \dots$ векторами входов (управлений) по вышеназванным каналам $\vec{u}[k] = (u_1[k], \dots, u_n[k])^T$ и выходов $\vec{x}[k] = (x_1[k], \dots, x_n[k])^T$. В качестве компоненты $x_i[k]$ принимается соответствующий энергетический поток. С каждой компонентой $x_i[k]$ вектора $X[x]$ связаны системы уравнений:

$$W_i[k+1] = A_i W_i[k] - (I - A_i) E^{-q_i} u[k]; \quad (1)$$

$$x_i[k+1] = m_i^0 W_i[k]; \quad (2)$$

$$\det M^0 \neq 0. \quad (3)$$

При моделировании подобных процессов задаются соответствующие ограничения, некоторые из которых представляют собой директивные значения энергоемкости технологических процессов и продукции с/х производства. Такие параметры обоснованы в ряде директивных документов, причем для рассматриваемого случая таким документом является областная комплексная программа энергосбережения, которая имеет цель на основе анализа существующего состояния и прогнозов развития экономики разработать основные направления политики энергосохранения [2], что предвидит образование нормативно-правовой базы энергосохранения, формирование благоприятной экономической среды, образование целостной и эффективной системы управления энергосохранением. Программа закладывает основы образования, обучения и подготовки кадров по энергосбережению и энергосохранению, а также нормирует электропотребления основных технологических процессов с/х производства, что показано в табл 1. Эти нормы вычислены в соответствии с основными положениями и требованиями ISO 13600 – 97, ДСТУ 3682 – 98, ДСТУ 3051 – 95.

На основании указанных факторов строятся структуры моделей. В свою очередь, каждая модель САУ однозначно определяется набором признаков модели $P_m = \{P_m^j\}_{j=1}^k$, описывающих основные характеристики модели САУ, например, тип модели, составляющие подмодели и др.

Таблица 1 – Нормирование электропотребления основных технологических процессов с/х производства.

Показатель	Плановая норма	Фактическая норма
Производство подсолнечного масла, $кВт \cdot ч / т$	314,2	317,6
Производство сливочного масла, $кВт \cdot ч / т$	426,3	429,2
Производство ингибиторов – катализаторов, $кВт \cdot ч / т$	2206,3	2312,7
Переработка природного газа, $кВт \cdot ч / м^3$	163,2	174,6
Колбасные изделия, $кВт \cdot ч / т$	87,2	88,4
Мука и крупа, $кВт \cdot ч / т$	69,6	71,4
Производство холода, $кВт \cdot ч / Гкал$	499,3	507,2
Консервы плодоовощные, $кВт \cdot ч / тыс. банок$	54,1	53,2
Переработка свеклы, $кВт \cdot ч / т$	42,7	46,3
Переработка сахара - сырца, $кВт \cdot ч / т$	83,7	89,2
Цельно-молочная продукция (в пересчёте на молоко), $кВт \cdot ч / т$	26,3	29,8
Хлеб и хлебобулочные изделия, $кВт \cdot ч / т$	39,2	41,1
Дрожжи кормовые, $кВт \cdot ч / т$ (все-го), в т.ч.	3109,9	3136,3
- гидролизные	26639,9	2703,7
- из отходов пищевой промышленности	1907,3	1936,2
Отвод сточных вод, $кВт \cdot ч / тыс. м^3$	432,6	439,2

Выбор модели статического типа проводится путем построения набора признаков модели в соответствии с некоторым функционально-логическим правилом отображения множества признаков. На основании имеющегося набора характеристик объекта управления определяется набор требуемых свойств, которым должна удовлетворять модель системы управления и в результате выполнения которых происходит процесс выбора модели. Из некоторого набора алгоритмов выбирается алгоритм получения решения по конструированной модели согласно совокупности количественных и качественных характеристик объекта управления и самой выбранной модели САУ. Процесс структурной адаптации должен сопровождаться параметрической

адаптацией. Поэтому при выборе модели, которая должна быть включена в работу САУ, возникает проблема адаптации ее параметров по наблюдениям «работающей» модели САУ, т.е. осуществляется настройка параметров модели. Общая схема настройки параметров «неработающей» модели внутренним адаптером приведена на рис. 1.

Основной целью блока построения моделей и алгоритмов САУ является конструирование модели с требуемыми свойствами, выбор алгоритма решения полученной модели, формирование комплекта документации.



Рис. 1. Блок-схема настройки модели.

Принимается, что известны численные значения параметров относительно построенного функционала адекватности известны.

Выводы. Процесс конструирования моделей обычно отражает и особенности получения алгоритма адаптации. На входе блока построения модели имеется набор признаков объекта управления – текущий и прогнозный. Блок построения модели начинает работу в двух случаях: если необходимо изменить структуру работающей модели, или если необходимо заменить алгоритм работающей модели некоторым алгоритмом базы алгоритмов.

Литература

1. Диордиева Р.Н. Обоснование применения малогабаритных комбикормовых установок в условиях хозяйств / Р.Н. Диордиева // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2002. - Вип. 9. - С. 77-81.

2. Нормативно – правовые аспекты обеспечения режимов потребления электрической и тепловой энергии в современных условиях хозяйствования / Информационный бюллетень. – Запорожье : Госинспекция энергонадзора в Запорожской области, 2004. – 112 с.

3. Диордиев В.Т. Оптимизация рецептов комбикормов – путь повышения эффективности использования фермерских комбикормовых установок / Диордиев В.Т., Сабо А.Г., Диордиева Р.Н. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2005. - Вип. 31. - С. 19-23.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

Диордієва Р.М.

Анотація - в статті наведені положення по обґрунтуванню ефективного застосуванню МКУ в умовах фермерських господарств АПК.

GROUND OF APPLICATION OF SMALL OPTIONS OF THE MIXED FODDERS IN THE CONDITIONS OF ECONOMIES

R. Diordieva

Summary

In the article positions are resulted on the ground of effective application of MKU in the conditions of economies of farmers of APK.

УДК 658.562:663/664

ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ШЛЯХИ ЇХ РІШЕННЯ

Бойко О.В., к.т.н.,

Побігун А.М., к.т.н.,

Яцух О.В., к.с.х.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 44-81-00

Анотація - в статті обґрунтовується необхідність підвищення якості харчової продукції також розглянуті питання та етапи впровадження системи безпеки.

Ключові слова - якість, система, продукція, принципи, ризик, моніторинг.

Постановка проблеми. Проблема якості і безпеки продукції - одне з важливих і актуальних питань світової торгівлі, що має велике значення для стабільного розвитку економіки країни. Досягнення високого рівня захисту споживачів і підвищення конкурентоспроможності українських товарів на зовнішніх ринках є тими цілями, якими повинні керуватися підприємства при розробці якісно нової концепції досягнення якості і безпеки продукції.

Аналіз останніх досліджень. Нововведення у процесах виробництва та зберігання продуктів харчування дозволяють розширити асортимент продукції, підвисити строки зберігання та задовольнити потреби споживача. Зі зростанням нових технологій підвищується контроль за виробництвом та безпекою виробляємої продукції

Формулювання мети статті. Від того наскільки якісною є продукція, настільки держава зуміє забезпечити безпеку величезної кількості процесів, починаючи від здоров'я нації та закінчуючи рівнем споживчої довіри і споживчого попиту. Тільки за допомогою підвищення якості продукції вітчизняного виробника ми зможемо добитися високого рівня довіри до неї та стимулювати виробництво в різних областях економіки [1,2].

Основна частина. Держава повинна здійснювати на споживчому ринку контроль європейського рівня. Тому необхідно продовжити системну розробку та впровадження нових технічних регламентів, які

базуються на відповідних європейських директивах.

I. Загальні поняття про систему НАССР, історія створення і впровадження.

При виробництві харчової продукції першорядне значення мають вимоги її безпеки для споживача.

Законодавчі акти, нормативні документи, санітарно-гігієнічні норми визначають тільки вимоги до безпеки харчових продуктів, але не регламентують методів їх забезпечення.

Багаторічна практика харчових підприємств СРСР припускала і припускає в даний час тільки один метод забезпечення безпеки харчової продукції - систему контролю. Ця система заснована на:

- контролі стану технологічної дисципліни;
- контролі характеристик, в т.ч. і вимог безпеки продукції харчовими лабораторіями;
- контролі за дотриманням санітарно-гігієнічних режимів на підприємстві;
- контролі стану виробничого середовища.

Практика зарубіжних підприємств пропонує інший ефективніший метод забезпечення безпеки. Цей метод заснований на управлінні ризиками на основі системи «Аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні крапки» (Hazard Analysis and Critical Control Points - НАССР).

Суть цього методу полягає в наступному. На всіх стадіях виробництва, починаючи від приймання сировини і закінчуючи реалізацією продукції, на кожній технологічній лінії і на кожній операції необхідно виявити і управляти небезпечними чинниками (мікробіологічними, токсикологічними, хімічними, фізичними і ін.), які можуть загрожувати безпеці продукції.

Основним критерієм ступеня небезпеки того або іншого чинника є рівень вірогідності ризику виникнення цього чинника.

Кінцева мета системи - мінімізувати ризики або взагалі звести їх до нуля.

У різних країнах рівень впровадження системи різний. Наприклад, в Данії був прийнятий закон, по якому всі підприємства харчової промисловості повинні були упровадити цю систему до 31 грудня 1997 року. У Франції застосування системи носить добровільний характер.

Основним нормативним документом Росії, який визначив принципи системи НАССР або в англійській транскрипції НАССР. Вимоги до системи відповідають вимогам, викладеним в Ухвалі Європейського парламенту і ради ЄС № 852/2004 від 20.04.04 «Санітарно-гігієнічні правила для виробництва харчової продукції».

Які ж дії необхідно здійснити підприємству, щоб створити систему безпеки на основі принципів НАССР.

Система повинна розроблятися з урахуванням семи основних

принципів.

II. Принципи розробки системи HACCP.

1. Ідентифікація потенційного ризику або ризиків (небезпечних чинників), які зв'язані з виробництвом продуктів харчування, починаючи з отримання сировини (розведення або вирощування) до кінцевого споживання, включаючи всі стадії життєвого циклу продукції (обробку, переробку, зберігання і реалізацію) з метою виявлення умов виникнення потенційного ризику (ризиків) і встановлення необхідних заходів для їх контролю.

2. Виявлення критичних контрольних крапок у виробництві для усунення (мінімізації) ризику або можливості його появи, при цьому дані операції виробництва харчових продуктів можуть охоплювати постачання сировини, підбір інгредієнтів, переробку, зберігання, транспортування, складування і реалізацію.

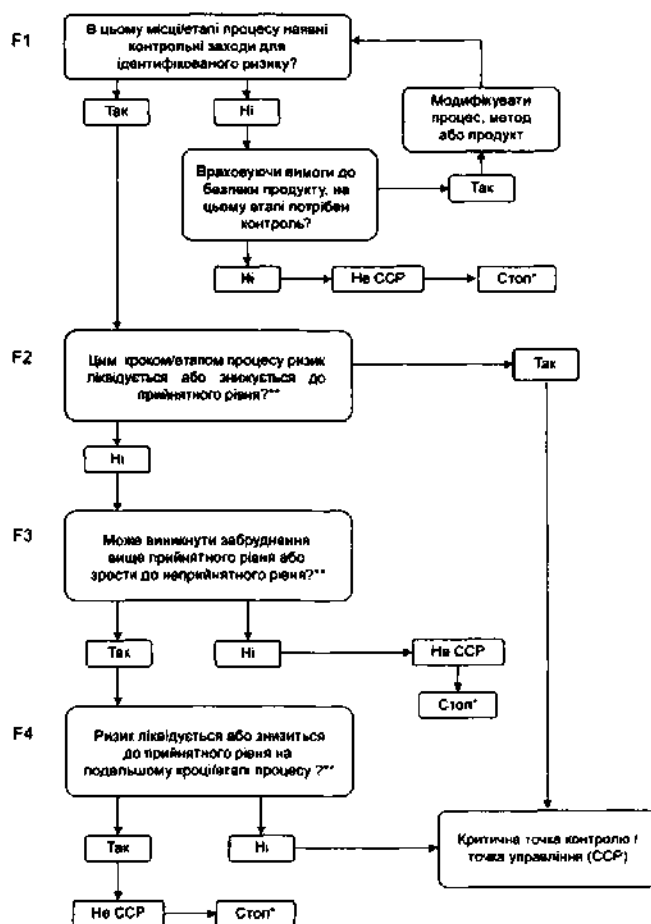


Рис. 1. Схема ухвалення рішень.

3. У документах системи HACCP або технологічних інструкціях слід встановити і дотримувати граничні значення параметрів для підтвердження того, що критична контрольна крапка знаходиться під контролем.

4. Розробка системи моніторингу, що дозволяє забезпечити контроль критичних контрольних крапок на основі планованих заходів або спостережень.

5. Розробка коректуючих дій і застосування їх у разі негативних результатів моніторингу.

6. Розробка процедур перевірки, які повинні регулярно проводитися для забезпечення ефективності функціонування системи НАССР.

7. Документування всіх процедур системи, форм і способів реєстрації даних, що відносяться до системи НАССР.

III. Етапи впровадження системи.

Деякі практичні рекомендації.

1-й етап. Навчання керівництва і персоналу.

2-й етап. Підбір і призначення керівництвом групи НАССР, яка несе відповідальність за розробку, впровадження і підтримку системи НАССР в робочому стані.

3-й етап. Збір початкової інформації і аналіз діючих процедур.

Це самий трудомісткий етап, на якому робота ведеться по трьох напрямках:

- збір діючих державних стандартів, санітарних норм і правил, необхідних для вибору потенційно небезпечних чинників, технологічних регламентів;

- складання інформації про продукцію по кожному виду технологічних схем, блок-схем виробничих процесів з урахуванням вимог;

- актуалізація планувань виробничих, санітарно-гігієнічних і господарчо-побутових зон, технологічних планувань, інструкцій по обслуговуванню і ремонту технологічного устаткування, організації входного контролю, контролю продукції в процесі виробництва і готової продукції, прибиранню, особистій гігієні персоналу, миттю устаткування і інвентаря, обробці санітарній і спецодягу, дезінфекції, дератизації приміщень, метрологічному забезпеченню виробництва.

Якщо на підприємстві впроваджена система менеджменту якості на основі стандарту ISO 9001:2000, то воно має менше труднощів і проблем при створенні системи НАССР і система НАССР при цьому працюватиме ефективніше.

4-й етап. Збір інформації про потенційні види небезпек.

Оскільки не всі небезпечні чинники (фізичні, хімічні, мікробіологічні) враховані у вимогах СанНіП, необхідно буде знайти і упорядкувати інформацію в документах Ухвали Європейського парламенту і ради ЄС № 852/2004 від 20.04.04 «Санітарно-гігієнічні правила для виробництва харчової продукції», довідниках, публікаціях у пресі і інших джерелах.

5-й етап. Аналіз ризиків і вибір небезпечних чинників, що враховуються.

По кожному потенційно небезпечному чиннику для кожної групи вироблюваної продукції, проводять аналіз ризику з урахуванням вірогідності появи чинника і значущості його наслідків і складають перелік чинників, по яких ризик перевищує допустимий рівень.

6-й етап. Розробка планово-застережливих дій.

Визначаються і документуються застережливі дії, які усувають ризики або знижують їх до допустимого рівня.

До застережливих дій відносять:

- контроль параметрів технологічного процесу виробництва;
- термічну обробку;
- застосування консервантів;
- використання металодетектора;
- періодичний контроль концентрації шкідливих речовин;
- миття і дезінфекцію устаткування, інвентаря, рук і взуття і ін.

7-ої етап. Вибір і складання переліку критичних контрольних крапок.

Критичні контрольні крапки (ККК) є ідентифікованими місцями прояву (дії) небезпечних чинників, які встановлюються залежно від виду продукту, технології його виробництва, використовуваного устаткування, типу пакувального матеріалу. Відповідно до рекомендацій критичні контрольні крапки визначаються методом «дерева ухвалення рішення».

8-ої етап. Оформлення робочих листів НАССР.

Для кожної критичної контрольної крапки, відповідно до рекомендацій, складаються робочі листи, особлива увага при цьому приділяється вибору корегуючих дій у разі порушення граничних значень контрольованих параметрів.

9-й етап. Розробка системи моніторингу.

Для кожної критичної крапки повинна бути розроблена система моніторингу для проведення в плановому порядку спостережень і вимірювань, необхідних для своєчасного виявлення порушень критичних меж і реалізації відповідних застережливих і корегуючих дій (налагодок процесу).

10-й етап. Внутрішні перевірки.

Внутрішні перевірки НАССР повинні проводитися безпосередньо після впровадження системи НАССР і потім зі встановленою періодичністю не рідше за один раз на рік або в позаплановому порядку при виявленні нових неврахованих небезпечних чинників і ризиків.

Таким чином, описана вище система НАССР дозволяє підприємствам харчової промисловості звести до мінімуму ризику виникнення небезпечних чинників, гармонізовані з критеріями безпеки харчової продукції на основі вимог вступаючих в дію технічних регламентів і технічних регламентів, що знов розробляються.

Застосування системи НАССР дозволяє підприємствам здійснювати постачання харчової продукції в країни СНД і за рубіж, оскільки система визнається всією світовою спільнотою.

Висновки. Таким чином, розробка системи забезпечення харчової безпеки є одним з найбільш ефективним способом. А для створення найбільш ефективної системи управління безпечністю харчових продуктів підприємствам необхідно застосовувати методики та підходи зазначені у стандартах забезпечення безпеки.

Література

1. *Смоляр В.І.* Харчова експертиза : підручник / *В.І. Смоляр.* – К. : Здоров'я, 2005. – 448 с.
2. *Торстен Міхальські* Управління якістю у харчовій промисловості із врахуванням європейського харчового кодексу і міжнародно визнаних стандартів : довідник / *Торстен Міхальські, Ліліє Франк, Досін Анжеліка.* – Львів : ПАІС, 2006. -336 с.
3. *Бутко Д.А.* Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва / *Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, Ю.П. Рогач* [та ін.]. - Сімферополь. : Бізнес-інформ, 2002. – 344 с.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Бойко О.В., Побигун А.М., Яцух О.В.

Аннотация - в статье обосновывается необходимость повышения качества пищевой продукции, также рассмотрены вопросы и этапы внедрения системы безопасности.

PROBLEMS OF INTRODUCTION OF SYSTEM OF ADM OF SAFETY OF PRODUCTION OF FOOD GOODS BUT WAYS OF THEIR DECISION

O. Bojko, A. Pobigun, O. Yatsukh

Summary

In the article substantiation necessity of upgrading food products also to consider questions and stages of introduction of the system of safety.

УДК 621.318.38:635.918

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В РОСЛИННИЦТВІ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Кізім І.В., інж.*,

Богатирьов Ю.О., інж.*,

Кузнецов І.О., к.т.н.,

Бабенко О.М., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація - в статті проаналізовано шляхи підвищення врожайності в рослинництві. Розглянуто способи активації насіння різними фізичними факторами. Визначено шляхи покращення посівних якостей сільськогосподарських культур.

Ключові слова – активація, насіння, фізичні фактори.

Постановка проблеми. Керування ростом та розвитком рослин та підвищення врожайності знаходяться в центрі уваги людства з самого початку їх вирощування. На відміну від досягнень в керуванні неживою природою, де вже є великі успіхи, ступінь керування людиною живою природою ще досить низький. Для стимуляції росту рослин використовують в основному хімічні та біологічні способи. Однак обробка як насіння, так і вегетуючих рослин хімічними засобами небезпечна з екологічної точки зору. В цьому плані, найбільш перспективними є фізичні методи впливу.

Слід також зазначити, що на отримання всього 1% збільшення врожайності овочевих припадає біля 5% “антропогенних” витрат, знизити які можливо за умов розробки нових менш енергоємних технологій, у тому числі технологій активації насіння. В початковий період свого розвитку рослини тісно пов’язані з насінням, отримуючи від нього необхідні для росту та розвитку живильні речовини та будівельний матеріал. В цей період зовнішні фактори роблять найбільш сильний вплив на насіння, викликаючи в ньому структурні зміни та створюючи передумови для стимуляції або пригнічення процесів життєдіяльності рослин в наступні періоди їх розвитку. Отже дослідження, що пов’язані з визначенням

© д.т.н., доц. Никифорова Л.Є., інж. Кізім І.В., інж. Богатирьов Ю.О., к.т.н. Кузнецов І.О., інж. Бабенко О.М.

* Науковий керівник - д.т.н., доц. Никифорова Л.Є.

найбільш перспективних методів впливу на рослини та режимів активації насіння є *актуальними*.

