

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В. Ф. Петриченко, академік НААН, *Національна академія аграрних наук України*; **В. В. Адамчук**, академік НААН, **В. Г. Мироненко**, докт. техн. наук, **Ю. В. Герасимчук**, канд. техн. наук, *ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

В статті наведені результати аналізу оцінки рівня та ефективності застосування електричної енергії в українському агропромисловому виробництві у порівнянні з передовими країнами світу. Визначені фактори, які на сучасному етапі стримують розвиток електроенергетики та автоматизації вітчизняного сільськогосподарського господарства. Наведена інформація про успішні розробки ННЦ «ІМЕСГ» з ефективного застосування електричної енергії в технічних засобах для реалізації технологічних процесів як у напрямі силової енергетики, так і контролю виконання технологічних операцій, їх автоматизації, застосування електротехнологій тощо. Сформовані пріоритетні напрями проведення наукових досліджень.

Ключові слова: агропромислове виробництво, технологічні процеси, технічні засоби, електрична енергія, рослинництво, тваринництво, підвищення продуктивності.

Електрична енергія — це один із видів енергії, який має ряд переваг у порівнянні з іншими видами енергії. Перехід від створення і використання у сільськогосподарському виробництві механічних систем до електричних — це шлях до вищого технічного рівня виробництва. Тому розширення сфери використання електричної енергії є обов'язковою умовою технічного прогресу.

Україна на сучасному етапі щорічно виробляє майже 200 млрд. кВт год (рис. 1) і займає восьме місце у світі за обсягами виробництва електроенергії атомними станціями. Ці показники підтверджують великі потенційні можливості нашої країни щодо нарощування використання електроенергії в АПК.

Однак протягом останніх двох десятиліть постійно мало місце зменшення обсягів споживання електроенергії на виробничі потреби. Наприклад, у 1990 році використали 19 млрд. кВт год, у 1995 році — 12,7, у 2000 році — 3,8, у 2005 році — 2,77, а у 2012 році — 2,92 млрд. кВт год.

Тобто зараз АПК використовує лише 2,92 млрд. кВт год, що складає менше 1,6 % від того, що виробляють наші електростанції, або в 6,5 раза менше, ніж споживали в 1990 році. При цьому енергоозброєність протягом останніх років зростає і практично досягає рівня 1990 року. Такий стан справ має місце як видно з табл. 1 у зв'язку із зменшення обсягів виробництва продукції АПК. Зараз ми практично тільки перейшли 50 % рівень виробництва продукції у порівнянні з тим, яким він був у 1990 року.

По зазначеній причині має місце і відповідного співвідношення у використанні електроенергії у рослинництві і тваринництві (рис. 2). Зараз у рослинництві використовується електроенергії в 1,75 раза більше, ніж у тваринництві.

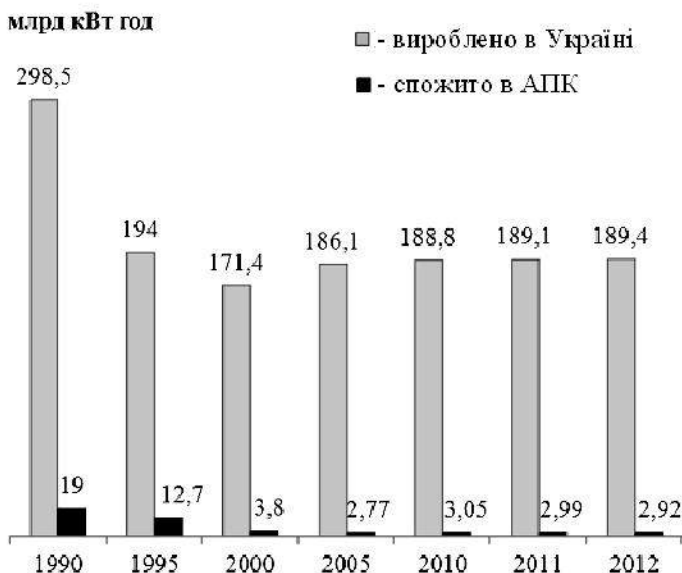


Рис. 1. Виробництво електроенергії в Україні і споживання в АПК на виробничі потреби

Таблиця 1. Електроозброєність праці в сільськогосподарських підприємствах України

Роки	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Електроозброєність праці в сільськогосподарських підприємствах, кВт. год	4817	3718	1824	2486	4213	4205	4163
Індекс виробництва валової продукції сільськогосподарських підприємств, %	100	49,9	29,1	36,5	47,2	60,8	56,8

