ISSN 2306-8698

UB IAAE

УВ МААО

В І С Н И К

Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти

Випуск № 1

УДК 63 (066)

Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 1. – Запоріжжя: НВК Інтер-М, 2013.– 220 с.

Друкується за рішенням Президії УВ МААО, Протокол № 6 від 21.01.2013 р.

У випуску наукових праць друкуються результати наукових досліджень за наступною тематичною спрямованістю: вища аграрна освіта, механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК, рослинництво та тваринництво.

Матеріали вісника сприяють розвитку науки та впровадженню наукових розробок у сільськогосподарське виробництво. Випуск призначений для науковців, спеціалістів АПК, інженерів, аспірантів, магістрів і студентів.

Редакція Вісника УВ МААО:

Головний редактор:
Дідур Володимир Аксентійович д.т.н., проф.
Заст. головного редактора:
Пастухов Валерій Іванович д.т.н., проф.
Відповідальний секретар:
Караєв Олександр Гнатович к.т.н., с.н.с.
Технічний редактор:
Троїцька Олена Олександрівна к.б.н., с.н.с.
Редакційна Колегія:
Бабицький Леонід Федорович – д.т.н., проф.
Бендера Іван Миколайович – д.п.н., проф.
Діордієв Володимир Трифонович – д.т.н., проф.
Ісмуратов Сабіт Борисович - д.е.н., проф. (Р. Казахстан)
Карпенко Віктор Петрович – д.с.г.н., проф.
Курдеко Олександр Павлович – д.в.н., проф. (Р. Білорусь)
Кушнарьов Артур Сергійович – д.т.н., проф.
Кюрчев Володимир Миколайович – к.т.н., проф.
Любинський Олександр Іванович – д.с.г.н., проф.
Міцкевич Антон Антонович – д.е.н., проф. (Р. Польща)
Непочатенко Олена Олександрівна – д.е.н., проф.
Никифорова Лариса Євгенівна – д.т.н., проф.
Пастушенко Сергій Іванович – д.т.н., проф.
Роздорожнюк Петро Іванович – к.с.г.н., доц.
Сисоев Олександр Митрофанович – д.е.н., проф. (Росія)
Смердов Андрій Андрійович – д.т.н., проф.
Тищенко Леонід Миколайович – ак. НААНУ, д.т.н., проф.
Трифонова Марія Федотівна – д.с.г.н., проф. (Росія)
Червінський Леонід Степанович – д.т.н., проф.
Яковлєв Валерій Федорович – к.т.н., проф.

ISSN 2306-8698

Адреса редакції:
просп. Б. Хмельницького 18, ауд. 2.107.
м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 Україна
e-mail: uv.maao@mail.ru

Відповідальність за вірогідність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей несуть автори публікацій.
Редакція не завжди поділяє точку зору авторів публікацій.

Президент МААО д.с.г.н., проф. Трифонова М.Ф. поздоровляє Президента Українського відділення МААО д.т.н., проф. Дідура В.А. з нагоди заснування друкованого видання «Вісник УВ МААО»

Шановні автори!

Українське відділення міжнародної громадської організації "Міжнародна Академія аграрної освіти" є структурним підрозділом "Міжнародної Академії аграрної освіти" (МААО), центральний офіс якої знаходиться в Москві. МААО розпочала свою діяльність в 1993 році, за минулі двадцять років міжнародна академія об'єднала під своїми прапорами вчених більш ніж з двадцяти країн, організувала 24 регіональних представництв та відділень, одним з яких стало Українське відділення МААО.

Центральний офіс відділення знаходиться в м. Мелітополі на базі Таврійського державного агротехнологічного університету, він є єдиним офіційним представництвом МААО на території України, президентом якого є доктор технічних наук, академік АН ВШУ, академік МААО, професор – Дідур Володимир Аксентійович. Віце-президент - академік МААО, д.т.н., професор Пастухов Валерій Іванович, Головний Вчений секретар - академік МААО, д.т.н., професор Никифорова Лариса Євгенівна.

Президія УВ МААО заснувала збірник наукових праць українського відділення академії. Державною реєстраційною службою України 01.10.12 р. було видано свідоцтво серія КВ № 19398-9198 Р, про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – наукового журналу «Вісник Українського відділення міжнародної академії аграрної освіти». Ми сподіваємось, що представлені матеріали знайдуть свого вдячного читача і слугуватимуть поширенню численних наукових дискусій з теоретичних та практичних питань аграрної науки та освіти.

ЗМІСТ

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

Бендера І.М. Мотивація самостійної роботи студентів вищих навчальних аграрних закладів 8
Овчаров В.В. Мыследеятельностная педагогика высшей школы 17
Пастухов В.И. Современные требования к квалификации инженера сельскохозяйственного производства 25
Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю. Методика преподавания учебного курса «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» 34

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

Дидур В.А., Ткаченко А.В. Моделирование процесса пневмосепарации и обеспыливания семян подсолнечника в воздушном потоке 41
Червінський Л.С. Метод багатокритеріальної оптимізації технологічного процесу виробництва продукції тваринництва 55
Пастушенко С. И., Пастушенко А. С. Методика оптимизации теплообменных устройств повышенной энергоэффективности 63
Савченко П.И., Гуревич. В.И. Пути определение количества функций релейной защиты 74
Загорко Н.П., Григоренко Е.В., Стручаєв Н.И. Изменение теплофизических показателей перца сладкого при замораживании 80
Бабицкий Л.Ф., Соболевский И.В. Биосистемный подход к разработке мобильных средств технического обслуживания и ремонта машин 87
Никифорова Л.Е, Кизим И.В. Диагностический комплекс для регистрации биопотенциалов растений 96
Диордиев В.Т. Исследование и оценка показателей качества функционирования технологического процесса кормоприготовления 100
Серый И.С. Проблемы ресурсосбережения при ремонте сельскохозяйственной техники в Украине 106
Караєв О.Г. Метод контролю якості продукції садівництва на стадії виробництва 111
Тищенко С.С., Швайко В.Н., Крамарь Н.А. Проблемы проектирования поверхностей почвообрабатывающих рабочих органов 120
Журавель Д.П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми мобільної техніки в середовищі змащувальних матеріалів 126
Шаповалов В.І., Вольвак С.Ф. Дослідження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами 132

Лукач В.С. Кушніренко А.Г. Катюха А.А. Імітаційні моделі зв'язків "Електромагнітне поле – біологічний об'єкт" у електротехнології передпосівної стимуляції насіння 139

Куценко Ю.Н. Воздействие магнитного поля на ферромагнитные частицы в гетерогенной почвенной среде 148

Бакарджиєв Р.О., Троїцька О.О. Технічне забезпечення використання соломи на енергетичні цілі 157

Ковальчук Ю.О., Невзоров А.В. Методика виявлення залишкового ресурсу резервних дизельних електростанцій в агропромислових підприємствах 163

Оришака О.В., Оришака В.О., Артюхов А.М., Кравцов А.О. Аналіз продуктивності установки безперервної дії для завантаження сипких матеріалів 169

Назаренко І.П. Сепарація соняшникової олії в електричному полі 175

РОСЛИННИЦТВО ТА ТВАРИННИЦТВО

Ліннік В.С. Сільське господарство і молочне скотарство України: проблеми і успіхи зростання 182

Терещенко Ю.Ф., Дідур В.В., Вихватнюк Р.В. Вплив розміщення насіння в посівному ложі на формування високопродуктивних посівів 190

Сысоев А.М., Трифонова М.Ф., Вороновская Е.В. Продовольственная обеспеченность и пути ее решения 195

Полторецький С.П., Карпенко В.П., Білоножко В.Я. Насіннєва продуктивність посівів проса залежно від способу сівби та умов мінерального живлення 205

CONTENT

HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION

*Bendera I.M.*Motivation of students self –guided work at higher educational agricultural institutions 8
Ovcharov V. V. Mental activity pedagogy of higher educational establishment 17
Pastukhov V. I. Agricultural engineer qualification modern requirements 25
Babitsky L. F., Moskalevich V. Yu. Teaching methods of the course «Bionic trends of farm machinery development» 34

MECHANIZATION, ELECTRIFICATION AND AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Didur V. A., Tkachenko A. V. Process modeling of air separating and dedusting of sunflower seeds in air flow 41
Chervinsky L. S. Method of multiobjective optimization of livestock production technological process 55
Pastushenko S. I., Pastushenko A. S. Optimization method of high energy efficiency heat exchangers 63
Savchenko P. I., Gurevich V. I. Ways of determing the number of relay protection functions 74
Zagorko N. P., Grigorenko E. V., Struchayev N. I. Freezing change of sweet bell red pepper thermophysical indexes 80
Babitsky L. F., Sobolevsky I. V. Biosystematic approach to the development of mobile means of machinery maintenance and repair 87
Nikiforova L.E. Kizim I.V. Diagnostic complex for recording the bioelectric potentials of plants 96
Diordiev V. T. Research and evaluation of quality performance offeed processing technological process functioning 100
Seryy I. S. Problems of resources saving under machinery overhaul in Ukraine 106
Karaiev O.G. Horticulture produce quality control method at the stage of its production 111
Tishchenko S. S., Shvaiko V. N., Kramar N. A. Design problems of surfaces of tillage movable operating elements 120
Zhuravel' D. P. Modeling of power balance of mobile technical equipment tribosystem in environment of lubricants 126
Shapovalov V.I., Vol'vak S.F. Research of grain loss after combine harvesters 132

Lukach V. S., Kushnirenko A. G., Katyukha A. A. Simulation model of ties "Electromagnetic field - biological object" in seed preplant stimulation electrotechnology 139
Kutsenko Yu. N. Permanent magnetic field impact on ferromagnetic particles in heterogeneous soil environment 148
Bakardzhiyev R.O., Troitska O.O. Technical support of straw usage for energy purposes 157
Koval'chuk Y. O., Nevzorov A. V. Method for determination of residual life of reserve diesel power-stations in factory- farm enterprises 163
Oryshaka O. V., Oryshaka V O., Artiukhov A. M., Kravtsov A. O. Efficiency analysis of uninterrupted operation plant for loose material loading 169
Nazarenko I. P., Loboda O.I. Separation of sunflower-seed oil in electric field 175

CROP PRODUCTION AND LIVESTOCK

Linnik V. S. Agriculture and dairy livestock of Ukraine: problems and development progress 182
Tereshchenko Y.F., Didur V.V., Vyhvatnyuk R.V. The impact of seed position on seedbed on highly productive crops 190
Sysoev A. M., Trifonova M. F., Voronovskaya E. V. Food provision and ways of its solution 195
Poltorets'ky S. P., Karpenko V. P., Bilonozhko V. Ya. The seed productivity of millet crops depending on the method of sowing and mineral nutrition conditions 205

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

УДК 371.13

МОТИВАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ АГРАРНИХ ЗАКЛАДІВ

Бендера І.М., акад. МААО, д.п.н., проф.
Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський, Україна
e-mail: ivan_bendera@mail.ru

Аннотація. У статті наведено шляхи створення мотиваційної атмосфери при організації і проведенні самостійної роботи студентів у вищих навчальних закладах. Вказані та охарактеризовані основні групи мотивів цієї роботи. Наведені приклади наскрізних схем самостійної роботи студентів для окремих дисциплін технічного ВНЗ.

Ключові слова: мотивація, стимул, студент, самостійна робота, ефективність.

Постановка проблеми. Входження України в Європейське співтоваривство, зокрема в Болонський процес, зобов'язує нас прийняти нові правила організації навчального процесу та методики проведення занять, які будуються з одного боку на узгодженні, а з іншого – на значній активізації самостійної роботи студента.

Назріла необхідність планувати проведення самостійної роботи студентів на основі мотиваційних аспектів, які б дозволили організувати поза аудиторну роботу через самостійну діяльність студентів.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш близько до проблеми мотивації навчальної діяльності студентів в вищих навчальних закладах підійшли такі вчені: А. Н. Леонтьєв, В. І. Ковальов, В. І. Чірков, І. А. Зязюн, В. А. Тюрина, М. Г. Чобітко, М. І. Лазарев, Н. С. Смагло.

Значний вклад в теорію «активізації» внесли вчені Національного університету біотехнологій і природокористування та Подільського державного аграрно-технічного університету через розробку і впровадження системи рейтинг-оцінювання діяльності суб'єктів навчального процесу.[1, 2, 3, 4]

Мета дослідження. Систематизувати існуючі і розробити нові мотиваційні шляхи і заходи активізації навчального процесу в технічному ВНЗ.

Основна частина. Активізацію самостійної роботи треба розглядати як реалізацію триєдиного завдання: формування мотиваційного клімату, підтримування його на організаційному рівні в навчальному закладі та «внутрішньому» особистому рівні тих, хто навчаються, які реалізуються через формування:

– мотивів і мотивації професійної діяльності студентів через застосування методів, які стимулюють самостійну роботу [5];

– мотивації навчальної діяльності студентів в інтенсивних технологіях навчання;

– здатності до критичного аналізу, цілеспрямованості, впевненості у своїх силах, здатності правильно формулювати проблему, оптимізм, гнучкість думки, толерантність, образність мислення, концентрацію уваги, дисциплінованість.

Проблема застосування мотиваційних механізмів в діяльності людини завжди була актуальною, особливо в тих випадках, де існує непряме проявлення результатів. Це передусім стосується освітянської галузі, в якій результат, ефект, вигода від набутих нині знань можуть бути отриманими гіпотетично в майбутньому.

Аналіз чинників, які впливають на характер самостійної діяльності студента і внесення в неї мотиваційного механізму активізації, є на нині первинним завданням при плануванні навчального процесу. Одним із важливих завдань навчання є розвиток у студентів самостійного мислення, творчого ставлення до професії. Разом з тим сьогодні існують суперечності між особистісною орієнтацією навчального процесу та неготовністю викладачів і студентів до виконання нових функцій, зокрема під час організації самостійної роботи.

Самостійну роботу за ознакою обов’язковості можна розділити на три характерні групи:

1) обов’язкова (домашні, графічні, контрольні, розрахункові, курсові роботи);

2) добровільна (участь в конкурсах, олімпіадах, конференціях, гуртках технічної творчості тощо);

3) бажана (підготовка наукових повідомлень, оформлення патентних матеріалів і документів на раціоналізаторські пропозиції, підготовка наукових публікацій) [6].

Якщо за переліком першої групи стоїть конкретна офіційна мотивація – необхідність отримання атестації (залік, факт складання, допуск до іспитів), то друга і третя групи, не зважаючи на різні назви, мають одну характерну рису – відсутність офіційного примусу. Їх виконання (якість, кількість, вчасність) чи невиконання залежить тільки від наявності мотивації.

Вчені психологи вважають, що мотивація – це процес спонукання людини до певної форми діяльності. Відповідно мотив – це чинник, який підтримує цей процес.

Подібною за суттю, але більш конкретизованою є дефініція мотивації: стимул. С. Г. Кісіль, А. М. Василенко мотиви розділяють на чотири групи:

– загально-соціальні, зміст яких визначається усвідомленням суспільних інтересів, високої суспільної значимості вищої освіти;

– навчально-пізнавальні, що визначаються змістом інформації, яку отримує студент під час навчання;

– професійні мотиви, котрі розглядаються як основа отримання професії;

– утилітарні мотиви, основою яких є отримання особистих вигод після закінчення ВНЗ [7].

На нашу думку, групу утилітарних мотивів варто значно розширити і доповнити суттєвою складовою: отримання вигод під час навчання. Вважаємо, що в процесі навчання на всіх його етапах (рівнях, курсах, лекціях, лабораторних роботах тощо) ця вигода є домінуючою, незважаючи на її не стратегічний, а радше тактичний характер.

Приведемо частину характерних мотивів.

1. Бажання зекономити час на особисте життя (вечори відпочинку, перегляд фільмів, читання книг, суспільні відносини, можливість заробити гроші тощо).

2. Бажання здати виконані індивідуальні роботи згідно з графіком й отримати додатковий час для власних цілей.

3. Бажання не дублювати виконання завдань в межах однієї дисципліни, групи чи курсу і знову ж таки зекономити час.

4. Бажання бачити практичну (прагматичну) мету при виконанні завдання (принцип педагогіки М. Монтессорі «Я хочу знати, для чого це потрібно і де це може пригодитися»).

5. Бажання уникнути конфлікту і негативних наслідків у стосунках з викладачем, який дає завдання.

6. Бажання вигідно виглядати на фоні успішного виконання робіт перед своїми колегами.

7. Бажання отримати скидки у розмірах завдань, їх кількості, завчасності виконання.

8. Бажання отримати більшу стипендію за кращу успішність.

9. Бажання отримати додаткові пільги від деканату – поселення в гуртожиток, надання можливості проходження закордонного стажування, першочерговість у виборі місць практики, а потім направлення на роботу,

отримання матеріальної допомоги, премій за успіхи в навчальній і позанавчальній роботі, направлення в магістратуру, аспірантуру тощо.

10. Бажання отримати високе місце в рейтингу групи, курсу, спеціальності з наступними пільгами, які прийняті у ВНЗ.

Досвід організації навчального процесу в Національному аграрному університеті та Подільському державному аграрно-технічному університеті (ПДАТУ), створення постійно діючої мотиваційної атмосфери доводить, що остання, як правило, повністю спрацьовує в період навчання і, що головне, розвиває загально-соціальні, навчально-пізнавальні, професійні мотиви, закладає в студента стійкий механізм мотиваційності у вчинках, умінні їх шукати, розставляти пріоритети за рейтингом стратегічної чи ситуаційної значимості [2, 3, 4].

Приведені «бажання» мають певною мірою тактичний характер. На нашу думку всі вони можуть мати певну педагогічну ефективність в тому разі, коли будуть підпорядковані генеральному стимулу, бажанню бачити кінцеву мету – виконання самостійної індивідуальної роботи як в межах окремих дисциплін, освітньо-кваліфікаційних рівнів (ОКР) і між ними в умовах вищих навчально-наукових університетських центрів [7]. Це можливо при організації самостійної роботи за наскрізним принципом.

Концептуальну схему наскрізності в організації самостійної роботи студентів у ВНЗ, згідно з якою маломісткі індивідуальні роботи входять тематично у великомісткі, які відповідно є складовими випускних кваліфікаційних робіт – дипломних робіт, проектів показано на рис. 1. Як варіант маломісткі індивідуальні роботи можуть тематично входити безпосередньо у кваліфікаційні.

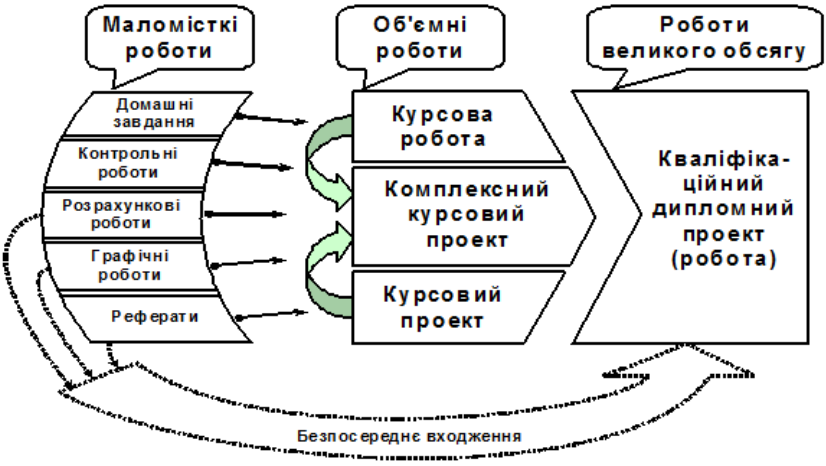


Рисунок 1 - Загальна концептуальна схема наскрізної самостійної навчальної роботи

Наскрізна організація виконання індивідуальної самостійної роботи може бути в цілому в навчально-наукових університетських центрах, між ОКР “молодший спеціаліст”, “бакалавр”, “спеціаліст”, “магістр” (рис. 2), в межах окремих освітньо-кваліфікаційних рівнів та окремих дисциплін.

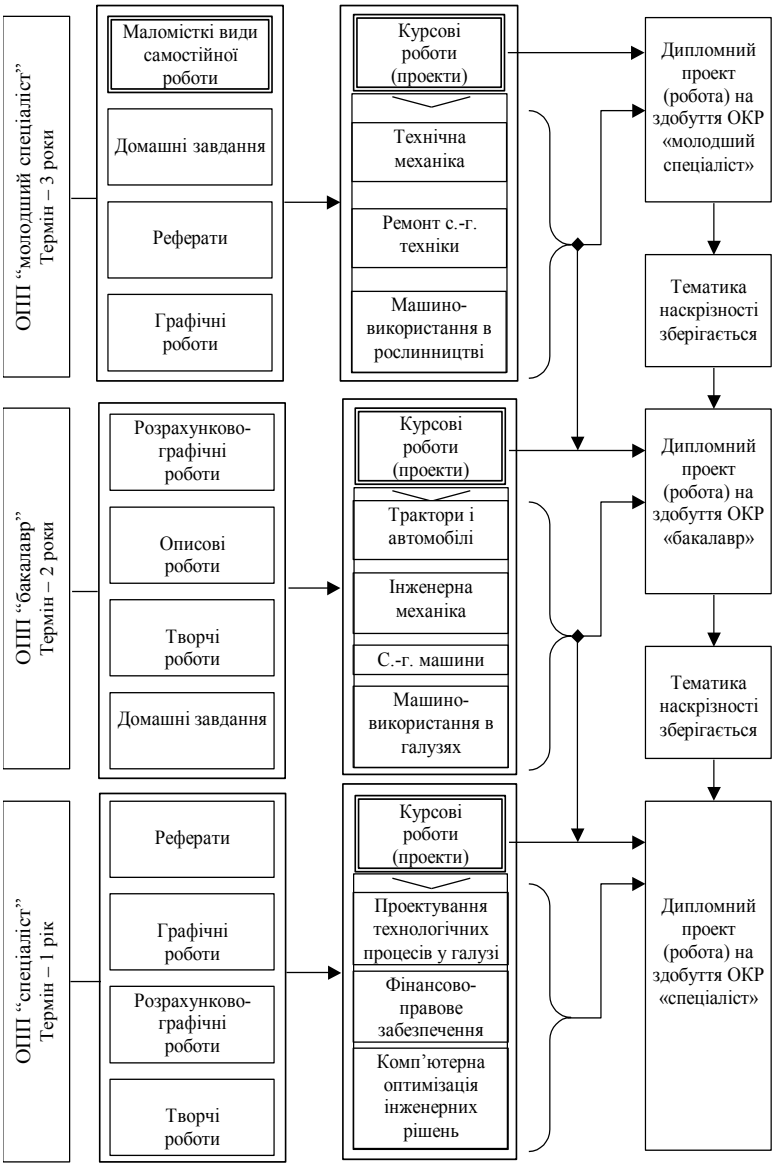


Рисунок 2 - Система організації наскрізної ступеневої самостійної роботи у навчально-наукових університетських центрах (зразок для спеціальності “Механізація сільського господарства”)

При розробці наскрізних схем самостійної індивідуальної роботи для окремо взятих дисциплін слід враховувати: мету навчення, кваліфікаційні вимоги до знань та умінь, проводити аналіз міжпредметних зв'язків, виявляти, які дисципліни вже вивченні та які вивчаються паралельно, визначати, які види індивідуальних робіт з них можуть бути використані для складання основної наскрізної схеми. Як правило, наскрізність ефективна для дисциплін, з яких виконуються курсові роботи або проекти (рис. 3 – приклад для дисципліни "Сільськогосподарські машини").

Рисунок 3 - Схема наскрізного виконання курсової роботи для дисципліни "Сільськогосподарські машини".

Наукова робота студентів, як різновид самостійної, теж може плануватися за мотиваційним, по суті, наскрізним принципом.

Елементи наукових досліджень у формі наукового пошуку студенти застосовують під час написання курсових робіт із загальнотеоретичних і фа-

хових навчальних дисциплін: вони готують огляди літератури і розробляють пропозиції, що містять елементи новизни з теми роботи; узагальнюють передовий практичний досвід, застосовують економіко-математичні методи, комп'ютерну та організаційну техніку й інформаційні технології.

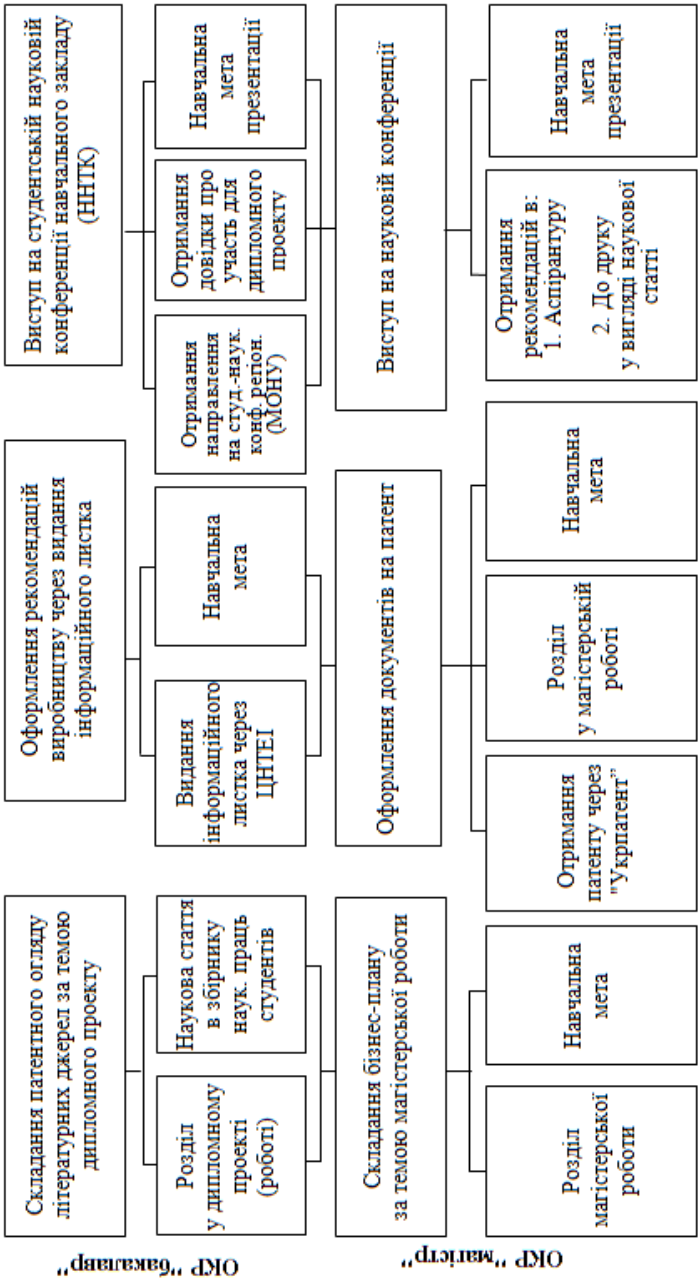


Рисунок 4 - Схема наскрізної наукової роботи студентів ВНЗ агроінженерного профілю на ОКР „бакалавр"-„магістр" (за матеріалами дипломного проектування).

Згодом ці елементи наукового пошуку розширюються у дипломних роботах (проектах), адже це є свідченням здатності і підготовленості студента до теоретичного осмислення актуальності обраної теми, її науково-прикладного значення, до виконання самостійного наукового дослідження і застосування отриманих результатів у практичній діяльності базового підприємства.

Тому тематика дипломних робіт має бути тісно пов'язана з тематикою науково-дослідних робіт кафедри та (чи) з інтересами підприємства, на базі якого студент виконує дипломну роботу.

Під час навчальної та виробничої практики кожний студент, крім загальних завдань, передбачених програмою, виконує завдання дослідницького характеру. Порядок виконання завдань відображається в щоденнику та в окремому розділі звіту про проходження практики і може використовуватись під час підготовки доповідей на конференціях, інформаційних семінарах, написання курсових та дипломних робіт.

Студенти, які досягли певних успіхів у науково-дослідній діяльності, можуть працювати за індивідуальним графіком у межах установленого терміну навчання. Рішенням Державної екзаменаційної комісії такі студенти можуть бути рекомендовані до вступу в магістратуру, аспірантуру чи на викладацьку роботу [8].

Приклад схеми наскрізної науково-дослідної роботи студентів ВНЗ IV рівня акредитації аграрно-інженерного напряму підготовки за кредитно-модульною системою організації навчального процесу наведено на рис. 4.

Висновки. Створення мотиваційної атмосфери при плануванні самостійної роботи є одним із вагомих факторів, які активізують її успішне виконання. Визначено, що найбільш ефективним мотиваційним заходом є впровадження цілісних наскрізних педагогічних технологій в організації навчального процесу і студентської наукової роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1 Шостак А. В. Акт впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт : розробка методики визначення рейтингу суб'єктів діяльності вищого аграрного закладу освіти / А. В. Шостак. – К., 2002. – 15 с.

2 Шостак А. В. Положення про впровадження рейтингової системи оцінки діяльності суб'єктів НАУ / А. В. Шостак. – К. : Вид-во НАУ, 2004. – 5 с.

3 Шостак А. В. Рейтингове оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників / А. В. Шостак // Наука і методика : зб. наук.-

метод. праць / [редкол. : М. Ф. Бойко (голова) та ін.]. – К., 2005. – Вип. № 4. – С. 184 –196.

4 Бендера І. М Активізація самостійної роботи студентів інженерно-педагогічних спеціальностей при здобутті освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст" / І. М. Бендера, О. В. Корольчук // Динаміка наукових досліджень : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2004. – Т. 25. – С. 15 – 18

5. Козак Л.В. Активізація пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання / Л. В. Козак // Наука і освіта 2004: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2004. – Т. 42. – С. 63 – 65.

6. Герман Н. Адаптація форм організації самостійної роботи студентів до сучасних технологій навчання / Н. Герман, Н. Тягунова // Вища школа. – 2001. – № 4/5.

7. Кисиль С. Г. Специфика мотивации учебной деятельности в вузе / С. Г. Кисиль, А. М. Василенко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. праць / Укр. інж.-пед. академія. – Х., 2004. – Вип. 7. – С. 235 – 241.

8. Бендера І. М. Організація наскрізної наукової роботи при підготовці фахівців агро інженерного напряму / І. М. Бендера, Ю. І. Панцир, І. Д. Гарасимчук // Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти: матеріали регіон. наук.-метод. конф. / [за заг. ред. І. М. Бендери, В. І. Овчарука, О. В. Ткача]. – Кам’янець-Подільський: Аксіома, 2006. – С. 8 – 16.