Аналіз останніх досліджень. За останнє десятиріччя накопичено великий експериментальний матеріал, що свідчить про ефективність використання різного роду електрофізичних методів з метою підвищення якості насіння сільськогосподарських культур. Позитивні результати, що виявлені при дослідженні цих процесів дають можливість використовувати визначені залежності для отримання високоякісного насіння і керування розвитком рослин [1].

Над проблемою інтенсифікації виробництва захищеного ґрунту та підвищення якості продукції рослинництва, встановлення зв'язків її параметрів із збурюючими та керуючими впливами та розробкою на цій основі систем керування врожайністю працюють вчені в області рослинництва, механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

Значний вклад у створенні та вдосконаленні сучасних агротехнологій та їх керуючих систем внесли наукові школи Росії та України.

Однак необхідно визнати, що зараз у виробництві рослинницької продукції переважають техногенно-інтенсивні технології, що характеризуються високими матеріальними та енергетичними затратами, що забруднюють оточуюче середовище, внаслідок чого знижуються якісні та споживчі властивості продукції. Вихід із створеного положення у впровадженні екологічно безпечних енергоощадних технологій виробництва на базі створення інформаційно – керуючих систем, де об'єктом контролю та керування є продукція, що складається із окремих біологічних об'єктів (рослин, тварин).

Завдяки науковим дослідженням М.Г. Євреїнова, В.І. Баєва, А.М. Басова І.І. Мартиненка, І.Ф. Бородіна, І.А. Будзко, Є.Н. Живописцева, І.Ф. Кудрявцева, М.Л. Лісиченко, А.М. Мусіна, Л.Г. Прищепи, В.І. Тарушкіна, Л.С. Червінського, та багатьох інших вчених у сільському господарстві широко використовуються електротехнології, що передбачають безпосередній електромагнітний вплив на об'єкти сільськогосподарського виробництва.

Однак залишається не розкритим механізм дії на рослинні організми багатьох параметрів життєзабезпечення і до кінця не дано пояснення, чому при малих дозах впливу має місце стимуляція життєдіяльності рослин. Відзначається, що з точки зору максимальної ефективності впливу електромагнітного випромінювання та мінімальних енергетичних затрат, цікавість визиває низькоенергетичні (до 10 мВт/см²) електромагнітні випромінювання високочастотного діапазону [3]. Разом із тим, відсутні науково-обґрунтовані параметри електромагнітного випромінювання, що призводять до активації насіння.

Формулювання мети статті. Метою даної роботи є аналіз іс-

нуючих способів активації насіння та пошук передумов для пояснення механізму впливу фізичних факторів на різноманітні культури.

Основна частина. Велика кількість досліджень доводить, що електричні поля є ефективним стимулятором ростових процесів, застосування електричних полів для передпосівної обробки насіння підвищує схожість, енергію пророщування, підвищує врожайність та якість врожаю.

З метою біостимуляції насіння сільськогосподарських культур використовують поля коронного розряду з напруженістю від $2 \cdot 10^2$ до $6,5 \cdot 10^2$ В/м при часі обробки від 2 до 90 с, електростатичні поля з напруженістю від $1 \cdot 10^5$ В/м, з тривалістю обробки до 60 с, електричні поля змінного струму з напруженістю від $1 \cdot 10^5$ до $4 \cdot 10^5$ В/м та експозицією від секунди до десятків хвилин. Величина та час обробки насіння різні для кожної культури, і тому вибір режиму обробки потребує диференційованого підходу.

Питанням підвищення врожайності на підставі електромагнітних полів займалися такі провідні вчені, як Ф.Я Ізаков, І.Ф. Бородін, І.І. Мартиненко, А.М. Басов, А.П. Блонський, А.М. Миронов, В.А. Окулова.

Дослідженнями [1-2] встановлено, що при обробці насіння електричним полем постійного струму підвищується інтенсивність поглинання ними води, інтенсивність дихання (на 30–200% порівняно з контролем). Широкі дослідження проводилися у ЧИМЕСХу по визначенню механізму дії електричного поля на насіння [3-4]. Визначалась активність ферментів каталази і пероксидази в добових, тридобових та п'ятидобових проростках ярової пшениці. Обробка насіння пшениці у полі позитивної корони значно підвищило активність каталази в тридобових проростках після 18 днів відліжки (на 14,1% вище контролю) і незначно – після 24 днів (на 4,7%). Активізація процесів життєдіяльності у насіння, що оброблено в електричному полі, відмічалось також в дослідженнях іноземних вчених [5-7].

В Кубанському СХІ проводилися дослідження по визначенню оптимальної експозиції насіння овочевих культур: томатів, капусти, редису та салату. Насіння оброблялося електричним полем змінної напруги напруженістю $3,5 \cdot 10^5$ В/м, час обробки – 1,2,3,4,5,30 хв. та 3 години.

Ще одним способом обробки насіння є передпосівна обробка електромагнітним полем високої частоти. Насіння транспортером подається в робочий конденсатор високочастотного генератора, де нагрівається до заданої температури і знов виводяться з нього. При цій обробці насіння пшениці сорту Скала, підвищилась енергія пророщування та схожість на 7 – 10 %. Використання високочастотної обробки дозволило підвищити врожайність на 10% [8]. З метою визначення ре-

жимів високочастотної обробки насіння різних сільськогосподарських культур вивчали вплив на них таких факторів, як часу ВЧ нагріву, напруженості електричного поля, числа днів відліжки від обробки до посіву та вологовмісту насіння [9].

У Франції проводилися дослідження з стимуляції росту та розвитку рослин та покращення обміну речовин в теплиці шляхом впливу на них електромагнітних полів. Біля коренів рослин занурювали електроди та з'єднували їх з генератором високої електростатичної напруги. Форма хвилі була прямокутна та синусоїдальна, при градієнті напруги від 200 до 1000 В/м, частота модуляції 7 Гц. Опиту підтвердили стимулюючий вплив електричних полів на рослини [10].

Деякі дослідники відмічають значну залежність доз обробки від вологості насіння. Змочування на протязі 10 годин і наступна обробка в магнітному полі приводить до зменшення росту коренів у насінні пшениці, ячменю та вівса, що проростає [11]. Підвищена вологість при обробці насіння великими дозами електромагнітного випромінювання може служити причиною гибелі насіння, в той же самий час насіння вологістю 2,7% практично не гинуть [12].

Іншими способами підвищення якості та схожості насіння є фотоенергетичні. Висока ефективність впливу імпульсного концентрованого світла (ІКСС) на насіння доказана при створенні селекційного матеріалу сільськогосподарських культур. Якщо концентрованим сонячним світлом опромінювати в визначених дозах насіння перед посівом, то значно підвищиться їх схожість та енергія пророщування, прискориться поява сходів та розвиток рослин, підвищиться їх фотосинтез, стане більшою коренева система та листова поверхня. Це підтверджується чисельними дослідженнями [13-17]. Передпосівне опромінення насіння ІКСС вже на перших етапах їх активної життєдіяльності значно впливає на фізіологічні – біохімічні процеси, створюючи необхідні умови для інтенсифікації росту, розвитку рослин та формування врожаю.

Дослідження в галузі лазерних технологій показали можливість успішного застосування лазерного світла для підвищення врожайності та якості різноманітних сільськогосподарських культур. Для опромінення використовуються гелій-неонові лазери ЛГ-38 $\lambda=632,8$ нм імпульсного світла з використанням модулятора, лазерні установки, що працюють в області довжиннохвилястого УФ - спектра (337 нм) з модуляцією променя від 25 до 100 Гц, та в червоній області спектра неперервного світла (632,8 нм).

Таким чином, зроблений аналіз існуючих способів підвищення ефективності процесу росту та розвитку овочів доводить, що передпосівний вплив на насіння електричних, магнітних та електромагнітних полів, ІКСС, а також лазерного випромінювання в оптимальних дозах

значно підвищує їх схожість (в середньому на 5 – 20%), енергію пророщування (в середньому на 20%), фотосинтез, вміст, інтенсивність дихання (на 30 – 200%), підвищує активність каталази, міст вітаміну С в проростках, прискорює появлення сходів та розвиток рослин, покращує якість врожаю, підвищує стійкість рослин к захворюванням. Електромагнітні поля навіть при високих напруженостях не викликають загибелі насіння. Лазерне та ІКСС випромінення при дуже великих дозах можуть працювати як інгібітори. Лазерне випромінення може викликати зміни в генетичному апараті. Доза для кожного способу обробки насіння залежить не тільки від виду самої культури, але й від сорту. У зв'язку із цим ефект стимуляції залежить не тільки від схеми, способу обробки, строків посіву, вологості насіння і т.д., але й від кліматичних умов.

Існуючі фізичні впливи (ФВ) та їх параметри можна систематизувати та звести до наступної таблиці 1.

Порівняльне вивчення різних електрофізичних методів показало, що в загальному випадку любий фізичний вплив – це вплив набору фізичних факторів, значна частина яких має місце в природних умовах. З точки зору впливу на об'єкт змінюється тільки їх композиція та вага, що також відображується на параметрах режиму обробки.

Таблиця 1 - Характеристика фізичних впливів.

ФВ	Частота, Гц	Опроміненість, Вт/м ²	Час, с	Енергія, що поглинається насінням, Дж/м ³
Постійне ел. поле	0	-	0,2...3	10...10 ³
Змінне поле пром. частоти	50	-	3...4	3·10 ²
Змін. магн. поле низьк. частоти	12·10 ³	-	600...900	3·10 ² ...6·10 ³
Інфрачервоне	1,2...3,0·10 ³	1,2...3,0·10 ³	10...35	9·10 ⁵ ..10 ⁸
Імп. конц. сонячн. світло	1.3...10·10 ¹⁴	11...73·10 ³	300...900	6·10 ⁶ ...4·10 ⁹
Промені лазера	3...9·10 ¹⁴	1,6...3	360...600	7·10 ⁴ ...9·10 ⁵
Ультрафіолет. випр.	0,75..1,5·10 ¹⁵	30...160	30...60	1·10 ⁵ ..3·10 ⁶
Гама випр.	0,75...10 ²⁰	немає відом.	60	4·10 ³ ...4·10 ⁴

Продовження таблиці 1.

ФВ	Частота, Гц	Опроміне- ність, Вт/м ²	Час, с	Енергія, що поглинаєть- ся насінням, Дж/м ³
Водородно- плазмовий вплив	немає відом.	немає відом.	0,6...1	немає ві- дом.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про загальність фізичних впливів за своєю природою, що дає можливість розглядати і загальність механізму впливу на насіння.

Керуючи зовнішніми електромагнітними полями, можна робити суттєвий вплив на урожайність та строки визрівання рослин.

Перспективою подальших досліджень є виявлення механізму біологічної дії фізичних факторів на живі об'єкти, визначення діелектричних властивостей різних овочевих культур в широкому діапазоні змін зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають, а також розробка нових поточних та автоматизованих електротехнологій.

Література

1. СВЧ- обработка овощных культур / *Блонская А.П.* [и др.] // Достижения науки и техники АПК, 1991. - №6. - С.37.
2. *Болотских О.С.* Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві / *О.С. Болотских, М.М. Довгаль* // Вісн. агр. науки. - 2000. - №8. - С.29-31.
3. Применение СВЧ- энергии в сельском хозяйстве : обзор. инф. / *И.Ф. Бородин.* - М. : ВНИИТЭИагропром, 1987. - 55 с.
4. *Бородин И.Ф.* Обработка семян овощных культур СВЧ- энергией / *И.Ф. Бородин, С.А. Андреев* // Достижения науки и техники АПК. - 1989. - №7. - С.25-26.
5. Выращивание зеленых овощей при искусственном освещении / *К.С. Арбузова* [и др.] // Светотехника. - 1986. - №4. - С.13-15.
6. Применение энергии высоких и сверхвысоких частот в технологических процессах сельскохозяйственного производства // Науч. тр. ЧИМИЭСХ. - Челябинск, 1983. - 96 с.
7. *Прищеп Л.Г.* Эффективная электротехнология защищенного грунта / *Л.Г. Прищеп.* - М. : Колос, 1980. - 208с.
8. *Прищеп Л.Г.* Электромагнитная релаксация и жизнедеятельность растений и животных / *Л.Г. Прищеп, И.И. Подтынков* // Механиз. и электриф. сел. х-ва. - 1982. - №1. - С.37-41.
9. *Бородин И.Ф.* Применение сверхвысокой частоты в сельском хозяйстве / *И.Ф. Бородин* // Электричество. - 1989. - №6. - С.1-8.

10.Бородин И.Ф. Электричество управляет растениями / И.Ф. Бородин // Механиз. и электриф. сел. х-ва. - 1996. - №4. - С.28-30.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Никифорова Л.Е., Кизим И.В., Богатырев Ю.О.,
Кузнецов И.О., Бабенко Е.Н.

Аннотация - в статье проанализированы пути повышения урожайности овощных культур в условиях защищенного грунта. Рассмотрены способы активизации семян различными физическими факторами.

ANALYSES EXISTENLE METHOD OF RAISE INCREASE CROP CAPACITY OF VEGETABLE IN HOTHOUSES

L. Nikiforova, I. Kizim, Y. Bogatyrev, I. Kuznetsov, E. Babenko

Summary

In this article there is analyses course of increase crop capacity of vegetable in hothouses. Examination methods of activation seeds difference the physical factors.

УДК 631.521.54:15.849.15

СТРУКТУРНО – ПАРАМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ І МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ В МЕЖАХ ФРУКТОСХОВИЩА

Петриченко С.В., к.т.н.,

Лобода О.І., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

пр. Б.Хмельницького, 18 м. Мелітополь, 72312, Україна

Тел. +38(0619) 421306, e-mail: psv-62@mail.ru

Анотація – розглянуто енергетичні потоки в процесі утворення мікроклімату в приміщенні фруктосховища. Представлено структурну схему розподілу енергетичних потоків фруктосховища. Складено мікропроцесорну систему управління технологічним процесом.

Ключові слова – кондиціонер, мікроконтролер, теплообмін, режим, оператор, фруктосховище.

Постановка проблеми. Автоматизація зберігання фруктів викликана необхідністю охолодження продукту й точної підтримки температури й відносної вологості повітря. Тому в системі автоматизації обладнання фруктосховища передбачене керування повітроохолоджувальними установками, подачею пару для зволоження повітря в камерах і концентрацією газу в газових сховищах.

Аналіз останніх досліджень. У приміщеннях для зберігання фруктів концентрацію діоксиду вуглецю підтримують на рівні, істотно більш високому, ніж в атмосферному повітрі на рівні 1 % і більше. При цьому зміст кисню зменшується, а азоту збільшується, завдяки чому поліпшуються умови зберігання фруктів. Зміст CO₂ регулюють, пропускаючи циркуляційне повітря через вапняне молоко або спалюючи газ при контрольованій подачі повітря. Отримана таким чином газова суміш, збагачена також і азотом, проохолоджується й подається в сховище [1]. Рекомендована температура зберігання плодів – менш 5°C, але не нижче температури підмерзання плодів - повинна підтримуватися з високою точністю. Велике значення має також контроль вологості газової суміші, від якої залежить втрата вологи плодами, що зберігаються, і контроль вмісту етилену, що виділяється плодами [2].

Формулювання мети статті. Аналіз розподілу енергетичних

потоків в камері збереження продуктів в фруктосховищі на базі AVR мікроконтролеру з метою забезпечення автоматичного підтримання температури, вологості повітря та газового стану в камері фруктосховища в залежності від внутрішнього та зовнішнього стану повітря.

Основна частина. Мікробіологічні процеси, що відбуваються в об'ємі продукту, перебуваючих в сховищі, не піддаються оперативному контролю, а їхнє протікання істотно залежить як від характеристик завантаженої сировини, так і від виробничих ситуацій на комплексі. Керування об'єктами такого типу необхідно здійснювати за принципом "регулювання збурювань".

Основний канал керуючого впливу на продукт у камері схову - повітряне середовище. Параметрами повітря, що перебуває в контакті із продуктом, необхідно управляти по програмі, що визначається характеристиками, об'ємами й строками зберігання партії фруктів, завантажених у камеру. На вибір програми істотно впливають також параметри зовнішнього повітря. Повітря з показниками якості, що змінюються за програмою, і в необхідній кількості підготовляється в кондиціонері з використанням комплексу обладнання обробки повітряного потоку. Кожний вид обладнання кондиціонера має один або кілька каналів керування режимами роботи.

Таким чином, для забезпечення основного завдання технічного процесу - зберігання фруктів необхідно реалізувати систему комплексного програмного керування режимами роботи кондиціонера по декількох каналах. Такий спосіб керування дає можливість постановки й рішення оптимізаційного завдання вибору сполучення керуючих впливів, оптимального за заданим критерієм, наприклад, за критерієм енерговитрат на одиницю продукції, що дуже актуально для даного технологічного процесу.

Для підготовки інформаційного, математичного, алгоритмічного забезпечення такої системи керування проведемо аналіз взаємодії всіх параметрів, що визначають стан технологічного комплексу, при всіх можливих виробничих ситуаціях. На рис. 1 представлена структурна схема енергетичних і матеріальних потоків у фруктосховищі.

При створенні програмної системи керування кондиціонером як об'єкт керування розглядається повітряне середовище в приміщенні фруктосховища. У число показників, формованих у повітряному середовищі в процесі зберігання партії фруктів (відгуки z_i), необхідно включати: температуру повітря в приміщенні t_B , відносну вологість повітря в приміщенні w_B , газовий склад – вміст в повітрі окремих компонентів, які виділяються при "диханні" фруктів c_B , а також кількість повітря з такими характеристиками, які відбираються з сховища для обробки в кондиціонері g_B . Збурюючесю дією на повітряне середовище (не керуючі збурювання x_T) в цьому випадку можуть бути:

маса

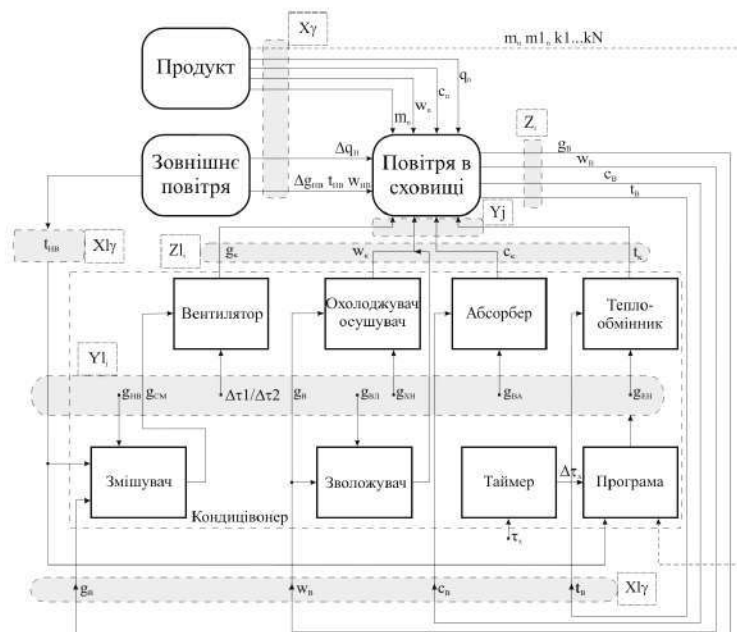


Рис. 1. Структурна схема енергетичних і матеріальних потоків у фруктосховищі.

продукту, завантаженого в сховище m_T , тепловиділення з маси продукту $q_{П}$, вологовиділення з маси продукту $w_{П}$, газовиділення з маси продукту $c_{П}$, потік енергії (приток тепла) через стіни сховища $\Delta q_{Н}$, обмін повітряного середовища в приміщенні з зовнішнім повітрям через вентиляційні канали і нещільності $g_{Н}$ і його характеристики $t_{НВ}$, $w_{НВ}$.

Керуючі впливи u_j для повітряного середовища в приміщенні фруктосховища формуються в іншій багатофакторній ланці - кондиціонері, який може розглядатися як самостійний об'єкт керування. В цьому випадку керуючими впливами є: кількість повітря, яке подається кондиціонером для вентиляції приміщення фруктосховища g_K , температура повітря, яке подається кондиціонером t_K , відносна вологість повітря, яке подається кондиціонером w_K , газовий склад, повітря яке подається кондиціонером c_K .

Кожний з перерахованих параметрів формується апаратами (ланками), що входять до конструкції кондиціонеру, і може розглядатися як показник якості (відгук z_l) для цієї ланки кондиціонеру.

Так, кількість повітря, що подається в приміщення g_K забезпечує вентиляційна система кондиціонеру і керувати цим параметром можна шляхом зміни періодичності включення Δt_1 і виключення Δt_1 системи.