Загальні енергетичні потужності вітчизняних сільськогосподарських підприємств становлять більше 41 млн. кВт (табл. 3), в тому числі електродвигуни і електроустановки 9 млн. кВт, тобто лише 22 % від загальних енергетичних потужностей. Це в цілому є негативним явищем. Адже постійно відбувається зростання вартості частки енергоносіїв у структурі матеріальних витрат на виробництво сільськогосподарської продукції (рис. 2). Наприклад, вартість нафтопродуктів і електроенергії у структурі затрат становили у 1990 р. відповідно 5,1 і 1,4 %, а у 2012 р. вони зросли відповідно до 13,9 і 2 %. Таке співвідношення є результатом того (рис. 3), що протягом останнього десятиліття ціни на нафтопродукти зростали значно динамічніше, ніж на електроенергію.

Зараз у агропромисловому виробництві склалася така структура споживання електроенергії (рис. 4): електроприводи — 70—75 %; освітлювальні і опромінювальні установки — близько 10 %; електротехнологічні установки — 15–20 %.

За показником енергоемності валовий внутрішній продукт України в декілька разів перевищує показники розвинених країн Західної і Східної Європи (рис. 5). Так, енергоемність валового внутрішнього продукту України в 2010 р. склала 0,55 тонн умовного палива на 1000 доларів валового продукту, у порівнянні з 0,15 — для Німеччини, 0,19 — для Польщі, 0,22 — для Чехії та США, 0,34 — для Китаю та 0,46 — для Росії.

Таблиця 2. Споживання електроенергії підприємствами галузі сільського господарства у 2012 р.

Найменування споживачів	Споживання електроенергії, млн.кВт·год
Підприємства з основним видом економічної діяльності «Рослинництво», «Тваринництво», «Змішане сільське господарство»	2523,6
у тому числі з основним видом економічної діяльності:	
«Рослинництво»	1584,3
«Тваринництво»	907,3
«Змішане сільське господарство»	32,0
Підприємства з основним видом економічної діяльності «Надання послуг у рослинництві і тваринництві; облаштування ландшафту»	394,3
Всього	2917,9

Таблиця 3. Енергетичні потужності у сільськогосподарських підприємствах (на початок 2012 р.)

Найменування джерел енергетичної потужності	Встановлена потужність, тис. кВт
Двигуни тракторів	12942
Двигуни комбайнів і самохідних машин	6298
Двигуни автомобілів	12364
Інші механічні двигуни	379
Електродвигуни і електроустановки	9441
Устаткування для виробництва відновлювальної енергії	3
Робоча худоба в перерахунку на механічну силу	11
Всього	41438

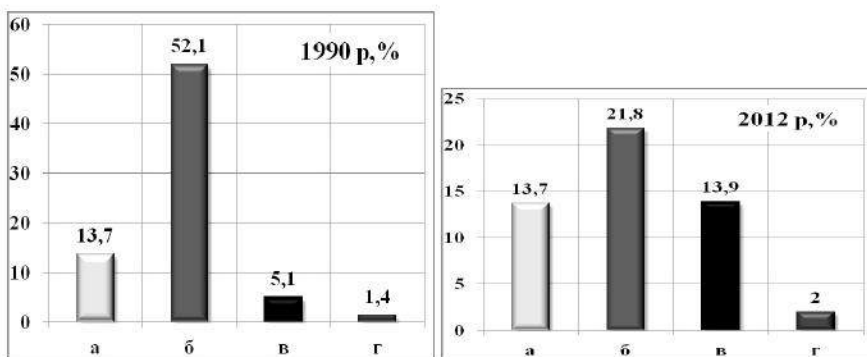


Рис. 2. Структура матеріальних витрат на виробництво сільськогосподарської продукції:

а, б, в, г — відповідно насіння і садивний матеріал, корми, нафтопродукти та електроенергія

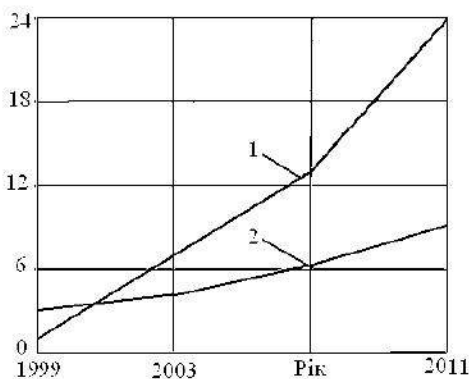


Рис. 3. Динаміка зміни ціни одиниці енергії:

1, 2 — відповідно дизельне паливо і електроенергія для сільської місцевості

Якщо оцінити ВВП України і витрати на його виробництво електричної енергії та порівняти його з виробництвом продукції АПК, то виявиться, що в 5-6 раз електроємність продукції рослинництва і тваринництва менша по відношенню до електроємності валового внутрішнього продукту країни (рис. 6). Тобто ми маємо незначне споживання електроенергії на виробничі потреби в АПК, що є наслідком того, що сільське господарство ще недостатньо використовує ефективні електротехнології та електроустановки у виробничих процесах і автоматизації та роботизації технологій.