BBIBLIOGRAPHY

1 Shostak A. V.The Act of research, experimental-design and engineering work results introduction: the methodology development for rating determination of higher educational institution entity. / A. V. Shostak. – K., 2002. – 15 s.

2 Shostak A. V Regulation for introducing rating system of NAU entities / A. V. Shostak. – K. : Vyd-vo NAU, 2004. – 5 s.

3 Shostak A. V Rating assessment of academic staff activity / A. V. Shostak // Nauka i metodika : zb. nauk.-metod prts’ / [redkol. : M. F. Boiko ta insh.]. – K., 2005. – Vyp. № 4. – S. 184 –196.

4 Bendera I. M Intensification of self-guided work of students of engineering specialties for getting degree”Specialist” / I. M. Bendera, O. V. Korol’chuk // Dynamika naukovyh doslidzhen : materially mizhnar. nauk.-prakt. konf. – Dnipropetrovs’k, 2004. – T. 25. – S. 15 – 18

5. Kozak L.V. Intensification of students’ cognitive activity during learning process / L.V. Kozak // Nauka i osvita 2004: materialy VII Nizhnar. nauk.-prakt. konf.. – Dnipropetrovs’k, 2004. – T. 42. – S. 63 – 65.

6. German N. Adaptation of students’ self-guided work forms to modern learning methods / N.German, N.. Tyagunova // Vyshcha shkola. – 2001. – № 4/5.

7. Kysyl' S.G. Peculiarity of learning motivation at university / S.G.Kysyl', A. M. Vasylenko //Problemy inzhenerno- pedagogicheskoy deyatel'nosti: zb. nauk. prats / Ukr. inzh.-ped. akademiya. – X., 2004. – Vyp. 7. – S 235 – 241.

8. Bendera I. M. Organization of through scientific student work for training agricultural engineers / I. M. Bendera, Yu. I. Pantsyr, I. D. Garasymchuk // Problemy pidgotovky fahivtsiv agrariiv v navchal'nyx zakladax vyshchoi ya profesiinoi osvity: materially region. nauk - metod. konf. / [za zag. red. I. M. Bendery, V. I. Ovcharuka, O. V. Tкacha]. – Kam'ianets – Podil'sky Aksioma, 2006. – S. 8 – 16.

MOTIVATION OF STUDENTS SELF –GUIDED WORK AT HIGHER EDUCATIONAL AGRICULTURAL INSTITUTIONS

I.M.Bendera

Summary

The ways of creating motivation atmosphere for providing students' self-guided work at higher educational institutions have been considered. The general motivation groups of such work have been defined and designated. The examples of through schemes of students' self-guided work on standardized subjects of engineering university have been presented.

Key words: the motivation, incentive, a student, self-guided work, effectiveness.

УДК 378.14

МЫСЛЕДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Овчаров В.В., д.т.н., проф.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. (0619) 42-32-63

Аннотация. Описан опыт работы мыследеятельностной педагогической системы обучения. Показано, что главной целью образования является становление и развитие личности того, кто обучается, то есть раз-

---

Публикуется по рекомендации акад. МААО, д.п.н., проф. Бендеры И.Н.

витие интеллекта. Поставленная цель достигается на двух этапах обучения - развитие мыслительных способностей учащихся в системе довузовской подготовки и развитие мыслительных способностей студентов в процессе самостоятельной работы. Показано, что самостоятельная работа включает три уровня: информационно-репродуктивный, практически-стереотипный и логически-понятийный. Развитие инженерного мышления достигается при анализе и принятии решений в учебных производственно-технических ситуациях.

Ключевые слова: образование, личность, интеллект, способность мыслить, мыследеятельностная педагогическая система обучения.

Постановка проблемы. Сегодня в образовательном пространстве наблюдается вредная тенденция подмены сложного педагогического процесса организации обучения, его методического и психологического обеспечения тотальным тестированием, в основу которого ставится контроль остаточных знаний по изучаемым дисциплинам. Так ушли, не развиваются и не стимулируются педагогические школы – нет Шаталовых, Макаренковых и других лидеров и подвижников педагогики, падает педагогическое мастерство преподавателей как средней, так и высшей школы.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам педагогики высшей школы уделяется в последнее время определенное внимание [1]. Однако очень мало практических приложений.

Цель иссследования. Восполнить недостающий опыт, в том числе в системе аграрного образования, мыследеятельностной педагогической школы, приминительно к условиям высшей технической школы.

Важным достоинством этой школы является ее практическая направленность – все основные ее положения реализованы в учебном процессе.

Основная часть. В современном обществе образование стало одной из самых обширных сфер человеческой деятельности. В ней занято более миллиарда учащихся и почти 50 миллионов педагогов. Заметно повысилась социальная роль образования: от его направленности и эффективности сегодня во многом зависят перспективы развития человечества. В последнее десятилетие мир изменяет свое отношение ко всем видам образования. Образование, особенно высшее, рассматривается как главный, ведущий фактор социального и экономического прогресса. Причина такого внимания заключается в понимании того, что наиважнейшей ценностью и основным капиталом современного общества является человек, способный к поиску и освоению новых знаний и принятию нестандартных решений.

В середине 60-х годов двадцатого столетия передовые страны пришли к заключению, что научно-технический прогресс не способен разрешить наиболее острые проблемы общества и личности, обнаруживается глубокое противоречие между ними. Так, например, колоссальное развитие производительных сил не обеспечивает минимально необходимый уровень благосостояния сотен миллионов людей; глобальный характер приобрел экологический кризис, создающий реальную угрозу тотального разрушения среды обитания всех землян; безжалостность в отношении растительного и животного мира превращает человека в жестокое бездуховное существо.

Все это делает совершенно очевидным тот факт, что в преодолении кризиса цивилизации, в решении острейших глобальных проблем человечества огромная роль должна принадлежать образованию.

Современное развитие общества требует новой системы образования - "инновационного обучения", которое сформировало бы у обучаемых способность к проективной детерминации будущего, ответственность за него, веру в себя и свои профессиональные способности влиять на это будущее.

В буквальном смысле слово "образование" означает создание образа, некую завершенность воспитания в соответствии с определенной возрастной ступенью. В этом смысле образование трактуется как результат усвоения человеком опыта поколений в виде системы знаний, навыков и умений, отношений.

Попробуем осмыслить суть образования на любых его этапах (от обучения в первом классе до обучения на пятом курсе университета и далее во всей последующей жизнедеятельности человека). Слово «образование» происходит от слова «образ» и производного – «образоваться». Что же образуется в результате обучения человека? Ответ один – образуется «личность». Что же такое «личность»? Ответ – личность это человек, обладающий интеллектом. И наконец, что же такое «интеллект»? Интеллект это способность человека мыслить. Поэтому педагогика должна быть мыследеятельностной, то есть развивать мышление как в широком смысле, так и, например, инженерное мышление в рамках выбранной специальности. Можем привести аналогию между физическим воспитанием и развитием интеллекта. Будущий спортсмен в течение времени между соревнованиями систематически выполняет целый ряд физических упражнений, развивающих его мышцы: их силу, гибкость, эластичность и другие качества, которые позволят на соревнованиях самым лучшим образом выполнить спортивные задания. Аналогично студент в период между сессиями выполняет целый ряд умственных упражнений, которые пополняют его знания, стереотипные умения и развивают его мышление на логически-понятийном уровне, что позволяет студенту успешно выполнить задания на промежуточном и итоговом контролях.

Мыследеятельностная педагогика высшей школы лежит в основе парадигмы высшего образования – развития и становления личности будущего гражданина и специалиста. Как было показано ранее, личность – это человек, владеющий интеллектом, то есть способностью мыслить.

Поэтому основная задача учебно-воспитательного процесса высшей школы – развитие мыслительных способностей студентов. Эту задачу можно решить, применяя мыследеятельностную педагогическую систему обучения. В этой системе должны быть активно задействованы все пять методов обучения: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемного изложения учебного материала, частично поисковый и исследовательский. Процесс познания должен идти по известному пути: «от живого созерцания к абстрактному мышлению, а от него к практике» (В. Ульянов). Указанная мыследеятельностная педагогическая система обучения содержит в себе следующие этапы (рис. 1):

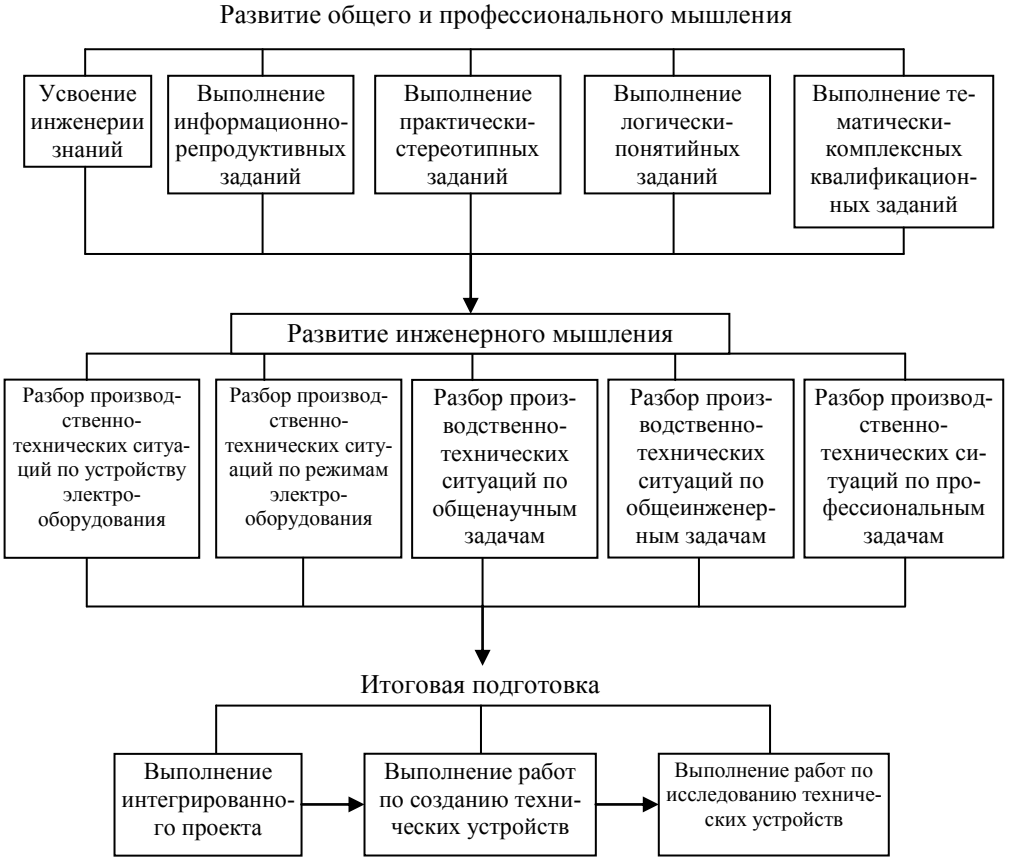


Рисунок 1 - Структурная схема мыследеятельностной педагогической системы обучения

- развитие мыслительных способностей учащихся в системе довузовской подготовки;
- организация сквозной самостоятельной познавательной деятельности студентов как основы учебного процесса;
- мыслительная деятельность студентов на лекции;
- разработка и выполнение обучающе-контролирующих заданий как основы организации внеаудиторной познавательной деятельности студентов на уровнях: информационно-репродуктивном, практически-стереотипном и логически-понятийном;
- мыслительная деятельность студентов на практическом занятии, текущий контроль усвоения учебного материала;
- мыслительная деятельность студентов на лабораторном занятии, текущий контроль усвоения учебного материала;
- разработка и выполнение тематических комплексных квалификационных заданий как основы приобретения студентами умений выделения главного, применения теории для решения практических задач;
- мыслительная деятельность студентов при использовании системы «компьютерная педагогика»;
- мыслительная деятельность студентов при промежуточном и итоговом контроле приобретения знаний и умений;
- проведение учебных занятий, формирующих и развивающих инженерное мышление студентов;
- формирование и развитие инженерного мышления студентов путем использования естественных явлений и законов для создания техники и технологий;
- формирование и развитие инженерного мышления студентов путем использования естественных явлений и законов для анализа режимов работы техники и технологий;
- формирование и развитие инженерного мышления студентов путем разрешения производственно-технических ситуаций, требующих решения общенаучных задач;
- формирование и развитие инженерного мышления студентов путем разрешения производственно-технических ситуаций, требующих решения общеинженерных задач;
- формирование и развитие инженерного мышления студентов путем разрешения производственно-технических ситуаций, требующих решения профессиональных задач;
- выполнение дипломных проектов ОКР «Бакалавр»;
- выполнение выпускных работ ОКР «Специалист»;
- выполнение выпускных работ ОКР «Магистр».

Система довузовской подготовки охватывает учащихся 7, 8, 9, 10, 11 классов общеобразовательных школ. Занятия проводятся в университете параллельно с обучением учащихся в основной школе. Для этого создается университетская элитная профессионально ориентированная школа довузовской подготовки. Школа оказывает следующие учебные услуги:

1. Выбор будущей специальности.
2. Углубленное изучение школьных предметов по профилю выбранной специальности.
3. Обучение в малой академии наук и участие в городских, областных и республиканских предметных олимпиадах.
4. Подготовка к независимому тестированию.
5. Обучение компьютерному делу.

На всех видах занятий ставятся и достигаются следующие задачи:

- организация личности учащегося;
- обучение умению учиться;
- развитие мыслительных способностей учащихся путем применения мыследеятельностной педагогической системы обучения.

В процессе обучения в университете для управления самостоятельной познавательной деятельностью студентов составляются графики сквозной самостоятельной работы студентов, в которых в соответствии с календарем проставляются даты проведения аудиторных занятий (кроме лекций) с четким указанием заданий студентам для внеаудиторной самостоятельной познавательной деятельности при подготовке к очередному аудиторному занятию.

Одной из основных задач лекционных занятий является первоначальное изложение теоретического учебного материала. Лектор должен добиваться логического построения учебного материала по принципу «от простого – к сложному». При чтении лекции лектор обязан включать систематическую обратную связь, побуждая студентов к активной мыслительной деятельности.

После прослушивания лекции студены самостоятельно прорабатывают предложенный учебный материал.

Для успешной организации их самостоятельной познавательной деятельности студентов разрабатываются обучающе-контролирующие задания по каждому разделу темы на трех уровнях:

- информационно-репродуктивном;
- практически-стереотипном;
- логически-понятийном.

При проведении аудиторных практических занятий студент отчитывается за выполненное домашнее задание. В аудитории мало найти

ответ на поставленный вопрос, необходимо глубоко понимать правильный ответ.

При выполнении лабораторной работы студентам ставится задача анализа результатов экспериментального исследования, для чего требуется активизация их мыслительной деятельности по решению поставленной задачи.

Для развития умений применять теоретические знания для решения практических задач по каждой теме изучаемой дисциплины разрабатываются преподавателями и выполняются студентами тематические комплексные квалификационные задания.

Для организации самостоятельной познавательной деятельности студентов разработана система «компьютерный педагог», которая обеспечивает без участия преподавателя добиваться студенту полного понимания изучаемого материала, умения применять теоретические знания для решения практических заданий.

При проведении промежуточного и итогового контроля знаний и умений студентов проверяются не остаточные знания по пройденному учебному материалу, а выдаются задания, обобщающие изученный материал. Для развития инженерного мышления применяются задания на разрешение производственно-технических ситуаций, требующих:

- знания естественных явлений и законов для создания техники и технологий;
- знания естественных явлений и законов для анализа режимов работы техники и технологий;
- решения общенаучных задач;
- решения общеинженерных задач;
- решения профессиональных задач.

В завершение обучения выполняется дипломный проект ОКР «Бакалавр», обобщающих основные практические умения решения инженерных задач; выполняется выпускная работа ОКР «Специалист», направленная на глубокую разработку технического инженерного решения; выполняется выпускная работа ОКР «Магистр», содержащая результаты аналитического и экспериментального исследования процессов в разрабатываемом техническом устройстве и их применение для создания опытно-конструкторской разработки.

Выводы. Мыследеятельностная педагогическая система обучения обеспечивает*:*

- 100% успеваемость студентов, участвующих в учебном процессе;
- подготовку студентов на трех уровнях: знаний, умений, мышления;

- успешную сквозную самостоятельную познавательную деятельность студентов;
- мотивацию активного обучения;
- практическую направленность учебного процесса;
- формирование и развитие у студентов общего мышления;
- формирование и развитие у студентов инженерного мышления;
- воспитание студентов как подготовку их к самостоятельной жизни и деятельности путем совместного активного полезного труда с преподавателями;
- привитие студентам любви к инженерному труду;
- систематическое повышение профессионализма преподавателей;
- применение любых форм обучения: очной, заочной, дистанционной, экстернатной, самообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Буланова-Топоркова. Педагогика и психология высшей школы.- Москва. Наука. – 2010. - 497 с.

BIBLIOGRPHY

1. Bulanova- Toporkova M. Pedagogy and psychology of high school. – Moscow. Nauka.- 2010. - 497s.

MENTAL ACTIVITY PEDAGOGY OF HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

V. V. Ovcharov

Summary

The experience of mental activity pedagogical education system is described. It is shown that the main objective of trainee education is- making up and development of personality, i. e. intelligence development. The objective can be achieved at two stages of education – development of pupils thinking ability in the system of pre-university training and development of students thinking ability in the process of autonomous work. It is defined that there are three levels of autonomous work: information reproductive, sensibly stereotypical and logically conceptual. The development of engineering thinking can be achieved under analysis and decision-making in training production situations.

Key words: education, intelligence, personality, thinking ability, mental activity pedagogical education system.

УДК 378.137

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пастухов В.И., акад. МААО, д.т.н., проф.
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко
г. Харьков, Украина
Тел. (057) 732-38-45
e-mail: pastukhov@list.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы подготовки в высших учебных заведениях инженеров-механиков сельскохозяйственного производства с уровнем квалификации, соответствующим современным требованиям к специалистам с высшим образованием по специальности «Механизация и электрификация сельского хозяйства»сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: инженер, механизация сельского хозяйства, квалификационная характеристика, производственные ситуации, содержание подготовки специалиста.

Постановка проблемы. Издавна считалось, что основные специалисты сельскохозяйственного производства это агроном, инженер и ветеринар. От их квалификации существенно зависит уровень развития основных отраслей сельскохозяйственного производства – растениеводства и животноводства.

Не умаляя значения агрономов и ветеринаров, остановимся на трудовой деятельности инженера сельскохозяйственного производства, его роли и задачах в Украине сегодня.

Ежегодно около 20 высших учебных аграрных заведений Украины выпускают несколько тысяч инженеров механиков. Согласно новой классификации ВУЗы должны выпускать «бакалавров» и « Магистров». При этом сегодня еще продолжается, или точнее сказать, заканчивается выпуск «специалистов». Как оказалось практически все студенты, получившие квалификационный уровень бакалавра, свидетельствующий о базовом высшем образования, стремятся продолжить образование далее для получения квалификации «Магистр». Итак, тысячи высококвалифицированных выпускников по специальности «Механизация сельского хозяйства» готовы к трудовой деятельности. Однако, как мы знаем, получив дип-

лом, далеко не все выпускники работают по специальности. В списке мотиваций основными являются: отсутствие рабочих мест или при их наличии низкая заработная плата.

Однако беседуя с руководителями с.х. предприятий (да и просматривая информацию в интернете) часто слышишь проблему о дефиците специалистов в области механизации сельского хозяйства, т.е. инженеров-механиков. Таким образом, на лицо закон философии о единстве и борьбе противоположностей: специалисты есть (выпускники ВУЗа) и специалистов нет (на производстве).

Действительно, среди основных причин нежелание выпускников аграрных ВУЗов идти работать на село на первом месте стоят экономические и социальные причины: это низкая заработная плата, отсутствие жилья, отсутствие детских садов, а порой и школ для детей, не говоря уже о медицинских и культурных учреждениях.

Конечно, есть в Украине большие села, где продолжают эффективно функционировать и развиваться сельскохозяйственные предприятия, но, к сожалению, их совсем немного, и они в основном обеспечены специалистами, а их обновление составляет 1 человек через 5÷10 лет.

Вспоминается лозунг прошлых лет «Кадры решают все!», задумываешься: где же эти кадры? Почему же эти кадры ничего не решают? Или они не хотят решать? Или они не умеют решать?

Много вопросов, и трудно дать однозначный ответ, Учитывая, что кадров готовится предостаточно, т.е. кадры есть, становится ключевым вопрос, могут ли решать на производстве поставленные задачи молодые специалисты – инженеры механики.

Ответ можно получить из уравнения:

уровень производственных задач = уровень подготовки специалиста.

Подставив в данное уравнение все известные (т.е. производственные задачи), необходимо определить все правильные ответы, которые должен дать специалист на поставленные вопросы. В этом случае будет справедливо равенство, т.е. будут решены производственные задачи, а значит, будет существовать и само производство.

Анализ последних исследований и публикаций. В принципе данная задача не нова и ключом для ее разрешения служит производственно-квалификационная характеристика специалиста, определяющей содержание обучения.

Сейчас квалификационные характеристики бакалавров, специалистов и магистров в Украине введены в ранг отраслевых стандартов, (ГСВОУ-04), которые включают содержание знаний и умений которыми

должен владеть специалист соответствующей квалификации для решения тех или иных производственных задач. Основным составляющим данного стандарта являются: «Производственные функции, типовые задачи деятельности и умение решать эти задачи .

Одним из документов, который послужил для создания отраслевого стандарта «Освітньо-кваліфікаційна характеристики бакалавра» (відповідно «спеціаліста» і «магістра») являются «Квалификационные требования к специалистам с высшим образованием по специальности 31.13 – «Механизация сельского хозяйства» (квалификационная характеристика и фонд комплексных квалификационных заданий) изданные в 1990 году учебно-методическим объединением ВУЗов по инженерным специальностям, которое входило в Государственную комиссию Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам.

Квалификационная характеристика специалиста в этом документе была существенно меньшей по объему и включала основные требования к специалистам с обозначением профессионального назначения, квалификационных требований, и социальной направленностью деятельности.

Производственная деятельность инженера-механика формировалась в виде постановки и содержания инженерно-эксплуатационных, инженерно-технологических и инженерно-исследовательских задач.

Достоинством «Квалификационных требований» 1990 года был «Фонд комплексных квалификационных заданий, (ККЗ) составленных на основе производственных ситуаций. Таким образом, решая (ККЗ), выпускники подтверждали свой уровень соответствия подготовки для работы на производстве.

Цель исследования. Сформулировать основные требования к квалификации инженера-механика, чтобы содержание подготовки (образования) специалиста было органически связано с насущными производственными задачами (ситуациями), с учетом тенденций развития отрясли, экономического состояния страны и мировой экономики.

Основная часть. На наш взгляд, совершенствование подготовки инженеров-механиков на данный момент не в полной мере учитывает процессы, происходящие в сельскохозяйственном производстве. Учебные планы и программы разработаны в соответствии со стандартами, которые были приняты 2004 году. При этом к их разработке приступили лет 5 назад. Таким образом, они отражают производственную ситуацию на селе 90 годов. Ситуацию не совсем понятую и осмысленную.

На смену сельскохозяйственных предприятий СССР – колхозов и совхозов - пришли крестьянские сельскохозяйственные кооперативы, акционерные общества, фермерские хозяйства и т.п. В тоже время шло распаевание имущества бывших колхозов, ставилась ставка на рост фермер-

ства, на развитие торгово-закупочных кооперативов по реализации с.х. продукции, интенсивный импорт зарубежной техники, с.х. продукции вытеснявшей отечественную и т.д. При этом из-за низкой рентабельности резко падало поголовье скота, и уменьшались объемы продукции животноводства. В итоге никто не мог описать структуру и организацию существующих и, главное, будущих с.х. предприятий.

В тоже время в селе складывалась и сейчас очень распространилась не очень «здоровая» форма организации производства, суть которой состоит в следующем. Человек, у которого есть средства, иногда это бывает руководитель фермерского хозяйства, имеющий по закону 50 га, берет в аренду паи, зачастую практически объединяет назад всю площадь земли, которую имел колхоз. Выкупает или арендует бывшую производственную базу: помещения ремонтной мастерской, автогараж, хранилище. В большинстве случаев пайщикам практически безразлично, какой деятельностью будет заниматься арендатор, что будет выращивать на их земле. Их больше интересует стоимость аренды, потому что в противном случае зачастую земля (на семью 3 – 15 га) будет просто простаивать, так как самостоятельно без средств механизации на ней трудно что-то производить.

Учитывая, что в настоящее время животноводство не рентабельно, а в растениеводстве прибыль приносят только культуры, ориентированные на экспорт, «новые хозяева» земли занимаются выращиванием озимой пшеницы, подсолнечника, кукурузы на зерно и рапса (на примере Харьковской области). Сахарную свеклу на сегодняшний день выращивать с ее энергозатратами не выгодно. К тому же большинство сахарных заводов или «исчезли» или находятся в нерабочем состоянии. Многолетние травы выращивать не для кого. Вот и получается, что в структуре посевных площадей 3-4 культуры. Земли под пар не отводят (зачем будет пустовать земля целый год!). Вот и получается 3-х или 4-х -польный севооборот, если это можно назвать севооборотом.

При этом минеральные удобрения вносятся только из расчета получения урожая, а не восстановления плодородия; основная обработка почвы заменяется поверхностной или нулевой – с целью экономии энергоресурсов; механическая борьба с бурьянами заменяется химической; идет интенсивное применение пестицидов и стимуляторов роста. При отсутствии органики и таком ведении хозяйства через 10 лет земля потеряет свое плодородие.

Что же касается технического обеспечения такого производства, (на площади 800–1500 га) то рациональным стало использование минимального машинно-тракторного парка, который включает: энергонасыщенный трактор (400–500 л.с.) импортного производства, дисковая боро-

на, комплексный почвообрабатывающий агрегат, широкозахватный посевной агрегат, два - три трактора класса 1,4 КН (обычно МТЗ или импортные мощностью 60–100 л.с.) тракторные прицепы для выполнения транспортных работ, опрыскиватель (зачастую самоходный импортный). Иногда имеется свой зерноуборочный комбайн, но чаще выгоднее на уборку нанять уборочный комплекс: комбайны и автомобили.

Следует отметить, что в таком с.х. предприятии на площади 800–1500 га работает до 20 человек, включая директора, управляющего, агронома, инженера, бухгалтера, механизаторов и сторожей.

А теперь, глядя на эту организацию производства рассмотрим задачи и функции инженера-механика.

Уповая на порядочность и патриотизм руководителя подобного с.х. предприятия, который все же задумывается о будущем земли-кормилицы и экологии, учитывая его основную цель получения максимальной прибыли при минимальных затратах, с учетом личных наблюдений, можно описать круг задач, которые в таких условиях решает инженер-механик, и определить область знаний и умений, которыми он должен обладать.

Во-первых, инженер-механик должен хорошо знать технологии производства с.х. продукции, т.е. быть инженером-технологом. Исходя из глубоких знаний технологий, он должен умело т.е. экономически обосновано с точки зрения минимизации затрат на механизацию, надежности и взаимозаменяемости; ремонтопригодности и долговечности выбирать машины и орудия. Здесь не обойтись без использования информационных технологий, знаний в области маркетинга, тенденций развития в технологиях и технике данной отрасли.

В области рационального использования машинотракторного парка и агрегатирования, задача инженера сегодня изменилась. Заводы-изготовители для каждой выпускаемой модели тракторов (в том числе и ХТЗ) дают перечень машин и оборудования, с которыми их рационально использовать и даже указывают режимы работы. Тоже касается и с.х. машин – заводы указывают марки тракторов для их использования. Если же этого нет в инструкции по применению – это можно найти в интернете. Рассчитывать агрегат через крюковую мощность и тяговое сопротивление машины или орудия практически не приходится. Однако возникает задача принятия решения выбора оптимального агрегата, зачастую многокритериального: с позиции удельных затрат, производительности, качества выполнения операции, годовой загрузки и срока окупаемости, ремонтопригодности и т.д.

Что касается обеспечения работоспособности машин, то импортная сложная техника, которой сейчас отдают предпочтение (тракторы,

комбайны, опрыскиватели) предусматривает гарантийное обслуживание. И убедившись в его качестве, многие хозяева заключают договора на продолжение сервисного обслуживания специализированными станциями (или компаниями) после истечения гарантийного срока.

Ремонт несложной техники на производстве производится своими силами. Однако большинство бывших ремонтных колхозных мастерских опустели, и сейчас из оборудования имеют: дрель, болгарку – чтобы отрезать и просверлить и сварочный аппарат (часто полуавтомат) – чтобы приварить, и хороший набор гаечных ключей. Токарные, фрезерные станки практически отсутствуют, т.к. болт или гайку, а тем более запасную часть гораздо дешевле купить, чем изготовить своими силами. И если когда-то в колхозных мастерских выполнялись текущие и капитальные ремонты двигателей внутреннего сгорания, то сейчас это намного дешевле и качественнее выполнить в специализированной ремонтной мастерской в районном или областном городе в течение 3-х дней. Поэтому держать в мастерской токаря или моториста за приличную зарплату руководитель предприятия не будет. Очень часто инженер-механик (по нашим наблюдениям) несложные ремонтные работы выполняет самостоятельно вместе с механизатором. Отсюда вытекает: современный инженер-механик должен не только знать технологию выполнения ремонтных работ, но и иметь практические навыки их выполнения.

Что касается сложного квалифицированного ремонта машин, орудий и оборудования инженер должен иметь информацию о специализированных мастерских или ремонтных предприятиях, которые находятся в ближайших городах. Часто же узел или агрегат ремонтировать экономически не выгодно, поэтому, производится его замена. Приобретение и заказ через телефон или с помощью интернета. Доставка – масса вариантов: самовывоз, услуги «Новой почты» и т.д. При этом инженер должен хорошо знать технологию восстановления и ремонта сложных машин вплоть до технологии их производства и современные методы технической диагностики Это позволяет ему принять правильное решение по организации и технологии восстановлению работоспособности машины.

Очень эффективна система ремонтно-обслуживающих работ сложившаяся в США т.к. там фермеры обращаются для выполнения таких работ на дилерский пункт, где работают высококвалифицированные специалисты по ремонту. Они выполняет работу или с выездом на место или в дилерской мастерской, или отправляют на завод.