Температуру t_K підтримує теплообмінник кондиціонеру і змінити числове значення цього параметру можна впливаючи на витрати

енергоносія через теплообмінник g_{EH} . Теплообмінник працює як в режимі охолодження, так і в режимі підігріву.

Вологість w_K забезпечує устрій вологозабезпечення, наприклад, видалення залишкової вологи охолодженням повітря до температури крапки роси (вплив на витрати хладоносія g_{XH}), або устрій зволоження при управлінні впливом на витрати вологи, що додається до повітря $g_{ВЛ}$.

Газовий склад c_K забезпечують абсорбуючі апарати кондиціонера при керуванні зміні витрат повітря через апарат g_{BA} .

Для кожного з перерахованих апаратів (ланок) кондиціонера можуть бути визначені збурюючі впливи x_γ . Так, при використанні схеми замкненої циркуляції повітря через приміщення фруктосховища збурюючими впливами є: температура повітря, що відбирається із сховища t_B , відносна вологість цього повітря w_B , газовий склад цього повітря c_B і кількість повітря, що відбирається з приміщення g_B . При використанні схеми кондиціонування з частковою заміною циркулюючого повітря зовнішнім в параметричній схемі повинен бути ще один канал керування – кількість зовнішнього повітря, що вводиться в цикл $g_{НВ}$ і в якості збурювань x_γ - його якісні параметри $t_{НВ}$ и $w_{НВ}$.

Ланки, що входять до структури складних багатофакторних об'єктів, можуть мати в конструкції акумулятори енергії, які будуть визначати інерційні властивості ланок. Так в великому об'ємі повітря, що знаходиться в приміщенні збереження v_B , акумулюється тепло, вологи, газові компоненти, тому зміна параметрів t_B , w_B , c_B може відбуватися із значною затримкою у часі.

При визначенні необхідності перестройки роботи кондиціонеру необхідно враховувати зміну виробничих ситуацій на комплексі:

- ✓ завантаження партії фруктів визначеного об'єму $m_{П}$;
- ✓ завантаження партії фруктів з визначеними характеристиками: сорт, поставщик, строки заготівлі та інше $K1 \dots KN$;
- ✓ плануємий строк збереження партії (інтенсивність дозарування) τ_X ;
- ✓ істотна зміна параметрів зовнішнього повітря $t_{НВ}$, $w_{НВ}$, наприклад, зима - літо;
- ✓ завантаження або вивантаження частини об'єму партії фруктів $m_{П}$;
- ✓ вивід параметрів повітря в камері на режим збереження після завантаження або вивантаження;
- ✓ програмна зміна параметрів повітря в залежності від поточного часу від початку режиму збереження і планованого часу збереження $\Delta\tau_X$;
- ✓ нештатні ситуації, наприклад, поява ознак прискорення мікробіологічних процесів в партії фрукти, що зберігається.

У перерахованих виробничих ситуаціях може виникнути необ-

хідність робити такі операції керування:

- ✓ вивід температури повітряного середовища в сховищі на заданий програмою рівень;
- ✓ вивід вологості повітряного середовища в сховищі на заданий програмою рівень;
- ✓ вивід газового складу повітряного середовища в сховищі на заданий програмою рівень;
- ✓ підтримка температури повітряного середовища в обсязі партії, що зберігається;
- ✓ підтримка вологості повітряного середовища в обсязі партії, що зберігається;
- ✓ підтримка газового складу повітряного середовища в обсязі партії, що зберігається;
- ✓ забезпечення заміни повітряного середовища в обсязі партії, що зберігається, з підтримкою при цьому заданих параметрів зберігання (температури, вологості, газового складу).

У перерахованих вище виробничих ситуаціях можуть бути використані різні режими роботи системи повітряпідготовки і різне сполучення параметрів, наприклад, різні співвідношення витрат циркулюючого й зовнішнього повітря, що дозволяє сформулювати й реалізувати вибір співвідношення керуючих впливів на обладнання оптимальних за обраним критерієм. Як приклад розглянемо, алгоритм аналізу технологічної операції підтримки температури повітряного середовища в сховищі в режимі замкнутої циркуляції, для чого необхідно розглянути взаємодію енергетичних потоків, сформованих у фруктосховищі.

На рис. 2 представлена структурна схема взаємодії енергетичних потоків, сформованих у фруктосховищі, з метою стабілізації температури продукту при зберіганні. [3]

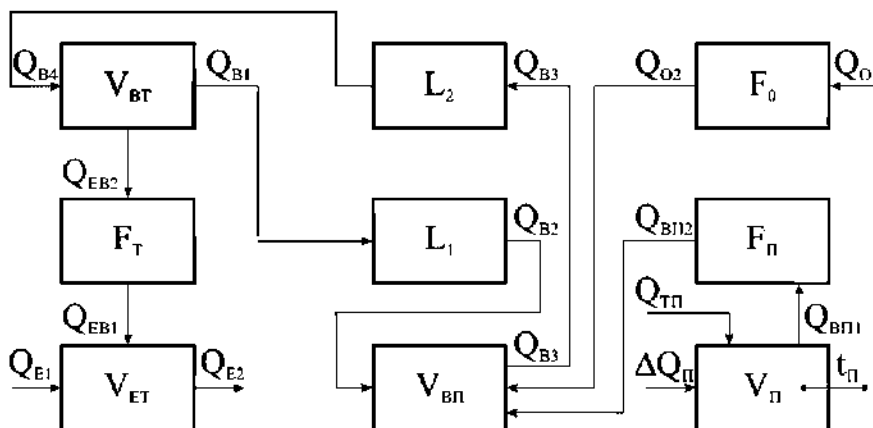


Рис. 2. Структурна схема енергетичних потоків при стабілізації температури в камері збереження продукту.

де ланка V_{ET} - об'єм, що займає енергоносіє в теплообміннику в період теплообміну з охолоджувальним повітрям;

V_{BT} - об'єм, що займає повітря в теплообміннику в період теплообміну з енергоносієм;

F_T - поверхня теплообміннику, через яку виникає теплообмін між повітрям і енергоносієм;

L_2 - довжина повітряпроводу, по якому повітря повертається до теплообмінника від продуктової камери;

V_{BP} - об'єм, що займається повітрям в продуктивній камері, в період теплообміну з продуктом і з зовнішнім середовищем (через огороження камери);

F_0 - поверхня огороження продуктової камери, через яку відбувається теплообмін між повітрям, що знаходиться в камері, і зовнішнім середовищем;

F_{II} - поверхня продукту, через яку проходить теплообмін між повітрям і поверхневим шаром продукту;

V_{PI} - об'єм, що займає продукт в камері охолодження, в період теплообміну з охолоджувальним повітрям;

Q_{E1} - кількість енергії, що вноситься потоком енергоносія до теплообмінника, за одиницю часу;

Q_{E2} - кількість енергії, що виходить з потоком енергоносія із теплообмінника, за одиницю часу;

Q_{EB1} - кількість енергії, що поглинається потоком енергоносія через поверхню теплообміну із повітря, в теплообміннику за одиницю часу;

Q_{B4} - кількість енергії, що вноситься потоком повітря до теплообмінника, за одиницю часу;

Q_{B1} - кількість енергії, що виходить з потоком повітря з теплообмінника, за одиницю часу;

Q_{EB2} - кількість енергії, відданої потоком повітрям через поверхню теплообміну енергоносія, за одиницю часу;

Q_{EB3} - кількість енергії, що виноситься потоком повітря із об'єму продуктової камери, за одиницю часу;

Q_{BP2} - кількість енергії, що поступає в потік повітря, що знаходиться в камері, через поверхню продукту за одиницю часу;

Q_{O2} - кількість енергії, що поступає в потік повітря через поверхню огороження (внутрішні стіни камери), за одиницю часу;

Q_{O1} - кількість енергії, що поступає в об'єм стін огороження, із зовнішнього середовища через зовнішні поверхні стін камери за одиницю часу;

Q_{BP1} - кількість енергії, переданої через поверхню F_{II} із продукту до повітря у продуктивній камері, за одиницю часу;

Q_{PI} - кількість енергії, що поступає в об'єм продукту, що знахо-

диться в камері, за одиницю часу за рахунок саморозігріву при температурі збереження маси продукту.

На основі складених структурних схем енергетичних потоків у фруктосховищі при стабілізації температури в камері схову продукту стає можливість у розробці мікропроцесорної системи керування, що будується на базі одного керуючого пристрою (мікроконтролеру), з'єднаного з об'єктом керування декількома каналами зв'язку. [4]

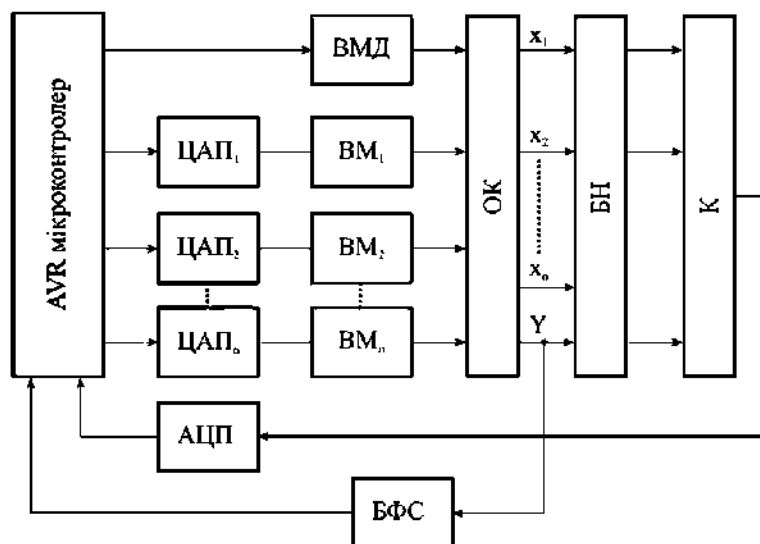


Рис. 3. Структура мікропроцесорної системи керування конденсації повітря для фруктосховища.

Узагальнена структура такої системи керування показана на рис. 3. Як керуючий пристрій системи може використатися AVR мікроконтролер (МК), побудований на базі мікропроцесору визначеного типу. Інформація про стан об'єкту керування передається на мікроконтролер через нормуючий блок перетворювачів (БН), комутатор (К) і аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Нормуючі перетворювачі використовуються в системі для узгодження рівнів інформаційних сигналів на виході об'єкту керування з рівнями вхідних сигналів комутатора. Аналого-цифровий перетворювач служить для перетворення аналогових сигналів з виходу об'єкту в цифровий код. Після перетворення цифрової інформації про стан об'єкту керування по певному алгоритму, що звичайно міститься в пам'яті МК, виробляються керуючі впливи, які надходять на вхід об'єкта керування через цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) і виконавчий пристрій (ВП).

У випадку, якщо мультиплексування вхідних сигналів ОК на вході АЦП практично завжди можливо, то мультиплексування керуючих сигналів на вході МК часто неприпустимо. Така структура керуючої системи пояснюється необхідністю запам'ятовування кожного значення керуючого сигналу після зупинки обчислювального пристрою.

Варто помітити, що серед вихідних сигналів об'єктів керування аналогового типу можуть бути й дискретні сигнали. Ввід таких сигналів у МК здійснюється через блок формування сигналу (БФС), призначення якого - погодити їхні рівні й потужності із вхідними ланцюгами МК. При наявності декількох дискретних сигналів для їхнього вводу в МК можна використовувати мультиплексування. При наявності на вході об'єкту керування виконавчого пристрою дискретного типу (ВПД) (підсилювачі потужності, тиристорні перетворювачі, що працюють у ключовому режимі), вплив, що управляє, формується в МК і подається в ВПД без використання ЦАП.

Система керування може вирішувати такі завдання:

- ✓ підтримка на певному рівні або зміна за певним законом вихідних параметрів мікроклімату у фруктосховищі;
- ✓ програмна зміна вихідних параметрів об'єкта й відстеження їхніх змін відповідно до деяких зовнішніх сигналів;
- ✓ включення або вимикання потоку енергії в об'єкти керування за часом або по заданому амплітудному значенню контрольованого параметра;
- ✓ збір інформації про стан об'єкта керування і її обробка зі збереженням результатів обробки в пристроях пам'яті.

Центральне місце в розглянутій системі займає мікропроцесорний контролер, а інші елементи - БН, К, АЦП, ЦАП і ВМ - забезпечують зв'язок МК із об'єктом керування [5]. Часто їх поєднують однією загальною назвою - пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО). Конструктивно всі елементи системи можуть розташовуватися на одній платі, що розміщується в конструкції об'єкта керування. Контролер може бути виконаний на базі певного типу мікропроцесора й декількох мікросхем підкріплення. При використанні МК, як вбудованого засобу керування в окремо взяті об'єкти, технічні параметри МК і ПЗО можуть бути неуніфікованими, і, отже, системи керування різних об'єктів не взаємозамінні.

Висновки. 1. На основі технологічного процесу утворення мікроклімату в приміщенні фруктосховища розроблено структурну схему енергетичних і матеріальних потоків;

2. Розроблена поширена структурна схема енергетичних потоків при стабілізації температури в камері збереження продукту;

3. Складено структурну схему системи автоматичного керування процесом підтримки мікроклімату на базі AVR мікроконтролеру.

Література

1. Холодильное оборудование для современных центральных кондиционеров. Расчеты и методы подбора : учеб. пособие / Ананьев В.А., Седых И.В. - М. : Евроклимат, Диксис Трейдинг, 2001. - 96 с.

2. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е.А. Штокман. - М. : АСВ, 2001. – 564 с.

3. Бондарь Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. - К. : "Аванпост - Прим", 2005. – 561 с.

4. Трамперт В. AVR RISC микроконтроллеры. : пер. с нем. / В. Трамперт. – К. : "МК-Пресс", 2006. - 464 с.

5. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / А.В. Белов. – СПб. : Наука и Техника, 2008. – 544 с.

СТРУКТУРНО – ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ФРУКТОХРАНИЛИЩА

Петриченко С.В., Лобода А.И.

Аннотация – рассмотрены энергетические потоки в процессе поддержания параметров микроклимата в помещении фруктохранилища. Представлена структурная схема распределения энергетических потоков в фруктохранилище. Составлена микропроцессорная система управления технологическим процессом.

STRUCTURAL - PARAMETRIC ANALYSIS OF POWER AND MATERIAL FLOWS UNDER FRUIT STORAGE

S. Petrichenko, A. Loboda

Summary

We consider energy flows in the maintenance of microclimate parameters inside fruit. The block diagram of the distribution of energy fluxes in the fruit. Composed of a microprocessor control system of technological process.

УДК 537.632.633

ДО ВИБОРУ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ МАГНІТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІДИН

Гулевський В. Б., к.т.н.,

Кузнецов І.О., к.т.н.,

Гулевська Н.О., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (06192) 42-23-41

Анотація - робота присвячена вибору магнітної системи для проектування пристроїв очищення технічних рідин.

Ключові слова – магніт, технічна рідина, механічні домішки, магнітний потік.

Постановка проблеми. При проектуванні пристроїв очищення технічних рідин вирішується завдання набуття максимального значення сили магнітного поля при мінімальних заданих габаритах і споживаній потужності. Питанням теорії, розрахунку і конструювання таких пристроїв присвячено ряд робіт [1-3]. Проте при конкретному проектуванні виникають утруднення, зокрема при визначенні системи створення магнітного потоку.

Одним з напрямів технічного прогресу в технології очищення технічних рідин від механічних домішок, що знижують експлуатаційні витрати, є переобладнання технологічного устаткування. Зокрема, заміна магнітних сепараторів з традиційними магнітними системами, що виконані на базі постійних магнітів на системи з електромагнітним джерелом магнітного поля [4,5].

Залежно від способу створення магнітного потоку і характеру діючої сили, що намагнічує, електромагніти підрозділяються на електромагніти постійного струму та електромагніти змінного струму. Вони розрізняються за своїми характеристиками і параметрами, тому порівняльний аналіз є актуальним. Він дасть можливість вибрати вискоелективну магнітну систему для проектування пристроїв очищення технічних рідин.

Аналіз останніх досліджень. В основу розробки і модернізації магнітних пристроїв для очищення технічних рідин від механічних домішок закладені наступні принципи:

- використання аналогів і прототипів з оптимальними парамет-

рами (простота виготовлення, надійність і висока ефективність при експлуатації);

- споживана енергія магнітного поля в робочих зонах пристроїв, що розробляються, використовувалася так, щоб силова дія на магнітні частки максимально сприяла підвищенню ефективності їх вилучення.

У електромагнітах постійного струму робочий магнітний потік створюється за допомогою обмотки постійного струму. Дія електромагніту залежить тільки від величини цього потоку і не залежить від його напрямку. За відсутності струму магнітний потік і сила тяжіння практично дорівнюють нулю.

У електромагнітах змінного струму живлення обмотки здійснюється від джерела змінного струму. Магнітний потік, що створюється обмоткою, по якій проходить змінний струм, періодично змінюється за величиною і напрямом (змінний магнітний потік), внаслідок чого сила електромагнітного тяжіння пульсує від нуля до максимуму з подвоєною частотою по відношенню до частоти струму живлення.

Формулювання мети статті. Визначити оптимальну магнітну систему для проектування пристроїв очищення технічних рідин від механічних домішок.

Основна частина. При усій різноманітності електромагнітів, що зустрічаються на практиці, вони складаються з основних частин однакового призначення. До них відносяться: котушка з розташованою на ній обмоткою, що намагнічує (може бути декілька котушок і декілька обмоток), нерухома частина магнітопроводу, що виконується з феромагнітного матеріалу (осердя).

При розрахунку електромагніту бажано так вибрати його між полюсний крок, щоб електромагніт віддавав максимум корисної роботи, тому що ефективність роботи електромагніту η буде дорівнювати

$$\eta = \frac{A_r}{A_{id}}, \quad (1)$$

де A_{π} - величина умовної корисної роботи;

$A_{\text{мм}}$ - максимально можлива корисна робота.

При заданій площі перерізу полюсів, що утворюють робочий повітряний проміжок, середня величина сили в електромагніті змінного струму буде удвічі менше сили в електромагніті постійного струму. Це відноситься в рівній мірі як до однофазної, так і до багатофазних систем. Іншими словами, використання сталі в електромагніті змінного струму принаймні в 2 рази гірше, ніж в електромагніті постійного струму.

Експлуатаційний показник електромагніту Q , можна представити у вигляді відношення маси електромагніту до величини умовної

корисної роботи

$$Q = \frac{m}{A_r}, \quad (2)$$

де m - маса електромагніту, кг

При заданих значеннях магнітної сили електромагніт змінного струму виходить значно більшої маси, чим електромагніт постійного струму, оскільки необхідно узяти принаймні удвічі більше сталі і істотно збільшити об'єм міді через те, що вимагається мати певну величину потужності.

Споживана електромагнітом змінного струму, у момент його включення, реактивна потужність однозначно пов'язана з величиною механічної роботи, яку вимагається отримати від цього електромагніту і не може бути знижена шляхом збільшення його розмірів. У електромагнітах постійного струму такого зв'язку немає і, якщо не торкатися питання швидкості дії, то споживана потужність може бути зменшена відповідним збільшенням розмірів.

Щодо питання швидкодії, то електромагніти змінного струму принципово є більш швидкодіючими, ніж електромагніти постійного струму звичайної конструкції. У електромагнітах постійного струму час спрацьовування може бути зменшений шляхом спеціальних заходів, що зводяться до зниження відношення напруги самоіндукції до прикладеної напруги, зменшенню вихрових струмів і т. д. Усе це призводить до збільшення споживання електроенергії, проте, як правило, при однаковій роботі, що виконується і рівних часах спрацьовування, електромагніт постійного струму має зазвичай менше споживання енергії, ніж електромагніт змінного струму.

З необхідності запобігти виникненню надмірних втрат від вихрових струмів, магнітопроводи електромагнітів змінного струму доводиться виконувати шихтованими або розрізними, тоді як на постійному струмі це вимагається тільки для швидкодіючих електромагнітів.

Таке виконання магнітопроводу приводить до погіршення заповнення об'єму сталлю, а також зумовлює призматичну форму частин магнітопроводу. Останнє викликає збільшення довжини середнього витка обмотки, що створює деякі конструктивні і технологічні недоліки.

Втрати на вихрові струми, а також на перемагнічування призводить до збільшення нагріву електромагніту. У електромагнітах постійного струму усі перераховані вище обмеження відпадають.

Висновки. На підставі виконаного аналізу, можна зробити висновки про те, що електромагніти постійного струму є найбільш ефек-

тивними. Завдяки великій різноманітності конструктивних виконань, ці електромагніти легко пристосовувати до різних умов роботи і різних характеристик навантажень, при яких вони використовуються. Завдяки цьому вони набули найбільш широкого поширення в пристроях очищення технічних рідин від механічних домішок [6].