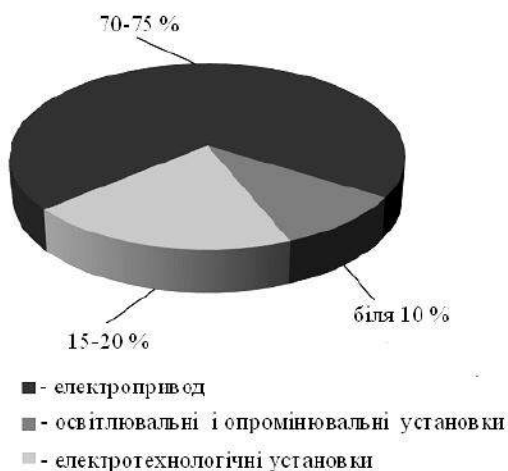


Рис. 4. Структура споживачів електроенергії в АПВ

Т у.п./1000 дол
США

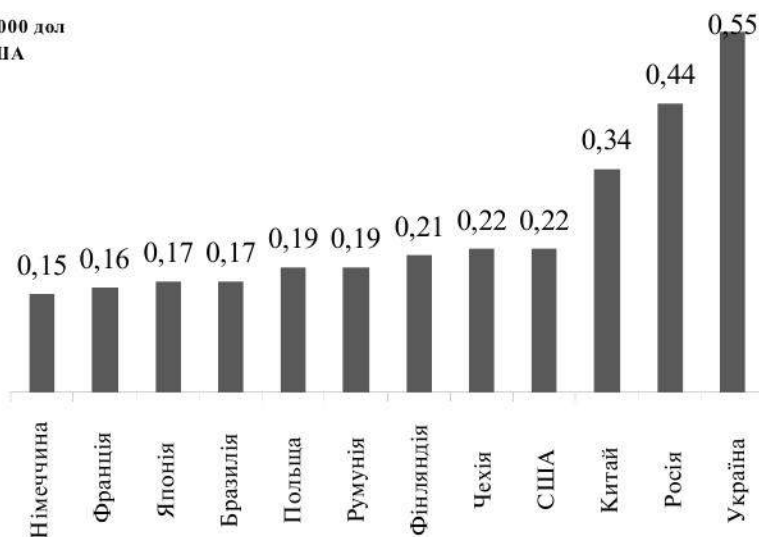


Рис. 5. Енергоємність ВВП країн світу

Окрім того, негативно впливає на виробничі показники зношеність вітчизняних енергетичних систем і їх низький технічний рівень. Наприклад, третина

електромереж 0,4–10,9 кВ морально і фізично зношені, перебувають в аварійному стані. у результаті чого втрати електроенергії становлять 14–16 %, в той час як у передових країнах світу вони не перевищують 4–5 %. Стримуючим фактором реконструкції і модернізації половини усіх вітчизняних електромереж, яка повністю зношена, є необхідне фінансове забезпечення, що становить 150 млрд. грн. Необхідно відзначити, що у 2012 р. інвестиційна програма Обленерго становила близько 2 % (4,2 млрд. грн.) від необхідних коштів на модернізацію, що недостатньо навіть для покриття витрат на обслуговування мереж.

Традиційно як в Україні, так і в провідних країнах світу зусилля вчених спрямовані на підвищення рівня ефективності використання електричної енергії шляхом забезпеченням її подачі з низьким рівнем втрат, з показниками струму, що відповідають нормативним вимогам, та раціональному використанню електричної енергії протягом доби для потреб виробництва та побуту із застосуванням ефективних силових установок, електротехнологічного і освітлювального обладнання та інших технічних засобів і приладів тощо. На особливу увагу заслуговують дослідження щодо розроблення електротехнологій, акумуляторів енергії, отримання електроенергії з поновлювальних джерел, використання електроенергії в мобільних енергозасобах.