Как и было ранее, инженер в современном с.х. предприятий занимается вопросом обеспечения топливно-смазочных материалов, но при этом возрастают требования по контролю за качеством ТСМ, строго соблюдая типы и марки для каждого вида техники. Особое внимание необ-

ходимо уделять состоянию заправочных станций и колонок, оборудования и фильтров, т.к. качественное топливо - одно из условий фирменного обслуживания и работоспособности машин вообще.

Исходя из сказанного, вытекает несколько условий для решения задачи о подготовке инженера-механика, удовлетворяющего сегодняшним насущным требованиям с перспективой на развитие производства:

- выпускник должен иметь четкое представление о структуре и организации отраслей, связанных с производством с.х. продукции;

- выпускник должен знать картину о мировом производстве (рынки сбыта, основных производителей) как сельскохозяйственной продукции, так и средств ее производства – в первую очередь тракторы, с.х. машины и орудия;

– выпускника ВУЗа нужно обеспечить знаниями по новейшим технологиям производства продукции в отраслях сельского хозяйства, восстановления и ремонта с.х. техники;

– четко знать причины деградации земель в стране и эффективные методы по восстановлению ее плодородия;

– быстро оценивать с помощью экономических, экологических и социальных критериев эффективность внедрения технологических процессов; выбирать рациональное решение;

– знать современные методы и материалы химической мелиорации; должен уметь оценивать все проводимые и разрабатываемы производственные процессы с точки зрения их экологического воздействия на окружающую среду;

– выпускник (молодой специалист) должен уметь оперативно получать новейшую информацию, связанную с кругом задач его производственной деятельности;

Перечитывая эти требования можно сказать, что это известные прописные истины. А если посмотреть на них с позиций высокоорганизованного эффективного производства, то вытекают задачи пересмотра учебных программ, построения преподаваемого материала таким образом, что бы (из-за дефицита часов) не упустить и твердо заложить базовый материал и рассказать, донести и научить пользоваться последними достижениями науки и техники, да и, наверное, и практики! Чтобы это сделать, преподаватель сам постоянно должен находиться в процессе самосовершенствования и иметь непосредственную связь с производством. Только тогда его выводы и доказательства будут правдоподобны, реалистичны и жизненны. Только ссылки и примеры из жизни будут подтверждать излагаемый материал, а не вызывать скептические улыбки.

В вышесказанном нет ничего революционного, но из него явно вытекают задачи, которые необходимо решать сегодня при подготовке для производства инженера механика:

– это постоянное совершенствование и изменение содержания рабочего плана и учебных программ его наполняющих дисциплин;

– органическая взаимосвязь учебных дисциплин «по вертикали и горизонтали» на основании учебного плана;

– выведение дисциплин в ранг «факультативных», которые не направлены на подготовку специалиста, а развивают его кругозор, повышают его культурный уровень и т.п.;

– по опыту решения ККЗ чаще практиковать решение комплексных заданий, основанных на производственных (жизненных) современных ситуациях, требующих умения пользоваться знаниями одновременно по нескольким предметам.

Здесь в качестве примера можно предложить студентам подобрать сельскохозяйственное орудие, например плуг или дисковую борону к конкретной марке трактора на основании проспектов сельскохозяйственных выставок или информации из интернета (на иностранном языке) по нескольким критериям: цена, максимальное использование тягового усилия трактора, надежность и затраты на его поддержания в работоспособном состоянии.

Задача, скажем, для учебного процесса на сегодняшний день решается не просто: необходимо объединение усилий сразу нескольких кафедр, преподающих дисциплины: сельскохозяйственные машины; эксплуатацию машинно-тракторного парка; иностранный язык; маркетинг; менеджмент; информатику; надежность и ремонт машин. С учетом сегодняшней загруженности преподавателей не просто собрать сейчас оперативно 6 – 7 преподавателей, чтобы подготовить и дать правильный ответ на поставленную задачу. А потом еще надо решить, кто и когда из преподавателей его будет выдавать и кто проверять, не говоря о том, каким образом проанализировать со студентами выполненное ими задание.

А может это все сделать один преподаватель? Теоретически, да. Реально – думаю немногие. А самое главное, что такие задачи приходится решать сегодня нашим инженерам-механикам. Вспомните сельскохозяйственные выставки. Среди посетителей выделяются производственники, имеющие задачу купить. Вот перед ними и стоят эти вопросы, которые мы поставили в данном примере. Примеров таких комплексных задач можно привести множество, и только, повторяюсь, органическая связь предметов, эрудиция и профессионализм преподавателей помогут их поставить и давать правильные ответы. Пример методики комплексных заданий мы видели во время посещения аграрного лицея во Франции (г. Мон-

таржи). В рабочей тетради, по мере изложения материала по изучению устройства сельскохозяйственных энергетических средств, в конце раздела выдавалось, точнее оно уже было напечатано в рабочей тетради, задание. Для его решения необходимо было знание вопросов и по экономике, и по ремонту, и по диагностике узла. Не знаю, как и кто эти задания составлял – один преподаватель или несколько. Листая эту рабочую тетрадь, далее видел уже более сложные задания, связанные со знанием технологии производства, менеджмента, экономики и пр. Это было что-то похожее на наш курсовой проект. Но суть в том, что там были вопросы, которые рассматривались при изучении устройства энергетического средства. Трудно сказать – это было сделано толи для закрепления материала, толи для увязки предметов, но это было похоже на производственную (как мы говорим «жизненную») ситуацию.

Выводы. В настоящей статье было поднято ряд разносторонних вопросов, касающихся современного уровня подготовки инженеров-механиков сельскохозяйственного производства.

Мнения автора субъективны, поэтому данная статья может быть предметом полемики. Мы приглашаем всех желающих, кому не безразличен профессиональный уровень современного сельского инженера, в подготовку которого вкладываем мы свой труд к обсуждению, и будем благодарны за высказанные мнения по существу проблемы. Обобщение опыта и размышлений позволит дать верные рекомендации в направлении совершенствования подготовки специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра. Напрям підготовки 0919 «Механізація та електрифікація сільського господарства» : ГСВОУ- 04 – Офіц. вид. - К.: Науково- методичний центр аграрної освіти Міністерство аграрної політки України, 2007. – 161 с.- (Нормативний документ Міністерства освіти і науки України. Галузевий стандарт).

2. Квалификационные требования к специалистам с высшим образованием по специальности 3113 «Механизация сельского хозяйства» (квалификационная характеристика и фонд комплексных квалификационных заданий)- Офиц. изд.- М.: Учебно-методическое объединение ВУЗов по инженерным специальностям МИИСП, 1990. – 67 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Higher education framework of Ukraine. Bachelor educational qualification. Training course 0919 “ Farm mechanization and electrification”: GSVOU -04 – Offic.vyd.- K.: Naukovo-metodychny tsentr agrarnoi osvity

Ministerstvo agrarnoi polityky Ukrainy, 2005. – 161 s. (Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Galuzevy standart)

2. Qualification requirements to qualified specialists in specialty 3113 “Farm mechanization” (qualification and collection of complex qualification tasks)- Offits. Izd - M.: Uchebno-metodicheskoe obedinenie VUZov po inzhnernym special’nostyam MIISP. – 67s.

AGRICULTURAL ENGINEER QUALIFICATION MODERN REQUIREMENTS

V. I. Pastukhov

Summary

The problems of training at the universities the agricultural production mechanical engineers with qualification level corresponding to modern requirements for qualified specialists in specialty «Farm mechanization and electrification» have been considered.

Key words: engineer, farm mechanization, qualification characteristics, production problems, content of the specialist training.

УДК 611:612:631.3

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «БИОНИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»

Бабицкий Л.Ф., акад. МААО, д.т.н., проф.
Москалевич В.Ю., к.т.н.
Южный филиал Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»
г. Симферополь, Украина
Тел./факс (0652) 26-38-23,
e-mail: kaf-meh@rambler.ru.

Аннотация. Обоснованы структура, содержание и методика преподавания нового учебного курса «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин». Рассмотрены особенности организации лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы студентов и оценивания качества их подготовки.

Ключевые слова: методика преподавания, биосистемный подход, лекция, лабораторное занятие, контроль знаний.

Постановка проблемы. Применяемая в сельском хозяйстве техника по уровню использования в ней передовых достижений научно-технической мысли существенно отстаёт от других отраслей производства и, как следствие, не может удовлетворять всё возрастающие требования к качеству, безопасности и энергоэффективности выполнения технологических процессов. Развитие сельскохозяйственного производства требует новых подходов к разработке и проектированию сельскохозяйственных машин и механизмов. Весьма перспективным направлением выполнения этих задач является использование «решений» живой природы.

В этом аспекте результаты исследований бионики могут служить основой для создания новых и совершенствования существующих сельскохозяйственных машин. Родившаяся на стыке биологических, физико-математических и технических наук, бионика ставит своей задачей использование принципов организации и функциональных схем биологических систем разного уровня при решении инженерно-технических задач. Синтезируя достижения многих естественных и технических наук, осуществляя совершенно новый подход к изучению творчества живой природы, бионика все больше проникает в различные области практической деятельности. Она формирует и развивает новые научные направления, которые способствуют развитию инновационных технологий. Это ставит новые требования к подготовке квалифицированных инженерных и научных работников сельского хозяйства, особенно в области его механизации.

Анализ последних исследований и публикаций. За последние два десятилетия бионика способствовала выведению на качественно новый уровень таких отраслей, как машиностроение, радиоэлектроника, архитектура, навигационное приборостроение, вычислительная техника, эргономика, медицина и др. [1, 2, 3, 4]. По специальности «Механизация сельского хозяйства» готовятся инженеры-механики, бакалавры, магистры, защищаются кандидатские и докторские диссертации. Однако в содержаниях учебных пособий и научных работ в настоящее время недостаточно нашли отражение вопросы, связанные с использованием принципов и методов бионики. Это обусловило необходимость введения в учебный план подготовки специалистов и магистров инженерного профиля по механизации сельского хозяйства в Южном филиале Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет» учебной дисциплины «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин».

Цель исследования. Целью учебной дисциплины «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» является развитие творческого мышления студентов – будущих магистров, подготовка их к разработке теоретических предпосылок, обучение методам поиска новых технических решений на основе бионических сравнений, построению математических моделей систем биологических прототипов, особенностям системного подхода при создании рабочих органов сельскохозяйственных машин. Необходимо обосновать структуру, содержание и методику преподавания данного учебного курса.

Основная часть. Рабочим учебным планом подготовки специалистов образовательно-квалификационного уровня «магистр» по специальности «Механизация сельского хозяйства» на изучение дисциплины «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» отводится 3 кредита ECTS при соотношении учебных часов аудиторных занятий к самостоятельной работе 36/72. Исходя из объёма и продолжительности данного учебного курса, его рабочую программу целесообразно разбить на два содержательных модуля, которые включают 9 лекционных тем, 6 тем лабораторных занятий и 6 тем для самостоятельной работы.

Лекционный курс предлагается излагать таким образом, что вначале рассматриваются общие положения и методы исследований науки бионики, а затем раскрывается содержание биосистемного подхода к решению научно-технических проблем и задач в области механизации сельского хозяйства.

В соответствии с такой методикой, первая лекция знакомит студентов с основными понятиями, определениями и методами исследований бионики, этапами её возникновения и развития, основными направлениями и разделами. Вторая лекционная тема посвящена рассмотрению бионического моделирования как основного метода исследований и примерам его осуществления в различных областях техники.

Поскольку построение бионической модели невозможно без знания свойств исследуемого объекта, то следующая лекция посвящена методам изучения физико-механических свойств биологических объектов сельскохозяйственного производства (почвы, стеблей и плодов растений), а также построению их реологических моделей, позволяющих достаточно наглядно представить всё многообразие свойств определённым сочетанием упругих, вязких и пластических элементов, а затем перейти к математическому описанию объекта.

Начиная с четвёртой лекции, последовательно рассматриваются этапы бионического обоснования параметров и принципов действия рабочих органов на основании изучения формы, структуры, кинематических и динамических характеристик биологических прототипов. Эту и по-

следующие лекции целесообразно проводить с проблемной постановкой вопросов.

Седьмая лекционная тема посвящена бионическим основам обеспечения надёжности сельскохозяйственных машин и их рабочих органов.

Поскольку сельскохозяйственное производство характеризуется низкой степенью автоматизации, главная роль в обеспечении эффективности технологических процессов принадлежит человеку как ключевому звену системы «человек–машина–среда», которое осуществляет в ней обратную связь. Поэтому проблема оптимизации таких систем на основании исследования психофизиологических возможностей человека-оператора рассматривается в отдельной лекции.

В завершении лекционного курса необходимо обозначить перспективы развития бионики в сельскохозяйственном производстве.

Лабораторные занятия непосредственно связаны с темами лекций и включают определение физико-механических свойств почвы, стеблей и плодов растений с использованием специальных методик и приборов, изучение формы и параметров биологических прототипов, обоснование по бионическому подобию конструктивно-технологических схем, параметров рабочих органов и режимов работы сельскохозяйственных машин, а также их экспериментальные исследования.

При этом темы лабораторных работ логически связаны между собой таким образом, что студенты на лабораторных занятиях должны исследовать форму, параметры и принцип действия биологических прототипов, на основании найденных закономерностей обосновывать параметры рабочих органов и затем экспериментально проверить их эффективность.

При организации учебного процесса главное внимание должно быть направлено на самостоятельную работу студентов. Если студент самостоятельно в должной мере не будет овладевать знаниями, то никакая методика преподавания не поможет. Это особенно важно в связи с тем, что большая часть курса «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» отводится на самостоятельное изучение. Как известно, качество самостоятельной работы зависит от многих факторов, главные из которых:

- воля к труду и качество его выполнения;
- умение сосредоточить в нужный момент внимание и волю;
- степень напряжения умственной работы;
- выработанные в процессе учебной деятельности навыки.

Выполнение этих условий формирует внутреннюю организованность и собранность студента.

При организации самостоятельной работы следует приучать студентов работать систематически в соответствии с учебным графиком. По рассматриваемому курсу предусмотрена как самостоятельная работа студентов в лабораториях, так и вне аудиторий. С учётом особенностей подготовки магистров по специальности «Механизация сельского хозяйства» предлагаются следующие виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин»:

– предварительное ознакомление с краткими конспектами и презентациями лекционного материала, в результате которого студентам следует внести свои предложения по улучшению информационного содержания лекций;

– поиск ответов по отдельным вопросам лекций с неограниченным использованием источников информации, в том числе из сети Internet;

– участие в подготовке методических указаний по изучаемой дисциплине;

– предварительная проработка теоретического обоснования лабораторных работ и ознакомление с методикой их выполнения с учётом индивидуальных заданий. Этот методический приём является весьма ценным, т.к. студент сначала сам осваивает материал лабораторного занятия, готовит вопросы по неясным ему моментам, а затем выполняет эту лабораторную работу;

– оформление отчётов по выполненным работам;

– подготовка рефератов по самостоятельно выбранным темам из предлагаемого перечня;

– творческая разработка и изготовление моделей, макетов и образцов рабочих органов с последующей экспериментальной проверкой их эффективности в соответствии с темами магистерских работ;

– подготовка к модульным контрольным работам и итоговым аттестациям;

– подготовка докладов на студенческие научные конференции и материалов в студенческий сборник научных работ;

– подготовка учебной заявки на выдачу патента на изобретение на основе биологических прототипов.

В помощь студентам на кафедре механизации, энергетики и технического сервиса по дисциплине «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» разработаны учебные пособия, методические указания, компьютерные презентации, задания для самостоятельной работы и тестовые задания. Следует подчеркнуть, что учёт текущей успеваемости студентов проводится систематически по результатам выполне-

ния всех вышеперечисленных видов заданий, независимо от планового зачёта, и включается в личный рейтинг каждого студента, который влияет на его итоговую оценку. Студенты, своевременно и качественно выполняющие задания и набравшие достаточное количество зачётных баллов, освобождаются от написания зачётной работы. Такой метод контроля ориентирует студентов на самостоятельную работу.

Выводы. При изучении студентами курса новой учебной дисциплины «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» основное внимание должно уделяться их самостоятельной работе.

При оценке качества подготовки студентов приоритет следует отдавать системности и творческому подходу в освоении программы дисциплины. Учебный курс «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» и предлагаемую методику его преподавания целесообразно ввести в учебные планы подготовки магистров аграрных вузов Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабицький Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л.Ф. Бабицький. – К.: Урожай, 1998. – 164с.

2. Бабицкий Л.Ф. Бионическое моделирование процесса механической обработки почвы / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 10. – Т.8. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 357-366.

3. Бабицкий Л.Ф. Повышение эффективности работы молотковых дробилок на основе бионических сравнений / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. – Т.5. – С. 86-91.

4. Бионика – техника, скопированная у природы: [Електронний ресурс]. – Режим доступу :http://manwb.ru/articles/science/natural_science /Bionika_E|Azhnina.

BIBLIOGRAPHY

1. Babytsky L.F. Bionic directions of soil-cultivating machinery development / L.F. Babytsky. - K: Urozhay, 1998. – 164 s.

2. Babitskiy L.F. Bionic modeling of mechanical soil cultivation process / L.F. Babitskiy, V.Yu. Moskalevich // Pratsi Tavriyskogo derzhavnogo universytetu. - Melitopol: TDATU, 2010. – Vyp. 10, t.8-–S. 357-366

3. Babitskiy L.F. Increasing efficiency of hammer crushers functioning on the basis of bionic matchings / L.F. Babitskiy, V.Yu. Moskalevich// Pratsi

Tavriyskogo derzhavnogo universytetu. – Melitopol: TDATU, 2011.– Vyp. 11, t.5 –S. 86-91

4. Bionics is nature duplicated technology.[E- resource]: Retrieved from: http://manwb.ru/articles/science/natural_science/Bionika_E|Azhnina.

TEACHING METHODS OF THE COURSE «BIONIC TRENDS OF FARM MACHINERY DEVELOPMENT»

L. F. Babitsky, V. Yu. Moskalevich

Summary

The structure, content and teaching methods of the new training course «Bionic trends of farm machinery development» have been substantiated. The peculiarities of lecture delivery, laboratory studies, autonomous work of students and their training quality evaluation have been considered.

Key words: teaching methods, biosystematics approach, lecture, laboratory studies, testing.

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 631.362.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПНЕВМОСЕПАРАЦИИ И ОБЕСПЫЛИВАНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.
Ткаченко А.В., к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. (0619) 44-02-74
e-mail: didurva@mail.ru

Аннотация. Приведена математическая модель процесса пневмосепарации и обеспыливания поверхности семян подсолнечника в вертикальном воздушном потоке. Получена система дифференциальных уравнений, учитывающих действие боковых сил и моментов сопротивления элементов семенного вороха в воздушном потоке. Смоделировано поведение семян подсолнечника, примесей и пылевидных частиц на поверхности семян при изменении входных и управляющих параметров процесса пневмосепарации.

Ключевые слова: математическая модель, пневмосепарация, обеспыливание, боковые силы, вращение семян.

Постановка проблемы. Для семенного зерна его очистка в сочетании с последующим сортированием по добротности является основной операцией, обеспечивающей получение высококачественных семян для посева. Применение только способа очистки по аэродинамическим свойствам позволяет удалить до 50% и более всех примесей, содержащих в зерне. Фракционирование зерна в воздушном потоке позволяет выделить фракцию с большей удельной массой зерна, которая отличается биологической полноценностью, более высокой урожайностью и дольше сохраняют урожайные свойства.

Выполнение протравливания семян и их последующее покрытие являются необходимым требованием современных технологий. Отсутствие всякой подготовки поверхности семян перед покрытием приводит к

осыпанию порошков и недобору урожая. Одним из эффективных методов подготовки поверхности семян перед покрытием может быть обеспыливание поверхности воздушным потоком.

Современные требования к устройствам и процессам обработки семян воздушным потоком обуславливают необходимость более глубокого изучения взаимодействия частиц зернового вороха с воздушным потоком и элементами сепарируемого канала. Результаты теоретических и экспериментальных исследований должны лечь в основу создания научной базы для конструирования зерноочистительных и сортировальных машин семян высших репродукций.

Анализ последних исследований и публикаций. При исследовании процесса сепарации зернового вороха в вертикальном канале [1, 2] принимают, что воздушный поток равномерен по сечению канала, частицы не взаимодействуют одна с другой, со стенками канала и не меняют своего положения по отношению к оси воздушного потока.

В этих работах определены следующие аэродинамические характеристики: скорость витания, коэффициенты сопротивления и парусности семян основных культур, сорных растений и других фракций зернового вороха. Для некоторых семян определены миделевы сечения семян.

Большой интерес представляют работы по экспериментальным исследованиям и математическому описанию процесса движения двухкомпонентных потоков в пневмотранспорте [3, 4]. В работе [3] рассмотрено движение отдельной частицы в потоке газа на основе уравнений движения с учётом сил, образующихся при обтекании частицы потоком с неравномерным полем скоростей. При описании движения частицы в вертикальном потоке авторы учитывают влияние боковых сил. Величина этих сил, согласно теореме Н.Е. Жуковского, пропорциональна относительной скорости набегающего потока и его циркуляции. В качестве транспортируемой частицы рассматривается цилиндр и шар, введены осреднённые параметры транспортируемых частиц: размер, плотность, масса и момент инерции, что вполне допустимо при описании процесса пневматического транспортирования. Однако, при описании процессов сепарации и фракционирования в воздушном потоке, необходимо рассматривать аэродинамические свойства конкретных фракций зернового вороха. Большой интерес при экспериментальном исследовании процесса пневматического транспортирования представляет определение частоты вращения зерна в воздушном потоке.

Цель исследования. Целью данной работы является разработка математической модели процессов сепарации, фракционирования и обеспыливания семян в воздушном потоке с учётом влияния поперечных сил,

взаимодействий со стенками аспирационного канала и частиц зернового вороха между собой и с воздушным потоком.

Основная часть. На Украине отсутствуют технология и технические средства для послеуборочной обработки небольших партий маточных, суперэлитных, элитных и первой репродукции семян масличных и зерновых культур.

Для решения поставленной проблемы нами разработана контейнерная технология и экспериментальное оборудование послеуборочной обработки гибридов семян родительских форм и гибридов семян подсолнечника первой репродукции [5, 6].

Важной единицей оборудования в контейнерной технологии является трёхступенчатая пневмосепарирующая колонка [7, 8]. На трёхступенчатой колонке осуществляется первичная и вторичная очистка семян. А перед протравливанием и покрытием семян плёнкообразующим составом в первом аспирационном канале производится обеспыливание поверхности семян.

Зерновая пыль состоит из двух частей: минеральной и органической. Размеры частиц пыли колеблются в очень широких пределах – от долей микрона до 250 мкм. Один из методов очистки поверхности семян от пыли обработка воздушным потоком. При обдуве запылённой поверхности семянки потоком воздуха на прилипшую частицу действуют силы адгезии $\vec{F}_{ад}$, вес частицы $\vec{G}$, сила аэродинамического воздействия (реакция воздуха) $\vec{R}$ и подъёмная сила $\vec{F}_{под}$. Для частиц небольших размеров, когда $F_{ад} > G$ и сила реакции воздуха больше подъёмной силы, т.е. $R > F_{под}$, отрыв прилипших частиц произойдёт при условии:

$$R > \mu F_{ад}, \qquad (1)$$

где $\vec{F}_{ад}$ – сила адгезии, $\vec{R}$ – сила аэродинамического воздействия, выступающая здесь как лобовая сила, $\vec{F}_{под}$ – подъёмная сила, μ – коэффициент трения.

Силу воздействия воздушного потока при обтекании частицы воздушным потоком можно рассчитать по формуле

$$R = c_x \rho S_м u_{от}^2 / 2, \qquad (2)$$

где c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления частицы; ρ – плотность воздуха; $S_м$ – миделево сечение частицы; $\vec{u}_{от}$ – относительная скорость частицы в воздушном потоке.

Равнодействующая сила сопротивления воздушного потока действует на уровне центра частицы, т.е. на высоте радиуса частицы от поверхности. При обтекании прилипших частиц, находящихся в пограничном слое, относительная скорость частицы в воздушном потоке изменяется от нуля до определённого значения. Это изменение оказывает существенное влияние на силу аэродинамического сопротивления частицы. Кроме того, входящий в формулу (2) коэффициент аэродинамического сопротивления частиц c_x зависит от числа Рейнольдса, которое, в свою очередь, является функцией скорости потока. Таким образом, отрыв воздушным потоком прилипших частиц неразрывно связан со структурой пограничного слоя и с распределением скорости в этом слое. Определение силы аэродинамического сопротивления для различных семян и при различных условиях воздействия воздушного потока требует ряда экспериментальных исследований. Поэтому при отработке технологии в производственных условиях выбор скоростных режимов воздушного потока и параметров аспирационной колонки определялись по качеству обеспыливания поверхности семян.

В связи с тем, что в аспирационном канале, в котором кроме сепарации семян, должно производиться обеспыливание их поверхности, параметры канала и режимы его работы должны отличаться от сепарационных каналов, применяемых в зерноочистительных машинах. В частности длина канала и его высота, должны обеспечить обеспыливание поверхности за счёт скорости воздушного потока и времени нахождения семян в воздушном потоке. А для обоснования параметров канала и режимов его работы, необходимо учесть все силы, действующие на семена и эпюры скоростей воздушного потока по сечению канала должны соответствовать турбулентному воздушному потоку.

Примем степенной закон распределения воздушного потока по сечению канала. Тогда эпюра скорости воздушного потока в канале на отрезке $0 \le x \le b_o$ опишется уравнением [9]

$$\vec{V} = V_{max}\left(\frac{x}{b_o}\right)^{1/7}\vec{i}, \qquad (3)$$

где b_o – расстояние от оси канала до стенки;

$\vec{i}$ – единичный вектор оси $\mathbf{Y}$.

При таком законе распределения скоростей возникает градиент $\mathbf{grad}_y\mathbf{V}$ воздушного потока, который в свою очередь приводит к возникновению боковых сил, действующих на семянку.

При вбрасывании семянки в вертикальный воздушный поток пневмосепарационного канала, действующие на частицу силы можно привести к главному вектору сил $\vec{P}$ и главному моменту сил $\vec{M}$. Составляющими силами главного вектора, в нашем случае, являются сила тяжести $\vec{G} = m\vec{g}$, сила сопротивления воздушного потока $\vec{R}$ и боковые силы, одна из которых $\vec{\Pi}_1$ возникает от градиента $\mathbf{grad}_y\mathbf{V}$ воздушного потока, обтекающего частицу, а другая $\vec{\Pi}_2$ возникает от вращения частицы, обтекаемой воздушным потоком (эффект Магнуса).

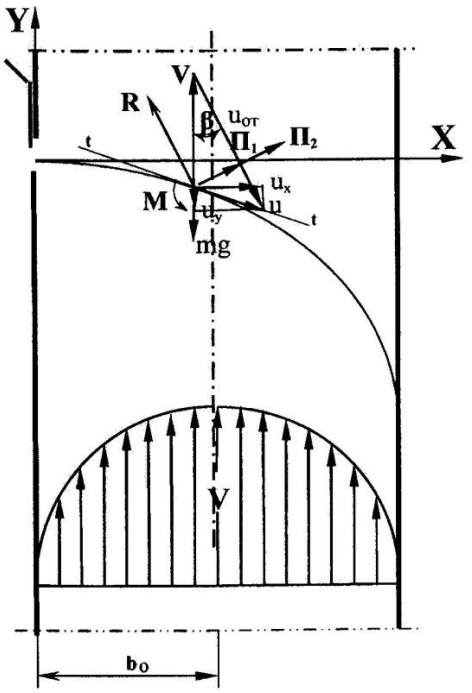


Рисунок 1 - План скоростей и схема сил, действующих на семянку в первой половине канала

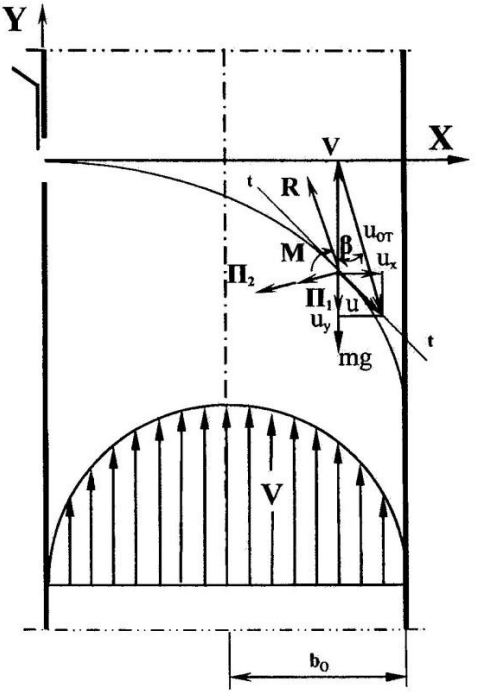


Рисунок 2 - План скоростей и схема сил, действующих на семянку во второй половине канала

Для правильного выбора направления действующих сил необходимо совместно рассмотреть план скоростей частицы и схему действую-

щих сил. План скоростей и схема сил, действующих на семянку в первой половине и во второй половине пневмосепарационного канала, представлены соответственно на рис. 1 и рис.2. Где $\vec{\mathbf{V}}$ – скорость воздушного потока, $\vec{\mathbf{u}}$ – скорость семянки и её проекции $\mathbf{u_x}, \mathbf{u_y}$ на оси координат, $\vec{\mathbf{u}}_{\mathbf{от}}$ – относительна скорость семянки в воздушном потоке, $t - t$ – касательная к траектории полёта семянки в рассматриваемой точке.

Сила сопротивления воздушного потока (сила реакции воздуха) направлена в сторону противоположную относительной скорости частицы, а боковые силы направлены перпендикулярно относительной скорости в направлении, показанном на рис.1 и рис.2.

Относительную скорость семянки в воздушном потоке на отрезке $0 \le x \le b_o$ найдём из прямоугольного треугольника плана скоростей (рис.1)

$$u_{\text{от}} = \sqrt{\left(\mathbf{V} \pm u_y\right)^2 + u_x^2}. \tag{4}$$

Когда скорость витания семянки больше скорости воздушного потока и семянка падает вниз по аспирационному каналу перед u_y ставится знак «+», в противном случае ставится знак «–».