Література

1. Сливинская А.Т. Электромагниты и постоянные магниты / А.Т. Сливинская. – М. : Энергия, 1972. - 248 с.
2. Константинов О.Я. Расчет и конструирование магнитных и электромагнитных приспособлений / О.Я. Константинов. – Л. : Машиностроение, 1967. - 314 с.
3. Любчик М.А. Оптимальное проектирование силовых электромагнитных механизмов / М.А. Любчик. – М. : Энергия, 1974. - 392 с.
4. Лысов Н.Е. Расчет электромагнитных механизмов / Н.Е. Лысов. – М. : Оборонгиз, 1949. - 111 с.
5. Просвирнин В.И. Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках / В.И. Просвирнин, Е.П. Масюткин, В.Б. Гулевский // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2004. - Вип. 24. - С.39-47.
6. Пат. 22891 Україна, МПК7 ВОЗС1/02. Электромагнитный сепаратор - відстійник / В.І. Просвирнін, В.Б. Гулевський, Е.В. Просвирніна [та ін.] (Україна). - № u200614069 ; заявл. 29.12.2006 ; опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5. - С.17-19.

К ВЫБОРУ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Гулевский В. Б., Кузнецов И.О., Гулевская Н.А.

Аннотация - работа посвящена выбору магнитной системы для проектирования устройств очистки технических жидкостей.

TO THE CHOICE OF THE HIGHLY EFFECTIVE MAGNETIC SYSTEMS FOR CLEARING OF TECHNICAL LIQUIDS

V. Gulevsky, I. Kuznetsov, N. Gulevskay

Summary

Work is devoted a choice of magnetic system for designing of devices of clearing of technical liquids.

УДК 631.436

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНОСА ЧАСТИЦАМИ АБРАЗИВА, РАЗМЕР КОТОРЫХ МЕНЬШЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗАЗОРА ПЛУНЖЕРНОЙ ПАРЫ ТНВД ДВИГАТЕЛЯ МТА

Вороновский И.Б., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел/факс: 8 (0619) 44-02-74, 8 (0619) 42-25-85

Аннотация – рассматривается износ плунжерных пар ТНВД, его влияние на надежность топливной системы дизельного двигателя и эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата в зависимости от загрязненности дизельного топлива.

Ключевые слова – дизельное топливо, надежность, абразив, износ, топливная система, эксплуатационные показатели МТА.

Постановка проблемы. Надежность тракторов и сельскохозяйственных машин в значительной степени зависит от надежности дизелей и их топливной аппаратуры. Работоспособность топливоподающей аппаратуры зависит от изношенности ее прецизионных деталей, в частности плунжерных пар. Состояние плунжерных пар в свою очередь зависит от исходного зазора в парах, их наработки, а также от эксплуатационных факторов (концентрация, размеры и свойства абразивных частиц в топливе, температурные условия и др.).

Ведущим видом изнашивания прецизионных деталей топливоподающей аппаратуры является абразивный, который в свою очередь можно разделить на износ абразивными частицами размер которых в каждый момент наработки меньше радиального зазора прецизионной пары, и износ в результате защемления абразивных частиц, размер которых несколько больше радиального зазора прецизионной пары. Наибольшее снижение ресурса абразивный износ вызывает в топливных насосах распределительного типа серии НД, вследствие большей цикличности работы плунжерной пары. В течение цикла работы насоса, скорость возвратно-поступательного движения плунжера во втулке значительно меняется, зазор между ними по длине и в поперечном сечении вследствие нарушения макрогеометрии этих деталей также не остается постоянным. Поэтому вопрос о снижении абразивного износа в насосах распределительного типа имеет большое значение.

Анализ последних исследований. Работы В.В. Антипова, М.А. Бабичева, Д.Ф. Гуревича, М.М. Ташпулатова, М.М. Хрущева, посвященные теории износа плунжерных пар, далеко не полно раскрывают большое многообразие сложных и скоротечных процессов, которые происходят при износе деталей плунжерных пар [1, 2, 3, 6]. При этом принимаются различные условности, далекие от действительных условий работы плунжерной пары. Но реальная картина местных износов поверхностей плунжерных пар значительно отличается от результатов расчетов величины износа по данной теории.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является теоретическое исследование процесса износа плунжерной пары ТНВД, его влияние на надежности топливной системы дизельного двигателя и эксплуатационные характеристики работы МТА в зависимости от загрязненности дизельного топлива механическими примесями и водой.

Основная часть. В зависимости от условий эксплуатации МТА, концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает 5 г/м^3 . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха $1,1-2,5 \text{ г/м}^3$ содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке.

Топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей и воды, которые затем проникают к прецизионным деталям топливной аппаратуры [3, 4, 5]. Вместе с тем загрязнению топлива способствует и то, что во время работы МТА в объеме бака создается разрежение и туда подсасывается пыль. То есть, в топливных баках имеет место "большое дыхание" при расходовании топлива во время работы дизеля и "малое дыхание" при температурных расширениях топлива.

В некоторых работах принимается, что причиной основного износа являются абразивные частицы, величина которых меньше зазора между сопряженными деталями.

Так В.В. Антипов [1] предложил объёмный износ деталей плунжерных пар представить суммой

$$G = G_1 + G_2 + G_3, \quad (1)$$

где G - суммарный износ плунжера, мм^3 ;

G_1 - износ за счет действия абразивных частиц с размерами, несколько меньшими величины зазора, мм^3 ;

G_2 - износ за счет действия абразивных частиц, размер которых превышает зазор плунжерной пары, мм³;

G_3 - износ за счет действия гидроабразивного потока, мм³.

Величина износа G_1 при этом находится по теории предложенной Д.Ф. Гуревичем [2], а величины G_2 и G_3 на основании данных экспериментальных исследований принимать:

$$G_2 = (0,2...0,85) \cdot G_1, \quad G_3 = 0,05 \cdot (G_1 + G_2). \quad (2)$$

Так, М.М. Хрущев и М.А. Бабичев [6] установили, что износ при скольжении можно определить по формуле

$$G_1 = p_{пл} \cdot a_1 \cdot \frac{P \cdot S \cdot d_{аб}}{H}, \quad (3)$$

где $p_{пл}$ - плотность материала плунжера, кг/м³;

a_1 - коэффициент, м⁻¹;

P - нагрузка на абразивную частицу, Н;

S - путь трения, м;

$d_{аб}$ - размер абразивного зерна, мм;

H - твердость металла, Н/мм.

А.В. Ратнер и В.Г. Зеленский [7] по результатам опытов износа сосуда с кварцевым песком предложили формулу

$$G_1 = \frac{a_3 \cdot P^n \cdot S \cdot d}{H}, \quad (4)$$

где a_3 - коэффициент пропорциональности.

Антипов В.В., на основании теории Гуревича, предложил формулу для определения износа G_1 , где учитываются выражения (2-4) [1]

$$G_1 = a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot \frac{p_{пл} \cdot P \cdot S \cdot \delta \cdot N}{H} \cdot (a_{кс} + a_{zn}) \cdot \frac{Q_{ym}}{Q} \cdot K_{об}, \quad (5)$$

где a_4 - коэффициент учитывающий форму абразивных частиц;

a_5 - коэффициент учитывающий качество абразивных частиц;

a_6 - коэффициент пропорциональности;

$p_{пл}$ - плотность материала плунжера, кг/м³;

P - нагрузка на единичную абразивную частицу, Н;

S - путь трения, м;

δ - диаметральный зазор плунжерной пары, мкм;
 N - количество подач топлива за время работы плунжерной пары;

H - твердость металла плунжера;

$a_{кв}, a_{2л}$ - коэффициенты, учитывающие абразивные свойства кварцевых частиц загрязнителей и частиц глинозема;

$Q_{зр}, Q_{ут}$ - цикловая подача топлива и объем утечек топлива;

$K_{об}$ - среднее число абразивных частиц данной фракции в топливе за одну подачу.

Нагрузка на одну частицу определяется по следующему выражению, полученному путем преобразования формулы Герца [1]

$$P = 2,59 \cdot \frac{(1 - \mu^2)^2 \cdot d_{об} \cdot q}{E^2}, \quad (6)$$

где P - нагрузка на одну абразивную частицу, Н;

q - максимальное напряжение (в центре пятна касания), МПа;

$d_{об}$ - диаметр абразивной частицы, мм;

μ - коэффициент Пуассона;

E - модуль упругости материала абразивной частицы, МПа.

Расчет величины износа G_1 , произведенный по формуле (5) предложенной Антиповым имеет существенный недостаток - не принимается во внимание динамика процесса износа, т.е. изменение параметров плунжерной пары вследствие износа. При расчете по формуле (5) на период работы пары N величина ее зазора, утечки топлива, а также диаметр и количество абразивных частиц принимаются постоянными. В действительности же, износ при каждом цикле работы плунжерной пары ведет к увеличению ее зазора, что ведет в свою очередь к увеличению утечек топлива, увеличению размера частиц, попадающих в зазоры, в результате чего увеличивается скорость износа.

Произвести расчет процесса износа в динамике нам позволила организация цикла расчетов в математической программе Mathcad. В качестве шага цикла был принят один час работы насоса на номинальной частоте вращения кулачкового вала. Уменьшение шага цикла ведет к увеличению времени счета программы, без заметного увеличения точности расчетов. При переходе вычисления величины износа плунжерной пары на следующий шаг расчета (на следующий час наработки насосом) с учетом результатов расчетов на предыдущем шаге изменяются величина радиального зазора плунжерной пары, величина утечек топлива через эти зазоры, размер абразивных частиц, участвующих в износе, а также их концентрация в топливе.

С учетом выражений (5) и (6) величина объёмного износа абразивными частицами, размер которых меньше величины зазора, за один цикл определяется по следующему выражению

$$G_1 = a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot N \cdot (1 - \mu^2)^2 \cdot d_{об} \cdot S \cdot Q_{ум} \cdot K_{v_{об}} \cdot \frac{\delta_{пр.об.}^3}{E_{об}^2 \cdot H}, \quad (7)$$

где a_4 - коэффициент учитывающий форму абразивных частиц;
 a_5 - коэффициент учитывающий качество абразивных частиц;
 a_6 - коэффициент пропорциональности;
 N - количество подач топлива за время работы плунжерной пары;

μ - коэффициент Пуассона;

$d_{об}$ - размер абразивной частицы, мкм;

E - модуль упругости материала абразивной частицы, МПа;

S - путь трения, м;

$Q_{ум}$ - величина объема утечек, м³/с;

H - твердость металла плунжера;

$K_{v_{об}}$ - количество абразивных частиц данной размерной группы в одном кубическом метре топлива;

$\delta_{пр.об.}$ - предел прочности абразивной частицы, Па.

H - твердость металла плунжера.

Первоначальные значения коэффициентов a_4 , a_5 , a_6 были приняты на основании экспериментальных исследований В.В. Антипова [1]. Далее, значение коэффициента a_6 было скорректировано с учетом наших экспериментальных исследований процесса износа плунжерной пары насоса НД-22/6.

В связи с тем, что величиной шага цикла расчета износа принят один час наработки насоса на номинальной частоте вращения, количество подач топлива насосом НД-22/6 за время продолжительности шага, будет равно

$$N = 60 \text{ мин} \cdot 1100 \text{ мин}^{-1} \cdot 6 = 3,96 \cdot 10^5$$

Коэффициент Пуассона μ принимаем $\mu = 0,2$, согласно [1].

Средний диаметр абразивных частиц участвующих в износе

$$d_{об} = 0,9 \cdot l, \quad (8)$$

где l - величина радиального зазора плунжерной пары, мкм.

Предел прочности кварцевой абразивной частицы $\sigma_{\text{пр.аб}}=206$ МПа [1]. Модуль упругости кварца $E=1,8 \cdot 10^{10}$ Па [1]. Путь трения S можно определить по формуле [1]

$$S = v_{\text{пл.ср}} \cdot t_{\text{пл.ср}}, \quad (9)$$

где $v_{\text{пл.ср}}$ - средняя скорость движения плунжера за время топливоподачи, м/с;

$t_{\text{пл.ср}}$ - среднее время топливоподачи, с;

Величину объёма утечек $Q_{\text{ут}}$ в выражении (7) определяем по формуле предложенной И.В. Астаховым [8]

$$Q_{\text{ут}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{пл}} \cdot \Delta P \cdot l^3}{12 \cdot \mu_t \cdot L \cdot \rho_{\text{от}}} \cdot \frac{\alpha}{360} \quad (10)$$

где $d_{\text{пл}}$ - диаметр плунжера, $d_{\text{пл}} = 8$ мм;

ΔP - средняя величина разницы давлений в полости высокого и низкого давлений, принимаем $\Delta P = 20$ МПа;

l - текущий радиальный зазор плунжерной пары, начальное значение $l_0 = 1$ мкм, по мере износа зазор увеличивается в соответствии с определенным значением линейного износа на данном участке;

μ_t - абсолютная вязкость дизельного топлива, принимаем 9 сСт;

L - длина уплотняющей поверхности, для расчета утечек во впускные и отсечные окна принимаем $L = 0,9$ мм, для расчета утечек по основанию плунжера $L = 15$ мм;

$\rho_{\text{от}}$ - плотность дизельного топлива, $\rho_{\text{дт}} = 830$ кг/м³.

α - угол дуги поверхности плунжера по которой происходит утечка топлива, для двух впускных отверстий $\alpha_{\text{вп}} = 2 \cdot 25^\circ = 50^\circ$, для двух отсечных $\alpha_{\text{отс}} = 2 \cdot 35^\circ = 70^\circ$, для утечек по основанию $\alpha_{\text{осн}} = 360^\circ - \alpha_{\text{вп}} = 360^\circ - 50^\circ = 310^\circ$.

Количество абразивных частиц данной размерной группы в одном кубическом метре топлива $Kv_{\text{аб}}$ в формуле (7) можно определить по выражению

$$Kv_{\text{аб}} = \frac{\varepsilon_a \cdot \gamma_p \cdot \rho_{\text{от}}}{\rho_a \cdot V_a}, \quad (11)$$

где ε_a - концентрация абразивных частиц, $\varepsilon_a = 50$ г на тонну;

γ_p - массовая доля определяющей износ размерной группы абразива в общей массе абразива. При использовании абразива зернистостью 2...12 мкм процесс износа будут определять не более 10 % по массе частиц, размер которых соизмерим с зазором плунжерной пары.

$\rho_{\text{дт}}$ - плотность дизельного топлива, $\rho_{\text{дт}} = 830 \text{ кг/м}^3$;

ρ_a - плотность абразивного материала, $\rho_a = 2600 \text{ кг/м}^3$ [1];

V_a - объём одной абразивной частицы, если принять, что частицы имеют сферическую форму, то объём частицы будет равен

$$V_a = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d_a^3, \quad (12)$$

где d_a - диаметр абразивной частицы, определяемый по выражению (8).

Выводы. Таким образом, по формуле (7), с учетом выражений (8–12) можно определить износ плунжерной пары за один час работы абразивом, размер которого в каждый период наработки на 10% меньше зазора плунжерной пары. Полученные результаты используются для корректировки зазора плунжерной пары, величины объёма утечек, диаметра абразивных частиц, попадающих в эти зазоры, а также их количества. С учетом этих изменений расчет проводится на следующем шаге, на следующем часе наработки насоса. Особенностью предлагаемого метода расчета является разбиение всего износа на зоны и параллельный их расчет.

Очевидно, что одним из путей повышения надежности работы МТА, а вследствие и коэффициента его готовности, как комплексного показателя, может быть увеличение срока службы фильтров и повышение ресурса прецизионных пар ТНВД, за счет обеспечения требуемой чистоты дизельного топлива, используя фильтры-водоотделители дизельного топлива при заправке его в баки мобильной сельскохозяйственной техники и в системе питания дизеля, а также фильтра пробки заливной горловины топливного бака [9, 10].

При этом увеличивается ресурс работы фильтров тонкой и грубой очистки в два раза, ресурс работы ТНВД в 2,5 раза, а коэффициент готовности топливной системы двигателя МТА повышается с 0,79 до 0,87.

Литература

1. Антипов В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристики топливной аппаратуры дизелей / В.В. Антипов. -2-е изд. – М. : Машиностроение, 1992.-Т.1.- 816 с.
2. Гуревич Д.Ф. Основы теории износа плунжерных пар / Д.Ф. Гуревич // Автомобильная промышленность. -1968. – № 2. - С. 20-24.
3. Тишпулатов М.М. Обеспечение работоспособности топливоподающей аппаратуры дизелей / М.М. Тишпулатов. – Ташкент : Фан, 1990. - 128 с.

4. Григорьев М.А. Обеспечение надежности двигателей / М.А. Григорьев, В.А. Донецкий. – М. : Стандарты, 1978. - 324 с.
5. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях / М.А. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1970. - 270 с.
6. Хрущев М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хрущев, М.А. Бабичев. - М. : Наука, 1970. - 241 с.
7. Ратнер А.В. Эрозия материалов теплоэнергетического оборудования / А.В. Ратнер, В.Г. Зеленский. – М.-Л. : Энергия, 1986. – 271 с.
8. Астахов И.В. Топливные системы и экономичность дизелей / И.В. Астахов, Л.Н. Голубков. –М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.
9. Декларацийний патент України. Фільтр-водовіддільник / В.М. Кюрчев., І.Б. Вороновський. - № 66522 ; опубл. 17.05.04, Бюл. № 5. - 3 с
10. Декларацийний патент України. Фільтр-водовіддільник / І.Б. Вороновський, Б.І. Вороновський. - № 5544 ; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3. – 3 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОСУ ЧАСТКАМИ АБРАЗИВУ, РОЗМІР ЯКИХ МЕНШЕ ВЕЛИЧИНИ ЗАЗОРУ ПЛУНЖЕРНОЇ ПАРИ ПНВТ ДВИГУНА МТА

Вороновський І.Б.

Анотація – розглядається знос плунжерних пар ПНВТ, його вплив на надійність паливної системи дизельного двигуна та експлуатаційні показники машинно-тракторного агрегату (МТА) в залежності від забрудненості дизельного палива.

DESIGN OF PROCESS OF WEAR BY PARTICLES OF ABRASIVE, SIZE OF WHICH LESS SIZE OF GAP OF PLUNZHERNOY PAIR OF PUMP OF ENGINE OF MTA

I. Voronovsky

Summary

Considered (examined) of deterioration plunzher of pairs pumps his(its) influence on reliability of fuel system of the diesel engine and operational parameters of the machine-tractor aggregates (MTA) depending on pollution of diesel fuel.

УДК 631.371:621.31

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ПОЛЯ КОРОННОГО РОЗРЯДА НА ПОЛИВНУ ВОДУ ТА РОЗЧИНИ

Коваленко Л.Р., к.т.н.,

Коваленко О.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-11-74

Анотація - в роботі наведено теоретичні дослідження механізму дії коронного розряду на воду і розчини мінеральних добрив. Обґрунтовані теоретичні основи обробки поливної води та живильних розчинів полем коронного розряду.

Ключові слова - енергозберігаючі технології, живильний розчин, коронний розряд, коронуєчий електрод, окислювально-відновний потенціал, швидкість хімічної реакції.

Постановка проблеми. Задачею тепличного овочівництва є підвищення врожайності овочевих культур при одночасному зменшенні затрат енергії та витратних матеріалів на одиницю продукції.

У комплексі факторів енерго- та ресурсозбереження важливе місце належить технологіям вирощування овочів при використанні малооб'ємних субстратів, або на штучно створеному середовищі живлення без субстрату, а також застосування автоматичних систем забезпечення заданих режимів мікроклімату і мінерального живлення [1].

При використанні вказаних технологій вирощування овочів вода та живильні розчини (розчин кальцієвої селітри $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, фосфорнокислого калію KH_2PO_4 , сірчаноокислого калію K_2SO_4 , калійної селітри KNO_3 , сірчаноокислого магнію MgSO_4) використовуються в теплицях багаторазово, що вимагає контролю за складом розчину та його станом (кислотність, бактеріальна забрудненість, наявність включень).

Аналіз останніх досліджень. Проблему багаторазового використання живильних розчинів можливо вирішити шляхом використання магнітної обробки води та живильних розчинів для забезпечення достатньої розчинності добрив (підвищення pH розчину та окисно-відновного потенціалу (ОВП) [2]. На сьогодні відомі приклади застосування поливної води обробленої в магнітному полі (магнітоактивованої). При цьому відмічається позитивний вплив такої води на ріст та

розвиток рослин [3]. Зміна властивостей водних розчинів після магнітної обробки зростає зі збільшенням концентрації розчину [2].