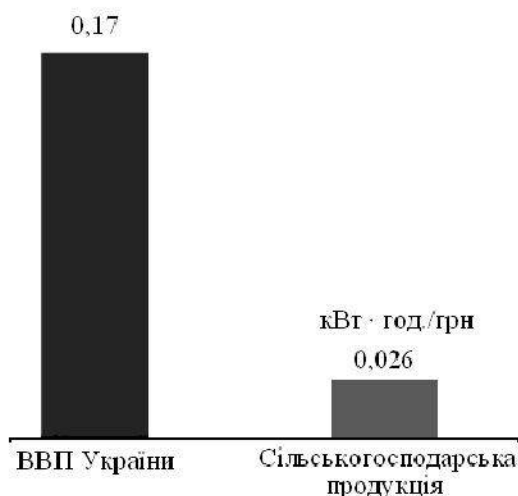


Рис. 6. Електроємність продукції, виробленої в Україні

Наукове забезпечення ефективного застосування електроенергії в агропромисловому виробництві здійснюється Національним науковим центром «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», як головною науковою установою, за участю наукових установ НАН України, зокрема: Інституту електродинаміки, вищих навчальних закладів, а саме: Національного університету біоресурсів і природокористування України, Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, Таврійського державного агротехнологічного університету, Львівського національного аграрного університету тощо.

Оскільки розробленням і виготовленням технічних об'єктів силової електроенергетики займаються промислові підприємства і їх продукція легко адаптується до умов АПК, то розробки наших вчених, в основному, спрямовані на створення низки електротехнологічних установок і обладнання для сільськогосподарського виробництва, які використовуються як у виробничих технологічних процесах, так і для навчання студентів та магістрів.

Наприклад, для реалізації технологій вирощування птиці, які базуються на використанні переривчатих режимів освітлення, створено перетворювач змінної напруги для освітлення ПН-ТТЕ-40-380-50УЗ (рис.7), застосування якого зменшує витрати електроенергії до 40 % та в 1,5–2 рази збільшується

строк служби джерел випромінювання. Випуск цього обладнання освоєно на Запорізькому електроапаратному заводі. Зараз модернізований варіант цього перетворювача випускає фірма ПК «Промавтоматика» (м. Запоріжжя).

Також були створені системи ультрафіолетового опромінювання тварин та птиці СУФО-3 (рис. 8), застосування яких забезпечує збільшення добового приросту на 12–15 %, збереженості тварин на 3–5 % та зменшення вмісту аміаку на 30–35 %.

Наші теплоутилізатори вентиляційних викидів (рис. 9), створені з використанням полімерних матеріалів, забезпечують скорочення енерговитрат в зимовий період на 40–70 % (рис.10), підвищення продуктивності тварин і птиці та покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

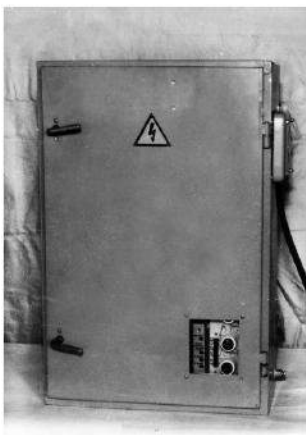


Рис. 7. Загальний вигляд перетворювача змінної напруги для освітлення ПН-ТТЕ-40-380-50УЗ

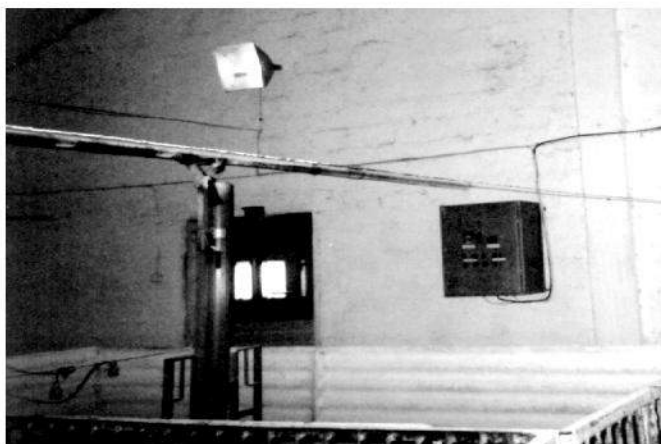


Рис. 8. Загальний вигляд ультрафіолетового опромінювача сільсько-господарських тварин та птиці СУФО-3

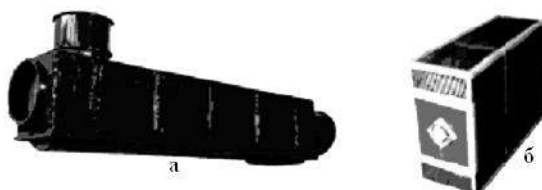


Рис. 9. Загальний вид енергоощадних технічних засобів для створення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях у холодний період року:

а, б — відповідно теплоутилізатори із зустрічним рухом потоків повітря РТВ-2,5 та із перехресним рухом потоків повітря РТВ-0,5; в — фрагмент приміщення для кролів, обладнаного теплоутилізатором РТВ-2,5

Розроблено систему автоматичного регулювання продуктивністю вакуумних насосів доїльних установок (рис. 11), яку випускає ВАТ «Брацлав».