Уравнение движения семянки для первой половины вертикального канала в проекциях на оси координат с учётом боковых сил и момента сил, действующего на семянку, примет вид

$$\left.\begin{aligned} m\frac{du_x}{dt} &= -R\sin\beta + \Pi_1\cos\beta + \Pi_2\cos\beta; \\ m\frac{du_y}{dt} &= R\cos\beta + \Pi_1\sin\beta + \Pi_2\sin\beta - mg; \\ J\frac{d\omega}{dt} &= M. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Где m – масса частицы; t – время, J – момент инерции частицы; $\vec{\omega}$ – угловая скорость частицы; $\vec{r}$ – радиус-вектор от начала координат X0Y, связанный с частицей, м; β – угол, определяемый направления относительной скорости семянки к направлению воздушного потока.

Так как семянка подсолнечника имеет большое отклонение от симметрии, то частота вращения её будет на много выше, чем частота вращения сферической частицы. А значит, кинематика и динамика движения

семянки в воздушном потоке будут иными, чем у шаровой или цилиндрической частицы. Поэтому при выводе системы уравнений движения рассматриваем конкретно семянки подсолнечника с их геометрическими и аэродинамическими характеристиками. На рис. 3 изображены схема семянки подсолнечника, её миделево сечения S_x, S_y, S_z по ортогональным плоскостям, основные размеры, полученные в результате замеров трёх типов семян.

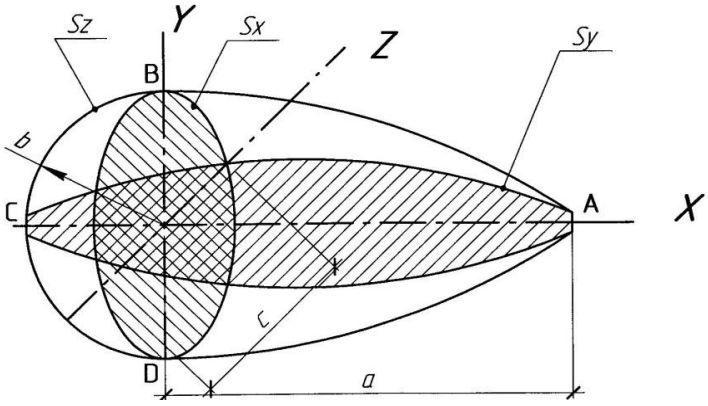


Рисунок 3 - Схема семянки подсолнечника

Таблица 1 – Геометрические размеры семянок подсолнечника

Параметры	Единицы измерения	Тип семянок		
		№1	№2	№3
a	мм	7,17	7,99	8,84
b	мм	2,39	2,66	2,93
c	мм	2,81	3,1	3,56
S_x	мм^2	10,55	12,95	16,38
S_y	мм^2	21,1	25,93	32,91
S_z	мм^2	35,81	44,5	54,17
m	г	0,047	0,058	0,070

Вследствие действия боковых сил в восходящем потоке семянка не может занимать в нём постоянного и определённого положения по отношению к направлению скорости потока. Ориентация её в потоке будет постоянно меняться. По этой причине будут изменяться площадь миделева сечения и коэффициент парусности. Основные размеры, миделевы сечения и масса трёх типов семянок представлены в таблице. При описании аэродинамических свойств семян предпочтительнее выбирать коэффици-

ент парусности перед коэффициентом аэродинамического сопротивления, так как именно этот показатель больше фигурирует в справочной литературе по семенам. Поэтому силу сопротивления $\vec{R}$ определяем из соотношения [10]

$$R = mk_n u_{от}^{\ 2}, \tag{6}$$

где k_n – коэффициент парусности, величина которого определяется экспериментально для семян всех сельскохозяйственных культур.

Проекции силы сопротивления R_x и R_y на оси координат

$$R_x = mk_n u_{от} u_{от} \sin\beta. \tag{7}$$

$$R_y = mk_n u_{от} u_{от} \cos\beta. \tag{8}$$

Проекция относительной скорости семянки на оси x и y определяется из плана скоростей (рис. 1) с учётом значения скорости потока из выражения (3)

$$u_{от} \sin\beta = u_x; \tag{9}$$

$$u_{от} \cos\beta = \mathrm{V} \pm u_y = \left[\mathrm{V}_{\max} \left(\frac{x}{b_o} \right)^{1/7} \pm u_y \right]. \tag{10}$$

Силу сопротивления $\vec{R}$ в развёрнутом виде определяем из соотношения (6), подставляя значения относительной скорости семянки в воздушном потоке из выражения (4)

Поэтому силу сопротивления $\vec{R}$ определяем из соотношения Ве-

$$R = mk_n \left\{ \left[\mathrm{V}_{\max} \left(\frac{x}{b_o} \right)^{1/7} \pm u_y \right]^2 + u_x^2 \right\}. \tag{11}$$

личина боковых сил, согласно теореме Н.Е Жуковского, пропорциональна относительной скорости набегающего потока $\vec{u}_{от}$ и циркуляции Γ, т.е.

$$\vec{\Pi} = \rho \vec{u}_{от} \Gamma. \qquad (12)$$

где $\rho -$ плотность воздуха.

Циркуляция скоростного поля определяется криволинейным интегралом

$$\Gamma_1 = \oint u_{ox} dx + u_{oy} dy = \int_0^{2\pi} \left\{ u_{ox}\left[x(\alpha), y(\alpha)\right] x'(\alpha) + u_{oy}\left[x(\alpha), y(\alpha)\right] y'(\alpha) \right\} d\alpha.$$

где u_{ox}, u_{oy} – проекции относительной скорости семянки, α – угловая координата точки контура обтекания (угол Эйлера, угол поворота частицы).

Циркуляцию скорости Γ_1, Γ_2 воздушного потока по контуру семянки подсолнечника определяем криволинейным интегралом с использованием методики Ф.Г.Зуева [3] для случая циркуляции скорости по круговому контуру цилиндра или шара.

$$\Gamma_1 = C\frac{\pi}{2}\left(a^2 + b^2\right) = \frac{\pi V_{max}}{14 b_o^{1/7} x^{6/7}}\left(a^2 + b^2\right). \qquad (13)$$

$$\Gamma_2 = \pi\left(a^2 + b^2\right)\omega. \qquad (14)$$

Тогда из уравнения (12), подставляя значения проекций относительных скоростей семянки (9), (10) и циркуляции скорости Γ_1, Γ_2 воздушного потока (13), (14) получаем значения проекций боковых сил на оси координат

$$\Pi_{1x} = \frac{\rho\pi}{14}\left(a^2 + b^2\right)\frac{V_{max}}{b_o^{1/7} x^{6/7}}\left[V_{max}\left(\frac{x}{b_o}\right)^{1/7} \pm u_y\right]; \qquad (15)$$

$$\Pi_{1y} = \frac{\rho\pi}{14}\left(a^2 + b^2\right)\frac{V_{max}}{b_o^{1/7} x^{6/7}} u_x; \qquad (16)$$

$$\Pi_{2x} = \pi\rho\left(a^2 + b^2\right)\omega\left[V_{max}\left(\frac{x}{b_o}\right)^{1/7} \pm u_y\right]; \qquad (17)$$

$$\Pi_{2y} = \pi\rho\left(a^2 + b^2\right)\omega\, u_x; \qquad (18)$$

Известно, что линии действия сил $\vec{R}, \vec{\Pi}_1, \vec{\Pi}_2$ проходят через центр масс частицы. Тогда величина момента, действующая на частицу, будет определяться силой аэродинамического сопротивления и её плечом относительно центра масс. С учётом значения силы сопротивления $\vec{R}$ из выражения (11) момент сил, действующий на семянку равен

$$M = l_c R = l_c m k_n \left\{\left[V_{max}\left(\frac{x}{b_o}\right)^{1/7} \pm u_y\right]^2 + u_x^2\right\}. \qquad (19)$$

где l_c – плечо силы сопротивления относительно центра масс семянки.

Из векторной системы уравнений (5) с учётом значений проекций сил сопротивления (7) и (8), проекций относительных скоростей семянки (9), (10), проекций боковых сил на оси координат (15) – (18) и момента силы сопротивления (19) получаем систему уравнений движения семянки в проекциях на оси координат для первой половины канала.

При попадании частицы в другую половину потока (изменение координаты центра масс частицы $x > b_o$) некоторые силы меняют своё направление (рис. 2), поэтому в уравнениях (10) перед выражением этих сил знак должен быть изменён на противоположный. Изменяется направление составляющих Π_{1x} и Π_{2x} боковых сил. Проекция силы $\vec{\Pi}_2$ на ось Y изменяет знак при изменении направления угловой скорости или знака проекции относительной скорости на ось X, а проекция силы $\vec{\Pi}_2$ на ось X изменяет знак при изменении знака ω. Направление момента сил при $x > b_o$ изменяется на противоположное, направление силы сопротивления, действующей вдоль оси X, определяется знаком u_x. На отрезке $b_o < x < 2b_o$ скорость воздушного потока описывается уравнением

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{du_x}{dt} = -k_n\sqrt{\left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_0}\right)^{1/7} + u_y\right]^2 + u_x^2}\;u_x + \\
&+\frac{\rho}{m}\frac{\pi \mathrm{V}_{\max}}{14 b_0^{1/7} x^{6/7}}\left(a^2+b^2\right)\left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_0}\right)^{1/7} + u_y\right] + \\
&+\frac{\rho}{m}\pi\left(a^2+b^2\right)\omega\left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_0}\right)^{1/7} + u_y\right]; \\
&\frac{du_y}{dt} = k_n\sqrt{\left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_0}\right)^{1/7} + u_y\right]^2 + u_x^2} + \left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_0}\right)^{1/7} + u_y\right] \\
&+\frac{\rho}{m}\frac{\pi \mathrm{V}_{\max}}{14 b_0^{1/7} x^{6/7}}\left(a^2+b^2\right)u_x + \frac{\rho}{m}\pi\left(a^2+b^2\right)\omega u_x - g; \\
&\frac{d\omega}{dt} = \frac{l_c m}{J}k_n\left\{\left[\mathrm{V}_{\max}\left(\frac{x}{b_o}\right)^{1/7} \pm u_y\right]^2 + u_x^2\right\}.
\end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

$$\vec{\mathrm{V}} = \mathrm{V}_{\max}\left(1 - \frac{x}{b}\right)^{1/7}\vec{i} \qquad (21)$$

Начальные условия решения уравнения при пневматической сепарации должны быть при

$$t = 0,\ x = 0,\ y = 0,\ u_x = u_{x_н},\ u_y = u_{y_н},\ \omega_н = 0\,.$$

При граничных условиях $y = r$ и $y = 2b_o - r$ произойдёт взаимодействие частицы с твёрдыми границами потока. В результате не вполне упругого удара со скольжением изменяются нормальная, тангенциальная и угловая скорости частицы. Так частица в форме эллипсоида массой, которая имела скорость до удара u_1 и угловую скоростью ω_1, в первое мгновение после удара приобретает скорость u_2 и угловую скорость ω_2. Для этого случая угловую скорость, нормальные и тангенциальные составляющие скорости частиц после удара о стенку канала можно получить из соответствующих выражений [3]

$$u_{n2} = k_n\left(u_{n1} - \omega_1 a\right) - \omega_1 a - \frac{ma}{J}[a\left(1 + k_n\right)\left(u_{n1} - \omega_1 a\right) - \\ -b\left(1 - k_\tau\right)\left(u_{\tau 1} + \omega_1 b\right)]; \quad (23)$$

$$u_{\tau 2} = k_\tau\left(u_{\tau 1} + \omega_1 b\right) - \omega_1 b - \frac{mb}{J}[a\left(1 + k_n\right)\times \\ \times\left(u_{n1} + \omega_1 a\right) - b\left(1 - k_\tau\right)\left(u_{\tau 1} + \omega_1 b\right). \quad (24)$$

где $u_{n_1}, u_{\tau_1}, \omega_1, u_{n_2}, u_{\tau_2}, \omega_2$ – соответственно нормальные, тангенциальные и угловые скорости частиц соответственно до и после удара о стенку канала;

k_n, k_τ – коэффициенты восстановления нормальной и касательной компонент скорости частиц, обычно определяемые экспериментально;

J – момент инерции частицы.

Начальными условиями для уравнений (12) – (14) будут значения параметров, полученные в результате решения системы уравнений (11), т.е. $u_x = u_{x_k} = u_{\tau_1}$, $u_y = u_{y_k} = u_{n_1}$ и $\omega = \omega_k = \omega_1$.

Выводы.

1. Разработанная математическая модель и установленные геометрические и аэродинамические параметры отдельно взятых семянок дают возможность при исследовании процессов пневматической сепарации и обеспыливания в воздушном потоке, заменить классические формы тел в виде шара и цилиндра на реальную ассиметричную форму семян подсолнечника

2. Результаты численных исследований математической модели позволяют оптимизировать следующие параметры: длину аспирационного канал, высоту верхней и нижней частей аспирационного канала и технологические режимы: угол и скорость вбрасывания семянки, скорость воздушного потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безручкин И.П. Исследование аэродинамических свойств семян методом свободного падения в воздушной среде / И.П. Безручкин // Сельскохозяйственная машина. – 1936. – №1 – С. 22 – 31.

2. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 304 с.

3. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях /Ф.Г. Зуев // – М.: Колос, 1976. – 344.

4. Дзядзио А.М. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях / А.М. Дзядзио, А.С. Кеммер // – М.: Колос, 1967. – 295 с.

5. Дидур В.А. Контейнерная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника высших репродукций /В.А. Дидур, А.В. Ткаченко //Східноєвропейський журнал передових технологій. Математика и кибернетика – фундаментальные и прикладные аспекты. – 2007. – №3/6 – С.62 – 72.

6. Дидур В.А. Технология послеуборочной обработки репродуктивных семян / В.А. Дидур, А.В. Ткаченко, В.А. Ткаченко // Збірник наукових праць ІМТ НААН «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві». – Випуск 1. – Запоріжжя:, 2012 – с.122 – 138.

7. Пат. на корисну модель №69470 Україна, МПК (2012.01) A01C 1/00, A01N 63/04 (2006/01), C12P 1/02 (2006.01). Пневмосепарувальний пристрій для знепилювання і фракціонування насіння /О.В. Ткаченко, В.О. Ткаченко. Зареєстровано 14.11.2011

8. Пат. на корисну модель UA №69468 U МПК (2012.01) A01C 1/00, A01N 63/04 (2006/01), C12P 1/02 (2006.01). Спосіб передпосівної обробки насіння /О.В. Ткаченко, В.О. Ткаченко. Зареєстровано 14.11.2011.

9. Бутаков С.Е. Воздуховоды и вентиляторы. Аэродинамика вентиляторных установок. / С.Е. Бутаков – М. – Свердловск: Машгиз, 1958. – 350 с.

10. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчёт, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев – 3е изд. перер. и дополн. – М.-Л.: Сельхозлит., 1955. – 764 с. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).

BIBLIOGRAPHY

1. Bezruchkin I.P. Research of seed aerodynamic properties by air fall method in air / I.P. Bezruchkin// Sel’skokhoziastvennaya mashina- 1936– №1 – S. 22 – 31

2. Gortinskiy V.V. Separation process at grain-processing plants/ V.V. Gortinskiy, A.B. Demskiy, M.A. Boriskin// 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Kolos, 1980. – 304 s.

3. Zuev F.G. Pneumatic transporting at grain-processing plants / F.G. Zuev.– M.: Kolos, 1976. – 344 s.

4. Dziadzio A.M. Pneumatic transport at grain-processing plants / A.M. Dziadzio, A.S. Kemmer.– M.: Kolos, 1967. – 295 s

5. Didur V.A. Postharvest processing container technology of high reproduction sunflower seeds / V.A. Didur, A.V. Tkachenko// Shidnoievropeiskiy zhurnal peredovyh tekhnologiy. Matematika i Kibernetika – fundamental'nye i prikladnye aspekty. – 2007. – №3/6 – S.62 – 72.

6. Didur V.A. Technology of reproductive seed postharvest processing / V.A. Didur, A.V. Tkachenko, V.A. Tkachenko // Zbirnyk naukovyh prats Instytutu mekhanizatsii tvarynnytstva Ukraiins'koi akademii agrarnyh nauk «Mekhanizatsiya, ekologizatsiya ta konvertizatsiya biosyrovyny u tvarynnytstvi». – Vypusk 1. – Zaporizhzhya, 2012 – s.122 – 138.

7. Pat. for utility model №69470 UA , MPK (2012.01) A01C 1/00, A01N 63/04 (2006/01), C12P 1/02 (2006.01). Pneumotic separating unit for seed dedusting and fractionating /O.V. Tkachenko, V.O. Tkachenko. Registered: 14.11.2011

8. Pat. for utility model №69468 UA, MPK (2012.01) A01C 1/00, A01N 63/04 (2006/01), C12P 1/02 (2006.01). Seed pre-sowing cultivation method / O.V. Tkachenko, V.O. Tkachenko. Registered: 14.11.2011

9. Butakov S.E. Airblowers and fans. Aerodynamics of fan-driven plants / S.E. Butakov. – M. – Sverdlovsk: Mashgiz, 1958. – 350 s.

10. Letoshnev M.N. Farm machinery. Theory, calculation, design and test / M.N. Letoshnev// 3-e izd., pererab. i dop. – M.-L.: Sel'khozlit., 1955. – 764 c. – (Uchebniki i uchebnye posobiya dlya vysshyh sel'skokhoziaistvennyh uchebnyh zavedeniy).

PROCESS MODELING OF AIR SEPARATING AND DEDUSTING OF SUNFLOWER SEEDS IN AIR FLOW

V. A. Didur, A. V. Tkachenko

Summary

The process mathematical modeling of air separating and dedusting of sunflower seed surface in vertical air flow is given. The differential equations system considering action of initiated side forces and resistance moments of seed heap elements in air flow has been developed. Expected behavior model of sunflower seeds, dirt and dust particles under change of input and control parameters of air separation process has been simulated.

Key words: mathematical model, air separation, dedusting, side forces, seed rotation.

УДК 636.083

МЕТОД БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Червінський Л.С., акад. МААО, д.т.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна
Тел. (044) 527-85-22
e-mail: lchervinsky@gmail.com

Анотація. *З*запропоновано алгоритм визначення параметрів, що впливають на технологічний процес та розроблено метод багатокритеріальної оптимізації процесу виробництва продукції тваринництва на основі диференційних перетворень Пухова. Особливістю алгоритму є те, що він дозволяє враховувати одночасно як технологічні так електротехнічні фактори. Представлення часткових критеріїв системного значення єдиним критерієм суттєво скорочує пошук оптимуму.

Ключові слова: *к*ритерії оптимізації, технологічний процес, тваринництво, технологічні фактори, електротехнічні фактори.

Постановка проблеми. Основним принципом побудови та реалізації сучасної технології виробництва продукції тваринництва і птахівництва є підвищення якості та кількості цієї продукції при мінімальних матеріальних, енергетичних і екологічних затратах.

Аналіз останніх досліджень. Методологічні дослідження в даному напрямку показують, що ефективного результату можна досягти лише при чіткому обґрунтуванні всіх факторів, які безпосередньо впливають на продукцію, визначенні їх взаємозв’язків і встановленні величини параметрів.

Мета дослідження. З метою підвищення ефективності технологічного процесу одержання продукції тваринництва необхідно на основі аналізу технології визначити та обґрунтувати критерії нормування факторів.

Основна частина. У даній статті пропонуються результати досліджень з розробки методу оптимізації технології отримання продукції тваринництва. Для цього проводяться дослідження шляхів та механізмів дії кожного фактора на тваринний організм, визначаються критичні (мінімальне і максимальне) значення параметрів фактора з подальшою узагальнюючою оптимізацією (нормуванням).

Тобто, визначаються значення параметрів фактора, які закладаються в програму роботи автоматизованої системи керування технологічним процесом і є вихідними даними для розробки технологічного обладнання потокових ліній одержання продукції.

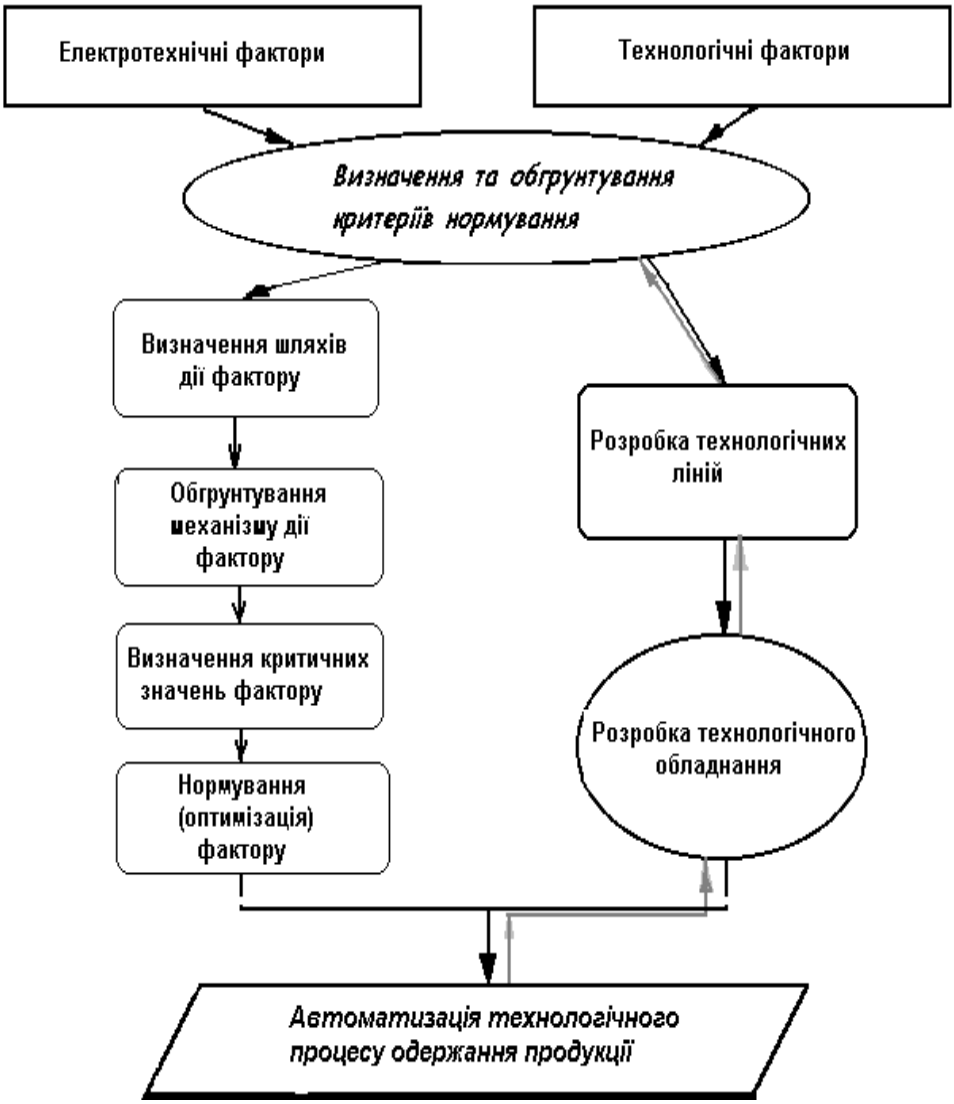


Рисунок 1 - Алгоритм етапів визначення і дослідження факторів впливу на продукцію тваринництва

На рис.1 наведений алгоритм етапів визначення і дослідження параметрів фактору та врахування його в технологічному процесі одержання продукції.

Доцільно розрізняти технологічні і електротехнічні фактори впливу на продукцію тваринництва.

До технологічних факторів належать технологічні процеси, які обумовлюють фізіологічні потреби організму тварини та комфортні умови існування і подальшого розвитку: годівля, поїння тварин, прибирання гною, підтримання в приміщенні чистоти і оптимальних параметрів мікроклімату (рис.2).

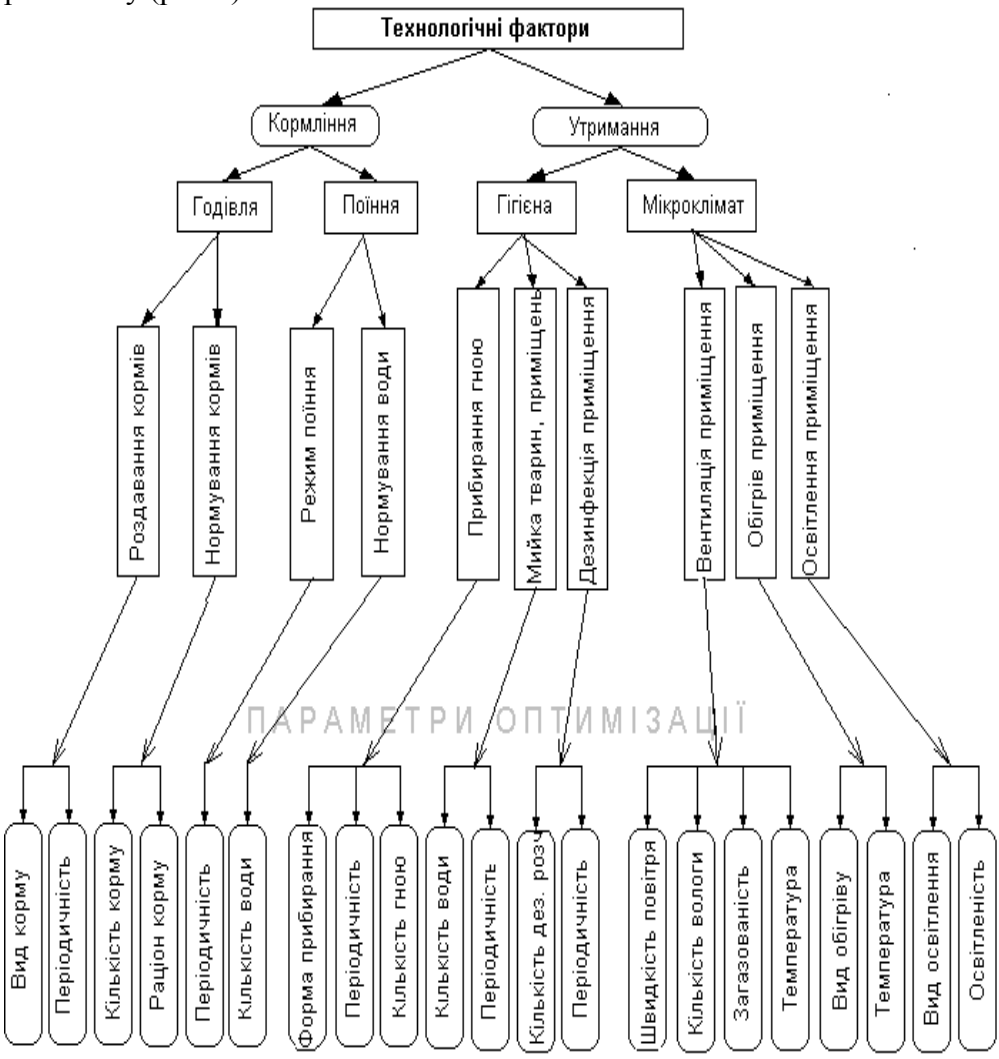


Рисунок 2 - Технологічні фактори впливу на продукцію тваринництва і параметри їх оптимізації

До електротехнічних факторів належать фактори впливу електричної і променистої енергій. Електрична енергія використовується на вентиляцію та обігрівання приміщення. Промениста енергія електромагнітного випромінювання різних діапазонів у технології одержання продукції використовується на: штучне освітлення і бактерицидне знезаражування приміщень, ультрафіолетове опромінення та інфрачервоний обігрів тварин, електрофізичні методи стимуляції і терапії тощо. Електротехнічні фактори та параметри їх оптимізації наведені на рис.3.

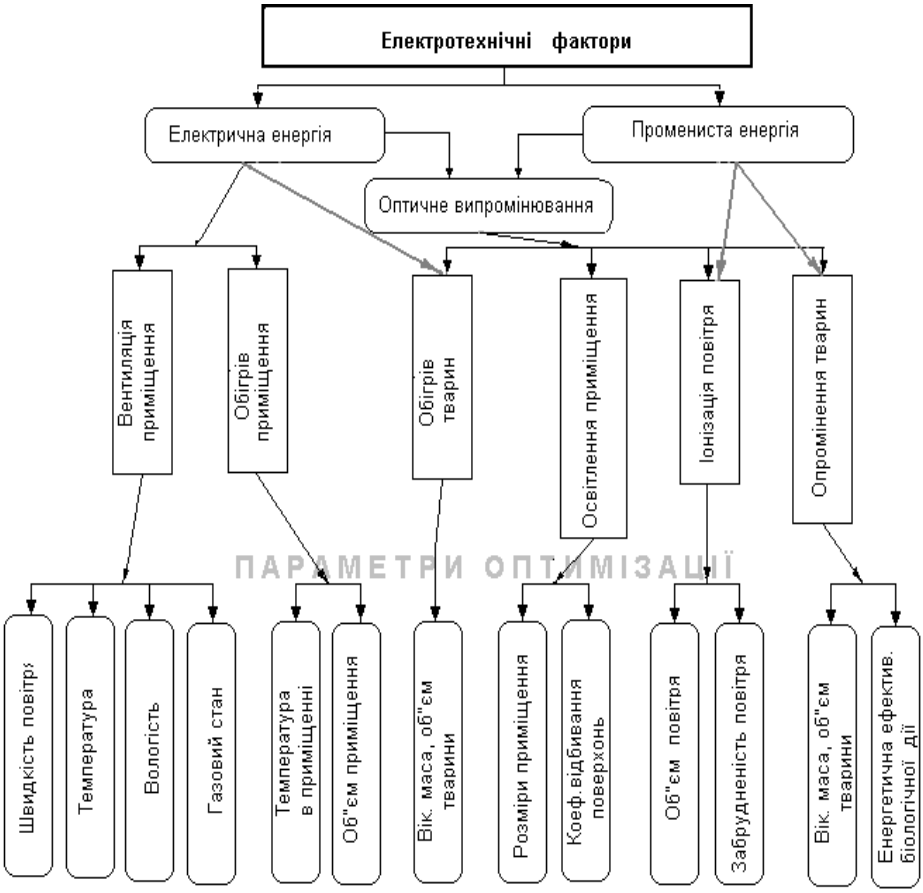


Рисунок 3 - Електротехнічні фактори впливу на продукцію тваринництва та їх параметри оптимізації

Вищевикладене підтверджує, що одержання продукції тваринництва і птахівництва є багатофакторним технологічним процесом. Для розв’язування задач багатокритеріальної оптимізації технологічного про-

цесу одержання продукції тваринництва (тобто, визначення величин і взаємозв'язку факторів, що забезпечують максимальний розвиток тварини – об'єкта керування) використаємо диференційні перетворення Пухова [1] на основі теорії оптимального керування Брайсона А і ХО Ю-Ші [2].