Експериментально встановлено, що магнітна обробка води змінює її фізико-хімічні властивості: прискорюються коагуляція і абсорбція, змінюються розчинність солей і концентрація газів, кристалізація і змочування, магнітна сприйнятливість, в'язкість, гідратація іонів [3].

Але при цьому не вирішено питання усунення бактеріальної забрудненості розчинів, шкідливих відкладень на лотках та гравії.

Формулювання мети статті. Необхідно встановити механізм дії поля коронного розряду на воду і розчини мінеральних добрив та на процес мінерального живлення рослин. Обґрунтувати теоретичні основи обробки поливної води та живильних розчинів.

Основна частина. Головна ціль обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив полем коронного розряду полягає у вирішенні питання знезаражування розчину та боротьби з кореневими хворобами [3], що є основним недоліком гідропонної технології вирощування, де живильний розчин використовується декілька місяців і потребує постійного контролю за складом розчину.

За розміром бактерії відносяться до колоїдних частинок. Ці частинки можуть бути мулом, планктоном, в них можлива присутність хвороботворних бактерій, вірусів, патогенних мікроорганізмів [4].

При коронному розряді утворюються негативно заряджені іони, які рухаючись за силовими лініями електричного поля, досягають поверхні водного розчину і проникають в нього.

В основі процесу обробки полем коронного розряду можна виділити три стадії: зарядження частинок, організацію впорядкованого руху та формування кінцевого продукту, яке частіше всього зводиться до осадження частинок на електроді. Зарядження в полі коронного розряду є одним з ефективних способів надання діелектричним частинкам надлишкового заряду [5,6].

Розподіл поля при коронному розряді такий, що напруженість поля зростає від центру проміжку до некоронуючого електрода.

Основним параметром коронного розряду є напруженість поля та щільність об'ємного заряду. Напруженість поля визначає заряд, який отримують частинки, і електричні сили, що діють на заряджені частинки. Густина об'ємного заряду впливає на швидкість зарядження частинок.

Сильні електричні поля в електротехнології використовуються для організації впорядкованого руху дрібноподрібнених частинок матеріалів з метою формування плавного кінцевого продукту або виконання певної операції.

Для інтенсифікації процесу управління рухом частинок матеріалу їм повинен бути наданий заряд. Електронно-іонна технологія має ряд переваг, які полягають в безпосередній дії електричної енергії на частинки без проміжної трансформації в інші види енергії, в принциповій можливості обробки будь-яких матеріалів, здатності до регулювання та автоматизації процесу [5].

При коронному розряді утворюються негативно заряджені іони, які рухаючись за силовими лініями електричного поля, досягають поверхні водного розчину і проникають в нього.

Дифузія аероіонів в поверхневому шарі описується диференціальним рівнянням [6]

$$\frac{dn}{dt} = S \cdot D \cdot \frac{dC}{dx}, \quad (1)$$

де dn/dt – кількість речовини, що дифундує через поверхню S в напрямку x ;

D – коефіцієнт дифузії.

Гradient концентрації аероіонів в дифузійному шарі постійний, тому

$$\frac{dn}{dt} = \left(\frac{S \cdot D}{\delta} \right) \cdot (C_0 - C_n), \quad (2)$$

де δ – товщина дифузійного шару Нернста [5, 6], яка залежить від властивостей розчинника і розчиненої речовини, швидкості змішування та ін.;

C_0 – концентрація речовини в об'ємі;

C_n – концентрація речовини біля поверхні.

Так як

$$C_0 = \frac{n}{V}, \quad (3)$$

де V – об'єм розчину,

n – кількість аероіонів.

$$\frac{D}{\delta} = \beta. \quad (4)$$

Звідки маємо наступний вираз

$$\frac{H}{\beta} \cdot \frac{dn}{dt} + n = V \cdot C_n, \quad (5)$$

де H – товщина шару розчину.

Розв'язавши дане диференціальне рівняння, отримаємо вираз:

$$n = V \cdot C_n \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}} \right), \quad (6)$$

$$V \cdot C_n = A_2 \cdot n_0, \quad (7)$$

де n_0 – кількість аероіонів, які утворилися на коронуючому електроді;

A_2 – коефіцієнт пропорційності.

Тоді

$$n = A_2 \cdot n_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}} \right). \quad (8)$$

Кількість аероіонів, отримана з коронуючого дротяного електрода

$$n_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0) \cdot e}, \quad (9)$$

де ε_0 – електрична стала;

l – довжина електрода;

λ – рухливість негативних іонів;

U – напруга між електродами;

U_0 – початкова напруга коронного розряду;

h – відстань від коронуючого електрода до площини;

r_0 – радіус коронуючого електрода;

e – заряд аероіона.

Внаслідок поглинання розчином аероіонів змінюється енергія взаємодії

$$\Delta E = A_3 \cdot n, \quad (10)$$

де A_3 – коефіцієнт, який залежить від хімічного складу розчину.

Тоді з урахуванням (8), (9) одержимо

$$\Delta E = A_2 \cdot A_3 \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0) \cdot e} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right), \quad (11)$$

або

$$\Delta pH = \frac{A \cdot l \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right). \quad (12)$$

Струм коронного розряду

$$I = \frac{\varepsilon_0 \cdot \pi^2 \cdot \lambda \cdot U \cdot (U - U_0)}{h^2 \cdot \ln(2h/r_0)}, \quad (13)$$

тому

$$\Delta pH = A' \cdot I \cdot \left(1 - e^{-\frac{\beta t}{H}}\right). \quad (14)$$

Аналізуючи отримані залежності (12, 14) можна зробити висновок, що зміни рН водних розчинів при їх обробці в полі коронного розряду визначаються напруженістю електричного поля, часом обробки та хімічним складом розчину (концентрацією і композицією окремих іонів). Вони прямо пропорційні квадрату прикладеної напруги і обернено пропорційні квадрату відстані від коронуючого електрода до площини та змінюються в часі за експоненціальним законом.

Висновки. Для розрахунку режимів обробки води полем коронного розряду та конструктивних параметрів установки одержані аналітичні залежності рН та ОВП води і водних розчинів від складу розчину та параметрів електричного поля. Встановлено, що зміна рН та ОВП прямо пропорційні квадрату прикладеної напруги і обернено пропорційні квадрату відстані між коронуючим електродом та площиною води, що обробляється і описуються в часі експоненціальною залежністю.

Література

1. Гриценкова З.І. Аналіз і перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту і насінництва овочевих культур / З.І. Гриценкова,

Є.П. Білоконь, О.М. Ломоносов [та ін.] // Овочівництво і баштанництво. – К. : Урожай, 1992. – Вип. 37. – С.15-19.

2. Козлов Н.С. Электрофизические методы обработки воды / Н.С. Козлов, В.А. Старшов // Механиз. и электрификация соц. сел. х-ва. – 1978. – №7. – С. 41-42.

3. Синявський О.Ю. Дослідження процесу обробки поливної води та живильних розчинів в полі коронного розряду / О.Ю. Синявський, В.О. Мунтян, Л.Р.Коваленко // Праці Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків : ХДТУСГ, 2006. – Вип. 37, т.2. – С. 308-312.

4. Соловов В.Е. Высоковольтный импульсный электрический разряд в жидкости и применение его в сельскохозяйственном производстве / В.Е. Соловов // Сб. науч. тр. ХИМЭСХ. – Харьков, 1972. – Вып. 21. – С. 69-80.

5. Мешков А.А. Анализ способа измерения полей коронного разряда зондом Сато / А.А. Мешков // Электротехнология в сел. х-ве. – Челябинск : ЧИМЭСХ, 1974. – Вып.75. – С.91-95.

6. Верещагин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронной технологии / И.П. Верещагин. - М. : Энергоатомиздат, 1985. – 159 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ПОЛИВНУЮ ВОДУ И РАСТВОРЫ

Коваленко Л.Р., Коваленко А.И.

Аннотация – в работе представлены теоретические исследования механизма действия коронного разряда на воду и растворы минеральных удобрений. Обоснованы теоретические основы обработки поливной воды и питательных растворов полем коронного разряда.

THEORETICAL BASES THE MAGNETIC OF MASHING FOR IRRIGATION WATER AND NOURISHING SOLUTION IN GREENHOUSES

L. Kovalenko, A. Kovalenko

Summary

The results of theoretical investigations of changes in pH and oxidizing-reductions potentials for water and solutions of mineral fertilizers in the process of magnetic treatment are pr.

УДК 621.313.333.2

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Телюта Р. В., инж.,

Овчаров С. В., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

тел. (0619)42-32-63

Анотация – предложена методика исследования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на работоспособность.

Ключевые слова – функциональное диагностирование, опыт идеального холостого хода, нагрузочный режим, скоростно-токовая характеристика, работоспособность.

Постановка проблемы. Функциональное диагностирование асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором позволяет на ранней стадии выявить отклонение в работе электродвигателя и предупредить аварийность. После этого требуется более глубокое дискретное диагностирование электродвигателя с целью выявления в нем неисправностей или нарушения режима работы за счет внешних факторов.

Анализ последних исследований. Вопросам определения работоспособности асинхронного трехфазного электродвигателя с короткозамкнутым ротором посвящено ряд работ [1, 2, 3]. Однако они требуют существенных затрат энергии при проведении экспериментов.

Формулирование цели статьи. Поэтому целью статьи является разработка метода диагностирования работоспособности электродвигателя, исключающего значительные затраты энергии.

Основная часть. Рассмотрим схему замещения одной фазы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором с учетом потерь активной энергии в магнитопроводе (рис. 1).

Построим зависимость действующего значения силы электрического тока на рабочем участке механической характеристики электродвигателя (рис. 2) в функции угловой скорости вращения ротора.

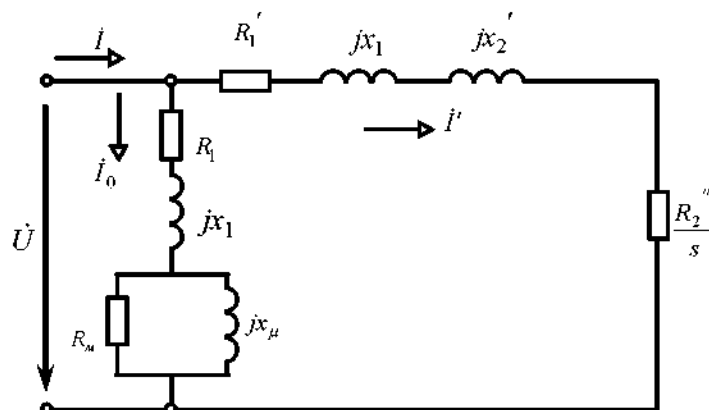


Рис. 1. Схема замещения одной фазы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

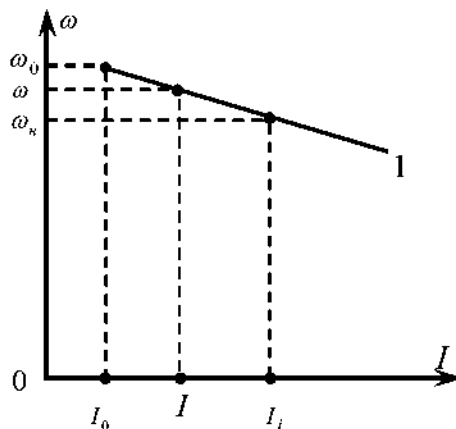


Рис. 2.

Комплекс действующего значения силы электрического тока идеального холостого хода запишется следующим образом

$$\dot{I}_0 = \frac{\dot{U}}{R_1 + jx_1 + \frac{R_\mu \quad jx_\mu}{R_\mu + jx_\mu}}, \tag{1}$$

где \dot{U} – комплекс действующего значения номинального фазного напряжения, В;

R_1, x_1, R_μ, x_μ – параметры схемы замещения одной фазы асинхронного электродвигателя, Ом.

Если параметры схемы замещения известны, например для электродвигателя серии 4А, то комплекс действующего значения силы электрического тока идеального холостого хода определяется расчетным путем по формуле (1).

Если параметры схемы замещения неизвестны, то необходимо для заданного типоразмера электродвигателя определить эксперимен-

тальным путем значение силы электрического тока идеального холостого хода.

Для этого необходимо с помощью трехфазного регулятора напряжения установить номинальное симметричное напряжение и подать его на зажимы исследуемого электродвигателя, работающего в паре с электродвигателем постоянного тока, с помощью которого исследуемый электродвигатель разгоняется до синхронной скорости.

В экспериментальной установке предусмотрены следующие приборы: амперметры для измерения действующих значений сил электрического тока в каждой фазе, вольтметры для измерения действующих значений линейных напряжений и фазометры для измерения углов сдвига фаз между фазными напряжениями и токами.

По результатам измерений записывается комплекс действующего значения силы электрического тока идеального холостого хода, то есть

$$\dot{I}_0 = I_0 e^{j\psi_{i_0}},$$

где $\psi_{i_0} = \psi_u - \varphi_0$, принимаем $\psi_u = 0$.

Действующее значение номинальной силы электрического тока определяем по каталожным данным электродвигателя, который исследуется

$$I_H = \frac{P_{2H}}{\sqrt{3}U_H \eta_H \cos\varphi_H}$$

где P_{2H} – номинальная мощность электродвигателя, Вт;

U_H – действующее значение номинального линейного напряжения, В;

η_H – номинальный коэффициент полезного действия;

$\cos\varphi_H$ – номинальный коэффициент мощности.

Записываем комплекс действующего значения номинальной силы электрического тока, то есть

$$\dot{I}_H = I_H e^{j\psi_{i_H}},$$

где $\psi_{i_H} = \psi_u - \varphi_H$, принимаем $\psi_u = 0$.

Предлагается следующая методика определения работоспособности электродвигателя:

- 1) По каталожным данным строится зависимость $\omega = f(I)$ (рис. 2).
- 2) Электродвигатель включается в сеть, нагружается и измеряются сила тока I и частота вращения ω .

- 3) Эта точка наносится на зависимость $\omega=f(I)$.
- 4) Если точка попадает на прямую $\omega=f(I)$, то электродвигатель полностью работоспособен.
- 5) Если точка оказывается ниже прямой $\omega=f(I)$, то электродвигатель требует глубокого диагностирования.

Выводы. Таким образом, получена методика экспериментального определения работоспособности электродвигателя.

Литература

1. *Овчаров С.В.* Диагностирование асинхронных двигателей при помощи круговой диаграммы / *С.В. Овчаров, А.Ю. Вовк* // Техника в сельскохозяйственном производстве : Труды Таврической государственной агротехнической академии. – Мелитополь : ТГАТА. – Вып. 1, т. 3. – 1997. – С. 97 – 100.
2. *Вовк О.Ю.* Метод діагностування асинхронних електродвигунів за допомогою двигуна з активним навантаженням / *О.Ю. Вовк, В.В. Овчаров* // Праці Таврійської державної агротехнологічної академії. – Мелітополь : ТДАТА. – Вип. 1, т. 11. – 1999. – С.8 – 10.
3. *Вовк О.Ю.* Діагностування енергетичних показників асинхронних двигунів в експлуатаційних умовах сільськогосподарського виробництва / *О.Ю. Вовк* // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства / Питання електрифікації сільського господарства. – Харків : ХДТУСХ. – Вип. 3. – 2000. – С. 58 – 63.

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

Овчаров С. В., Телюта Р. В.

Анотація – запропонована методика дослідження трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором на працездатність.

ASYNCHRONOUS MOTOR RESEARCH FOR CAPABILITY TO WORK

S. Ovcharov, R. Telyuta

Summary

The method for capability to work determination of an asynchronous motor is proposed in the article.

УДК 621.316.1

ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Жоров В.І., к.т.н., провідний науковий співробітник,
Жоров С.В., завідувач лабораторії,
ННЦ "Інститут механізації сільського господарства"
Тел. (04571) 3-27-32

Жарков В.Я., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – отримані аналітичні вирази та числові значення коефіцієнтів завантаження трансформаторів 10/0,4 кВ, при яких доцільно проводити взаємну заміну трансформаторів.

Ключові слова – трансформатори, втрати енергії, коефіцієнт завантаження, розрахунок, заміна, зниження втрат.

Постановка проблеми. На кожному із районних підприємств електричних мереж (РЕМ) знаходиться в експлуатації кілька сотень трансформаторів напругою 10/0,4 кВ, що дозволяє робити взаємну заміну трансформаторів без додаткових витрат коштів на купівлю нових. Важливо лиш, щоб в результаті взаємної заміни досягалося зниження втрат енергії на обох трансформаторних підстанціях. Для виконання цієї умови, навантаження більш потужного трансформатора повинно бути не вищим, а менш потужного – не нижчим деякого критичного значення. При односторонній заміні одного трансформатора іншим, критичне навантаження визначається із балансу втрат потужності у обох трансформаторах. Стосовно взаємної заміни трансформаторів, подібний методичний підхід є некоректним, оскільки не враховує конфігурації добових графіків навантаження (ДГН), які у більшого і меншого трансформаторів у загальному випадку різні. Отже, критичне навантаження необхідно визначати не з балансу втрат потужності, а із балансу добових втрат енергії, де добові втрати енергії у трансформаторі, яким замінюють, визначаються за ДГН трансформатора, який замінюють.

Аналіз останніх досліджень. Зазвичай, з метою зниження втрат енергії, розглядається одностороння заміна недовантаженого більшого трансформатора меншим [1]. При цьому критичний коефіцієнт завантаження більшого трансформатора визначається із балансу втрат потужності у більшому та меншому трансформаторах. Такий підхід не дозволяє у повній мірі скористатись ефектом від заміни більшого транс-

форматора меншим.

Формулювання мети статті. Визначити критичні завантаження трансформаторів, при яких доцільно проводити їхню взаємну заміну, із балансу добових втрат енергії в обох трансформаторах.

Основна частина. Припустимо, що ДГН більшого та меншого трансформаторів рівномірні і сталі упродовж року. Тоді критичні значення коефіцієнтів завантаження трансформаторів визначаються із балансу втрат потужності, які для більшого та меншого трансформатора відповідно становлять:

$$\Delta P_{\delta} = \Delta P_{x.x.\delta} + \Delta P_{k.z.\delta} \cdot k_{z.\delta}^2, \quad (1)$$

$$\Delta P_{\mu} = \Delta P_{x.x.\mu} + \Delta P_{k.z.\mu} \cdot k_{z.\mu}^2, \quad (2)$$

де $\Delta P_{x.x.\delta}$ та $\Delta P_{x.x.\mu}$, $\Delta P_{k.z.\delta}$ та $\Delta P_{k.z.\mu}$, $k_{z.\delta}$ та $k_{z.\mu}$ - відповідно втрати холостого ходу, короткого замикання (Вт) і коефіцієнт завантаження більшого та меншого трансформаторів.

Щоб знайти критичний коефіцієнт завантаження більшого трансформатора необхідно у формулі (2) подати коефіцієнт завантаження меншого трансформатора через коефіцієнт завантаження більшого, а саме

$$k_{z.\mu} = k_{z.\delta} \cdot \frac{S_{n.\delta}}{S_{n.\mu}}, \quad (3)$$

де $S_{n.\delta}$ та $S_{n.\mu}$ - номінальна потужність відповідно більшого та меншого трансформатора, кВА.

Прирівнявши праві частини формул (1) та (2), розв'язуємо одержану рівність відносно коефіцієнта завантаження більшого трансформатора. В результаті отримаємо критичне значення коефіцієнта завантаження більшого трансформатора у вигляді

$$k_{z.kp.\delta} = \sqrt{\frac{\Delta P_{x.x.\delta} - \Delta P_{x.x.\mu}}{\Delta P_{k.z.\mu} \cdot \left(\frac{S_{n.\delta}}{S_{n.\mu}}\right)^2 - \Delta P_{k.z.\delta}}} \quad (4)$$

Аналогічно, критичне значення коефіцієнта завантаження меншого трансформатора матиме вигляд

$$k_{z.kp.\mu} = \sqrt{\frac{\Delta P_{x.x.\delta} - \Delta P_{x.x.\mu}}{\Delta P_{k.z.\mu} - \Delta P_{k.z.\delta} \cdot \left(\frac{S_{n.\mu}}{S_{n.\delta}}\right)^2}} \quad (5)$$

Помножимо та розділимо праву частину виразу (5) на $\frac{S_{н.м}}{S_{н.б}}$. Після перетворень, одержимо критичне значення коефіцієнту завантаження меншого трансформатора

$$k_{з.кр.м} = k_{з.кр.б} \cdot \frac{S_{н.б}}{S_{н.м}} \quad (6)$$

Скориставшись каталожними даними [2], знаходимо, що заміна більшого трансформатора меншим доцільна при значенні коефіцієнта завантаження більшого трансформатора нижче 0,24...0,30 (залежно від типу трансформатора); а зворотна заміна – при коефіцієнті завантаження меншого трансформатора вище 0,38...0,48.