Завдяки застосуванню системи датчиків тиску та частотного перетворювача забезпечується скорочення витрат електроенергії на привод вакуумних насосів до 40 %.

Окрім того, були розроблені індукційні нагрівачі води для тваринницьких ферм, застосування яких дало можливість зменшити енерговитрати до 10 %.

Досліджено вплив аероіонної обробки кормів та соковитої рослинної продукції і плодів на їх зберігання (рис. 12). Встановлено, що зазначена обробка призводить до зменшення псування продукції в межах 10-15 %.

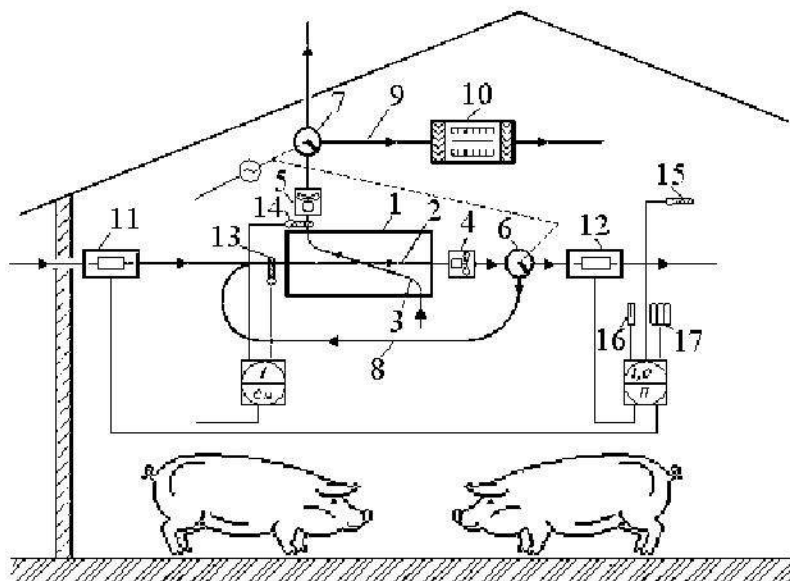


Рис. 10. *Схема тваринницького приміщення з використанням теплоутилизаторів вентиляційних викидів*

1 — рекуперативний теплоутилізатор; 2, 3 — припливні і викидні канали теплоутилізатора; 4, 5 — вентилятори припливного і викидного повітря; 6, 7 — регулюючі пристрої припливного і викидного повітря; 8, 9 — повітропроводи; 10 — електротехнологічний засіб для очищення повітря від шкідливих газів і пилу; 11, 12 — електронагрівачі повітря; 13, 14, 15 — датчики температури; 16 — датчик вологості; 17 — датчик концентрації шкідливих газів



Рис. 11. Загальний вигляд вакуумної установки з регульованою продуктивністю

На базі асинхронного електропривода створено тепличний електромоблок (рис. 13) з системою захисту від ураження електричним струмом. Апробація електромоблока з фрезою в тепличних господарствах показала, що його продуктивність становить 0,083 га/год, а собівартість обробки одного гектара зменшується на 38 % у порівнянні з фрезою, яка має привод від двигуна внутрішнього згорання.

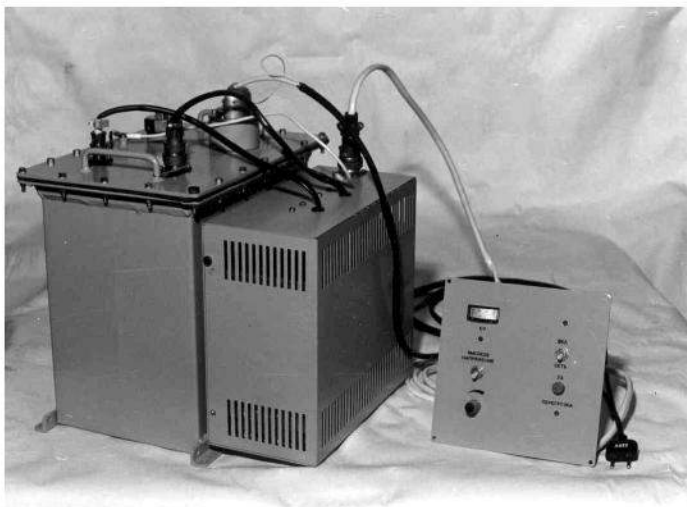


Рис. 12. Загальний вид джерела живлення для електрокоронного аероіонізатора БВ-30