Зміна параметра фактора в часі описується векторним диференційним рівнянням типу:

$$\frac{dx}{dt} = f(x,u,t), \rightarrow x(t_0) = x_0, \tag{1}$$

де $x = x(t)$ -*n*-вимірний вектор стану; $u = u(t)$ - *m* - вимірний вектор керування (*m*< *n*); *f* – вектор-функція узагальненої сили, яка неперервна і неперервно диференційована за сукупністю змінних *t, x, u; $t_0[t_0,T]$* – час, граничне значення якого Т може бути задане як період часу до отримання продукції.

Якість керування оцінюється сукупністю часткових критеріїв, що задані функціоналами:

$$I_j = \Theta_j\left[x(T),T\right] + \int_{t_0}^{T} \varphi_j(x,u,t)dt, \tag{2}$$

де *j*- 1,2,3.., *r* ; функції Θ та φ мають неперервні часткові похідні по *x* і *u* . Слід зазначити, що змінювані параметри *U(t)* повинні забезпечувати не один локальний мінімум, а задовольняти *r* - умовам глобальної оптимізації динамічних процесів розвитку об'єкта (тварин) в цілому. Багатокритеріальна задача синтезу оптимального керування [3] полягає у визначенні екстремалей $\left\{x^*(t),u^*(t)\right\}, u^* \in U, I^* \in I, tO\left[t_0,T\right]$, які при заданих диференціальних зв'язках () оптимізують векторний функціонал (2), що характеризує ефективність впливу факторів на одержання продукції тваринництва.

Нехай векторний критерій обмежений допустимою областю $I \in \Omega(I)$ і кожна компонента векторного критерію *I* описується функціоналом (2), визначеним на розв'язках векторного диференціального рівняння (1) із керуванням з класу допустимих керувань $u \in U$. Необхідно визначити закон мінімізації векторного функціоналу *I*. Згідно з математичною моделлю, допустима область його зміни задається системою обмежень

$$0 \le I_j \le A_j = Ij\sup, j \in \left[1,r\right], \tag{3}$$

де A_j –верхня межа допустимого значення компоненти I_j векторного критерію I.

Оптимальне адаптивне управління забезпечує досягнення сукупності визначених цілей оптимальним шляхом для всього класу режимних ситуацій. Конкретні поточні ситуації належать до класу. Що визначається декартовим добутком $\{S\} = X \times F$, де $X \supset \{x_i\}_{i=1}^{n}$ — простір стану об'єкта керування, на який впливають $F \supset \{f_j\}_{j=l}^{l}$ — зовнішні фактори (технологічні, електротехнічні). Таким чином, багатокритеріальність обумовлена множиною цілепозначень, різноманітністю функціонування у різних режимах зв'язку із зовнішніми факторами. Ось чому теоретичний принцип про неможливість існування абсолютного оптимума (тому, що завжди можливо визначити додатково нові часткові фактори і їх критерії) веде до використання алгоритмів обмеження числа факторів та застосування компромісних рішень.

Розглянемо особливості деяких відомих багатокритеріальних моделей. Згідно з першою моделлю, задача (1)—(2) зводиться до мінімізації лінійної форми складових векторного критерію із сталими ваговими коефіцієнтами (див.(1.3) — принцип лінійності Онзагера):

$$I_{M_i} = \sum_{j=1}^{r} a_j I_j \ . \tag{4}$$

Проблематичним у даній моделі є вибір вагових коефіцієнтів $a_j, j = \overline{1,r}$.

В іншій моделі використовується ідеальна (утопічна) точка в просторі критеріїв якості керування. З цією метою кожний функціонал (2) оптимізується окремо від інших. У результаті отримують r оптимальних керувань, що характеризуються векторами $U^j, (j = \overline{1,r})$ та ідеальною точкою з координатами $I_j^0(U^{(j)}), j = \overline{1,r}$. Далі ставиться задача мінімізації із диференційними зв'язками (1), наприклад у вигляді:

$$I_L = \left[\sum_{j=1}^{r} \left\{ I_j(u) - I_j^0(u^{(j)}) \right\}^L \right]^{1/L}, L \geq 1. \tag{5}$$

Ця модель характеризується значною обчислювальною складністю і додаткової мінімізації суми квадратів відхилень функції (2).Тому пропонується розв'язування багатокритеріальної задачі на основі принципів квазіаналогового моделювання та застосування математичного апарата диференціальних перетворень Пухова [1] із заміною неперервної функції спектром дискретних:

$$x(t) \approx X(k) = \frac{h^k}{k!}\left[\frac{d^k x(t)}{dt^k}\right]_{t=t_0}, \qquad (6)$$

де $x(t)$ – неперервна аналітична функція дійсного аргументу; $X(k)$ — дискретна функція чисельного аргументу, k =0,1,2..., яка називається диференціальним спектром функції $x(t)$ в точці $t=t_0$; h — масштабна стала, що має розмірність аргументу t. Вираз (6) дозволяє замінити дослідження багатокритеріальної моделі (1)—(2) моделлю (4), еквівалентною відносно результатів розв'язку вихідної задачі класу аналітичних функцій типу $u(t,C)$, де $C=(c_1,c_2,..c_N)$ – вектор вільних параметрів. Диференційні перетворення функції визначають її диференційний спектр при $h=T$ та $t_0=0$:

$$u(t,C) = U(k,C) = \frac{T_k}{k!}\left[\frac{d^k u(t,C)}{dt^k}\right]_{t=0}. \qquad (7)$$

На основі (7) базові залежності (1) записуються у рекурентному вигляді:

$$X(k+1,C) = \frac{T}{k+1} f\left[X(k,C),U(k,C),t\right], X(0) = x_0. \qquad (8)$$

Функціонал якості керування технологічним процесом (2) приводиться до функції часу і вектора вільних параметрів:

$$I_j(T,C) = \Theta_j\left[x(T,C),T\right] + T\sum_{k=0}^{\infty}\frac{\Phi\left[X(k,C),U(k,C),t\right]}{k+1}, j = 1,2..,r\ . \qquad (9)$$

Із урахуванням виразу (9) базова модель технологічного процесу одержання продукції тваринництва (4) запишеться у вигляді:

$$I_{M_i}(T,C) = \sum_{j=1}^{r} a_j I_j(T,C). \qquad (10)$$

Необхідними умовами оптимальності даної математичної моделі є наступні залежності:

$$\frac{\partial I_{M_i}(T,C)}{\partial T} = 0, \quad \frac{\partial I_{M_i}(T,C)}{\partial C} = 0, \qquad (11)$$

причому, $\dfrac{\partial^2 I_{M_i}(T,C)}{\partial^2 T} \geq 0, \quad \dfrac{\partial^2 I_{M_i}(T,C)}{\partial^2 C} \geq 0.$

Таким чином, для визначення оптимальних параметрів факторів впливу на процес одержання продукції тваринництва достатньо визначити із рівнянь (11) кінцевий час T та параметри C i- того фактора, якщо екстремум функції $I_{M_i}(T,C)$ знаходиться всередині допустимої області, визначеної у (3).

Висновки. Запропонований підхід до визначення граничних значень параметрів технологічного процесу виробництва продукції тваринництва дозволяє розробити на їх основі оптимізаційну модель автоматизованого керування технологією. При цьому виробництво максимально можливої кількості продукції може бути збільшено з використанням ПЕОМ

ЛІТЕРАТУРА

1. Пухов Г.Е.Дифференциальные преобразования функций и уравнений. Пухов Г.Е. ─Киев: Наук. думка.1980. ─419 с.

2. Прикладная теория оптимального управления. Брайсон А., Хо Ю-Ши. ─М.: Мир.1972. ─554 с.

3. Многокритериальный синтез динамических систем. Воронин А.И. ─Киев. Наук. думка.1992. ─160 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Pukhov G.E Differential transformations of functions and equations/ G.E.Pukhov. ─Kiev: Nauk. dumka.1980. ─419 s.

2. Braison A. Optimal control applicable theory / A.Braison, Yu-Shi. Kho. ─M.: Mir.1972. ─554 s.

3. Voronin A.I. Multiobjective synthesis of dynamic systems/ A.I.Voronin. ─Kiev: Nauk. dumka.1980. ─ 419 s.

METHOD OF MULTIOBJECTIVE OPTIMIZATION OF LIVESTOCK PRODUCTION TECHNOLOGICAL PROCESS

L. S. Chervinsky

Summary

The parameter definition algorithm influencing on technological process has been suggested and the multiobjective optimization method of production technological process of livestock products on the basis of Pukhov's differential transformations has been developed. The peculiarity of the algorithm is its capability to consider both technological and electrotechnical factors. The introduction of partial criteria system value by unified criterion essentially reduces an optimum search.

Key words: optimization criteria, technological process, livestock, technological factors, electrotechnical factors

УДК 519.17:542.45

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Пастушенко С. И., акад. МААО, д.т.н., проф.
Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
Пастушенко А. С., к.т.н.
Николаевский национальный аграрный университет
г. Николаев, Украина
Тел. (0512) 76-92-73
e-mail: pastushenko_s@ksau.kherson.ua

Аннотация. Предложена методика оптимизации теплообменных устройств по минимуму приведенных затрат с учётом энергозатрат и эксплуатационных расходов в денежном выражении. Особенностью методики в том, что она создана на базе математической модели теплообменного устройства, представленной в метрической форме. Это позволило использовать двудольный информационный граф, что послужило теоретической основой построения вычислительных процедур по оптимизации выбора теплообменных устройств.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплообменный аппарат, оптимизационная задача, теория графов.

Постановка проблемы. Все основные сельскохозяйственные процессы механизированы, поэтому уровень технологий в различных отраслях производства, а следовательно качество и себестоимость получаемой продукции во многом определяется степенью совершенства используемых машин.

Одними из основных структурных элементов сельскохозяйственной техники, удельный вес энергетических процессов в которых наибольший, являются теплообменные аппараты разнообразных конструкций. Они обеспечивают многие технологические процессы путем передачи теплоты от среды с высокой температурой к среде с более низкой температурой, и используются в тракторах, автомобилях, самоходных сельскохозяйственных машинах различного назначения, в калориферах, теплогенераторах, сушильных агрегатах и т. п.

Оказать существенную помощь в решении одной из значимых проблем современности, которой является обеспечение энергосбережения, призваны новые энергосберегающие методики анализа, синтеза и оптимизации. Они позволяют на начальном этапе создания объекта, формировать структурные и функциональные элементы сельскохозяйственной техники как энергоэффективные энергетические системы, что может быть реализовано, в том числе и в отношении теплообменных устройств.

Анализ последних исследований и публикаций. Одно из основных требований, предъявляемых к теплообменным аппаратам, заключается в том, что при заданной тепловой нагрузке и других равных исходных параметрах рабочих сред аппарат должен иметь наименьшие габаритные размеры и наименьшую материалоемкость. Это достигается интенсификацией процесса теплообмена за счет турбулизации потока и организации, по возможности, по всей поверхности теплоотдачи развитого вихревого течения.

Реализация такого вектора энергосбережения при передаче и трансформации тепловых потоков может происходить за счет применения тепловых труб, которые характеризуются рядом преимуществ: низким термическим сопротивлением, не требуют дополнительных затрат энергии на передачу теплоносителя [1].

Теплообменники с замкнутым испарительно-конденсационным циклом в последнее время все шире используются в различных отраслях техники. В монографии [2] приведены сведения об использовании термосифонов системы регенеративного обогрева помещений. При этом испо-

льзуется отбросная теплота вентиляционного воздуха. Подобные системы позволяют утилизировать до 70 % выбрасываемой теплоты.

Для экономии топлива и снижения токсичности выхлопных газов фирмой «Даймлер-Бенс» используется теплота отходящих газов двигателя для интенсификации нагрева антифриза в системе охлаждения в период пуска или при малых оборотах двигателя [3]. Для этого в систему охлаждения устанавливают дополнительный теплообменник с термосифонами.

В Украине разрабатываются различные типы термосифонных утилизаторов теплоты [4] для работы в системах приточно-вытяжной вентиляции при температурах выбрасываемого воздуха 25…80 °С.

Надо признать, что невзирая на ряд существенных преимуществ, тепловые трубы в качестве теплообменных аппаратов не нашли должного применения в сельскохозяйственной технике. Несомненно, что технико-экономически обоснованное использование тепловых труб в системе энергоснабжения сельского хозяйства окажется весьма эффективным.

Методам расчета и выбора оптимальных параметров аппаратов на тепловых трубах посвящен ряд работ, среди которых выделяются [5–10].

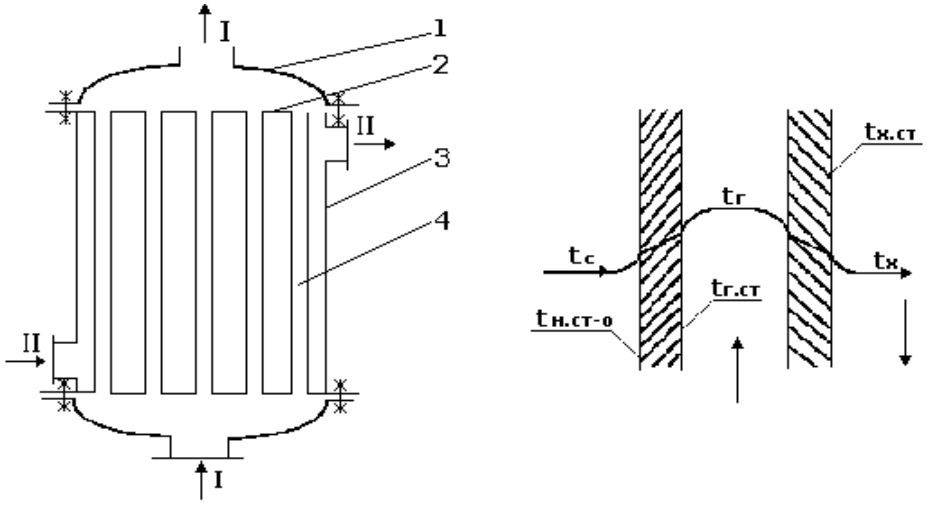
Заслуживает внимания методика теплотехнического расчета теплообменников на тепловых трубах, изложенная в работе [11].

Цель исследования. Получить алгоритм решения оптимизационной задачи, направленной на повышение эффективности теплообменных устройства, на примере кожухотрубного теплообменника.

Основная часть. Назначение энергосбережения как процесса управления технической системой заключается в повышении эффективности использования энергии. Понятие «повышение эффективности использования энергии» является комплексным и может быть выражено в параметрах, позволяющих обобщить влияния всех основных факторов. В качестве такого параметра в работе принято количество передаваемой энергии во всех узлах системы.

Исследования, проводимые в последнее время и направленные на интенсификацию процесса конвективного теплообмена и создание наиболее совершенного теплообменного оборудования, как по условиям теплопередачи, так и габаритно-объемным показателям, способствовали усовершенствованию конструкций теплообменных устройств. В связи с этим задача оптимизации теплообменных устройств по заранее принятой целевой функции весьма существенна.

Из большого разнообразия теплообменников в сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили рекуперативные кожухотрубные устройства. Рассмотрим оптимизационную задачу на их примере. Схема такого теплообменного устройства приведена на рис. 1.



а *б*

Рисунок 1 - Схема кожухотрубного теплообменника (*а*) и его расчетная схема (*б*):

I, II – теплоносители; *1* – крышка; *2* – трубная доска; *3* – кожух; *4* – труба

Кроме того, примем допущение, что можно пренебречь термическим сопротивлением стенки труб вследствие его малого значения по сравнению с термическим сопротивлением конвективного теплообмена.

Математическую модель технической системы запишем в виде функциональной зависимости

$$\overline{\mathrm{Y}} = F\left(\overline{\mathrm{X}}, \overline{\mathrm{K}}, \overline{\mathrm{D}}, T, \overline{\mathrm{U}}, \overline{\mathrm{V}}\right), \qquad (1)$$

где $\overline{\mathrm{Y}}$ – вектор выходных параметров; F – вектор-функция; $\overline{\mathrm{X}}$ – вектор входных параметров потока; $\overline{\mathrm{K}}$ – вектор конструкционных параметров; $\overline{\mathrm{D}}$ – вектор заданных или определяемых технологических параметров; Т – заданная структура технологической топологии (технических связей); $\overline{\mathrm{U}}$ – вектор режимных (регулирующих) характеристик; $\overline{\mathrm{V}}$ – вектор параметров окружающей среды. Критерий оптимизации определяется зависимостью:

$$\psi = \varphi\left(\overline{\mathrm{X}}, \overline{\mathrm{K}}, \overline{\mathrm{D}}, T, \overline{\mathrm{U}}, \overline{\mathrm{V}}\right). \qquad (2)$$

Конструкционными параметрами K являются поверхность теплообмена F, диаметр кожуха $d_к$ и труб $d_{тр}$ теплообменника, длина труб l,

площади проходных сечений труб $S_{тр}$ и межтрубного пространства $S_м$, количество ходов в трубном пространстве.

К технологическим параметрам D относятся линейные скорости потоков в трубном $w_{тр}$ и межтрубном $w_м$ пространствах, коэффициенты теплоотдачи α и теплопередачи k, разность температур Δt, тепловая нагрузка Q теплообменного устройства.

Структура технологической T топологии включает связь между элементами теплообменной системы (отдельных теплообменников, входящих в сложную систему, насоса и пр.).

К режимным характеристикам U относятся тепловые нагрузки Q теплообменника, расход теплоносителей $M_г$ и $M_х$, разность температур на входе и выходе теплоносителя.

Параметрами окружающей среды V являются: температура $T_{о.с}$, давление $p_{о.с}$ и относительная влажность $\varphi_{о.с}$ окружающего воздуха.

Математическую модель теплообменного устройства представим системой уравнений

$$f_1 \longrightarrow Q = kF\Delta t_{ср}; \tag{3}$$

$$f_2 \longrightarrow k = f_2\left(t_г^н, K, t_х^к, w_г, w_х, \nu_г, \nu_х, \lambda_{ст.к}, \alpha_г, \alpha_х, a_г, a_х\right) f(K); \tag{4}$$

$$f_3 \longrightarrow \Delta t_{ср} = \frac{\left(t_г^н - t_х^к\right) - \left(t_г^к - t_х^н\right)}{\ln \dfrac{t_г^н - t_х^к}{t_г^к - t_х^н}}; \tag{5}$$

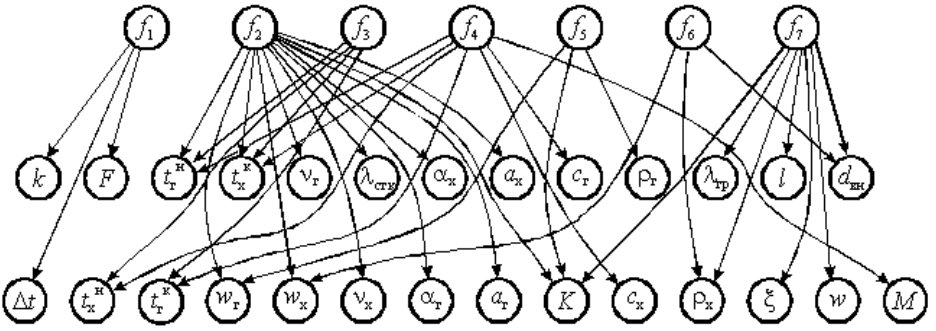
$$f_4 \longrightarrow Q = M_г c_г \left(t_г^н - t_г^к\right) = M_х c_х \left(t_х^н - t_х^к\right); \tag{6}$$

$$f_5 \longrightarrow M_г = f_5(w_г, \rho_г)\, f(K); \tag{7}$$

$$f_6 \longrightarrow M_х = f_6\left(d_{вн}, w_х, \rho_х\right); \tag{8}$$

$$f_7 \longrightarrow \Delta p = \left(\lambda_{тр} l\left(\rho / d_{вн}\right) + \sum \xi \rho \left(w^2/2\right)\right) f(K). \tag{9}$$

$$
\begin{bmatrix} Q_{\text{г}}^{\text{н}} \\ Q_{\text{х}}^{\text{н}} \\ Q_{\text{г}} \\ Q_{\text{х}} \\ Q_{\text{г}}^{\text{н}} \\ Q_{\text{х}}^{\text{к}} \\ Q_{\text{ст}} \\ Q_{\text{ст.-о}} \\ Q_{\text{г.ст}} \\ Q_{\text{ст.х}} \\ Q_{\text{г.ст.-о}} \\ Q_{\text{ст.к}} \\ Q_{\text{н.ст.-о}} \\ T_{\text{о.с}} \end{bmatrix}
\times
\begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & c_{\text{г}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & c_{\text{х}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & c_{\text{г}}^{\text{н}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{\text{х}}^{\text{к}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{\text{ст}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{\text{ст.-о}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{\text{г.ст}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{\text{ст.х}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{\text{г.ст.-о}} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_{\text{ст.к}} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{\text{н.ст.-о}} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} Q_{\text{г}}^{\text{н}} \\ Q_{\text{х}}^{\text{н}} \\ T_{\text{г}} \\ T_{\text{х}} \\ T_{\text{г}}^{\text{н}} \\ T_{\text{х}}^{\text{к}} \\ T_{\text{ст}} \\ T_{\text{ст.-о}} \\ T_{\text{г.ст}} \\ T_{\text{ст.-х}} \\ T_{\text{г.ст.-о}} \\ T_{\text{ст.-к}} \\ T_{\text{н.ст.-о}} \\ T_{\text{о.с}} \end{bmatrix}
$$



	k	F	Δt	$t_{\text{Г}}^{\text{Н}}$	$t_{\text{Г}}^{\text{К}}$	$t_{\text{Х}}^{\text{Н}}$	$t_{\text{Х}}^{\text{К}}$	$w_{\text{г}}$	$w_{\text{х}}$	$v_{\text{г}}$	$v_{\text{х}}$	$\lambda_{\text{с т.к}}$	$\alpha_{\text{г}}$	$\alpha_{\text{х}}$	$a_{\text{г}}$	$a_{\text{х}}$	$c_{\text{г}}$	$c_{\text{х}}$	$\rho_{\text{г}}$	$\rho_{\text{х}}$	$\lambda_{\text{тр}}$	ξ	l	$d_{\text{вн}}$	M	w	K
f_1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f_2	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
f_3	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f_4	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
f_5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
f_6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
f_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Рисунок 2 - Двудольный информационный граф и матрица инциденций для теплообменного устройства, изображенного на рис. 1.

На рис. 1 и в формулах (3) – (9) приняты обозначения: Q – тепловая нагрузка теплообменника; k – коэффициент теплопередачи; F – поверхность

теплообмена; $\Delta t_{ср}$ – средняя разность температур; $t^н$, $t^к$ – начальная и конечная температуры потоков; w – скорость движения потока; ν – кинематический коэффициент вязкости; $\lambda_{ст.к}$ – теплопроводность стенки кожуха; α – коэффициент теплообмена; a – коэффициент температуропроводности; M – массовый расход потока; c – теплоемность потока; ρ – плотность; $d_{вн}$ – внутренний диаметр труб; Δp – падение давления; $\lambda_{тр}$ – коэффициент трения; l – длина труб; ξ – коэффициент местных потерь; $f(K)$ – функция конструкции теплообменника. Индексы “г” и “х” относятся соответственно к горячему и холодному потокам, а “н” и “к” – к начальным и конечным значениям соответствующих параметров. Кроме того, примем следующие обозначения: $t_{н.ст.-о}$ – температура наружной поверхности стенки со стороны окружающего воздуха; $t_к$ – температура внутренней поверхности кожуха; $t_{г.ст.-о}$ – температура поверхности трубы со стороны горячего потока; $t_{х.ст}$ – температура поверхности трубы со стороны подогреваемого потока; $\alpha_{ст.о}$ – коэффициент теплообмена между внешней стенкой и внешней окружающей средой; $\alpha_{г.ст}$ – коэффициент теплообмена между горячим потоком и внутренней поверхностью кожуха; $\alpha_{г.ст-о}$ – коэффициент теплообмена между горячим потоком и внешней стенкой трубы; $\alpha_{ст.х}$ – коэффициент теплообмена между стенкой трубы и холодным потоком.

Приведенную систему уравнений представим в матричной форме [12]. Эта матрица удобна для выполнения расчетов и выбора наиболее эффективного теплообменника в энергетическом отношении. Путем анализа нескольких вариантов такого теплообменного устройства, отличных по топологическим и технологическим характеристикам, можно определить оптимальное решение.

Для оптимизации технических, в том числе энергетических, систем следует использовать возможности теории графов [13].

Пользуясь системой уравнений (3) – (9), построим двудольный граф и матрицу инциденций (рис. 2).

Двудольный информационный граф в сочетании с матрицей является теоретической основой построения вычислительных процедур по оптимизации выбора теплообменных устройств.

Конструкция теплообменного аппарата поверхностного типа отражается вектором [12]

$$\overline{\mathrm{K}}_{\mathrm{ТУ}}^{F} = \left\{ d_{н}, d_{вн}, F_{н}, F_{вн}, d_{р}, \delta_{р}, S_{р}, S_{1}, S_{2}, l_{т}, n_{ход}, Z \right\}, \quad (10)$$

где приняты обозначения: $d_р$, $\delta_р$ – диаметр и толщина оребрения; $S_р$ – шаг расположения оребрения; S_1, S_2 – шаги между трубами в продоль-

ном и поперечном сечении; $n_{ход}$ – число ходов в межтрубном пространстве; Z – приведенные затраты.

Энергетическое совершенство теплообменного устройства определяют его эксергетическим КПД.

В качестве критерия эффективности теплообменного устройства может быть выбран технико-экономический критерий, а именно приведенные эксплуатационные затраты [14]. В данном случае нам представляется, что более обоснованным критерием эффективности являются приведенные затраты, определяемые по расходуемой на процесс энергии [15].

Оптимизацию теплообменного устройства наиболее целесообразно основывать на методе теории графов. Постановка задачи оптимального выбора значений температур и их напоров, а также топологии теплообменного устройства может быть сформулирована на принципах задачи о кратчайшем пути точек сочленения в графе. Суть решения следующая.

Дан граф, где $A = \{a_i\}$, $i = 1, 2, \ldots, n$, – множество его вершин, соответствующих некоторым значениям температурных напоров. Задача заключается в нахождении кратчайшего пути, т.е. минимума суммарного веса дуг, входящих в граф. Иными словами – необходимо минимизировать функцію

$$Z = \sum_i \sum_j Z_{ij} a_{ij} \tag{11}$$

для всех $i, j \in$ сети, $i \in A$; $j \in A$; $i = 0, 1, 2, \ldots, n$; $j = 0, 1, 2, \ldots, n$ – номера вершин; Z_{ij} – вес дуги i, j, т.е. приведенные затраты на эксплуатацию теплообменника (или затраты на затраченную энергию).

Для каждого элемента приведенные затраты

$$Z = \text{Ц}_\text{э}\Pi_{ex} + \text{Е}_\text{н}\text{К}_F, \tag{12}$$

где $Ц_э$ – стоимость единицы эксергии (по тарифам на электроэнергию); Π_{ex} – потери эксергии в данном элементе теплообменника (или в теплообменнике в целом); $\text{Е}_\text{н}$ – нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений; К_F – капитальные затраты на теплообменное устройство.

Значения a_{ij} должны удовлетворять условию:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если дуга } i,\ j \text{ входит в рассматриваемый путь;} \\ 0 - \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Граничные условия формулируются следующим образом:

$$\sum_j A_{kj} - \sum_j A_{ki} = \begin{cases} 1, k = S \text{ (фиктивныйисточник);} \\ 0 \text{ для всех остальных } k; \\ -1 \text{ для k = m (фиктивныйсток).} \end{cases}$$

Эта задача является комбинаторной задачей целочисленного дискретного программирования с булевыми переменными.

Множество вершин $A = \{a_i\}$ представляет собой множество температурных напоров ΔT_i, $i = 0, 1, 2, \ldots, n$, по ходу теплоносителей. Эти напоры формулируются проектировщиком априори эвристически. В фиктивных вершинах нет разности температур, так как им не соответствует реальный элемент, параметр или процесс. Полученные значения Z_{ij} формируют матрицу весов, а соответствующие им F_{ij} – массив данных по поверхностям и дугам.

По этим данным из имеющейся базы данных на теплообменное оборудование выбираются соответствующие теплообменные устройства и их стоимость (или стоимость затраченной энергии в процессе теплообмена).

Выводы. Разработанная методика оптимизации теплообменных устройств позволяет получить оптимальные конструктивные и температурные параметры и оценить их эффективность с использованием минимума приведенных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах / Л.Л. Васильев. –Минск : Наука и техника, 1981. – 143 с.

2. Дан П.Д. Тепловые трубы: Пер с англ. / П.Д. Дан, Д.А. Рей. –М. : Энергия, 1979. – 272 с.

3. Wolf-Dietrich M. Heat pipe for heat recovery from ex huust gas of a diesel engine in a passenger car // Prepr. 6 th Int. heat pipe Conf. (Grenoble, May 1987). – Grenoble, 1987. – P.586–589.

4. Термосифонный утилизатор теплоты вытяжного воздуха / А.Р. Ферт, Н.И. Чеховская, А.В. Гребенюк [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 1987. – № 6. –С. 20–21.

5. Пиоро И.Л. Эффективные теплообменники с двухфазными термосифонами / И.Л. Пиоро, В.А. Антоненко, Л.С. Пиоро. – Киев : Наукова думка, 1997. – 248 с.

6. Косой Б.В. Экологические аспекты применения теплообменников на тепловых трубах // Тез. докл. IV-го Межд. конф. по экологии “Экология, продукты питания, здоровье”, (3–5 октября, 1995). –Одесса. – 1995 г., – С. 14.