Фактичні ДГН сільських споживачів характеризуються значною нерівномірністю. Вони мають різко виражені денний та вечірній максимуми і нічний спад навантаження. Тому доцільніше критичні коефіцієнти завантаження визначати із балансу добових втрат енергії.

Добові втрати енергії у більшому та меншому трансформаторах, які працюють за ДГН більшого трансформатора, становлять:

$$\Delta W_{доб.б} = 24 \cdot \Delta P_{х.х.б} + \Delta P_{к.з.б} \cdot k_{з.макс.б}^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{siб}}{k_{siмакс.б}} \right)^2 \quad (7)$$

та

$$\Delta W_{доб.м} = 24 \cdot \Delta P_{х.х.м} + \Delta P_{к.з.м} \cdot k_{з.макс.б}^2 \cdot \left(\frac{S_{н.б}}{S_{н.м}} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{siб}}{k_{siмакс.б}} \right)^2, \quad (8)$$

де $k_{з.макс.б}$ – коефіцієнт завантаження більшого трансформатора в найбільшій із зимового та літнього максимумів навантаження; $k_{siмакс.б}$ – найбільший із погодинних коефіцієнтів повного навантаження із ДГН більшого трансформатора, $k_{siмакс.б} = 1,28$ (таблиця 1); $k_{siб}$ – погодинний коефіцієнт повного навантаження більшого трансформатора об i -тій годині доби

$$k_{siб} = \sqrt{k_{pi}^2 + k_{qi}^2}, \quad (9)$$

де k_{pi} та k_{qi} – відповідно погодинні коефіцієнти активного та реактивного навантажень ДГН:

$$k_{pi} = \frac{P_i}{P_{\max}}, \quad (10)$$

$$k_{qi} = \frac{Q_i}{P_{\max}}, \quad (11)$$

де P_i і Q_i – відповідно активне і реактивне поточне погодинне навантаження, визначене з врахуванням коефіцієнта сезонності [2], %; P_{\max} – річний максимум активного навантаження, $P_{\max} = 100$ %; i – порядковий номер години доби.

В розрахунках за формулами (7) та (8), в якості $k_{si \max.б}$ із графіків береться більший із зимового та літнього максимумів, а $\sum_{i=1}^{24} k_{si}^2$ визначається для розглядуваного періоду – зимового чи літнього (таблиця 1).

Таблиця 1 – Розрахункові коефіцієнти погодинних навантажень та похідних від них величин для типових ДГН сільських виробничих споживачів [2].

Години доби	Пора року							
	Зима				Літо			
	Коефіцієнти навантаження				Коефіцієнти навантаження			
	k_{pi}	k_{qi}	k_{si}	k_{si}^2	k_{pi}	k_{qi}	k_{si}	k_{si}^2
1	0,35	0,20	0,40	0,1600	0,21	0,14	0,25	0,0625
2	0,35	0,20	0,40	0,1600	0,21	0,14	0,25	0,0625
3	0,35	0,20	0,40	0,1600	0,21	0,14	0,25	0,0625
4	0,35	0,24	0,42	0,1764	0,21	0,14	0,25	0,0625
5	0,45	0,32	0,55	0,3025	0,28	0,19	0,34	0,1156
6	0,50	0,36	0,62	0,3844	0,32	0,22	0,39	0,1521
7	0,60	0,44	0,74	0,5476	0,35	0,30	0,46	0,2116
8	0,65	0,48	0,81	0,6561	0,49	0,38	0,62	0,3844
9	0,75	0,56	0,94	0,8836	0,60	0,50	0,78	0,6084
10	0,90	0,72	1,15	1,3225	0,63	0,52	0,82	0,6724
11	1,00	0,80	1,28	1,6384	0,70	0,55	0,89	0,7921
12	0,85	0,68	1,09	1,1881	0,56	0,47	0,73	0,5329
13	0,60	0,52	0,79	0,6241	0,38	0,33	0,50	0,2500
14	0,70	0,60	0,92	0,8464	0,38	0,33	0,50	0,2500
15	0,75	0,64	0,98	0,9604	0,46	0,38	0,60	0,3600
16	0,75	0,60	0,96	0,9216	0,49	0,41	0,64	0,4096
17	0,70	0,56	0,90	0,8100	0,49	0,41	0,64	0,4096
18	0,65	0,48	0,80	0,6400	0,46	0,36	0,58	0,3364
19	0,60	0,44	0,74	0,5476	0,46	0,36	0,58	0,3364
20	0,60	0,44	0,74	0,5476	0,46	0,33	0,57	0,3249
21	0,55	0,40	0,64	0,4096	0,38	0,28	0,47	0,2209
22	0,50	0,28	0,57	0,3249	0,38	0,28	0,47	0,2209
23	0,45	0,24	0,51	0,2601	0,28	0,16	0,32	0,1024
24	0,35	0,20	0,40	0,1600	0,24	0,16	0,29	0,0841

Прирівнявши праві частини виразів (7) та (8), знайдемо критичний коефіцієнт завантаження більшого трансформатора, при якому його доцільно замінити на менший

$$k_{з. макс. кр. б} = \sqrt{\frac{24(\Delta P_{x.x.б} - \Delta P_{x.x.м}) \cdot k_{si макс. б}^2}{\sum_{i=1}^{24} k_{si б}^2 \cdot \left[\Delta P_{к.з.м} \cdot \left(\frac{S_{н.б}}{S_{н.м}} \right)^2 - \Delta P_{к.з.б} \right]}} \quad (12)$$

Аналогічно, добові втрати енергії у меншому та більшому трансформаторах, які працюють за ДГН меншого трансформатора, відповідно становлять:

$$\Delta W_{доб. м} = 24 \cdot \Delta P_{x.x.м} + \Delta P_{к.з.м} \cdot k_{з. макс. м}^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{si м}}{k_{si макс. м}} \right)^2 \quad (13)$$

та

$$\Delta W_{доб. б} = 24 \cdot \Delta P_{x.x.б} + \Delta P_{к.з.б} \cdot k_{з. макс. м}^2 \cdot \left(\frac{S_{н.м}}{S_{н.б}} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{si м}}{k_{si макс. м}} \right)^2, \quad (14)$$

де $k_{з. макс. м}$ – коефіцієнт завантаження меншого трансформатора в менший із зимового та літнього максимумів навантаження; $k_{si макс. м}$ – менший (зазвичай літній) максимум навантаження із ДГН меншого трансформатора, $k_{si макс. м} = 0,89$ (таблиця 1); $k_{si м}$ – погодинний коефіцієнт повного навантаження меншого трансформатора об i -тій годині доби.

В розрахунках за формулами (13) та (14), в якості $k_{si макс. м}$ із графіків береться менший із зимового та літнього максимумів, а $\sum_{i=1}^{24} k_{si м}^2$ визначається відповідно до розглядуваного періоду – зимового чи літнього (таблиця 1).

Прирівнявши праві частини виразів (13) та (14), знайдемо критичний коефіцієнт завантаження меншого трансформатора, при якому його доцільно замінити на більший

$$k_{з. макс. кр. м} = \sqrt{\frac{24(\Delta P_{x.x.б} - \Delta P_{x.x.м}) \cdot k_{si макс. м}^2}{\sum_{i=1}^{24} k_{si м}^2 \cdot \left[\Delta P_{к.з.м} - \Delta P_{к.з.б} \cdot \left(\frac{S_{н.м}}{S_{н.б}} \right)^2 \right]}} \quad (15)$$

Добове зниження втрат енергії від взаємозаміни трансформато-

рів відповідно становить:

$$E_{\text{доб. б-м}} = 24(\Delta P_{\text{х.х.б}} - \Delta P_{\text{х.х.м}}) + k_{\text{з.макс.б}}^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{\text{сіб}}}{k_{\text{сімакс.б}}} \right)^2 \cdot \left[\Delta P_{\text{к.з.б}} - \Delta P_{\text{к.з.м}} \left(\frac{S_{\text{н.б}}}{S_{\text{н.м}}} \right)^2 \right] \quad (16)$$

та

$$E_{\text{доб.літ. м-б}} = 24(\Delta P_{\text{х.х.м}} - \Delta P_{\text{х.х.б}}) + k_{\text{з.макс.м}}^2 \cdot \sum_{i=1}^{24} \left(\frac{k_{\text{сім}}}{k_{\text{сімакс.м}}} \right)^2 \cdot \left[\Delta P_{\text{к.з.м}} - \Delta P_{\text{к.з.б}} \left(\frac{S_{\text{н.м}}}{S_{\text{н.б}}} \right)^2 \right] \quad (17)$$

Річне зниження втрат енергії від заміни більшого трансформатора меншим та меншого більшим знаходять за виразом

$$E_{\text{річн.}} = 185 \cdot E_{\text{доб.зим.}} + 180 \cdot E_{\text{доб.літ.}} \quad (18)$$

де 185 і 180 – відповідно тривалість зимового та літнього періоду в середніх широтах, діб; $E_{\text{доб.зим.}}$ та $E_{\text{доб.літ.}}$ – зниження втрат енергії у трансформаторах, відповідно зимової та літньої доби, кВт·год [2].

Сумарне річне зниження втрат енергії від взаємної заміни трансформаторів становить

$$E_{\text{річн.}\Sigma} = E_{\text{річн. б-м}} + E_{\text{річн. м-б}} \quad (19)$$

де $E_{\text{річн. б-м}}$ та $E_{\text{річн. м-б}}$ – річне зниження втрат енергії від заміни більшого трансформатора на менший та навпаки.

Річні втрати енергії в більшому та меншому трансформаторі [2]

$$\Delta W_{\text{річн.}} = 185 \cdot \Delta W_{\text{доб.зим.}} + 180 \cdot \Delta W_{\text{доб.літ.}} \quad (20)$$

Зниження втрат енергії у відсотках становить

$$E_{\text{річн.}} \% = \frac{E_{\text{річн.}\Sigma}}{\Delta W_{\text{річн.б}} + \Delta W_{\text{річн.м}}} \cdot 100 \quad (21)$$

В табл. 2 наведені розраховані за даними [2] критичні значення коефіцієнтів завантаження трансформаторів, усереднені показники яких відрізняються від розрахункових не більш ніж на 6%. При цьому припускалося, що ДГН обох трансформаторів однакові.

Таблиця 2 – Критичні значення коефіцієнтів завантаження тран-

сформаторів типу ТМ напругою 10/0,4 кВ для взаємної заміни.

Номінальна потужність трансформатора, кВА	Навантаження:							
	типове виробниче				типове змішане			
	Схема з'єднання вторинної обмотки трансформатора:							
	більшої потужності/меншої потужності							
	Y-0		Z-0		Y-0		Z-0	
Y-0	Z-0	Y-0	Z-0	Y-0	Z-0	Y-0	Z-0	
40–250, 630, 400	0,46	0,39	0,52	0,42	0,43	0,37	0,48	0,40
	0,39	0,36	–	–	0,36	0,31	–	–
25–160, 400, 250	0,79	0,67	0,90	0,73	0,74	0,64	0,83	0,70
	0,67	0,62	–	–	0,62	0,53	–	–

Примітка: „Y-0” – зірка з нулем; „Z-0” – „зигзаг” з нулем.

В результаті взаємної заміни трансформаторів досягається зниження втрат енергії, яке тим вище, чим нижче від критичного максимальне завантаження більшого трансформатора та, чим вище від свого критичного значення максимальне завантаження меншого (рисунок 1). Так, для трансформатора типу ТМ–160/10 - при критичному завантаженні більшого трансформатора (0,43) зниження втрат енергії в ньому становить 7,6 %, а при 0,20 відповідно 28,1 %.

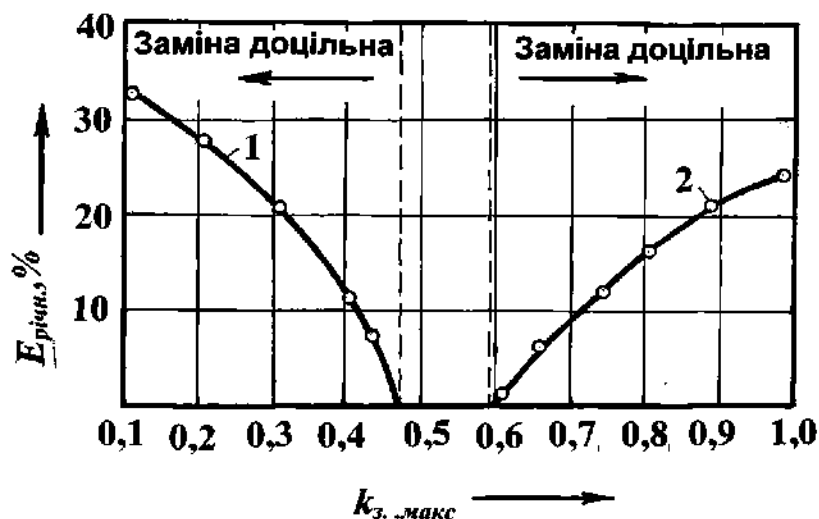


Рис. 1. Залежність річного зниження втрат енергії у трансформаторах ТМ-160/10 (1) та ТМ-100/10 (2) в результаті їх взаємної заміни від коефіцієнту максимального завантаження кожного.

Висновки. Розроблена методика дозволяє більш об'єктивно визначати момент доцільності взаємної заміни недовантажених та перевантажених трансформаторів сільських електромереж.

Література

1. *Бибко В.Г.* Зниження втрат електроенергії у сільському господарстві / *В. Г. Бибко, С.Я. Меженний, В.Г Стафійчук, В.Ф. Юрчук* . Вид. 2-е, перероб. і доп. – К. : Урожай, 1987. – 128 с.

2. *Будзко И.А.* Электроснабжение сельского хозяйства / *И.А. Будзко, Н.М. Зуль*. – М. : Агропромиздат, 1990. – 496 с.

3. *Жоров В.І.* Вплив нерівномірності добових графіків навантаження на втрати енергії в електричних мережах / *В.І. Жоров* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь : ТДАТУ, 2009. – Вип. 9, т. 2. – С. 154-160.

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Жоров В.И., Жоров С.В., Жарков В.Я.

Аннотация – получены аналитические выражения и численные значения коэффициентов загрузки трансформаторов 10/0,4 кВ, при которых целесообразно производить взаимную замену недогруженных и перегруженных трансформаторов.

ENERGY LOSS REDUCTION BY REPLACEMENT OF TRANSFORMERS

V. Zhorov, S. Zhorov, V. Zharkov

Summary

Equations for calculation are deduced and load factors of 10/0,4 kV transformers are evaluated for expedient mutual change of underloaded and overloaded transformers.

УДК 631.363

АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є

Терентьев О.М., к.т.н.,

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" ННК ІПСА

Тел. (066) 995-05-35

Кашкарьов А.О., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – представлені перспективи використання швидкого перетворення Фур'є в задачах аналізу експериментальних даних без попередньої статистичної обробки.

Ключові слова – перетворення Фур'є, обробка даних, закон розподілу, виключення грубих помилок.

Постановка проблеми. Перетворення Фур'є (ПФ) це потужний інструмент, який використовується в різних наукових галузях. Крім того, його можна вважати основою гармонійного аналізу. У деяких випадках його використовують як метод рішення складних рівнянь, які описують динамічні процеси, котрі виникають під впливом електричної, теплової або світлової енергії. В інших випадках воно дозволяє виділити регулярні складові у складному сигналі, завдяки чому можна правильно інтерпретувати експериментальні спостереження в астрономії, медицині, хімії та фізиці – спектральний аналіз. Знайшло воно й своє використання в обробці зображень, аналогових і дискретних сигналів ЕОМ та мікропроцесорної техніки [1, 4].

На сьогоднішній день існує багато похідних методів, які більше пристосовані до певних умов застосування математичного апарату гармонійного аналізу. У техніці найбільш поширеним є дискретне перетворення Фур'є з кількістю вхідних елементів 2^n ($n \in [1, 2, 3, \dots]$) – швидке перетворення Фур'є (ШПФ). Його розповсюдженість пояснюється типом вхідних даних та швидкістю виконання [4]. Тому ШПФ можна зустріти у більшості функцій АСК технологічними процесами.

Відомі публікації, в яких авторами запропоновано використання ПФ з метою ідентифікації стану елементів технологічних комплексів виробництва комбікормів малої та середньої продуктивності. Такий

© к.т.н. Терентьев О.М., асп. Кашкарьов А.О.

* Науковий керівник – к.т.н., проф. Діордієв В.Т.

підхід дозволив підвищити його надійність роботи комплексу та реалізувати додаткові сервісні функції автоматизованої системи керування (АСК) технологічним процесом (ТП) [4]. Це дозволяє розширити перелік задач, для вирішення яких використовується ШПФ та спростити різноманіття математичного апарату системи керування. Представлені пропозиції вимагають теоретичного дослідження та відпрацювання методики застосування.

Формування мети статті. Метою публікації є представлення можливості використання ШПФ для оцінки малої вибірки експериментальних даних без попередньої статистичної обробки та можливості упровадження отриманих результатів до сучасних АСК ТП.

Основна частина. Аналіз випадкових процесів за допомогою ШПФ використовується у багатьох галузях вже достатньо давно. Безумовно, основною задачею аналізу є проблема визначення параметрів випадкового процесу за реалізацією кінцевої довжини. Якщо розглядати цей напрям з огляду на застосування в АСК ТП, то є необхідність в іншому формулюванні задачі аналізу випадкових процесів.

Попередні дослідження дозволили акцентувати увагу на розробці методів наближеної оцінки експериментальних даних, які дозволяють, в умовах обмеженої вибірки прийняти рішення про порушення умов роботи технологічного обладнання та якості роботи АСК [2]. Була запропонована методика аналізу вхідних даних на основі ШПФ, а саме аналізу амплітудно-частотної характеристики (АЧХ). Тому, відповідно до мети, для оцінки випадкових процесів пропонується розглядати площу АЧХ. Необхідно зазначити, що у контексті АСК об'єм вибірки повинен бути мінімальним (у подальшій роботі прийнято кількість однієї серії спостережень 2^n , де $n \in [2, 3, 4]$).

Для вивчення методики оцінки, з огляду на зручність застосування, доцільно данні досліджень представляти у відносних одиницях - нормовані данні ($x_{ni} = \frac{x_i}{\bar{X}}$) відносно середнього арифметичного. За рахунок цього планується узагальнити дослідження при різних законах розподілу з контрольованими параметрами.

Отримані результати аналізу нормального розподілу, як найбільш розповсюдженого, який було отримано у програмному пакеті Matlab за допомогою функції `normrnd` [3] (середнє арифметичне = 1; стандартне відхилення = 0,005; 0,02; 0,065) свідчать про наявність статистично значущої залежності площі АЧХ та стандартним відхиленням нормованих даних (рис. 1) – коефіцієнт кореляції склав 0,9998. Отже, виникає можливість вирішення задачі побічної оцінки параметрів статистичних даних за площею АЧХ з високою точністю.

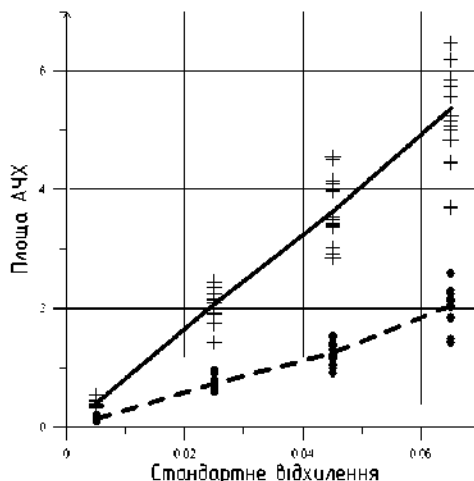


Рис. 1. Аналіз нормального розподілу за допомогою ШПФ (середньоарифметичні значення поєднанні): — - об'єм вибірки 32 даних; - - - - об'єм вибірки 16.

За аналогічним принципом були розглянуті інші види розподілів. Результати моделювання представлені як графіки, на яких відбито максимальні, мінімальні та середньо арифметичні значення відповідних площ (рис. 2). У результаті аналізу модельних даних (рис. 1, рис. 2) визначено, що значення площі АЧХ доцільно використовувати у межах нормального розподілу та розподілу Стюдента.