Рис. 13. Загальний вигляд тепличного електромобіля з фрезою

Апробація електростатичних сепараторів (рис. 14) для очищення та сортування насіння зернових, технічних, овочевих та олійних культур, електромагнітних та електростатичних стимуляторів, а також ліній для передпосівної обробки насіння в електричних полях високої напруги у господарствах Київської, Миколаївської, Черкаської областей показала, що зазначена обробка насіння підвищує урожайність сільськогосподарських культур на 12–30 %, енергію проростання та схожість на 4–16 %, масу 1000 насінин основної фракції на 4–10 %. Після електросепарації зернового матеріалу ріпаку в основній фракції підвищується вміст олії на 3–5 % та зменшується вміст до 80 % насіння важковідокремлюваних бур'янів і до 50 % недозрілого насіння.

Окрім того, розроблено електросепаратор ЕСН-0,1 (рис. 15) для селекції і насінництва, його апробацію здійснює Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення.

Заслужують на увагу результати створення засобів для автоматизації та контролю режимів роботи стаціонарних і мобільних сільськогосподарських машин. Так, протруювач ПНУ-10 та систему контролю і керування режимами його роботи (рис. 16) виготовляє ДП «Агромаш» Інституту на замовлення сільськогосподарських підприємств.



Рис. 14. Загальний вигляд мобільного електричного сепаратора насіння сільськогосподарських культур



Рис. 15. Загальний вигляд електричного сепаратора для насінництва і селекції ECH-0,1

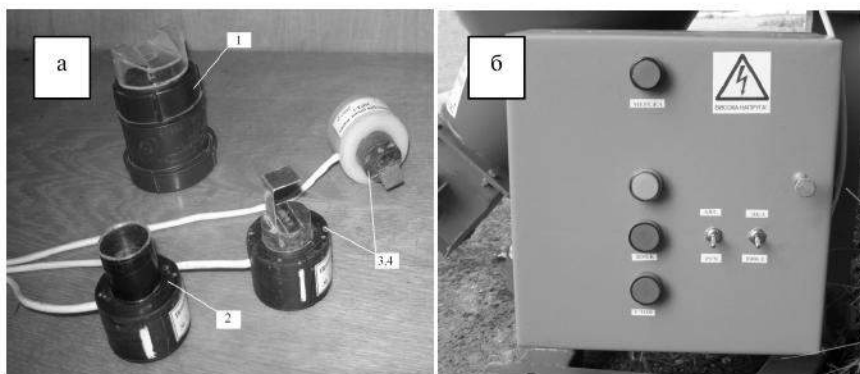


Рис. 16. Загальний вигляд засобів автоматизації до протруювачів насіння:
а, б — відповідно пристрій контролю рівня насіння в бункері протруювача насіння і блок керування протруювачем насіння

Створені пристрої для контролю рівня насіння в бункері протруювача використовуює в своїх розробках ВАТ «Львівгагромашпроект».

Ведуться дослідження зі створення (рис. 17) адаптивної системи керування узгодженою подачею насіння і отрутохімікату в камеру протруювання, а також автоматизованої системи керування робочими органами машин для розсіювання твердих мінеральних добрив з урахуванням дії вітру, що дозволить підвищити ефективність використання добрив за рахунок їх рівномірного розподілу по поверхні поля.

В межах фундаментальних досліджень ведеться пошук принципово нових конструкційних схем електротехнологічних засобів (рис. 18), які забезпечать використання електричного поля для транспортування насіння без його травмування. Окрім того, проводяться пошукові дослідження щодо технологій виробництва мікроводоростей з високим вмістом жирів, таких як спіруліна, хлорела, *Botryococcus Braunii* тощо для отримання біопалива і кормів.

Системи контролю вологості зерна в потоці для шахтних зерносушарок на базі спеціально розробленого вологоміра була розроблена для ДП «ДГ Оленівське» (рис. 19), а зараз вже експлуатуються у ряді господарств Київської та Полтавської областей. Річний економічний ефект для зерносушарки А1-ДСП-50 складає не менше 20 тис. грн. Потреба АПК України в такій розробці становить близько 3000 штук.