7. Смирнов Г.Ф. Теплотехнические расчеты теплообменных аппаратов на тепловых трубах и термосифонах / Г.Ф. Смирнов, О.К. Бирюков, Б.В. Косой // Теплоэнергетика. –1993. –№ 1. –С. 68–70.

8. Смирнов Г.Ф. Элементы оптимизации теплообменных аппаратов с тепловыми трубами и термосифонами / Г.Ф. Смирнов, О.К. Бирюков, Б.В. Косой // Теплоэнергетика. –1993. –№ 10. –С. 58–61.

9.Семена М.Г. Тепловые трубы с металловолокнистыми капиллярными структурами / М.Г. Семена и др. –Киев: Вища школа, 1984. – 214 с.

10. Чи С. Тепловые трубы: теория и практика / С. Чи. – М. : Мир. 1981. – 207 с.

11. Косой Б.В. Теплофизические модели рационального проектирования теплообменных аппаратов на тепловых трубах. Автореф. дис. канд. техн. наук. / Б.В. Косой – Одесса. –1996. – 16 с.

12. Кафаров В.В. Метод построения двудольного графа для формализации задачи синтеза теплообменных систем как задачи оптимального назначения / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, Л.В. Гурьева // Доклады АН СССР. –1979. –Т. 247. № 1. –С. 165–169.

13. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М. : Мир. 1973. – 300 с.

14. Каневец Г.Е. Обобщенные методы расчета теплообменников / Г.Е. Каневец. –К. : Наук. думка. 1979. – 351 с.

15. Nitsch R. Zur Theorie der termodynamischen und energiewirtschaftlichen Bewertung von Energieum vandlungs verfachren // Wissenschaftliche Zeitschrift, –1965. Bd. 7. –№ 2. –S. 88–99.

BIBLIOGRAPHY

1. Vasil’iev L.L. Heat exchangers on heat pipes/ L.L. Vasil’iev. –Minsk : Nauka i tekhnika, 1981. – 143 s.

2. Dan P.D. Heat pipes / P.D.Dan, D.A.Rey; [Trans. from Eng.]. – M. : Energiya, 1979. – 272 s.

3.Wolf-Dietrich M. Heat pipe for heat recovery from exhaust gas of a diesel engine in a passenger car // Prepr. 6th Int. heat pipe Conf. (Grenoble, May 1987). – Grenoble, 1987. – P.586–589.

4. Fert A.R. Thermosiphon heat utilizer of exhaust air / A.R. Fert, N.I. Chekhovskaya, A.V. Grebenyuk [i dr.] // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 1987. – № 6. –s. 20–21.

5. Pioro I.L. Effective heat exchangers with diphase thermosyphons / I.L. Pioro, V.A. Antonenko, L.S. Pioro. – Kiev : Naukova dumka, 1997. – 248 s.

6. Kosoy B.V. Ecological aspects of heat exchangers application on heat pipes// Tez. dokl. IV-go Mezhd. конf. po ekologii “Ekologiya, produkty pitaniya, zdorov’e”, 3–5 October, 1995. –Odessa:1995., – S. 14.

7. Smirnov G.F. Thermotechnical calculation of heat exchangers on on heat pipes and thermosyphons / G.F. Smirnov, O.K. Biriukov, B.V. Kosoy // Teploenergetika. –1993. –№ 1. – S. 68–70.

8. Smirnov G.F. Elementary optimization of heat exchangers with heat pipes and thermosyphons / G.F. Smirnov, O.K. Biriukov, B.V. Kosoy // Teploenergetika. –1993. –№ 10. – S. 58-61.

9. Semena M.G. Heat pipes with metal-fibrous capillary structures / M.G. Semena [i dr.] –Kiev: Vyshcha shkola, 1984. – 214 s.

10. Chi S. Heat pipes: theory and practice / S. Chi. – M.: Mir. 1981. – 207 s.

11. Kosoy B.V. Thermophysical models of heat exchangers intelligent design on heat pipes. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. / B.V. Kosoy. – Odessa,1996. – 16 s.

12. Kafarov V.V. Bipartite graph building technique for formalization of heat-exchange system synthesis task as a optimal assignment task / V.V. Kafarov, V.P.Meshalkin, L.V. Gur'eva // Doklady AN SSSR. –1979. –T. 247. № 1. –S. 165–169.

13. Kharari F. Graph theory / F.Kharari. – M. : Mir. 1973. – 300 s.

14. Kanevets G.E. Detached calculation method of heat exchangers / G.E. Kanevets. –K. : Nauk. dumka. 1979. – 351 s.

15. Nitsch R. Zur Theorie der termodynamischen und energiewirtschaftlichen Bewertung von Energieum vandlungs verfachren // Wissenschaftliche Zeitschrift, –1965. Bd. 7. –№ 2. –S. 88–99.

OPTIMIZATION METHOD OF HIGH ENERGY EFFICIENCY HEAT EXCHANGERS

S. I. Pastushenko, A. S. Pastushenko

Summary

Optimization method of heat exchangers under minimum of present expenses subject to power inputs or operating costs in terms of money has been suggested. The method has been developed on the basis of mathematical model of heat exchanger overrepresented metric form. This made it possible to apply bipartite information graph as a theoretical base for construction of computing procedures on option optimization of heat exchangers.

Key words: power-efficiency, heat exchanger, optimization problem, theory of graphs.

УДК.621.316

ПУТИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Савченко П.И., акад. МААО, д.т.н., проф.
Харковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко
г. Харьков, Украина
Гуревич. В.И., к.т.н.
Центральная лаборатория электрической компании Израиля
Тел. (057) 712 50 56
e-mail: savc-petr@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается целесообразность увеличения количества релейных функций в одном модуле микропроцессорного устройства релейной защиты (МУРЗ).

Ключевые слова: многофункциональная релейная защита, реле защиты, концентрация функций в одном модуле.

Постановка проблемы. В последнее время в специальной технической литературе все чаше можно встретить утверждения о целесообразности увеличения количества функций в одном модуле микропроцессорного устройства релейной защиты (МУРЗ), вплоть до концентрации всех функций всех защит, имеющихся на подстанции, в едином микропроцессорном модуле, называемом авторами [1] «централизованной системой РЗА – ЦРЗА». Апологеты этой идеи считают, что ее реализация позволит сэкономить значительные средства на медных кабелях, которые используются сегодня в большом количестве на традиционных подстанциях с обычными МУРЗ.

Анализ последних исследований и публикаций. Идея эта не новая. На страницах многих Западных специализированных журналов, на многочисленных конференциях давно обсуждаются вопросы создания, так называемой, «умной подстанции», в которой все ее основные элементы (трансформаторы тока и напряжения, выключатели, разъединители и короткозамыкатели) должны быть снабжены цифровым блоком преобразования информации, IP адресом и объединены посредством центрального компьютера (сервера) через обычную компьютерную сеть Internet. В такой подстанции информация о токе и напряжении должна передаваться через сеть в цифровом виде на сервер, обеспечивающий реализацию всех

функций релейной защиты и автоматики (РЗА) и выдающим через сеть команды на соответствующие IP адреса, принадлежащие выключателям или разъединителям. Сегодня раздаются голоса о том, что даже проводная компьютерная сеть уже не нужна, и нужно поскорее переходить на беспроводную связь (Wi-Fi) в релейной защите. Идя навстречу этим тенденциям, ведущие зарубежные производители МУРЗ уже сегодня снабжают свои новые изделия встроенными модемами Wi-Fi.

Параллельно всем этим тенденциям, в последние годы появилась еще одна тенденция: навешивание на микропроцессорную релейную защиту дополнительных функций, не относящихся вообще к функциям релейной защиты, например, мониторинга оборудования.

Так, например, в статье [2] авторы приписывают релейной защите совершенно новое свойство: «возможность запоминать информацию и использовать ее для формирования аргументированного заключения о будущем состоянии контролируемого объекта».

По нашему мнению, само понятие «релейной защиты упреждающего действия» является, ошибочным [3], а актуальность создания релейной защиты «упреждающего действия» ничем не обоснована.

Цель исследования. Рассмотреть пути определения оптимального количества функций в одном модуле микропроцессорной защиты.

Основная часть. В этой связи, обозначенный в статье вопрос о многофункциональности РЗ делится на два отдельных вопроса:

- Какие функции вообще относятся к релейной защите, а какие нет?

- Должно ли быть ограничение на количество релейных функций в одном модуле РЗ?

Для ответа на первый вопрос нужно сначала сформулировать само понятие «реле защиты» и только после этого можно будет говорить о том, относятся ли те или иные функции к релейной защите. Если принять определение релейной защиты, предложенное автором в [5]: Реле защиты - устройство, предназначенное для выявления аварийного режима работы защищаемого объекта и выдачи команды на исполнительный элемент, обеспечивающий прекращение этого режима, то становится понятным, что такие функции, как диагностика электрооборудования, совмещенная с прогнозирование его отказов и так называемым «упреждающим» отключением электрооборудования, предлагаемое в [2, 4] к РЗ не относится, а предложение использования их в качестве новых функций релейной защиты, является неправомерным.

Можно, конечно, возразить, что из приведенного определения реле защиты следует, что даже такая повсеместно распространенная в микропроцессорной защите и чрезвычайно полезная функция, как регистрация

событий и запись аварийных режимов не будет являться неотъемлемой функцией реле защиты. Да, это действительно так потому, что известно много видов релейной защиты, таких, например, как защиты электромеханического типа или некоторые защиты, выполненные на базе промышленных микроконтроллеров, которые не имеют этой функции, хотя и являются полноценной релейной защитой.

Однако, следует учитывать, что упомянутая функция является всего лишь сервисной (служебной) внутренней функцией некоторых видов реле защиты (например, МУРЗ) обслуживающей существующие релейные функции и не способной влиять на алгоритм действий защиты. Запись и регистрация аварийных режимов не является независимой функцией, способной самостоятельно действовать на отключение электрооборудования параллельно и независимо от существующих функций и поэтому она не влияет на способность реле выполнять свои прямые функции, то есть правильно и надежно защищать оборудование от аварийных режимов. Мы же обсуждаем влияние новых, независимых дополнительных функций, способных влиять на алгоритм действия реле защиты.

К сожалению, имеется достаточно большая вероятность дальнейшего развития этой тенденции, в которой заинтересованы многие научные коллективы, получающие бюджетное финансирование на развитие РЗ или стремящиеся опередить конкурентов любой ценой.

Если к этим функциям мониторинга электрооборудования добавить все традиционные функции РЗ подстанции, то можно вполне представить о какой огромной концентрации функций в одном модуле идет речь. Такая концентрация имеет только один плюс: снижение стоимости РЗ. Основным ее недостатком является снижение надежности РЗ, которое происходит сразу по нескольким направлениям, если можно так выразиться:

- конструктивное усложнение (дополнительные входы для специальных датчиков, осуществляющих диагностику определенных параметров электрооборудования и электронных средств для обработки информации, поступающей с этих датчиков) и программное усложнение собственно реле защиты, что автоматически (по теории надежности) ведет к снижению надежности защиты подстанции;

- чрезмерное усложнение программного интерфейса, что ведет к увеличению веса «человеческого фактора» в общем количестве неправильных действий РЗ, который уже сегодня имеет очень большой вес;

- усложнение периодических проверок исправности РЗ и увеличение времени, затрачиваемого на такие проверки. Во многих случаях при проверке одной функции РЗ приходится блокировать другие «мешающие» функции на время проверки, а затем возвращать их. Иногда вместо

блокирования применяют изменение параметров мешающих функций на время проверки. С увеличением количества функций в одном реле резко увеличивается и вероятность ошибок персонала в результате таких проверок.

- увеличение вероятности отказа сразу всей подстанции целиком, так сказать, при отказе в реле центральной защиты даже какого-то единичного электронного компонента (транзистора, конденсатора) в таких узлах, как: источник питания, модуль выходных реле, элемент памяти, микропроцессор и др.

- резкое усложнение анализа действий релейной защиты при разборе аварийных ситуаций;

- рост вероятности неправильных действий РЗ в результате непредсказуемости ее реакции при наложения событий во время сложных аварий и во время сложных переходных процессов;

- резкий рост уязвимости РЗ к кибератакам [6] и к преднамеренным деструктивным электромагнитным воздействиям [6,7,8,9].

Что касается предложенного авторами [1] использования двух одинаковых комплектов ЦРЗА для резервирования действий РЗ то это предложение не выдерживает критики по той простой причине, что отказами РЗ являются как излишние срабатывания, так и несрабатывания. Если использовать основной и резервный блоки ЦРЗА, тогда как соединить между собой их выходные контакты: последовательно или параллельно?

При любом соединении будет иметь место увеличение надежности по одному из видов отказа и такое же снижение надежности по другому виду. Поэтому речь должна идти не о простом резервировании, а о мажорировании, по принципу два из трех, например. То есть использовать не два, а три одинаковых комплекта ЦРЗА.

Даже если предположить снижение стоимости оборудования РЗ при концентрации всех функций в одном модуле, то все равно придется признать наличии двух встречно направленных тенденций:

- снижение затрат на РЗ при увеличении количества функций в одном реле;

- увеличение затрат за счет снижения надежности РЗ и увеличения ущерба от ее неправильных действий (по разным причинам, перечисленным выше) при увеличении количества функций в одном реле

То есть, имеет место типичная оптимизационная задача: определение оптимального количества функций реле защиты по критерию минимума затрат.

Задача эта непростая ввиду отсутствия достоверных статистических данных о влиянии количества функций на надежность РЗ, но, все же, решаемая, хотя бы на основе использования специальных математичес-

ких моделей и известных приемов теории надежности. Для упрощения решения задачи и повышения достоверности результатов целесообразно строить такие модели и решать оптимизационную задачу отдельно для каждого вида защит, например, отдельно для защит генератора, трансформатора, линии и т.д.

Выводы. Установлено, что количество функций реле защиты следует определять через процедуру оптимизации отдельно для каждого вида защит (генератора, трансформатора и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Волошин А.А. Вопросы создания централизованных систем РЗА подстанций / А.А. Волошин, Я.Л. Арцишевский, Б.К. Максимов. – Релейщик.- 2012. - № 2. - с. 32-36.

2. Нудельман Г.С. Совершенствование за счет упреждающих функций [Електроний ресурс] / Г.С. Нудельман, А.В. Булычев.// — Режим доступу: http://www.news.elteh.ru/arh/2009/58/06.php.

3. Гуревич В.И. Релейная защита «Упреждающего действия», миф или реальность? / В.І.Гуревич, В.В. Гузенко, П.І.Савченко. - Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 129 “Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України .- Харків: ХНТУСГ. - 2012.- С..47-48.

4. Булычев А.В. Защита упреждающего действия для электродвигателей [Электронный ресурс] / Булычев А.В. — Режим доступа: http://www.news.elteh.ru/arh/2011/71/07.php

5. Гуревич В. И. "Реле защиты" и "релейная защита": проблемы терминологии / В.И. Гуревич. - Вести в электроэнергетике. – 2012. - № 4. - С. 23 - 33.

6. Гуревич В. И. Киберорружие против энергетики / В.И. Гуревич. - PRO Электричество. – 2011. - №1. - С. 26-29.

7. Гуревич В. И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты / В.И. Гуревич. - Компоненты и технологии. – 2010. - № 2. - С. 60-64.

8. Гуревич В. И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты / В.И. Гуревич. - Компоненты и технологии. – 2010. - № 3. - С. 91-96.

9. Гуревич В. И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты / В.И. Гуревич. - Компоненты и технологии. – 2010.- № 4. - С. 46-51.

BIBLIOGRAPHY

1. Voloshin A.A. Questions of RZA substation centralized system making /A.A. Voloshin, Ya.L. Arpishevskiy, B.K. Maksimov. – Releishchik.- 2012. - № 2. - s. 32-36.

2. Nudel'man *G.S.* Improvement at the expense of preemptive functions [E- resource] / G.S. Nudel'man, A.V. Bulychev. —Retrieved from: http://www.news.elteh.ru/arh/2009/58/06.php

3. Gurevich V.I. Relay protection of «preemptive action»: is it myth or reality? / V.I. Gurevich, V.V. Guzenko, P.I.Savchenko // Visnyk Kharkivckogo natsional'nogo tekhnichnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka. Tekhnichni nauky. "Problemy energozabezpechennya ta energozberezhennya v APK Ukrainy.- Kharkiv: KhNTUSG. 2012.- Vypusk 129-S..47-48.

4. Bulychev A.V. Preemptive action protection for electric motor / A.V. Bulychev —[E- resource]: http://www.news.elteh.ru/arh/2011/71/07.php

5. Gurevich V.I. "Protective relay" and "relay protection": problems of using terminology / V.I. Gurevich // Vesti v elektroenergetike. – 2012. - № 4. - S. 23 - 33.

6. Gurevich V.I. Cyber-weapons vs power engineering / V.I. Gurevich.- PRO Elektrichestvo. – 2011. - №1. - S. 26-29.

7. Gurevich V.I. Problems of electromagnetic force on relay protection microprocessor unit / V.I. Gurevich. – Komponenty i tekhnologii. – 2010. - № 2. - S. 60-64.

8. Gurevich V.I. Problems of electromagnetic force on relay protection microprocessor unit / V.I. Gurevich. – Komponenty i tekhnologii. – 2010. - № 3. – S. 91-96.

9. Gurevich V.I. Problems of electromagnetic force on relay protection microprocessor unit / V.I. Gurevich. – Komponenty i tekhnologii. – 2010. - № 4. – S.46-51

WAYS OF DETERMING THE NUMBER OF RELAY PROTECTION FUNCTIONS

P. I. Savchenko, V. I. Gurevich

Summary

The expediency of increasing number of relay functions in single module of microprocessor relay protection device is considered.

Key words: multifunctional relay protection, protective relay, concentration of functions in single module.

УДК 621.56 (075.8)

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ

Загорко Н.П., член-кор. МААО, к.т.н., доц.
Григоренко Е.В., к.т.н.,
Стручаєв Н.И., к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел/факс (0619) 44-81-03

Аннотация. Работа посвящена исследованию теплофизических показателей перца сладкого при замораживании россыпью в воздушной среде. Для оптимизации технологии хранения изучались послойное замораживание, удельная теплоемкость, изменение коэффициента теплопроводности и коэффициент температуропроводности, которые определяют теплоаккумулирующую способность продуктов и скорость их охлаждения и замораживания.

***Ключевые слова*:** перец сладкий, замораживание, хранение, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности.

Постановка проблемы. Одной из важнейших задач народного хозяйства является обеспечение круглогодичного бесперебойного снабжения населения Украины высококачественными продовольственными продуктами в широком ассортименте. Природно-климатические условия обуславливают сезонность производства продукции растениеводства, сохранение пищевой и биологической ценности которой в течении длительного периода возможно только с помощью консервирования. Выбор того или иного способа консервирования зависит от свойств продукта, его ценности в конце процесса хранения и эффективности затрат на хранение.

Анализ последних исследований и публикаций. Сегодня общепризнано, что хранение сырья и пищевых продуктов с применением холода является одним из лучших способов их консервирования. Замораживание – наиболее эффективный способ снижения потерь при хранении. В замороженной продукции лучше, чем в консервированной любым другим

Публикуется по рекомендации акад. МААО, д.с.х.н., проф. Любинского А. И.

способом, сохраняются основные компоненты, определяющие пищевую ценность, в том числе и такие лабильные, как витамины, полифенолы и другие элементы биохимического состава. Процесс замораживания состоит из частичного или полного превращения в лед капельножидкой влаги, содержащейся в продукте, в результате чего замедляются или прекращаются биохимические реакции и жизнедеятельность микроорганизмов. С фазовым превращением воды в лед связано изменение теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности продуктов. Как известно, теплофизические свойства воды и льда резко отличаются друг от друга.

Теплофизические характеристики дают количественную оценку теплофизических свойств продуктов. Они определяют теплоаккумулирующую способность продуктов и скорость их охлаждения (нагревания) [1, 5, 8].

К наиболее важным теплофизическим свойствам пищевых продуктов относят удельную теплоемкость (с), коэффициент теплопроводности (λ), коэффициент температуропроводности (а).

Если понижение температуры продукта до криоскопической не сопровождается уменьшением массы, то теплофизические величины изменяются незначительно, причем, часто по линейному закону. При превращении воды в лед они претерпевают скачкообразные изменения. В период фазового превращения, вплоть до полного вымораживания воды при эвтектической температуре (для пищевых продуктов $t_э$ = -65 ÷ -55°С), значения характеристик определяются соотношениями жидкой и твердой фаз в продуктах [7].

Цель исследования. Определить теплофизических характеристик перца сладкого в процессе замораживания до температуры минус 20°С.

Основная часть. Удельная теплоемкость до начала льдообразования в плодах перца сладкого в наших опытах определялась как величина, численно равная сумме произведений теплоемкости воды и сухого остатка на их численные величины [4]

$$c_0 = c_W \cdot W + c_C \cdot (1 - W), \qquad (1)$$

где c_0 – теплоемкость до начала льдообразования; c_W – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг · К; c_C – теплоемкость сухих веществ, равная 0,71-1,36 кДж/(кг · К) для растительных продуктов; W – количество воды в перце, определено экспериментально и равно 0,93.

$$c_0 = 4190 \cdot 0{,}930 + 910 \cdot (1 - 0{,}930) = 3960 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Поскольку в замороженных продуктах часть воды превращается в лед, удельная рассчетная теплоемкость продукта после замораживания по-

дчиняется закону аддитивности и в этом случае рассматривается, как трехкомпонентная смесь воды, льда и сухого остатка [4]:

$$c_1 = c_W \cdot W \cdot (1 - \omega) + c_л \cdot \omega \cdot W + c_C \cdot (1 - W), \qquad (2)$$

где $c_л$ – теплоемкость льда, равная 2120 Дж/(кг · К); ω – количество вымороженной воды, доли единицы.

Преобразовав выражение (2), открывая скобки и подставляя числовые значения c_W и $c_л$ получим:

$$c_м = c_o - 2120 \cdot W \cdot \omega \qquad (3)$$

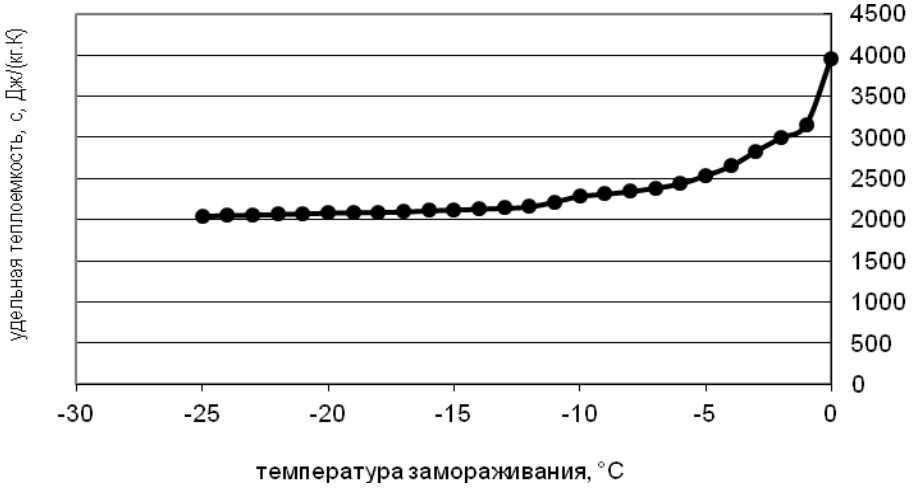


Рисунок 1 - Изменение удельной теплоемкости при замораживании перца сладкого россыпью в воздушной среде

Для оптимизации технологии хранения перца сладкого была проведена серия опытов по определению распространения фронта пониженных температур, т.е. послойного охлаждения и замораживания в диапазоне температур в в воздушной среде от 25 до минус 20°С. Продолжительность и скорость замораживания определяли посредством потенциометра КВ-1 и хронометра 1 класса точности. Замеры проводились во всех опытах на глубине 2 мм (кривая 1), 6 мм (кривая 2), 15 мм (кривая 3) от поверхности. Результаты представлены на рис. 2.

На первой стадии происходит охлаждение слоя перца от начальной температуры (25°С) до криоскопической (минус 0,76°С). Второй участок

соответствует собственно замораживанию (от температуры минус 0,76 до минус 10°С).

В этот период происходит вымораживание 92% воды и максимальное выделение теплоты кристаллизации. Теоретически [8, 9] эта часть кривой должна быть горизонтальной. В действительности по мере вымораживания воды растет концентрация солей клеточного сока перца и криоскопическая температура постоянно понижается. Поэтому кривая на этом участке несколько отклоняется от горизонтальной.

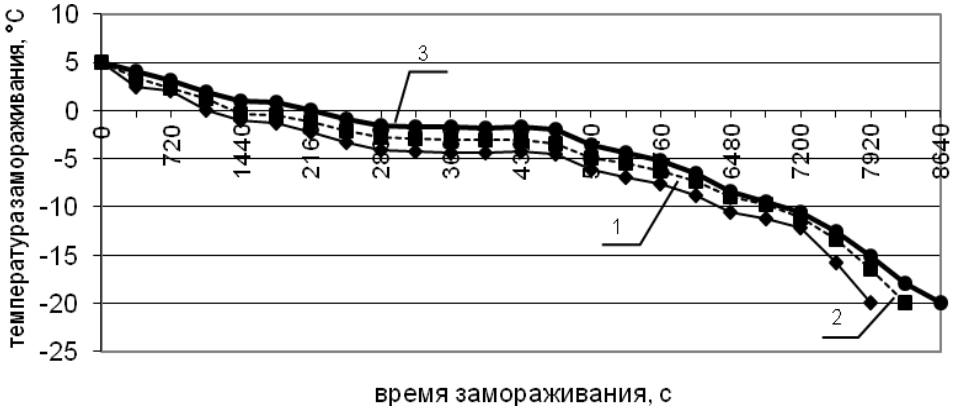


Рисунок 2 - График послойного замораживания перца сладкого в воздушной среде

На третьей стадии при домораживании температура замороженного слоя плавно снижается до уровня, предусмотренного технологией (минус 20°С). Коэффициент теплопроводности для перца сладкого определяли, рассматривая его, как полый конус с толщиной стенок 6-8 мм (до 15 мм в области семенника). Коэффициент теплопроводности для положительных температур определяли согласно выражения [6, 9].

При отрицательных температурах величину коэффициента теплопроводности определяли по значениям температур послойних замеров согласно выражения

$$\lambda = (x^2 \cdot \rho \cdot c)/(4 \cdot \tau \cdot \gamma^2) \qquad (4)$$

где x – расстояние от центра стенки плода, м; ρ – плотность плода при отрицательной температуре, кг/м^3; с – теплоемкость плода при отрицательной температуре, Дж/(кг·К); τ – время, с; γ – функция нормального распределения [3], которую определяем по значениям интеграла Гаусса.

На графике зависимости изменения коэффициента теплопроводности от температуры (рис. 3) явно наблюдается три характерных участка. Наличие этих участков объясняется теплофизическими процессами, происходящими в плодах перца при охлаждении и замораживании.

На первом участке от 25°С до нулевой отметки наблюдается незначительное уменьшение значений коэффициента теплопроводности от 0,501 до 0,240 Вт/(м·К), которое может быть объяснено увеличением вязкости клеточного сока и ухудшением массопереноса в плодах перца.

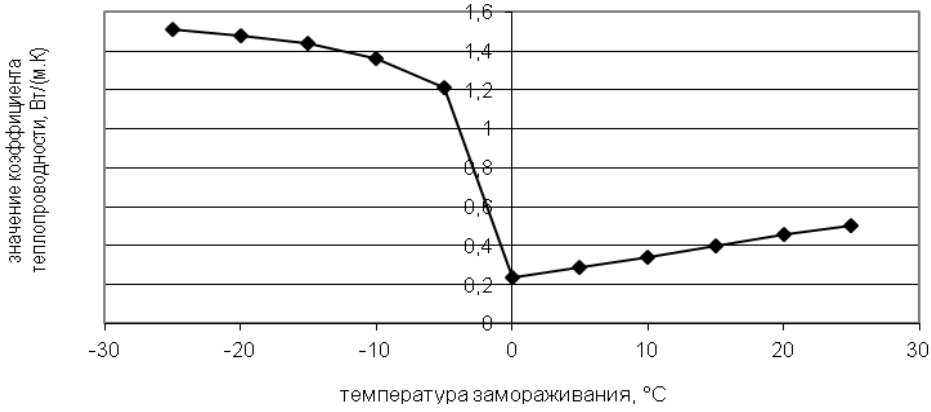


Рисунок 3 - Обобщенная зависимость изменения коэффициента теплопроводности перца сладкого от температуры

На втором участке от 0 до минус 10°С при температуре ниже криоскопической изменение коэффициента теплопроводности связано с превращением основной массы жидкой фазы плодов перца в кристаллическую. На этом участке наблюдается значительный рост коэффициента теплопроводности от 0,240 до 1,442 Вт/(м·К). Значительное увеличение проходит не мгновенно, а растянуто во времени в зависимости от минимальной температуры хладагента. На третьем участке от температуры минус 10°С до минус 25°С происходит плавное повышение теплопроводности плодов, при которой в основном заканчивается фазовое превращение, что подтверждается выходом кривой теплопроводности на практически горизонтальный участок. Дальнейшее незначительное увеличение коэффициента теплопроводности связано с упорядочением структуры кристаллов льда. При охлаждении и замораживании продуктов действуют одновременно механизмы переноса и потери (либо накопления) продуктом тепловой энергии. В результате перемещается температурный фронт в продукте. Скорость этого перемещения характеризуется коэффициентом температуропроводности, который можно определить по формуле или получить непосредственно из опыта

$$a = \lambda/(c\rho) \quad (5)$$

С началом льдообразования температуропроводность уменьшается, т.к. одновременно уменьшается теплоемкость и увеличивается теплопроводность, а также это вызвано уменьшением теплоты кристаллизации.

Выводы.

1. Для последующей оптимизации технологии хранения была определена продолжительность замораживания перца сладкого в воздушной среде от температуры 5°С до минус 20°С, которая составила 8640 с. на глубине 15 мм.

2. Значение коэффициента теплопроводности при снижении положительных температур от 25°С до 0°С незначительно уменьшается от 0,501 до 0,240 Вт (м·К) в связи с изменением вязкости клеточного сока. При понижении температуры воздуха до минус 25°С значение его резко увеличивается до 1,442 Вт/(м·К) в связи с кристаллизацией свободной внутриклеточной влаги и влаги в межклеточном пространстве. При этом почти полностью заканчиваются фазовые превращения воды в лед. Это объясняется как изменением структуры плода, так и изменением конвективной составляющей теплоотвода по мере вымораживания жидкой фазы.