Виходячи з задач аналізу таймінгу [2] роботи елементів технологічних комплексів, слід формувати подальші дослідження, як вплив можливих хибних даних x^* на площу АЧХ. Для цього приймаємо «ідеальні» умови визначенні площі АЧХ. Важатимемо, що її розмір відповідатиме множині даних, кількість яких дорівнює 2^n , значення елементів якої дорівнює «1». Причому перший елемент множини є змінним і уявляє собою потенціальну похибку або відхилення від ідеальних умов (табл. 1). В результаті аналізу отриманих результатів можна зробити висновки про необхідність врахування об'єму вибірки, можливості точного визначення значення стандартного відхилення S , помилкових вхідних даних та їх ймовірного закону розподілу.

Відповідно до отриманих результатів теоретичних досліджень можна сформулювати критеріальну гіпотезу у межах нормального закону розподілу

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{S_{\text{АЧХ } i}}{S_i} \rightarrow K_T, \quad (1)$$

де n – кількість вибірок розміру 2^m ($m \in [2, 3, \dots, N]$) випробувань, які аналізуються;

K_T – теоретичне значення, котре залежить від розміру множини вхідних даних.

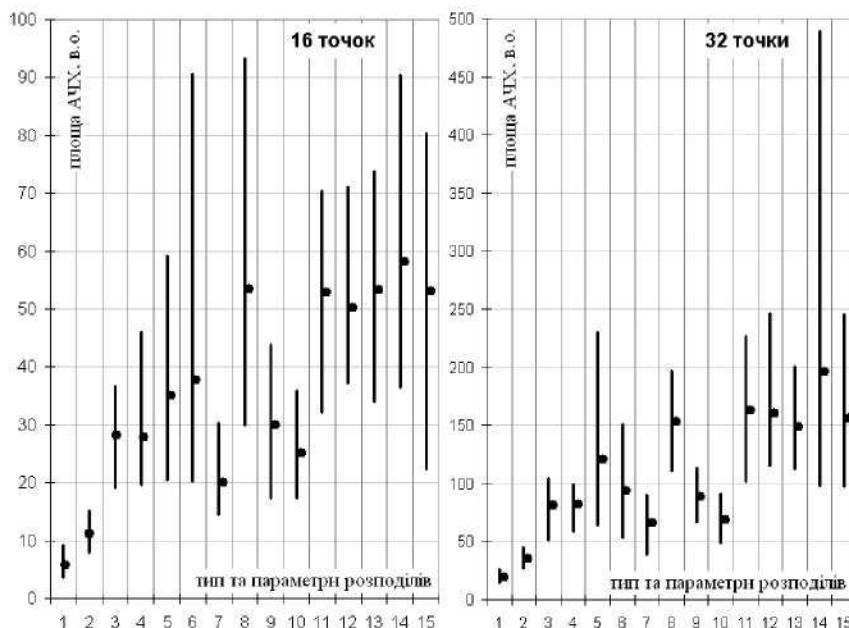


Рис. 2. Результати застосування ШПФ до сигналів з контрольованими розподілами: 1 - розподіл Стюдента; 2 - розподіл χ^2 ; 3 - рівномірний розподіл; 4 - розподіл Фішера при параметрах 10,30 (5 – 10, 10; 6 – 30, 10; 7 – 30, 30); 8 - розподіл Пуассона при параметрі 1 (9 – 3; 10 – 5); 11 - експоненціальний розподіл при параметрі 20 (12 – 10, 13 – 5); 14 - логнормальний розподіл при параметрі 5, 1 (15 – 2, 1).

Таблиця 1 - Вплив x^* на площу АЧХ при різних об'ємах вибірки.

Об'єм ШПФ	Помилка, x^* Показник	x_n						
		1	1,005	1,015	1,025	1,045	1,065	1,085
32	Площа, $S_{AЧХ}$	0	0,075	0,225	0,375	0,675	0,975	1,275
	S_n	-	0,0009	0,0027	0,0044	0,0079	0,0115	0,015
	$S_{AЧХ}/S_n$	-	84,853	84,853	84,853	84,853	84,853	84,853
16	Площа, $S_{AЧХ}$	0	0,035	0,105	0,175	0,315	0,455	0,595
	S_n	-	0,0013	0,0037	0,0063	0,0113	0,0163	0,0213
	$S_{AЧХ}/S_n$	-	28	28	28	28	28	28
8	Площа, $S_{AЧХ}$	0	0,015	0,045	0,075	0,135	0,195	0,255
	S_n	-	0,0018	0,0053	0,0088	0,0159	0,023	0,0301
	$S_{AЧХ}/S_n$	-	8,485	8,485	8,485	8,485	8,485	8,485
4	Площа, $S_{AЧХ}$	0	0,005	0,015	0,025	0,045	0,065	0,085
	S_n	-	0,0025	0,0075	0,0125	0,0225	0,0325	0,0425
	$S_{AЧХ}/S_n$	-	2	2	2	2	2	2

Крім того, у межах нормального закону розподілу залежність між $S_{AЧХ}$ та x_n^* має коефіцієнт кореляції рівний «1», результати досліджень можна використовувати при оцінці статистичної значущості відхилень $S_{AЧХ}$ від розрахункових даних (табл. 1).

Висновки. В результаті виконання теоретичних досліджень, щодо можливості аналізу таймінгу роботи виконавчих механізмів та датчиків технологічних комплексів, можна відзначити можливість використання площі АЧХ, як критерію нормального режиму роботи елементів технологічного комплексу в умовах обмеженої кількості вхідних даних. Запропонований метод потребує програмної формалізації та виробничого випробування.

Література.

1. Грибачов Ю.И. Спектральный анализ случайных процессов / Ю.И. Грибачов, В.Л. Мальков. – М.: Энергия, 1974. – 240 с.
2. Діордієв В.Т. Таймінг датчиків технологічного комплексу виробництва комбікорму як сервісна функція автоматизованої системи управління на базі мереж Петрі / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'єв // Технічна електродинаміка. – 2010. – Ч. 2. – С. 169-173.
3. Мищенко З.В. Statistics Toolbox [Электронный ресурс] / З.В. Мищенко. – Режим доступа : matlab.exponenta.ru/statist/index.php.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб. : Питер, 2003. – 604 с.

АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Терентьев А.Н., Кашкарёв А.А.

Аннотация - представлены перспективы использования быстрого преобразования Фурье в задачах анализа экспериментальных данных без предварительной статистической обработки.

ANALYSIS OF RANDOM PROCESSES USING FAST FOURIER TRANSFORM

A. Terentyev, A. Kashkarov

Summary

Report on the prospects of using the fast Fourier transform in the problems of analysis experimental data without statistical processing.

УДК 632.935.4:621.3

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вужицький А.В., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-31-59, e-mail: vuzhitsku@mail.ru

Анотація – проведений аналіз технології і технічних засобів застосування НВЧ енергії знищення біологічних об'єктів дає підґрунтя для подальшої математичної обробки експериментальних даних методом експоненціального згладжування в діапазоні частот 2,4 - 2,5 ГГц.

Ключові слова – НВЧ–технології, біологічний об'єкт, хрущ садовий, гетерогенна система, ґрунт, біологічний об'єкт.

Постановка проблеми. Розвиток новітніх НВЧ - технологій дають підґрунтя ефективної боротьби із біологічними об'єктами - шкідниками фруктових садів. При виборі найбільш раціонального способу захисту плодоовочевої продукції, дерев необхідно враховувати всі фактори обробки в електричному та магнітному полі надвисокої частоти. З точки зору зручності, дискретності та плавності керування використання надвисокочастотного електромагнітного поля (НВЧ ЕМП) є перспективним способом, який потребує подальшого вивчення [1,2,3].

Аналіз останніх досліджень. За відомими даними науковців, інформації з технічних джерел при дослідженні біологічних систем необхідно враховувати закон збереження енергії [4], а також додатково враховувати фізіологічний стан біооб'єкта ζ (травневий хрущ)

$$\tilde{N} \cdot m \cdot \Delta T \cdot \zeta = (1 - \tilde{A}^2) \cdot D_{\text{дет.}} \cdot t, \quad (1)$$

де C – теплоємність біологічного об'єкту;
 m – маса біологічного об'єкту;
 ΔT – зміна температури біологічного об'єкту;
 ζ - біологічний стан біооб'єкту (вид, вік, геометричні параметри);
 Γ – коефіцієнт відображення падаючого електромагнітного поля;
 $P_{\text{вип.}}$ – потужність випромінювання генератора;
 t – час дії на біологічний об'єкт.

Приведена формула дає можливість визначати зв'язок потужності впливу, часу впливу із зміною температури біологічного об'єкту, що дозволяє визначити на попередньому етапі біотропні параметри електромагнітного поля, що впливає на біологічний об'єкт. Вплив ЕМП на біологічні об'єкти супроводжується поєднанням біотропних параметрів: діапазоном частот ЕМП; стабільності частоти впливаючих електромагнітних коливань; щільності потоку потужності; поляризації та модуляції електромагнітного поля; експозиції й локалізації.

Формулювання мети статті. Метою роботи є аналіз технології та технічних засобів застосування НВЧ енергії знешкодження біологічних об'єктів, параметри обробки дослідних зразків, які піддаються впливу НВЧ енергії для знешкодження біологічних об'єктів.

Основна частина. Для проведення наукових досліджень у 2009 р на кафедрі автоматизованого електроприводу ТДАТУ була створена науково-дослідна лабораторія в якій було висаджено дев'ять дворічних саджанців черешні сорту «Шанс». Розташування дослідних зразків наведено на рисунку 1: 1 – дослідні саджанці; 2 – психрометр; 3 – термометр контролю температури ґрунту.



Рис. 1. План розташування зразків саджанців дерев.

В лабораторії з моменту висадження саджанців здійснюється контроль температури та вологи повітря, ґрунту. Експериментальні дослідження (перший етап) проводилися як за загальноприйнятими так і розробленими спеціально методиками, з використанням математичних методів і принципів теорії планування. Результати, отримані на

першому етапі, дають підставу для розробки у першому наближенні технологічного процесу в основу якого закладено режими обробки.

Проведений аналіз теоретичних досліджень [5,6] дозволяє сформулювати основні складові процесу життєдіяльності біологічних об'єктів. Для опису процесу пригнічення біологічних об'єктів в умовах знаходження в ґрунті та залежності стану (ζ) від температури запропоновано використати співвідношення

$$L = \int_0^{\tau} \exp[A + B(\zeta)t(\tau)]d\tau, \quad (2)$$

де A, B – коефіцієнти біорезистентності, що характеризують опір біологічних об'єктів НВЧ – впливу.

Для визначення параметрів A та B різноманітних біологічних об'єктів (жуків-шкідників, мікроорганізмів, рослин) використовують спосіб, що використовує експериментально отриманні матеріали функцій при НВЧ - обробці $L = f_l(\tau)$.

На даному етапі досліджень однією з задач є визначення коефіцієнту стоячої хвилі за напругою (КСХН) та ослаблення хвилі, що проходить через гетерогенну структуру: ґрунт-біологічний об'єкт. Для проведення дослідів був використаний панорамний вимірювач КСХН типу Р2-58 (рисунок 2). До складу вимірювача входить генератор коливальних частот ГКЧ-53, індикатор КСХН та індикатор ослаблення Я2Р-67, і хвилевід з камерою для вимірювання дослідних зразків.



Рис. 2. Панорамний вимірювач КСХН типу Р2-58.

Для промислової обробки гетерогенних структур дозволено використовувати тільки окремі ділянки НВЧ діапазону хвиль: $f = 900 \pm$

10 МГц та $f = 2400 \pm 50$ МГц. Для промислових, науково-дослідних і медичних цілей відведені смуги частот, що подані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дозволені смуги частот.

Дозволені частоти, МГц	Довжина хвилі, см
433,92±0,2%	69,0
915,0±25,0%	32,8
2450,0±50,0%	12,2
5800,0±75,0%	5,2
17850,0...18150,0	1,7 (США)
22125,0±125,0	1,4

Результатами даного вимірювання являється КСХН, коефіцієнт ослаблення, товщини шару матеріалу (темно-каштанового ґрунту, $\chi_{\text{сер.}} \cdot 10^{-9} = 834$, м³/кг) і частота електромагнітного поля, на якій проводилося вимірювання $f = 2450,0 \pm 50,0\%$ МГц.

Вихідними даними для розрахунку являються КСХН, коефіцієнт ослаблення в дБ, товщина шару діелектрика в мм, частота в Гц. Крім того необхідно враховувати похибку, з якою виміряні коефіцієнти. Для даного технічного приладу межа допустимої похибки вимірювання КСХН та фіксованої частоти при КСХН < 2 складає + 4 x КСХН %, що дорівнює 0,034 при КСХН = 2. Якщо при введенні мінімальної похибки розв'язання відсутнє, то слід збільшити значення похибки до його появи.

У садівницьких господарствах вологість ґрунту за допомогою зрошення підтримується в раціональних межах. Для ґрунтів з важким механічним складом нижньою границею раціональної вологості є 80...75 %, для середніх суглинків 70...65 %, на легких суглинистих і супіщаних 65...60 %. Виходячи з вище сказаного, досліджування гетерогенної структури доцільно проводити в діапазоні вологи від 60 % до 80 %, з частотою від 2 до 4 ГГц, що відповідає дозволенним частотам.

Висновки. Проведений аналіз технології та технічних засобів застосування НВЧ енергії знешкодження біологічних об'єктів дає підстави для подальшої математичної обробки результатів експериментів методом експоненційного згладжування у діапазоні досліджуваних частот 2,4 ... 2,5 ГГц. Таким чином, з'являється можливість зменшувати низько – і високочастотні шумами.

Література

1. *Исмаилов Э.Ш.* Биофизические основы действия микроволн / Э.Ш. Исмаилов. – М. : Энергоиздат, 1987. – 220 с.

2. Измеритель КСВН панорамный Р2-58 : техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М. : [б.и.], 1984. – 44 с.

3. Федюшко Ю.М. Вимірювання діелектричної проникності біологічних об'єктів в широких частотних діапазонах / Ю.М. Федюшко, Ю.М. Куценко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград, 2009. - Вип. №39. – С. 347-356.

4. Ляшенко Г.А. Методологические подходы к оценке воздействия электромагнитных полей сверхвысоких частот на биологические объекты / Г.А. Ляшенко, И.А. Черепнев Н.В. Полянова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків, 2009. - Вип. 89, т.2. – С. 133-135.

5. Лебедев І.М. До питання проектування НВЧ – апаратів / І.М. Лебедев // Обладнання та технології харчових виробництв. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2004. – Вип. 10. – С. 14-20.

6. Бородин И.Ф. Кинематика нагрева почвы при СВЧ - облучении / И.Ф. Бородин, С.П. Рудобахта, Г.А. Шарков, Э.М. Карташов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1985. - №3. - С. 20-23.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ЭНЕРГИИ ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Вужицкий А. В.

Аннотация - проведенный анализ технологии и технических средств применения СВЧ энергии уничтожения биологических объектов дает основания для дальнейшей математической обработки экспериментальных данных методом экспоненциального сглаживания в диапазоне частот 2,4 ... 2,5 ГГц.

ANALYSIS OF APPLICATION TECHNOLOGY OF MICROWAVE ENERGY TO DESTROY BIOLOGICAL OBJECTS

A. Vuzhitskiy

Summary

The analysis of technologies and equipment for applying microwave energy equation, the destruction of biological objects provides the bisections for further mathematical processing of experimental data using exponential smoothing in the frequency range 2,4 ... 2,5 GHz.

УДК 631:362-36-50

АКТИВАЦІЯ ПОЛИВНИХ РОЗЧИНІВ ЗМІННИМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ, ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОВОЧІВНИЦТВА В СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

Перемот М.О., аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (097)642-15-91

Анотація – у роботі розглянуто перспективи зміни фізико-хімічних властивостей водних розчинів після активації їх електромагнітним полем з метою підвищення врожайності рослин.

Ключові слова – продуктивність рослин, змінне електромагнітне поле, електропровідність, структура води, активація.

Постановка проблеми. Активація водних систем - направлена зміна властивостей води фізичними методами відкриває нові можливості в інтенсифікації багатьох технологічних процесів: підвищення продуктивності рослин і тварин, захист екологічного середовища від забруднення тощо.

Суть електромагнітної обробки води та водних розчинів поживних мінералів полягає в тому, що при русі цієї рідини в електромагнітному полі помітно змінюються багато її фізико-хімічні властивості, причому ці змінені властивості зберігаються протягом декількох годин.

В відомих дослідах по обробці в магнітному полі ефект активації води та водних розчинів найбільш яскраво виражений тільки в рідині, що рухається [1].

Проте, зміна властивостей омагніченої води в порівнянні з необробленою – це експериментально встановлений факт, омагнічена вода широко й ефективно застосовується на практиці для поліпшення кінцевих результатів багатьох біологічних і технологічних процесів [2].

Аналіз останніх досліджень. За останні десятиріччя особливо інтенсивно проводяться дослідження омагніченої води. Але одна справа – отримати експериментальні дані про властивості омагніченої води (таких даних нагромадилося досить багато), а інше – інтерпретувати й узагальнити їх, дати їм певне теоретичне тлумачення. Результа

ти, отримані різними дослідниками, недостатньо відтворюються, перебувають у сильній залежності від напруженості й градієнта магнітного поля, швидкості й характеру руху води, типу й кількості домішок, що знаходяться в ній, і від багатьох інших факторів, поки ще мало вивчених. Для одержання достовірних даних необхідно провести велику кількість експериментів у строго фіксованих умовах.

Серйозні лабораторні дослідження з вивчення впливу омагніченої води в рослинництві почалися в 1971 році.

Вплив омагніченої поливної води на ріст рослин вивчався І.В. Дардимовим, І. І.Брахманом і А.В. Криловим. Використання для поливу омагніченої води дозволило прискорити ріст на 10- 30% . Це можна пояснити тим, що при засвоюванні омагніченої води краще засвоюються живильні речовини із ґрунту (у тому числі і добрива) [3].

Формулювання мети статті. Метою даної роботи є підвищення ефективності засвоювання рослинами поживних речовин за рахунок обробки поливних розчинів змінним електромагнітним полем.

Основна частина. Експериментальні дослідження властивостей омагніченої води показують, що ряд фактів можна пояснити впливом домішок, однак є й такі, які із цих позицій пояснити важко. Наприклад, поліпшення кристалізації солей, особливо кальцієвих, в омагніченій воді багато дослідників пояснюють певні орієнтації в магнітнім полі парамагнітних окислів заліза, присутніх у воді кристалізації, що й створюють центри. Однак можна привести й інші приклади. Скажемо, поверхневий натяг розчину гексадицесульфату натрію (Na-GDC) у бідистиляті помітно зменшується після обробки цього розчину в змінному магнітному полі, причому зміна має синусоїдальну залежність від напруженості поля H і по абсолютній величині на порядок перевищує можливу помилку. Збільшення адсорбції поверхнево-активних речовин (ПАР) на межі рідина – газ утворюється не тільки після магнітної обробки розчину, але й після додавання ПАР до раніше омагніченого, дистилляту причому зменшення поверхневої напруги в цьому випадку може бути значним (6-8мН/м за даними В.І.Миненко). Ці результати лише магнітними властивостями домішок пояснити досить важко [4].

Зміна властивостей омагніченої води в порівнянні з необробленою – це експериментально встановлений факт, омагнічена вода широко й ефективно застосовується на практиці для поліпшення кінцевих результатів багатьох біологічних і технологічних процесів. Факторів, що впливають на ефект активації води під дією магнітного поля, настільки багато, що важко знайти єдиний теоретичний підхід до розуміння механізму цього процесу, звідси дискусії розглянутої проблеми. Наведемо два приклади висловлення. Академік В.Л.Гинзбург: «Вважаю, що ніяких специфічних магнітних властивостей у чистої води не існує. А є питання про

магнітні домішки у воді й про вплив магнітного поля на поведінку цих домішок». Член – кореспондент АН СРСР Б.В.Дерягин: «Особливо сумно бачити, коли намагаються витлумачувати результати магнітної обробки води намагнічуванням якихось домішок... В остаточному підсумку критерієм істини є практика».

В оброблених розчинах відзначається підвищена розчинююча здатність. Так, карбонати кальцію й магнію краще розчиняються в цій воді, ніж у звичайній. Можливо це причина ефективного видалення омагніченою водою накипу, основу якої становлять ці важко розчинні солі.

Іншою причиною може бути переважна кристалізація солей у товщі розчину, а не на стінках теплообмінників.

Помічено також збільшення розчинності кисню у воді, що пройшла магнітну обробку, причому відзначається підвищення хімічної активності цього газу. Такою «активацією» кисню в омагніченій воді багато дослідників пояснюють появу в неї бактерицидних властивостей, а також вплив цієї води на кінетику деяких хімічних реакцій. Можливо, що із цих позицій можна зрозуміти такі експериментальні факти, як утворення у омагніченій воді перекису водню або зміна швидкості розкладання цієї речовини у воді після її магнітної обробки.