Рис. 17. Схема керування узгодженою подачею насіння та робочої рідини в камеру протруювача насіння

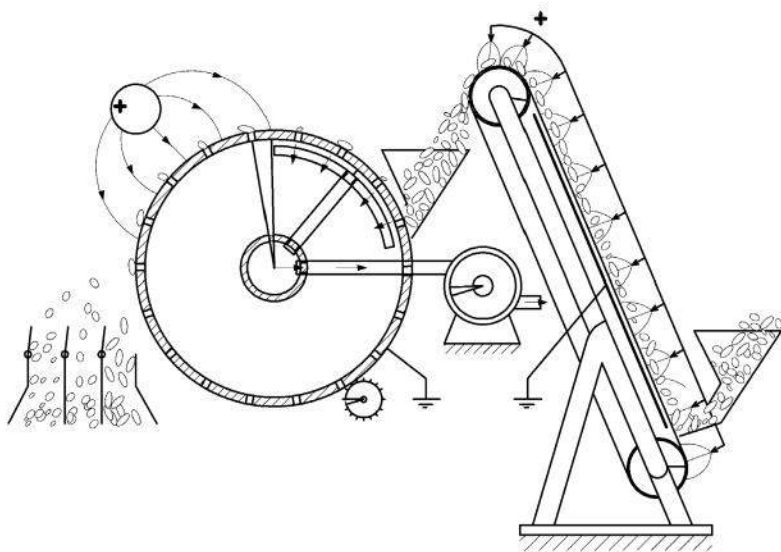


Рис. 18. Схема електротехнологічного засобу для обробки насіння

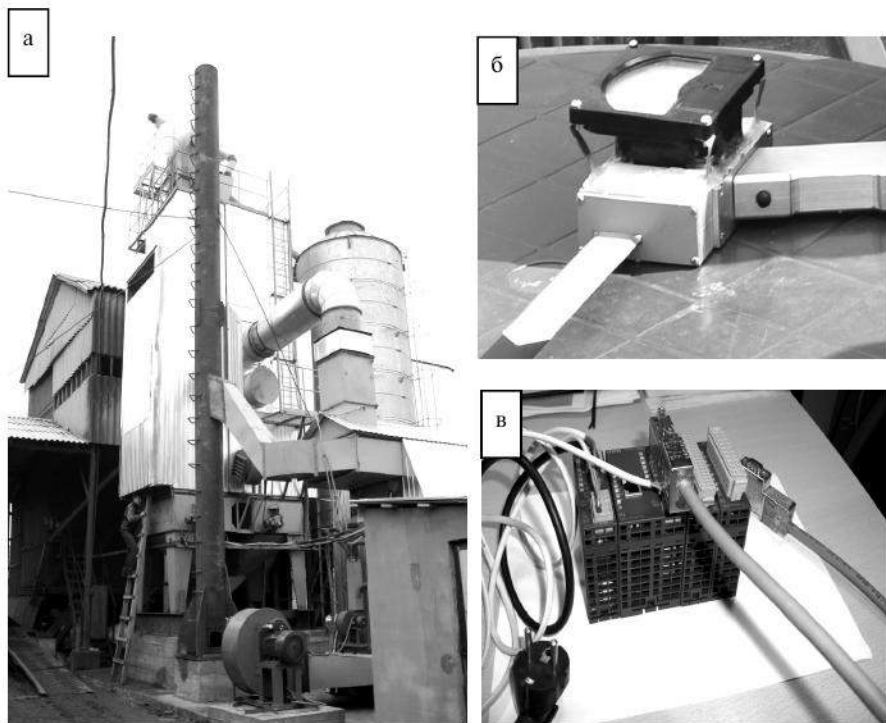


Рис. 19. Загальний вигляд шахтної сушарки зерна КС-6 і її засобів для автоматизації технологічного процесу:

а, б, в — відповідно шахтна сушарка, НВЧ-модуль первинного вимірювального перетворювача температури та вологості зерна, засоби для системи автоматичного регулювання

Створена ефективна електротехнологічна установка для використання електроерозійної обробки при відновленні робочих органів ґрунтообробних машин (рис. 20). Ресурс відновлених робочих органів — на рівні ресурсу зарубіжних аналогів, а собівартість відновлення становить 50–60 % від ціни нових робочих органів зарубіжного виробництва. Впровадження цієї розробки ведеться через дослідні господарства мережі Академії, пілотний проект реалізується з ДП ДГ «Тучинське».

За результатами проведених досліджень виготовлено експериментальний зразок вітроелектричної установки ТВ –2,5 (рис. 21), відмінною особливістю якої є мала стартова швидкість вітру — 2 м/с. В процесі експериментальних

досліджень установка також використовується для освітлення території інституту світильниками з світлодіодними джерелами випромінювання. Висока ефективність установки підтверджується показниками щодо її окупності.