3. Коэффициент температуропроводности является вторичной величиной. В наших исследованиях этот показатель был получен непосредственно из опытов. Он увеличивается в процессе замораживания до минус 20°С от 0,6·10-7 до 7,40·10-7 $м^2/с$.

4. Полученные данные могут быть использованы при технологических расчетах для определения ТФП перца сладкого при замораживании и снижении затрат при производстве холода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов. / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 406 с.

2. Большаков С.А. Холодильная техника и технология: Учебник / Большаков С.А. – М.: ИНФРА – 2000. – 286 с.

3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. / Вентцель Е.С. – М.: Высшая школа, 1995. – 572 с.

4. Вентцель Е.С. Холодильная технология пищевых продуктов. / Вентцель Е.С. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. − 230 с.

5. Иванченко В.И. Обоснование интервала температур замораживания плодовоовощной продукции / Иванченко В.И. // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ИВиВ «Магарач». – Ялта, 2001. – №2. – С. 27-29.

6. Мазуренко А.Г. Замораживание пищевых продуктов в блоках. / А.Г. Мазуренко, В.Г. Федоров – М.: ВО “Агропромиздат”. – 1988. – 204 с.

7. Постольски Я. Замораживание пищевых продуктов. / Я. Постольски, З. Груда – М.: Пищ. пром-ть, 1978. – 606 с.

8. Рогов И.А. Консервирование пищевых продуктов холодом. / Рогов И.А. М.: Колос, 1999. − 168 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Almashi E. Fast freezing of foodstuffs / E. Almashi, L. Erdeli, T. Sharoy. – M.: Legkaya i pishchevaya promishlennost’, 1981. – 406 s.

2. Bol’shakov S.A. Refrigeration engineering and technology: Uchebnik / S.A. Bol’shakov. – M.: INFRA, 2000. – 286 s.

3. Venttsel’ E.S. Probability theory / E.S. Venttsel’ – M.: Vysshaya shkola, 1995. – 572 s.

4. Venttsel’ E.S. Refrigeration technology of foodstuffs / E.S. Venttsel’. – M.: Legkaya i pishchevaya promishlennost’, 1984. − 230 s.

5. Ivanchenko V.I. Substantiation of freezing temeperature interval of fruit and vegetable production / V.I. Ivanchenko // Vinogradarstvo i vinodelie: Sb. nauch. tr. IViV «Magarach». – Yalta, 2001. – №2. – S. 27-29

6. Mazurenko A.G. Foodstuffs freezing in blocks / A.G. Mazurenko, V.G. Fedorov – M.: VO “Agropromizdat”,1988. – 204 s.

7. Postol’ski Ya. Foodstuffs freezing / Ya. Postol’ski, Z. Gruda. – M.: Pishch. prom-t, 1978. – 606 s.

8. Rogov I.A. Preserving of foodstuffs by freezing / I.A. Rogov.- M.: Kolos, 1999. − 168 s.

FREEZING CHANGE OF SWEET BELL RED PEPPER THERMOPHYSICAL INDEXES

N. P. Zagorko, E. V. Grigorenko, N. I. Struchayev

Summary

The work is concerned with research of thermophysical indexes of sweet bell red pepper while freezing in bulk in air medium. To optimize the storage technology the layer freezing, the specific heat capacity, the heat conductivity coefficient change and the diffusivity coefficient determining heat-retaining products ability and their cooling and freezing velocity were being studied.

Key words: sweet bell red pepper, freezing, storing, specific heat capacity, heat conductivity factor, thermal diffusivity

УДК. 331.4 (629.113.004)

БИОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН

Бабицкий Л.Ф., акад. МААО, д.т.н., проф.
Соболевский И.В., к.т.н., докторант*
Южный филиал Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»
г. Симферополь, Украина
Тел/факс (0652)26-38-23.
e-mail: kaf-meh@rambler.ru

Аннотация. Обоснован биосистемный подход по созданию мобильных средств, адаптированных к физиологическим возможностям человека. Рассмотрены факторы, влияющие на физиологию человека при организации рабочего места в мобильном средстве технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: эргономика, биомеханика, мобильное средство, человек, система, среда, физиология, антропометрия, биосистема.

Постановка проблемы. Создание безопасных условий работы с одновременным повышением её продуктивности в сфере технического сервиса АПК Украины невозможно без широкого использования новейших достижений науки и техники. Развитие научно-технического прогресса неразрывно связано с повышением уровня механизации и, как следствие, повышением требований к оказанию услуг в сфере технического обслуживания (ТО) и ремонта для поддержания работоспособности машинно-тракторных агрегатов (МТА). Оперативность своевременного выполнения операций ТО и ремонта, особенно в полевых условиях, обеспечивается за счёт применения мобильных средств – ПАРМ, МАРТ и т.д. Однако, вместе с усложнением конструкций МТА усложняются конструкции оборудования и приспособлений, которые участвуют в технологическом процессе ТО и ремонта.

Это приводит к нерациональному использованию «полезной площади» их помещений за счёт громоздкого оборудования и неприспособ-

---

*Научный консультант: акад. МААО, д.т.н., профессор, Бабицкий Л.Ф.

ленности человека к типовым конструкциям существующих мобильных средств.

Сегодня возникают проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией новой техники оборудования и технологий ТО и ремонта, а именно рост травматизма на производстве, текучесть кадров, при том, что научно-технический прогресс непрерывно развивается, и это требует нового объединения наук при активном привлечении психологии, гигиены и многого другого. Это обуславливает использование новых биосистемных подходов для решения данных проблем, основанных на эргономике.

Анализ последних исследований и публикаций. Первые предпосылки развития новой науки о труде были заложены в 1857 г. и основаны на изучении закономерности науки о природе, предложенной Войтехом Ястшембовским. В дальнейшем такой же смысл в понятие «эргономика» вкладывали и многие другие ученые такие как: В.М. Бехтерев, В.Н. Мясищев и др.. Изучением трудовой деятельности человека занимались многие видные ученые – А.К. Гастев, П.М. Керженцев и другие [2].

Изучению основ технической эстетики и эргономики посвящены работы таких учёных, как В.М. Геслер [3], М.П. Зеленин [4], А.П. Широков [5]. Биомеханическими направлениями работы человека посвящены работы таких учёных как А.Н. Першин [6], А.С. Аурин, В.Н. Селуяинов [7], Д.Д. Донской [8]. Дальнейшим объединением двух направлений эргономики и биомеханики в эргономическую биомеханику на основе антропометрических признаков занимались учёные А.С. Аурин и В.М. Зациорский [9].

Как показывает анализ последних исследований и публикаций в них в основном рассмотрены вопросы эргономической биомеханики применительно к машиностроению. В этих материалах описаны ручные действия, работы за пультом стоя, рабочие места операторов и станочников, воздействия вибрации и средства индивидуальной защиты. Однако нет дальнейшего развития системы «человек – машина - среда», где требуется решить такие проблемы, как создание адаптированных средств труда к человеческим возможностям с целью повышения их продуктивности и сохранения качества работы в общей системе ТОР технического сервиса АПК. Необходимы также решения задач оптимизации рабочих мест за счёт эргономического совершенствования сельскохозяйственной техники, технологического оборудования в системе ТОР, пространственной организации, и условий адаптации человека как к внутренним, так и внешним факторам среды.

Цель исследования. Обоснование биосистемного подхода к разработке мобильных средств технического обслуживания и ремонта машин посредством анализа основных физиологических показателей человека в

процессе ТО и ремонта, эргономики рабочего места в мобильном средстве ТОР и факторов, влияющих на физиологию человека.

Основная часть. Коэффициент, который учитывает рабочие зоны, проходы и проезды, часто используют при расчётах участков мастерских [10] однако, он не всегда даёт возможность оптимизировать насыщение оборудованием с учётом человеческого фактора.

Машину не следует рассматривать как отдельное целое, если с ней работает человек. Её необходимо оценивать с точки зрения эргономики – науки о труде в комплексной системе «человек – машина - среда». Основная роль в этой системе принадлежит человеку как движущей силе (рис.1).

Рисунок 1 - Система «Человек-машина-среда»

В процессе ТО либо технического осмотра на современном этапе информационная связь человека с объектом (объект ТО) – машиной, происходят за счёт специальных устройств: приборов введения и отображения информации (модули управления, автотестеры, адаптеры, газоанализаторы, линии технического контроля и т.д.). Все изменения в системе машины проходящей ТО устанавливаются (фиксируются) специальными датчиками, сигналы которых передаются измерительным приборам. За этими показаниями следит человек-оператор (мастер-диагност).

Эффективность работы человека в общей системе ЧМС в большей мере зависит от её работоспособности и продуктивности труда, которые изменяются в течение рабочей смены.

Как показывает анализ тяжести работ по физиологическим показателям человека самой тяжёлой является немеханизированная работа (среднее суточная потребность в энергии свыше 4300 кДж). При этом на частично механизированную работу затрачивается до 3800 кДж, а на механи-

зированную 3300 кДж. Эти затраты энергии показывают целесообразность улучшения взаимосвязи в общей системе ЧМС. Однако при любых затратах энергии человек начинает уставать. Это сопровождается изменениями биоэлектрической активности в мышечной ткани, а при одновременном напряжении умственного труда – повышение нервной импульсации. Усталость – явление, когда процессы истощения организма в человеке начинают доминировать над процессами восстановления. Однако – усталость является обратным процессом. Достаточно человеку немного отдохнуть, как он сможет опять выполнять ту же работу с той же производительностью. Но если человек не достаточно отдохнул, то постепенно может развиваться процесс переутомления. Поэтому при выборе положения человека в процессе работы необходимо учитывать тяжесть работы, размеры рабочей зоны, необходимость перемещения в ней человека в процессе выполнения работ, особенности технологических операций и процессов.

Основным показателем, характеризующим взаимосвязь производительности и усталости, является продуктивность труда, которая выражается математической функцией [1]:

$$П_{Т.Ч.} = f(П_{Ч.}) = f(С.; У.; П.В.), \qquad (1)$$

где $П_{Т.Ч.}$ - продуктивность труда человека;

$f(П_{Ч.})$ - функция работоспособности человека;

$С.$ - состояние организма человека;

$У.$ - усталость человека от влияния среды;

$П.В.$ - процесс восстановления человека.

Определяя изменения работоспособности человека $Р_{Ч.}$ эргономическими показателями $Э_{Пп}$ выражение (1) в первом приближении будет иметь следующий вид:

$$Р_{Ч.} = f(Э_{П1}; Э_{П2}; ... Э_{Пп}), \qquad (2)$$

Причём, каждый эргономический показатель характеризует изменение работоспособности человека в зависимости от изменения определённого фактора (напряжённость труда при проведении ТО (*Н.Т.*), пространственная организация рабочего места в конструкции мобильных средств системы ТОР (*П.Р.*) и т.д.), который прямо либо косвенно влияет

на состояние организма человека в целом. Наиболее рациональное значение каждого эргономического фактора можно выразить в виде функции:

$$Э_{Пп} = f(Н.Т.; П.Р.;...n). \quad (3)$$

При условии, что в процессе создания конструкции мобильных средств системы ТОР используют нормативные значения эргономических показателей и соблюдается их постоянство функция $Э_{Пп} = f(Н.Т.; П.Р.;...n)$. при $Н.Т.; П.Р. = const - Э_{Пп} = 0$. Такое выражение даёт возможность характеризовать положительное влияние на организм человека при работе дополнительными значениями функции (дополнительными эргономическими факторами – удобство обслуживания машины, её ремонтопригодность и т.д.), а отрицательное влияние – отсутствие данных факторов.

В системе технического сервиса сельскохозяйственной техники мобильными средствами существует большое количество факторов, которые влияют на организм человека как положительно, так и отрицательно. С практической точки зрения, а также используя метод ранжирования, необходимо ограничиться наиболее важными факторами – это характер организации рабочих мест, пространственная организация рабочего места и проектирование производственного оборудования в мобильных средствах системы ТОР.

Рабочее место в мобильном средстве – это часть производственной площади, которая оборудована и оснащена средствами труда для выполнения определённой работы (ТО, ремонт, диагностика) одним или несколькими рабочими. Организация рабочего места в данном случае является комплексным фактором, который предусматривает рациональную организацию трудового процесса с целью максимальной экономии рабочего времени, обеспечения высокой производительности труда, избавления рабочего от лишних и неудобных движений, максимального сокращения времени на ручные приёмы труда, улучшения использования стендов и оборудования, а также обеспечения необходимых санитарно-гигиенических и безопасных условий труда.

При пространственной организации рабочего места «контейнера» (форма контейнера характеризуется большей полезной площадью в соотношении с другими формами) мобильного средства необходима взаимосвязь двух аспектов: гуманистического (соответствие рабочих мест возможностям человека, безопасность его жизнедеятельности); технико-экономического (точность, надежность, продуктивность).

Перед началом пространственной организации рабочего места необходимо изучить основные параметры: особенности мобильного средства ТОР как систему; параметры, характеризующие пространственную организацию «контейнера» и оборудования размещённого в нем с учётом проходов, рабочих зон и рабочих поверхностей; параметры характеризующие элементы рабочего места и его размещение (средства управления – СУ; средства отображения информации – СОИ); параметры, характеризующие производственную среду (биологические, физические и химические факторы).

Современная практика использования мобильных средств ТОР показывает, что несоответствие эргономическим требованиям компоновки их рабочих мест приводит к быстрой утомляемости, возникновению аварийных ситуаций и травматизму.

В основном мобильные средства технического сервиса базируются на шасси автомобилей УАЗ и Газель. В кабине могут находиться два человека: водитель-слесарь и механик. В функциональные обязанности водителя-слесаря входит отслеживание технического состояния шасси автомобиля и материальной части мобильного средства, а также доставка мобильного средства к месту технического сервиса и оказания помощи механику в выполнении крепёжно-регулировочных и заправочных работ. Механик выполняет контрольно-диагностические операции, а также операции, совмещённые с водителем-слесарем. Процесс работы при проведении ТО либо ремонта, в основном организуется стоя либо сидя. При работе сидя уменьшается статическая нагрузка для поддержания массы тела и происходит разгрузка органов кровообращения.

Однако, если учесть, что положение сидя увеличивает давление в нижней части спины в пять раз больше, чем положение стоя, то это приводит к изменениям в межпозвоночных дисках и других физиологических нарушениях опорно-двигательного аппарата человека. Продолжительная сидячая работа вредна человеку. Он сутулится или подает тело вперед, и позвоночник деформируется, травмируя диски. Человек поднимает плечи и сгибает руки, держа их в напряжении – и естественно, они начинают болеть. Пережимая сосуды, он перегружает сердце; происходят хронические растяжения сухожилий кистей рук при постоянно ухудшающемся зрении. Если ноги не достают до пола или человек долго находится в одной позе, затрудняется отток крови в ногах, что соответственно может привести к возникновению тромбофлебита. Нога должна стоять большую часть времени на полу полной ступней. Для нее это наиболее здоровое положение. Это обеспечивается в основном при работе стоя. Такое положение тела человека наиболее благоприятное, потому, что обеспечивает равномерное распределение массы тела рабочего, нормальную подвиж-

ность в позвоночнике. Создаются благоприятные условия перемещения сенсорных координаций и зоны здорового взгляда, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

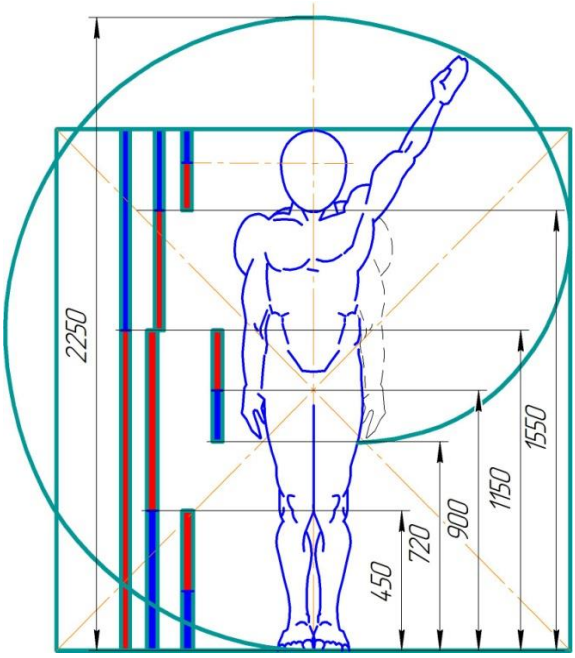


Рисунок 2 - Пропорциональные соотношения человеческого тела (в мм).

Далее рабочий должен правильно перемещаться и при этом выполнять работу. В этом направлении основой эргономики при проектировании мобильных средств ТО и ремонта будут являться анатомия и физиология человека. В рамках анатомии основами эргономики являются соматография и антропометрия, на которых базируется биомеханика, изучающая закономерности кинематики частей тела, в особенности конечностей, представляющих собой шарнирные механизмы с характерными траекториями звеньев, состоящие из комбинаций дуг. При этом человеческое тело, с точки зрения теории машин и механизмов определяется – как сложный биомеханизм, кости – как жёсткие звенья, а суставы как кинематические пары определённых классов [7]. Как показывает анализ, число степеней свободы для всего биомеханизма человеческого тела равен 244. При этом размерные соотношения самого человеческого тела, многие из которых соответствуют пропорции так называемого «Золотого сечения»

(рис.2), заложены в систему пространственной гармонизации различных типов сооружений.

На рисунке 2 шкалы обозначают соотношение частей тела в «Золотом сечении».

На практике в основном необходимо использовать усреднённые размеры, видоизменяющиеся на основании данных антропометрии.

Выводы. Предложенные предпосылки к обоснованию биосистемного подхода для совершенствования мобильных средств дают возможность создавать средства труда, адаптированные к человеческим возможностям с целью повышения их продуктивности и сохранения качества работы в общей системе ТОР технического сервиса АПК. Также обеспечивается решение задач по оптимизации рабочих мест за счёт эргономического совершенствования машин, технологического оборудования, пространственной организации, и минимизации её влияния на физиологию человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи. Навч. посіб. /*С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк та ін.*/ – 2-ге вид., стер. – К.; Знання, 2007. – 215 с.

2. Эргономика: Режим доступа: http: //www. be5. biz/ ekonomika /t005/19.htm.

3. Геслер В.М. Основы технической эстетики и эргономики. – Калинин: КОТКАЗПИ, 1974. –263 с.

4. Зеленин М.П. Эргономика в морском транспорте. / Зеленин М.П./ издание второе, доп. и пер. – Одесса: «БАНТО» 1999 г. – 382 с.

5. Широков А.П. Основы эргономики на железнодорожном транспорте: учебно-методическое пособие/ Широков А.П. – Хабаровск. Издательство Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), 2000г. – 83 с.

6. Першин А.Н. Биомеханическое обоснование использования технических средств для обучения ударным действиям: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - М., 1979. - 24 с.

7. Зациорский В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека/ Зациорский В.М., Аурин А.С., Селуяинов В.Н. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.

8. Донской Д.Д. Биомеханика: учебник для институтов физической культуры / Донской Д.Д., Зациорский В.М./ – М. Физкультура и спорт, 1979г. –264 с.

9. Аруин А.С. Эргономическая биомеханика./ А.С. Аруин, В.М.Зациорский / М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.

10. Серый И.С. Курсовое и дипломное проектирование по надёжности и ремонту машин / И.С. Серый, А.П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 5–10–00812–

BIBILIOGRAPHY

1. Labour safety: ergonomic and aesthetic grounds. Navch. posibnyk /S.O. Apostolyuk, V.S. Gihirey, A.S. Apostolyuk [та ін.] // – 2-ge vyd., ster. – К.; Znannya, 2007. – 215 s.

2. Ergonomics.[E-resources]:retrieved from: http:www. be5. biz/ ekonomika /t005/19.htm.

3. Gesler V.M. Fundamentals of technical aesthetics and ergonomics / V.M.Gesler. – Kalinin: КОТКАZРІ, 1974. –263 с.

4. Zelenin M.P. Marine transport ergonomics / M.P.Zelenin // izdanie vtoroe, dop. i per. – Odessa: «БАНТО», 1999 г. – 382s.

5. Shyrokov A.P. Fundamentals of rail transport ergonomics : uchebno-metodicheskoe posobie / A.P. Shyrokov. – Khabarovsk. Izdatel’stvo Dal’nevostochnogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya (DVUPS), 2000. – 83 s.

6. Pershin A.N. Biomechanic substantiation of technical means application for percussion training: Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. - M., 1979. - 24 s.

7. Zatsiorskiy V.M. Biomachanics of human locomotor system / V.M. Zatsiorskiy, A.S. Aurin, Seluianinov V.N. – M.: Fizkul’tura i sport, 1981. – 143 s.

8. Donskoy D.D. Biomechanics: uchebnik dlya institutov fizicheskoy kul’tury / D.D. Donskoy, V.M. Zatsiorskiy. – M.: Fizkul’tura i sport, 1979г. –264 s.

9. Aurin A.S. Ergonomic biomechanics / A.S. Aurin, V.M. Zatsiorskiy / M.: Mashinostroenie, 1989. – 256 s.

10. Seryy I.S. Course and diploma projecting on machine reliability and repair / I.S. Seryy, A.P. Smelov, V.Ye. Cherkun. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1991. – 184 с.: ил. – (Uchebniki I uchebnie posobiya dlya studentov vys.uchebn.zavedeniy). ISBN 5–10–00812

BIOSYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF MOBILE MEANS OF MACHINERY MAINTENANCE AND REPAIR

L. F. Babitsky, I. V. Sobolevsky

Summary

Biosystem approach to the development of mobile means adapted to the human physiological capabilities has been substantiated. The factors

influencing the human physiology under organization of workplace in the mobile means of machinery maintenance and repair have been considered.

Key words: ergonomics, biomechanics, mobile means, biosystem approach, workplace, human physiology, anthropometry.

УДК 631.17

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ РАСТЕНИЙ

Никифорова Л.Е., акад. МААО, д.т.н., проф.
Кизим И.В., инж.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел (0619) 42-23-41
e-mail: etapk@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения светодиодных источников света в установках закрытого грунта. Обоснована необходимость разработки комплекса регистрации биопотенциалов растений, необходимого для отработки технологии выращивания растений с применением светодиодных светильников.

Ключевые слова: растительный биообъект, биоэлектрический потенциал, диагностика, светодиодный источник света.

Постановка проблемы. Современные разработки в полупроводниковой отрасли позволяют производить недорогие ультраяркие светодиоды, отличающиеся высокой световой отдачей и большим сроком службы. Большим преимуществом светодиодных источников является возможность получения монохроматического излучения практически любой части спектра. В установках закрытого грунта всё более активно начинают применяться светодиодные облучающие установки, что обуславливается, помимо получения монохроматического излучения в фитоактивной части спектра, низкой потребляемой мощностью и низким тепловыделением, что даёт возможность устанавливать светодиоды рядом с растениями без риска их повреждения.

Современные светодиоды перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра. Диапазон длин волн излучения светодиодов в крас-

ной области спектра составляет 620-780 нм, в оранжевой – 600-620 нм, в желтой – 585-595 нм, в зеленой – 500-570 нм, в голубой – 465-490 нм и в синей – 430-465 нм. Таким образом, составляя комбинации из светодиодов разного спектра излучения, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне.

Спектральные максимумы поглощения хлорофилла “a” растительного биообъекта совпадают с линиями 410,2; 430,8 и 656,3 нм; красные максимумы хлорофилла “b” – с линиями 640 и 649,5 нм; фитохрома – с линиями 381,6; 396,8 і 656,3 нм. Наибольшим же количеством максимумов поглощения функционально разных пигментов обладает полоса шириной в 390-440 нм. Зелёный спектр не является абсолютно необходимым для обеспечения фотосинтеза растений, но благодаря своей высокой проникающей способности полезен для обеспечения фотосинтеза оптически плотных листьев и густых посевов растений [1]. Поэтому в светодиодном светильнике могут сочетаться несколько цветов, перекрывающих эти фитоактивные участки. Однако, вопрос об оптимальном сочетании светодиодов определённого спектра излучения ещё не решён, и существует множество рекомендаций по этому поводу, отличающихся друг от друга.

Анализ последних исследований и публикаций. В данный момент производителями светодиодной продукции предложен большой выбор светодиодных фитоламп, отличающихся мощностью, процентным соотношением применяемых светодиодов определённого спектра и, соответственно, общим спектром излучения. Согласно результатам исследований [2] оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергии по спектру: 30% - синий спектр, 20% - зелёный спектр и 50% - красный спектр. Однако, светодиоды зелёного спектра в промышленных образцах фитоламп практически не применяются. Отношение светового потока красного и синего света в большинстве светодиодных светильников, рассчитанных на обеспечение хорошего фотосинтеза растений в различный период их роста, варьируется в широком диапазоне: 9:5, 6:3, 11:5, 7:1, 8:1 и 9:1.

Цель исследования. Для определения оптимального соотношения светодиодов разного спектра, для исследования влияния режимов работы светодиодных облучающих установок на растительные биообъекты (РБО), а также с целью обеспечения наилучших условий для получения готовой продукции, необходимо разработать методику и измерительный комплекс, позволяющие воздействовать на растения светодиодными источниками и оценивать ответную реакцию растений в режиме реального времени.

Основная часть. Большинство экспериментов, проводимых с целью изучения воздействия на растения тех или иных факторов, оценива-

ются по результатам конечной продукции (всхожести, урожая), что является крайне неэффективным методом с энергетической и временной точки зрения. Оптимальным решением является анализ мгновенной реакции растения на внешнее воздействие. Непосредственную реакцию растений на эти воздействия за небольшой промежуток времени наблюдать трудно, однако можно фиксировать биоэлектрический потенциал (БЭП) клеток.

Биоэлектрическая полярность растений выражается в различиях метаболических потенциалов между отдельными органами, тканями, клетками в устойчивом стационарном состоянии. Величина БЭП отражает реальные процессы обмена веществ и неразрывно связана с физиологическим состоянием живого организма, а устойчивое неравновесное состояние в растительных организмах поддерживается за счет непрерывно протекающих в них процессов обмена веществ. Таким образом, при исследовании различных способов стимулирования развития РБО измерение величины БЭП может использоваться для оценки функционального состояния растений на разных стадиях органогенеза.

Импульсная биоэлектрическая активность характеризует изменения в функциональной жизнедеятельности растительных объектов и растений и является ответом на изменения в окружающей среде и на воздействия раздражающих факторов. Импульсная электрическая активность делится на три типа: потенциалы действия (ПД) - импульсные электрические ответы на надпороговое раздражение; вариабельные потенциалы (ВБ), являющиеся реакцией высших растений на повреждающие, или высокоэнергетические воздействия; микроритмы, являющиеся видом ритмической импульсной электрической активности у растений [3].

Активный потенциал большой группы клеток (растительной ткани) может быть измерен путём контакта электродов с разными точками растения, между которыми измеряется биоэлектричество. В этом случае наблюдаемый сигнал происходит из-за клеточной поляризации-деполяризации.

В настоящее время комплексы для измерения электрической активности РБО не производятся. Устройства, разрабатываемые усилиями отдельных исследователей, являются сложными в эксплуатации и требуют специальных условий и высокой квалификации персонала.

Наличие такого комплекса для измерения БЭП растений позволит изучить характеристику взаимосвязи «система облучения – объект облучения» и даст возможность отрабатывать технологию выращивания растений с применением светодиодных источников света, что в свою очередь позволит увеличить рост готовой продукции и снижение энергозатрат.

Для изучения влияния светодиодных источников света на РБО предполагается разработка комплекса, включающего в себя светотехническую

установку на ультраярких светодиодах зелёного, синего и красного спектров излучения, блок регистрации БЭП и компьютер, предназначенный для сбора, отображения и анализа полученной информации (рис. 1).

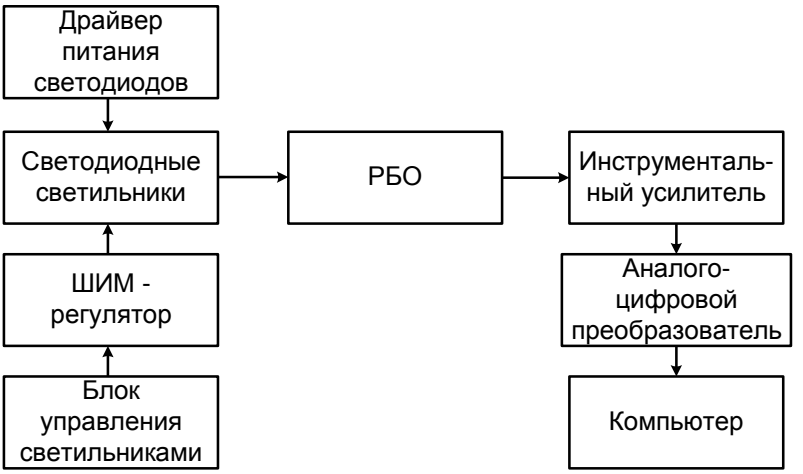


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса для регистрации биопотенциалов растений

С помощью блока управления и широтно-импульсного регулятора (ШИМ) может осуществляться как регулирование интенсивности общего светового потока так и изменение спектрального состава за счет регулировки интенсивности излучения светодиодов в различных цветовых диапазонах, чем обеспечивается воздействие на растения.

БЭП РБО поступает на вход инструментального усилителя, далее на вход блока аналого-цифрового преобразователя, после чего цифровой сигнал поступает на компьютер для дальнейшей обработки и анализа влияния режимов работы и спектрального состава излучения светодиодных источников на растения.

Выводы. На основе предлагаемого комплекса для измерения БЭП растений можно решить вопрос создания светильников с регулированием спектра и мощности излучения в соответствии с этапами развития растений с целью увеличения роста готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Знак, 2006. - 972 с

2. Прокофьев А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве / А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев // Полупроводниковая светотехника. - 2010. – №5. - С. 60-63.

3. Коган А.Б. Электрофизиология / А.Б. Коган - М.: Высшая школа, 1969. - 368 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Reference book on illuminating engineering / Pod red. Yu.B. Aizenberg. - M.: Znak, 2006. - 972 s.