В омагніченій воді в порівнянні з необробленою водою суттєво змінюються такі фізико-хімічні властивості, як електропровідність, діелектрична проникність, в'язкість, причому в окремих випадках має місце екстремальна залежність параметрів від напруженості поля [1].

Дослідження А.В.Карякиним та ін. омагніченої води методом інфрачервоної спектроскопії показало, що структура її впорядкована й близька до структур талої води. При цьому форма ІЧ-спектрів в області 3600см^{-1} змінювалася тільки при омагнічуванні бі дистилляту, що містить розчинений кисень, у відсутності його змін в ІЧ-спектрах не спостерігалось. Звідси був зроблений висновок, що за перебудову структури води під дією магнітного поля в основному відповідальний розчинений кисень.

Висновки. 1. Обробка води і водних розчинів поживних речовин в магнітному полі спричиняє зміну їх фізико-хімічних властивостей пропорційно напруженості магнітного поля, тривалості та інтенсивності обробки;

2. Механізм впливу магнітного поля на структури води і водних розчинів потребує подальшого вивчення;

3. Дослідження фізико-хімічних властивостей води і водних розчинів в змінному електромагнітному полі дозволить поглибити знання про механізм дії та ефективність обробки з метою підвищення продуктивності рослин в спорудах захищеного ґрунту.

Література

1. *Аванесова А.А.* Использование электрохимических методов для обработки природных и сточных вод на теплоэнергетических установках / *А.А. Аванесова.* – Ставрополь : Ставроп. СтГТУ, 1998. – 90 с.
2. *Кружилин И.П.* Вакуумно-эжекционный метод активации подземных вод для повышения урожайности сельскохозяйственных культур / *И.П. Кружилин, Е.П. Боровой, О.Н. Вольская* // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - Саратов. : СГАУ, 2007. - №5. – С. 40 - 41.
3. *Большаков А.С.* Технологические свойства активированной воды / *А.С. Большаков, Л.А. Сарьгчева, А.А. Борисенко* // Пищевая технология. - 1992. - №2. - С.3-5.
4. *Борисенко А.А.* Классификация установок для электрохимического активирования жидкостей / *А.А. Борисенко, Е.А. Шаманаева* // Вестник Сев. Кав. ГТУ ; Сер. «Продовольствие». - Ставрополь, 2003. - Вып 6. – С. 119-123.

**АКТИВАЦИЯ ПОЛИВНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРЕМЕННЫМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ, КАК МЕТОД
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОВОЩЕВОДСТВА В
СООРУЖЕНИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА**

Перемот М.О.

Аннотация - в работе рассмотрены перспективы изменения физико-химических свойств водных растворов после активации их электромагнитным полем с целью повышения урожайности растений.

**ACTIVATION AQUEOUS SOLUTIONS OF VARIABLE
ELEKTROMAGNETIC FIELD AS A METHOD OF VEGETABLE
INCREASE IN BUILDINGS GREENHOUSES**

M. Peremot

Summary

The paper considers the prospects for physical and chemical properties of aqueous solutions after activating their electromagnetic field to improve plant yield.

УДК 31.18.278

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ

Сисак С.О., аспірант *

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел. (093) 616-44-62

Анотація - на основі розгляду існуючих технологій отримання водню із води, зроблений короткий порівняльний аналіз та висвітлені основні проблеми високої енергоємності і низької продуктивності існуючих технологій отримання паливного газу з води.

Ключові слова – електроліз, водно-паливна комірка, отримання водню, резонансна частота, електричні та акустичні коливання.

Постановка проблеми. Витрати енергоресурсів (нафта, газ, електроенергія) на опалення приміщень сільськогосподарських об'єктів залежать від багатьох факторів: кліматичних умов регіону, продуктивності технологічного обладнання, тощо. На даний час маємо невтішні прогнози – запаси природних ресурсів з кожним роком зменшуються, а ціни на них зростають. Використання вітрових та геотермальних електростанцій, енергії Сонця на нинішньому етапі розвитку залишаються перспективними напрямками, але з високою собівартістю і при їх спорудженні, в деяких випадках, порушують мікроклімат місцевості. Перспективним напрямом є видобування водню із води. Він також на даний час малопроодуктивний і затратний, але на відміну від усіх інших не змінює мікроклімат і покращує екологію. Тому питання встановлення впливу електрофізичних властивостей на процес отримання водню із води є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. В промисловості застосовують цілий ряд технологій розкладання води для отримання водню: хімічний, термохімічних, термічний, електроліз та інші, але всі вони володіють одним і тим же недоліком – в технологічному процесі отримання водню використовується дорога високопотенційна енергія. З позиції енерговитрат найбільш енергоємний – термохімічний спосіб [1], а найменш енергоємний – електроімпульсний метод Стенлі Мейєра. Існують перспективні, щодо впровадження у виробництво, технології видобування водню із води: за рахунок впливу інфразвукових

коливань певної частоти (генератор Казакова), метод концентрації низькопотенційної енергії (генератор Студеннікова) та інші.

Формулювання мети статті. Метою статті є обґрунтування доцільності впливу електрофізичних методів обробки на продуктивність виробництва водню із води.

Основна частина. На даний час водень застосовується в багатьох галузях промисловості (електронна, металургійна, харчова, скляна). В енергетиці водень застосовують лише в якості охолоджувального агента на електростанціях, в основному атомних. В якості палива водень тільки починають розглядати, але майже не застосовують.

Найбільш, на наш погляд, перспективна технологія і по застосовуваних фізичних ефектах, і по енерговитратам – електроімпульсна технологія Мейера. Після детального дослідження встановлено, що дану технологію необхідно вдосконалити. По-перше, необхідно створити механізм відводу газу, тому що газові бульбашки підвищують опір між електродами і витрачається більше енергії. По-друге, вдосконалити систему безпеки та сигналізації, тому що на даний час працююча комірка є вибухонебезпечна. По-третє, збільшити продуктивність комірки.

В створеній комірці відсутні характерні риси стандартних технологій видобутку водню:

- 1) Використовується тільки вода (без каталізаторів), що здешевшує технологію.
- 2) Власне, система працює без струму у воді.
- 3) При виробництві газу тепло не виділяється, що знижує затрати електроенергії.
- 4) Вироблений газ - газ Брауна (ННО), не диференційований водень і кисень, тому на його виробництво потрібно менше потужності.
- 5) Вся робота проводиться тільки потенційною напругою.

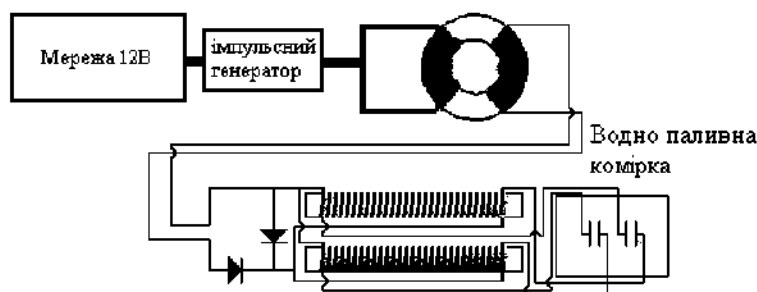


Рис. 1. Структура установки з видобутку водню на основі водно-паливної комірки.

Судячи з проведених пошукових експериментів, в системі ВПК (водно - паливної комірки) відбувається складний резонансний процес. Є електричний резонанс між індукторами (резонансні зарядні шо-

кові котушки), електричний резонанс у водному проміжку між електродами і, звичайно, акустичний резонанс між електродами. Акустичний резонанс спарений по фазі з електричним резонансом. Електричний резонанс спричиняє затримку фази між імпульсами до електродів, який має ефект неявного перебігу струму між електродами; акустичний резонанс може виробляти стійкі хвилі, що сприяють транспорту іонів. У сукупності, ці ефекти роз'єднують воду, «вириваючи електрони з води різницею потенціалів», виробляючи в процесі моноатомний водень (газ Брауна).

В даний час відомі такі основні ефекти, що впливають на хід процесу виділення водню із води: електроосмос, ефект Юргенса, магнітна обробка води, гідравлічні удари, кавітація, застосування інфразвукових та ультразвукових коливань, змінних частот електричного струму та магнітного поля.

Мають вплив на процес отримання воднево-кисневої суміші такі властивості води, які можна застосувати для підвищення продуктивності:

1) Водяні кластери найлегше змінюють свою структуру при інфразвукових частотах 1-15 Герц (коливань в секунду). Власні коливання молекул води знаходяться саме в цій області, і їх легше розділити на водень та кисень;

2) У дистильованій воді кластери практично електронейтральні. Однак їх електропровідність можна змінити. Якщо магнітно обробити воду, зв'язки між елементами кластерів будуть зруйновані. Якщо помістити у воду гранично малу кількість іншої речовини (хоч одну молекулу) - кластери почнуть "переймати" його електромагнітні властивості;

3) Мінімальне значення питомої теплоємності води виявлено при температурі $36,79^{\circ}\text{C}$. Виявилось, що при цій температурі здійснюються і мікрофазові перетворення в системі «рідина - кристал», тобто «вода - лід». Встановлено, що при зміні температури від 0 до 100°C вода послідовно проходить п'ять таких перетворювань. Назвали їх мікрофазовими, так як протяжність кристалів мікроскопічна, не більше $0,2 \dots 0,3$ нм. Температурні межі переходів - $0, 15, 30, 45, 60$ і 100°C .

Висновки. Головна науково-технічна проблема водневої енергетики полягає в необхідності багаторазової інтенсифікації процесу отримання водню і паливного газу із води при різкому одночасному зниженні енерговитрат. Значні енерговитрати при отриманні паливного газу з води у відомих технологіях витрачаються на подолання міжмолекулярних зв'язків води в її рідкому агрегатному стані. На даний час в діючих установках частково застосовують електрофізичні властивості, але не в поєднанні з іншими, а поодинокі. Не беруться до уваги властивості води, які могли б покращити продуктивність процесу.

Для ефективної роботи установки необхідно дослідним шляхом перевірити і об'єднати оптимальну кількість ефектів як електричних так і гідравлічних та визначити їх найбільш ефективні параметри в комплексі застосування, щоб досягнути максимальної продуктивності при мінімальних затратах енергії.

Література

1. Термическое получение водорода из воды // Химическая энциклопедия. - М., 1988. - Т. 1. - С.401-403.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ

Сысак С. А.

Аннотация - на основе рассмотрения существующих технологий получения водорода из воды, сделан краткий сравнительный анализ и освещены основные проблемы высокой энергоемкости и низкой производительности существующих технологий получения топливного газа из воды.

INSTALLATION OF ELECTROPHYSICAL PROPERTIES ON THE PROCESS OF GETTING HYDROGEN WATER

S. Sysak

Summary

Based on review of existing technologies of hydrogen from water, made a brief comparative analysis and highlights the main problems of high energy and low productivity of existing technologies of fuel gas from water.

УДК 631:17.631.636

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТОКСИКАЦИИ СЕМЯН КЛЕЩЕВИНЫ ИНФРАКРАСНЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ

Дидур В.А., д.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 44-02-74

Аннотация – в статье рассмотрена технология детоксикации семян клещевины инфракрасным облучением. Определены основные параметры облучателя, определяющие его эффективность.

Ключевые слова – семена клещевины, детоксикация, рицин, инфракрасное облучение.

Постановка проблемы. Развитие перерабатывающего комплекса клещевины в Украине сдерживается, главным образом, из-за токсичности семян а, следовательно, и продуктов их переработки. В частности высокопротеиновый жмых не может быть использован в качестве кормовой добавки для животных и птицы из-за наличия в нем опасных для жизни, токсинов. Токсичные компоненты составляют 2,8-3% от массы семян, основные из них это: рицин, ригинин и аллерген [3]. Важнейшим токсическим компонентом является рицин – солерастворимая фракция (глобулин) неденатурированного белка семян клещевины. Содержание ригина в семенах клещевины составляет 1 - 3 %. Ригин - гетерогенен. При электролизе он разделяется на пять компонентов, имеющих несколько различающуюся токсичность. Попадая в живой организм, рицин вызывает необратимую модификацию рибосом, угнетая синтез белка.

Аминокислотный состав ригина сходен с бактериальными белками – токсинами. Подобно другим токсичным белкам ригин, способен вызывать агглютинацию красных кровяных шариков-телец. Это позволяет легко обнаруживать его присутствие методом агглютинации.

Алкалоид ригинин находится во всех частях растения – в семенах до 0,15%, в молодых листьях до 1,37%, в жмыхах до 0,15-0,18%. Ригинин хорошо растворяется в воде и спирте, плохо в эфире и бензоле. Для теплокровного организма ригинин малотоксичен.

Аллерген содержит 18,3% азота, 2,3% серы и 3,32% углерода. По разным источникам количество аллергена в семенах клещевины по массе составляет от 1,8% до 6%.

Анализ последних исследований. В настоящее время усилия ученых и технологов направлены на разработку технологии детоксикации жмыхов, как основного компонента, который востребован в кормопроизводстве для обеспечения животных и птицы высокобелковыми кормовыми добавками. При этом, совершенно не обращается внимание на наличие указанных токсичных компонентов в других продуктах переработки, таких как: масло, лузга, соапстоки и др. Стремление комплексно решать проблему инактивации токсичных компонентов во всех продуктах переработки клещевины позволило выдвинуть научную гипотезу о возможности детоксикации не отдельных компонентов, а семян подлежащих переработке.

Формулирование цели статьи. Известно, что денатурация рицина при нагреве сопровождается потерей им токсичных свойств. В этой связи наиболее эффективным способом создания интенсивного теплового потока может быть терморadiационный подвод тепла инфракрасными лучами, плотность теплового потока, на поверхности облучаемого материала которого в 20-100 раз превышает конвективный [2]. Подвод тепла инфракрасными лучами способствует интенсивному нагреву семян, вследствие чего, влага, которая находится в нём, испаряется. Из-за быстротечности этого процесса давление водяного пара увеличивается а, как известно, увеличение температуры и давления значительно ускоряет протекание химических и биохимических процессов. При этом происходит разрушение отдельных токсичных материалов, частичная денатурация белков, разрушение структуры сырого крахмала, который превращается в более удобную форму для усвояемости.

Основная часть. Семена клещевины являются сложными объектами для инфракрасного облучения не только из-за теплофизических и оптических характеристик, но из-за физико-химических и биологических свойств ограничивается выбор технологических режимов и конструктивных параметров оборудования [1].

Основными технологическими режимами инфракрасного облучения является длина волны, частота волны и период колебания. Для обеспечения высокого градиента температуры при инфракрасном облучении масличных семян указанные характеристики эффективно достигаются нихромовыми облучателями, такого типа облучатели способны обеспечить работу в диапазоне длины волн 1,0 – 2,2 мкм. и частоте близкой к резонансной частоте молекул воды и в некоторых случаях жидких с определенной вязкостью жиров. Техническая характеристика излучателя приведена в табл.1.

Принимая изложенное во внимание, мы ограничились задачей обоснования конструктивных параметров нихромового облучателя, а именно: обоснованием минимальной и максимальной высоты облуча-

теля над поверхністю облучаемых семян клещевини. С этой целью нами была разработана экспериментальная установка обеспечивающая возможность регулирования высоты излучателя над поверхностью облучаемых семян клещевини.

Таблица 1 - Техническая характеристика инфракрасного облучателя.

Параметры	Единица измерения	Значение
Материал излучателя		Нихром
Диаметр проволоки	мм	2
Сечение проволоки	мм ²	1,57
Напряжение	В	220
Сила тока	А	33,5
Мощность	Ват	7200
Температура спирали	°С	800-900

В качестве факторов, что влияют на процесс детоксикации, принимают: влажность облучаемого материала, температуру, градиент температуры и время облучения.

В качестве критерия эффективности процесса детоксикации принято степень нейтрализации токсинов и фракционный состав белковых веществ при растворимости в различных растворителях.

Для определения степени детоксикации семян клещевини использовалась реакция аглютинации эритроцитов крови кролика.

Изменения, которые происходят в белках при облучении инфракрасными лучами семян клещевини определялись степенью их растворимости: в воде – альбумиды; в 10%-ном растворе NaCl- глобулины; 0,2%-ном растворе NaCl – глютенины.

Статистическая обработка результатов исследования позволила установить аналитические зависимости температуры от времени облучения, дифференцирование которых дало возможность установить закономерности изменения скорости нагрева при различной высоте облучателя над облучаемыми семенами [4]:

при H=70 мм

$$\frac{dt}{d\tau} = 6 \cdot 10^{-6} \tau^2 - 0,056\tau + 1,2466 \quad (1)$$

при H=90 мм

$$\frac{dt}{d\tau} = -3 \cdot 10^{-5} \tau^2 + 0,0036\tau + 0,8436 \quad (2)$$

при $H=110$ мм

$$\frac{dt}{d\tau} = 3 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 0,0132\tau + 1,4602 \quad (3)$$

при $H=130$ мм

$$\frac{dt}{d\tau} = 3 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 0,011\tau + 1,2125, \quad (4)$$

при $H=150$ мм

$$\frac{dt}{d\tau} = 6 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 0,0166\tau + 1,37 \quad (5)$$

Анализ приведенных уравнений для более углубленного исследования эффективности детоксикации остановиться на двух высотах 70 и 110 мм.

Результаты опытов по определению реакции аглютинации приведены на рис. 1.

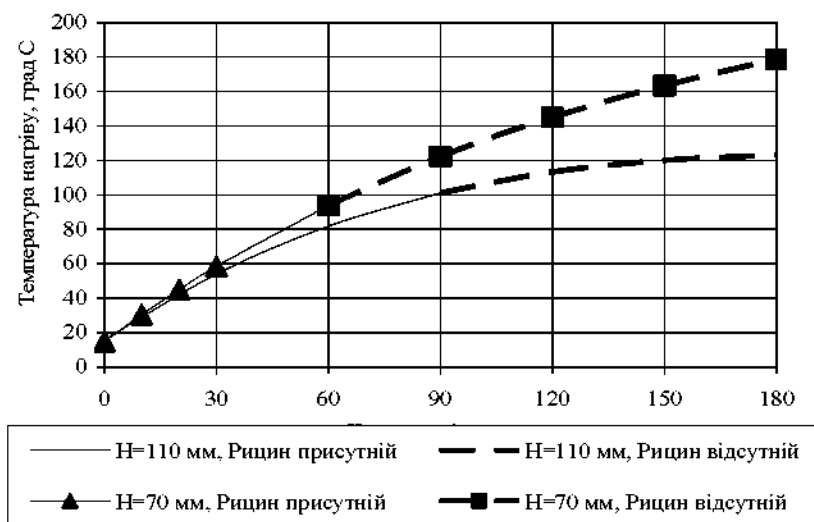


Рис. 1. Эффективность детоксикации рицина в ядре семян клещевины при ИК облучении на расстоянии между поверхностями излучения и поглощения $H=70$ мм і $H=110$ мм.

Выводы. Анализ приведенных результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Облучение семян клещевины инфракрасными лучами обеспечивает детоксикацию токсинов и прежде всего рицина. Эффективность процесса детоксикации при прочих равных условиях зависит от

высоты расположения нихромового облучателя над поверхностью облучаемых семян. Наиболее обоснованная высота должна составлять 90-130 мм;

2. Детоксикация рицина в семенах клещевины при самых жестких температурных режимах облучения обеспечивает изменение фракционного состава белка по растворимости, с 92,2 % до 67,7%. Рекомендованный диапазон растворимости белков для сохранения высокой питательной ценности составляет 68-70%.

Литература

1. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М. : Пищевая промышленность, 1996. - 407 с.
2. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами / П.Д. Лебедев. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1955. – 232 с.
3. Методика определения активности рицина и детоксикация клещевинного шрота / В.Н. Красильников, Э.П. Кюз, В.Я. Стойкова, М.П. Зайцева, М.Г. Беляев, Г.Н. Пчёлкина // МЖП, 1980. - №5. - С. 12-14.
4. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г. Вольф. – М. : Колос, 1966. – 256 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕТОКСИКАЦІЇ НАСІННЯ РИЦИНИ ІНФРАЧЕРВОНИМ ОПРОМІНЮВАННЯМ

Дідур В.А.

Анотація - в статті розглянута технологія детоксикації насіння рицини інфрачервоним опромінюванням. Визначені основні параметри опромінювача, що визначають його ефективність.

TECHNOLOGY DETOKSICATION OF SEEDS THE INFRA-RED IRRADIATION

V. Didur

Summary

In the article technology of detocsic seed castor is considered by an infrared. The basic parameters of irradiator, determining his efficiency, are certain.