На даний час фахівцями Інституту і ПАТ «Харківський тракторний завод» ведуться дослідження експериментального зразка електротрактора (рис. 22). Необхідно зазначити, що протягом останніх 12 років ціна одиниці енергії, отриманої з продуктів нафти, зросла в 25 разів, а електричної енергії — тільки в 3,3 раза. Тому такий електротрактор уже зараз може ефективно використовуватись на тваринницьких фермах і в теплицях протягом робочої зміни. А враховуючи тенденції щодо розвитку акумуляторних батарей, можна стверджувати, що вже дуже скоро трактори на акумуляторних батареях будуть широко використовуватись в агропромисловому виробництві.

Окрім того, вченими ННЦ «ІМЕСГ» велись роботи зі створення електрокультиватора і обладнання для визначення електричного опору ґрунту. Не дивлячись, що ці наукові напрями зараз відносно популярні за кордоном, але від них наші вчені відмовились як від тих, які, на нашу думку, не є перспективними.

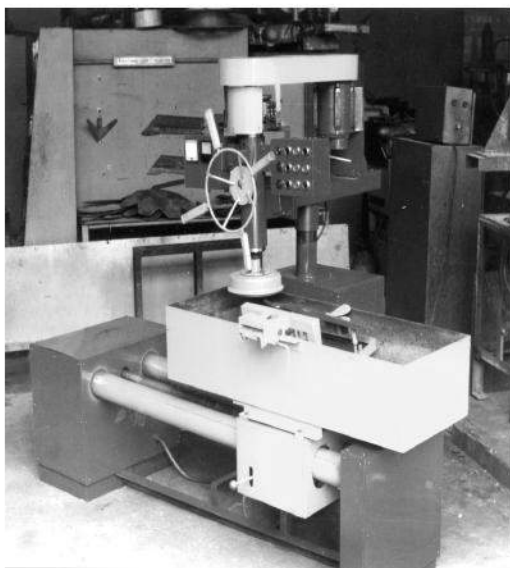


Рис. 20. Загальний вид установки для електроерозійного загострення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин



Рис. 21. Загальний вигляд вітроенергетичної установки ТВ-2,5



Рис. 22. Загальний вигляд трактора ХТЗ-251Е з силовим електроприводом

Висновки. На сучасному етапі вченим необхідно посилити роботу з координації досліджень, які проводять вищі навчальні заклади, незалежно від їх підпорядкування, а також інтенсифікації досліджень зі створення електротехнологічних засобів для ефективного застосування електроенергії в технологічних процесах агропромислового виробництва, поглиблення досліджень взаємодії електричного поля з біологічними об'єктами; розширення досліджень щодо зеленої енергетики, збалансованого використання електроенергії протягом доби, налагодження співпраці з підприємствами для активізації впровадження розробок в агропромислове виробництво, а також необхідності посилення роботи з підготовки кадрів вищої кваліфікації

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье изложены результаты анализа оценки уровня и эффективности применения электрической энергии в украинском агропромышленном производстве по сравнению с ведущими странами мира. Указаны причины, которые на современном этапе сдерживают развитие электроэнергетики и автоматизации отечественного сельского хозяйства. Приведена информация о успешных разработках ННЦ «ИМЭСХ» по эффективному применению электрической энергии в технических средствах для реализации технологических процессов как по направлению силовой энергетики, так и контролю выполнения технологических операций, их автоматизации, реализации электротехнологий и т. п. Сформулированы приоритетные направления проведения научных исследований.

Ключевые слова: агропромышленное производство, технологические процессы, технические средства, электрическая энергия, растениеводство, животноводство, повышение производительности.

SCIENTIFIC SUPPORT OF EFFECTIVE USE OF ELECTRICAL ENERGY IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF AGRO-INDUSTRIAL PRODUCTION

In article analysis results of an assessment of level and efficiency of use of electrical energy in the Ukrainian agro-industrial production in comparison with the leading countries of the world are explained. The reasons which at the present stage constrain development of power industry and automation of domestic agriculture are specified. Information on successful development of NSC «IEAA» on

effective use of electrical energy is provided in technical means for implementation of technological processes as in the direction of force power engineering, and monitoring of execution of technological operations, their automation, implementation of electrotechnologies, etc. The priority directions of carrying out scientific researches are formulated.

Key words: *agro-industrial production, technological processes, technical means, electrical energy, plant growing, animal husbandry, productivity increase.*