2. Prokof'yev A. Prospect of application of LED lamps in crop production / A. Prokof'yev, A. Turkin, A. Yakovlev // Poluprovodnokovaya svetotehnika. - 2010. – №5. - S. 60-63.

DIAGNOSTIC COMPLEX FOR RECORDING THE BIOELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS

L. Nikiforova, I. Kizim

Summary

The problem of application of LED lamps in hothouses is considered. The necessity of complex development for recording the bioelectric potentials of plants, needed to perfect plant growing technology with the use of LED lamps is grounded.

Key words: vegetable bioobject, bioelectric potential, diagnostics, LED lamp

УДК 515. 2 + 563. 3

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОРМОПРИГОТОВЛЕНИЯ

Диордиев В.Т., акад. МААО, к.т.н., проф.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. (0619) 42-57-97
e-mail: diovlatr@ukr.net

Аннотация. Предложена математическая модель анализа функционирования автоматизированных процессов кормопроизводства. Учтена

нелинейность автоматизированных систем и принято допущение представления детерминированной составляющей задающего воздействия его центрированной случайной составляющей во взаимодействии с центрированной возмущающей составляющей, определяющих основные показатели качества работы компьютерных систем автоматического регулирования и параметры алгоритмов оценивания, оптимизации и управления.

Ключевые слова: геометрическое моделирование, лучистая энергия, локальный коэффициент, радиационный теплообмен.

Постановка проблемы. Известно, что реальный технологический процесс должен быть исследован с учетом имеющихся в нем нелинейностей [1]. В связи с этим, на основе полученных моделей линеаризованного объекта, используемых преимущественно в целях моделирования и предварительной оценки работоспособности системы, проводят комплексное исследование объекта, выделяя его линейную и нелинейную части.

Анализ последних исследований и публикаций. Методология комплексного исследования нелинейных систем разработана довольно широко [2, 3]. Однако данные методы фиксируют лишь теоретические аспекты устойчивости и качества регулирования объектов. Для более общей оценки таких систем необходимо также определение параметров управляемости и наблюдаемости.

Цель исследования. Расширить аспекты теоретических исследований нелинейных автоматизированных систем.

Основная часть. На рис. 1 показана структурно-функциональная схема подсистемы коррекции параметров инвариантности в дискретных нелинейных системах оценивания с управлением наблюдаемостью. На указанной схеме величина $g(n)$ - аддитивная смесь задающего воздействия $x(n)$ и возмущения $f(n)$; $\Delta u(n)$ - управляемый процесс; $\tilde{u}(n)$ - невязка (рассогласование) наблюдения; $\hat{x}(n)$ - оценка процесса $x(n)$; $u(n)$ - управляющее воздействие. По условиям работы управляемый процесс $\Delta u(n)$ должен быть ограничен, т.е.

$$-u_{огр} \prec \Delta u(n) \prec u_{огр}$$

Поскольку алгоритмы оценивания и управления предполагается реализовывать на ЭВМ, то данная система, по существу, является системой оценивания с управлением наблюдаемостью.

Как постановку задачи считаем условие, что входное воздействие на дискретную систему имеет вид

$$g(m) = m_x(n) + \overset{0}{x}(n) + \overset{0}{f}(n), \tag{1}$$

где $m_x(n)$ - детерминированная составляющая задающего воздействия $x(n)$; $\overset{0}{x}(n)$ - его центрированная случайная составляющая; $\overset{0}{f}(n)$ - центрированная возмущающая составляющая.

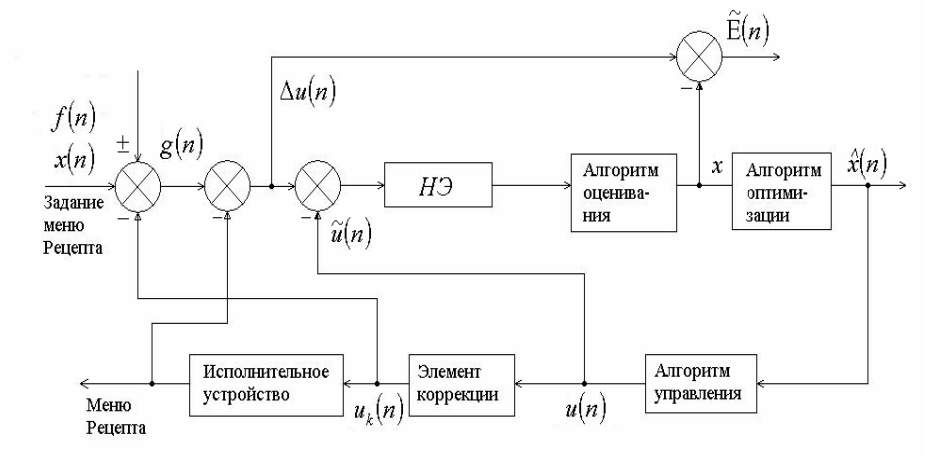


Рисунок 1 - Структурно-функциональная схема подсистемы коррекции параметров инвариантности в дискретных системах оценивания с управлением наблюдаемостью.

Пусть $\overset{0}{x}(n)$ и $\overset{0}{f}(n)$ имеют нормальные распределения [2] $N_1(O, \Theta(n))$ и $N_2(O, R(n))$; $\Theta(n) - M\left[\overset{0}{x}{}^2(n)\right]$ и $R(n) = M\left[\overset{0}{f}(n)\right]$; M – оператор математического ожидания.

При значениях

$$M\left[\overset{0}{x}(n)\,\overset{0}{f}(n)\right] = 0;\ M\left[\overset{0}{f}(n)\,\overset{0}{f}(n-1)\right] = 0,\ n = 1,2,\ldots, \tag{2}$$

канал наблюдения будет описываться выражением

$$\tilde{u}(n) = K_л \Delta u(n) = K_л\left[g(n) - \Psi_n u(n)\right];\ n = 1,2,\ldots \tag{3}$$

где $К_л$ – коэффициент стохастической линеаризации нелинейного элемента;

Ψ_n - временной оператор, характеризующий инерционную часть канала наблюдения (исполнительное устройство на рис. 1), при этом предполагается также, что инерционная часть описывается дискретной передаточной функцией

$$\Psi(Z) = M(Z) / N(Z), \tag{4}$$

где M(Z), N(Z) – полиномы от Z – оператора [3].

Для реализации воздействия на управляемый процесс $\Delta u(n)$, необходимо иметь о нем информацию. В этом случае управление в момент nT можно записать в виде

$$u(n) = \mu[\Delta u^*(n)]; \; \Delta u^*(n) = \Delta u(1), \Delta u(2), ..., \Delta u(n). \tag{5}$$

Информацию о $\Delta u(n)$ можно получить по оценкам $\hat{x}(n)$, которые формируются на основе наблюдения $\tilde{u}(n)$, поэтому уравнение в момент времени nT можно записать в виде

$$u(n) = \mu[\hat{x}^*(n)]; \; \hat{x}^*(n) = \hat{x}(1), \hat{x}(2), ..., \hat{x}(n). \tag{6}$$

Алгоритм управления должен быть представлен в форме преобразования числовой последовательности $\{\hat{x}\}$ в последовательность $\{u_i\}$, что при переходе к Z – преобразованию по Лапласу

$$u(Z) = F_{\acute{y}}^{u}(Z)\hat{x}(Z), \tag{7}$$

где функция $F_э^u(Z) = \alpha(Z) / \beta(Z)$, определяется, например, по алгоритму Z – преобразования Боксера-Тэллера и др. [2]. В дискретных системах оценивания с управлением наблюдением оценка $\hat{x}(n)$ в момент времени nT является следствием причины ее порождающей, т.е. управления $u(n)$ в момент nT. В этом случае при формировании управления в момент времени n_i не представляется возможным использовать оценку в этот же момент времени, т.к. в противном случае следствие будет порож-

дать причину, которая вызвала данное следствие. Выполнение этих требований при малых значениях $f(n)$ приводит к реализации предельных возможностей рассматриваемой системы управления наблюдаемостью.

При введении невязки оценивания

$$\tilde{\varepsilon}(n) = g(n) - \hat{x}(n) \tag{8}$$

и производная Z – преобразования.

Далее получим:

$$\begin{aligned} K_{\tilde{g}u}(Z) &= K_{л}\left[1 - \Psi(Z)K_{gu}(Z)\right]; \\ K_{\tilde{g}\varepsilon}(Z) &= 1 - K_{g\hat{x}}(Z), \end{aligned} \tag{9}$$

где $K_{\tilde{g}u}(Z), K_{\tilde{g}\varepsilon}(Z)$ - передаточные функции по ошибкам управления и оценивания соответственно; $K_{gu}(Z), K_{g\tilde{x}}(Z)$ - передаточные функции замкнутых каналов управления и оценивания.

Из структурно-функциональной схемы (рис. 1) следует, что связь по входному воздействию (по каналу управления) g(n) не влияет на характеристическое уравнение канала оценивания от точки приложения g(n) до выхода $\varepsilon(n)$. Оно остается равным характеристическому уравнению замкнутой системы управления наблюдением (от g(n) до $\hat{x}(n)$, поэтому можно считать, что характеристические уравнения каналов оценивания (от g(n) до $\tilde{\varepsilon}(n)$) и управления (от g(n) до u(n)) одинаковы.

В связи с этим передаточные функции по невязкам управления $\tilde{u}(n)$ и оценивания $\tilde{\varepsilon}(n)$ записываются в виде:

$$K_{\tilde{g}u}(Z) = \frac{Z\{\tilde{u}(n)\}}{Z\{g(n)\}} = \frac{A(Z,n,K_{л})}{C(Z,n,K_{л})}; \tag{10}$$

$$K_{\tilde{g}\varepsilon}(Z) = \frac{Z\{\tilde{\varepsilon}(n)\}}{Z\{g(n)\}} = \frac{B(Z,n,K_{л})}{C(Z,n,K_{л})}; \tag{11}$$

где $A(Z,n,K_{л}), B(Z,n,K_{л}), C(Z,n,K_{л})$ - полиномы соответствующих степеней Z, коэффициенты которых зависят от дискретного времени nT и параметра нелинейного элемента $K_{л}$, т.е.

$$\begin{aligned} A(Z,n,K_{л}) \big/ C(Z,n,K_{л}) &= K_{л}\left[1 - \Psi(Z)K_{g\hat{x}}(Z)F_{э}^{u}(Z)\right]; \\ B(Z,n,K_{л}) \big/ C(Z,n,K_{л}) &= 1 - K_{g\hat{x}}(Z). \end{aligned} \tag{12}$$

После решения (12) будем иметь:

$$C(n,Z,K_л)=\left[A(Z,n,K_л)-K_л\Psi(Z)B(Z,n,K_л)F_э^и(Z)\right]\Big/K_л\left[1-\Psi(Z)F_э^и(Z)\right]. \quad (13)$$

Условие инвариантности по каналу управления будет выполнено при $A(Z,n,K_л)=0$, при этом процедура оценивания становится невозможной. Достижение инвариантности по каналу оценивания ($B(Z,n,K_л)=0$) связано с изменением полинома $C(Z,n,K_л)$ (выражение (13) и поэтому ограничено условиями устойчивости.

Вывод. С помощью разработанной методики, на основании имеющегося набора характеристик объекта управления, определяются свойства, которым должна удовлетворять модель системы управления, а также влияние входных и возмущающих воздействий на характеристики каналов оценивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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. 102-109.

2. Черницкий В.И. Математическое моделирование стохастических систем / В.И. Черницкий.– Петрозаводск: Издательство Петрозаводского ун-та, 1994. – 200 с.

3. Штайер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Р. Штайер; пер. с франц.; под ред. А.В. Лотова. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Diordiev V.T. Systems and circuit engineering base of performing multicriterion system of direct digital regulation of forage production technological process parameters on farms / V.T. Diordiev, I.D. Trufanov, A.A. Kashkaryov// Tehnichna elektrodinamika. Problemy suchasnoi elektrotehniky. – K.: 2008. – Ch.5. – S. 102-109.

2. Chernitskiy V.I. Matematical modeling of stochastic systems / V.I. Chernitskiy. – Petrozavodsk: Izdatel’stvo Petrozavodskogo un-ta, 1994.– 200 s.

3. Shtaier R. Multicriterion optimization. Theory, calculations and application / R. Shtaier; [Transl. from French].; pod red. A.V. Lotova. . – M.: Radio i sviaz', 1992. – 504 s.

RESEARCH AND EVALUATION OF QUALITY PERFORMANCE OF FEED PROCESSING TECHNOLOGICAL PROCESS FUNCTIONING

V. T. Diordiev

Summary

The mathematic model of functioning analysis of feed production automated processes has been suggested. The nonlinearity of automated systems has been considered and the assumption of stimulus deterministic component representation by its centered random component in interaction with centered disturbing component determining the basic parameters of quality functioning of automatic control computer systems and parameters of evaluation, optimization and control algorithms has been taken.

Key words: geometrical modeling, local coefficient, radiant energy, radiative heat transfer.

УДК 631.3.004.67

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В УКРАИНЕ

Серый И.С., к.т.н., проф.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-20-74

Аннотация. Обосновывается необходимость организации в Украине капитального ремонта машин и восстановления деталей как эффективного пути ресурсосбережения в АПК. Предлагаются пути решения этой проблемы не только государством, но и с привлечением частого капитала.

Ключевые слова: ресурсосбережение, охрана окружающей среды, капитальный ремонт, восстановление деталей.

Публикуется по рекомендации акад. МААО, д.т.н., проф. Дидура В.А.

Постановка проблемы. В ходе реформирования сельского хозяйства Украины и перехода к рыночной экономике, практически полностью разрушена сеть специализированных ремонтных мастерских, осуществляющих капитальный ремонт машин и централизованное восстановление изношенных деталей. В системе технического сервиса в агропромышленном комплексе именно капитальный ремонт машин с восстановлением изношенных деталей является важнейшим и эффективным путем ресурсосбережения.

Время, когда человечество считало планету Земля необъятной, природные ресурсы неисчерпаемыми, безграничными, уже прошло.

Ежегодное потребление природных ресурсов достигло размеров соизмеряемых с разведанными и предполагаемыми запасами этих ресурсов.

Подсчитано, что прежде всего иссякнут запасы энергетического сырья: нефти, газа, угля. Например, ресурсы нефти, этого основного в настоящее время источника энергии в основном истощатся к 2050-2060г.г.[1].

Но в ближайшее время дефицитом станет даже пресная вода и такой важнейший для машиностроения элемент как железо.

Поэтому ресурсосбережение есть генеральное направление в развитии технологий в настоящее время и в обозримом будущем.

В сельском хозяйстве используется колоссальное количество техники, которая по нормативам работает около десяти лет, после чего подлежит списанию и утилизации.

Однако, даже после 2-3 капитальных ремонтов, при которых в машину вкладывались дополнительные ресурсы в виде запасных частей, в машинах, которые подлежат списанию, около 80% их массы составляют детали годные к дальнейшему использованию или к полному восстановлению их годности [2].

Если проанализировать материальный состав списываемых тракторов, то для гусеничных тракторов 96% массы составляют детали из стали и чугуна в колесных тракторах, комбайнах и сельхозмашинах также большую часть массы.

Именно детали из стали и чугуна составляют основную часть деталей, годных к дальнейшему использованию или восстановлению при списании тракторов и необоснованно отправляются на переплавку.

При этом не учитывается, что при переплавке большой процент железа выгорает, засоряя воздух, воду, почву и составляет безвозвратные для человека потери железа. Кроме того, на переплавку одной тонны требуется 20 тонн условного топлива, 50 тонн кислорода, воды 1000 тонн. При этом в атмосферу выбрасывается около 120 тонн углекислого газа [3].

Таким образом, неоправданно расходуются природные ресурсы, значительная часть которых становится невозобновляемыми и загрязняет окружающую среду [4].

Цель исследования. Создание сети специализированных мастерских по капитальному ремонту машин и восстановлению изношенных деталей.

Основная часть. В мастерских по капитальному ремонту машин технологическое оборудование и достаточно квалифицированные кадры в состоянии определить остаточную годность деталей и направлять их на восстановление.

Восстановление деталей машин является основным источником экономии живого и овеществленного труда, а также природных ресурсов при ремонте машин.

Обеспечивается ресурсосбережение при капитальном ремонте за счет использования деталей сохранивших остаточную годность для дальнейшей работы или направляемых на восстановление. Такие детали составляют 80-86%. При восстановлении деталей расходуется металлов и материалов в 20-30 разх меньше, чем при изготовлении новых [5]. Особое значение имеет восстановление базовых деталей, имеющих большую массу и обеспечивающих больший послеремонтный ресурс сопрягаемых с ними деталей. По данным ГОСНИТИ коробка перемены передач трактора без восстановления корпуса даже с заменой всех изношенных деталей на новые имеет ресурс в 2-5 раз меньше новой.

Исследования показывают, что из общего числа деталей тракторов типа МТЗ, требующих восстановления, более 70% имеют износ от 0,01 до 0,2мм, поэтому основная масса металла используется без переплава.

Если учесть, что затраты энергии в Украине на единицу продукции в черной металлургии выше по сравнению с Россией в 2,2 раза, с США в 10,8 раз, с Японией в 52 раза, то становится очевидной необходимость экономного использования металлов [6].

Единственным путем экономии, проверенным практикой, является организация мастерских по капитальному ремонту сельскохозяйственной техники и централизованному восстановлению деталей с использованием современных передовых технологий.

Капитально отремонтированный трактор имеет ресурс 0,5-0,8 от нового, но стоит в 5 раз меньше нового [7].

Следствием реформы сельского хозяйства в Украине и перехода к рыночной экономике произошло расслоение среди сельхозпроизводителей. Возникли фермы с площадью сельхозугодий до 250га, крупные хозяйства с площадью до 4000га, холдинги, имеющие в распоряжении до 40000га. Потребности в сельхозтехнике и финансовые возможности разнятся очень сильно.

И фермер, имеющий 100-200га земли, у которого годовая нагрузка на трактор ограниченная, купит капитально отремонтированный трактор, который проработает у него не один год.

Но создание вторичного рынка сельскохозяйственной техники невозможно без наличия лицензированных мастерских по капитальному ремонту сельхозтехники.

Это позволит фермерам покупать дешевую сельхозтехнику с гарантированным ресурсом.

В сельском хозяйстве Украины по данным на 2011 год используется 312 тысяч тракторов, в том числе более 65% тракторов отработавших свой нормативный срок и подлежащих утилизации путем переплавки.

Если правильно организовать капитальный ремонт и восстановление деталей только тракторов, то можно добиться сбережения десятков тысяч тонн металла и сотен тысяч тонн условного топлива.

Организацию сети специализированных мастерских по капитальному ремонту и восстановлению деталей нельзя отдавать на откуп регионам, так как это потребует непосредственного участия государственных органов.

Выводы. В соответсвии с «Концепцiей розвитку технiчного сервiсу в агропромисловому комплексi України», разработанной Академией аграрных наук, организация ремонтной сети возлагается на регионы. Однако, для определения количества мастерских и их специализации необходимы нормативные данные, которые могут и должны разработать научно-исследовательские учреждения, подведомственные Министерству аграрной политики и продовольствия. Это даст возможность для решения этой проблемы составлять бизнес-планы и привлекать частный капитал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черноиванов В.И. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники./ В.И. Черноиванов.- М.: ГОСНИТИ, 2002. - 772 с.

2. .Конкин М.Ю. Проблемы ресурсосбережения при использовании и утилизации техники. / М.Ю.Конкин. - М.: ФПУ Росинформагротех, 2004. - 200 с.

3. Тельнов Н.Ф. Восстановление изношенных деталей – важный резерв обеспечения материального ресурса и повышение надежности машин. Н.Ф.Тельнов. - М: МИИСП, 1970. - 230с.

4. Плескач В.М., Волчок И.П. Технологiя конструкцiйних матерiалiв. / В.М. Плескач, И.П.Волчок. - Запорiжжя: Дике Поле, 2007. - 168с.

5. Сідашенко О.І. Ремонт машин. / О.І.Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я.Поліський. - Київ: Урожай, 1994 - с.

6. Волчок И.П.,.Беликов С.П. Системы современных технологий/ И.П.Волчок, С.П.Беликов. – Запорожье: ,Мотор-Сич, 2004. - 352с.

7. Черноиванов В.Н. Создание вторичного рынка сельскохозяйственной техники/ В.Н.Черноиванов. - М.: ФПУ Росинформагротех, 2011. - 80с.

BIBLIOGRAPHY

1. Chernoivanov V.I. Resource saving under machinery maintenance / V.I. Chernoivanov.- M.: GOSNITI, 2002. - 772 s.

2. .Konkin M.Yu. Problems of resource saving under implementation and utilization of machinery. / M.Yu.Konkin. - M.: FPU Rosinformagroteh, 2004. - 200 s.

3. Tel'nov N.F. Reconstruction of worn out parts– important reserve for providing material resource and increasing reliability of machines / N.F.Tel'nov. - M: MIISP, 1970. - 230s.

4. Pleskach V.M., Volchok I.P. Technology of construction materials. / V.M. Pleskach, I.P.Volchok. - Zaporizhya: Dyke Pole, 2007. – 168 s.

5. Sidashenko O.I. Machinery overhaul. / O.I.Sidashenko, O.A. Naumenko, A.Ya.Polis'ky. - Kyiv: Urozhay, 1994 - 100 c.

6. Volchok I.P., Belikov S.P. Systems of modern technologies / I.P. Volchok, S.P. Belikov. – Zaporozh'e: Motor-Sich, 2004. – 352s.

7. Chernoivanov V.I. Making of machinery aftermarket / V.I. Chernoivanov.- M.: FPU Rosinformagroteh, 2011. – 80s.

PROBLEMS OF RESOURCES SAVING UNDER MACHINERY OVERHAUL IN UKRAINE

I. S. Seryy

Summary

The necessity of organization in Ukraine machinery complete overhaul and recondition parts as an effective way of resource saving in agroindustrial complex is substantiated. The solution ways of this problem by means of both state and private capital formation are suggested.

Key words: complete overhaul, environment protection, recondition parts, resource saving.

УДК 631. 3. 002. 5

МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ САДІВНИЦТВА НА СТАДІЇ ВИРОБНИЦТВА

Караєв О.Г., чл.-кор. МААО, к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-13-83

Анотація. Запропоновано здійснювати спостереження за фізіологічним станом рослин у плодовому садівництві і розсадництві у певних фазах їх росту і розвитку шляхом застосування методу статистичного вибіркового контролю. Алгоритм методу передбачає розрахунки нормованих значень контрольованих параметрів стану рослин, обчислення середніх значень модулів нормованих величин по кожному параметру, застосування карт контролю Шухарта та обчислення ризиків як математичного очікування втрат економічних вигід виробником при прийнятті рішень щодо доцільності застосування коригувальних дій.

Ключові слова: вибірковий контроль, статистичний метод, витрати на процес вирощування, фізіологічний стан рослин, ризики, втрати економічних вигід.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності виробництва продукції садівництва досягається за рахунок розробки і застосування механізмів управління якістю проміжної продукції в процесах основного виробництва з використанням статистичних методів, що дозволяє визначати економічний ефект від застосування коригувальних дій відповідним комплексом машин для забезпечення прийнятого у конкретному виробництві співвідношення товарної сортності продукції.

Відповідність якості продукції міжнародним вимогам може бути досягнута за наявності системи управління якістю в основному виробництві, як це визначино в ISO 9000 [1]. На сучасному рівні розвитку галузі садівництва підприємства поки що не можуть у повній мірі впровадити у виробництво таку систему якості. Система якості може бути впроваджена у обмеженому вигляді і передбачати:

- наявність критеріїв оцінювання якості продукції у вигляді нормативних значень параметрів, які підлягають контролю;

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.І.

- методи контролю частково виготовленої продукції;

- визначення конкретних коригувальних дій комплексу машин, необхідних для усунення невідповідностей у частково виготовленої продукції нормативним вимогам;

- наявність адаптованих методик використання статистичних методів.

Наявність такої системи дозволяє мінімізувати ризики втрати економічної вигоди, а саме потенційної можливості отримання підприємством грошових коштів від використання ресурсів у процесі виробництва.

Мета дослідження. Зниження ризиків втрати економічної вигоди виробником при вирощуванні продукції розсадників і садів за рахунок виявлення і усунення невідповідностей контрольованих параметрів стану рослин і прийняття рішень щодо доцільності застосування коригувальних дій.

Основна частина. Аналіз існуючих підходів щодо фінансових витрат, повязаних із забезпеченням якості, які встановлені ISO 9004 [2], показав, що на даній стадії розвитку галузі садівництва доцільним є *підхіду з точки зору витрат на процеси*, який передбачає аналіз витрат пов'язаних з забезпеченням відповідності та з усуненням невідповідності у процесах росту і розвитку рослин, які є джерелом економії фінансових ресурсів.

Для визначення значень параметрів фізіологічного стану рослин у процесі їх вирощування застосовано статистичний метод, який містить такий алгоритм:

а) розраховують нормовані значення контрольованих параметрів з вибірки партії продукції за формулою:

$$y_i^{(k)} = \frac{2x_i^{(k)} - x_i^{\min} - x_i^{\max}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}} \quad , \qquad (1)$$

де $x_i^{\min}$ - значення і-го параметру якості для k-ї одиниці продукції,

$x_i^{\min}$ та $x_i^{\min}$ - нормативні значення і-го параметру;

б) обчислюють середні значення модулів нормованих величин кожного параметру

$$\overline{y_i} = \frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M}\left|y_i^{(k)}\right| \qquad (2)$$

в) наносять середні значення на карти контролю, що є модифікацією карт контролю Шухарта згідно з [3].(рисунку 1).

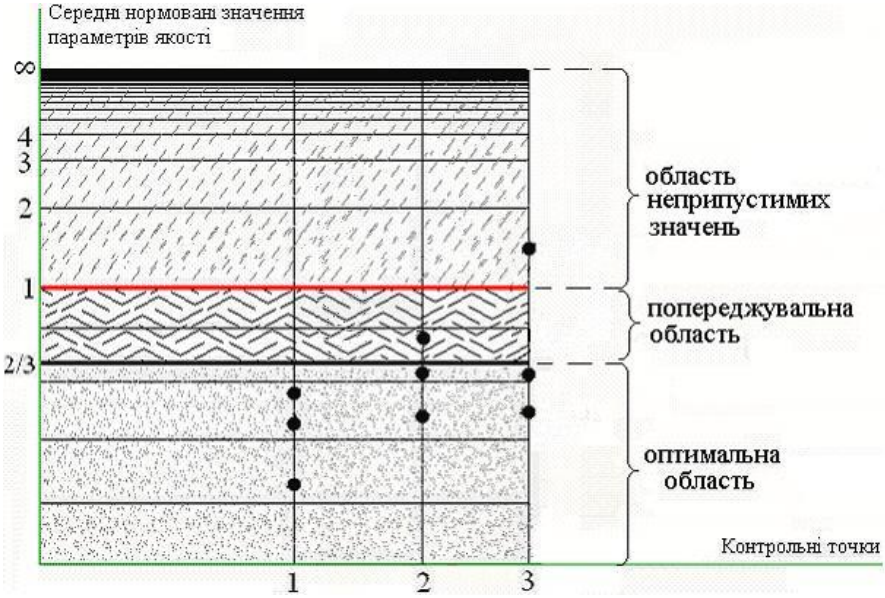


Рисунок 1- Карта середніх значень контрольованих параметрів (попереджувальна область визначає значення пораметра $\frac{2}{3} < y < 1$);

г) визначають області, до яких належать контрольні точки, якщо:

1) всі точки лежать нижче попереджувальної області, то параметри продукції відповідають нормативним значенням ;

2) декілька точок лежить в попереджувальній області, то розраховують економічну доцільності здійснення коригувальних дій;

3) хоча б одна з точок лежить в області неприпустимих значень, то якість партії продукції не відповідає визначеним нормативам, тоді, після оцінки економічної доцільності застосування коригувальних дій, приймають один з таких варіантів: застосувати коригувальні дії, або відмовитись.

д) обчислюють значення згортки критеріїв для кожного елемента:

$$z_k = \sum_{i=1}^{m} \eta(3\left|y_i^{(k)}\right| - 2) \tag{3}$$

де

$$\eta(x) = \begin{cases} x, & якщо\, x \geq 0 \\ 0, & якщо\, x < 0 \end{cases} \tag{4}$$

е) обчислюють кількість елементів, що мають $z_k > 1$.

ж) обчислюють ризики як математичне очікування втрат економічних вигід:

- у разі відмови від коригувальних дій ризик

$$R_1 = V \cdot N \cdot \frac{n}{M}, \qquad (5)$$

де

V – вартість коригувальної дії,грн;

N – кількість одиниць продукції у контрольованій партії,шт.;

M – кількість одиниць у вибірці продукції у контрольованій партії,шт.;

n - кількість дефектних одиниць продукції, яка є задовільною для приймання контрольованої партії, шт.

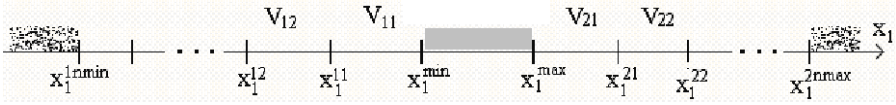
- у разі здійснення коригувальних дій ризик

$$R_2 = Z \qquad (6)$$

де Z – вартість налагодження технологічного процесу.

и) якщо $R_1 < R_2$, то дії, що налагоджують технологічний процес, не слід здійснювати, що виключає ризик надмірного налагодження, в протилежному випадку доцільним є їх здійснення, що запобігає виникненню ризика непоміченого розладу.

Якщо продукція контролюється за одним параметром, відомі інтервали його значень і визначені відповідні коригувальні дії, то слід обчислити витрати які необхідні для виконання робіт з повернення значень параметру до нормативного інтервалу (рис. 2).



Умовні позначення:

- область значень контрольованого параметру відповідно до нормативного документу;

- області значень контрольованого параметру, при яких існують коригувальні дії, що повертають значення контрольованого параметру до нормативного інтервалу значень;

-області значень контрольованого параметру, при яких застосування коригувальних дій не є ефективними.

Рисунок 2- Вісь інтервалів можливих значень контрольованого параметру.

Такі інтервали та відповідні їм коригувальні дії визначаються фахівцем та фіксуються у відповідній технологічній документації.

Прийняття рішень щодо доцільності здійснення коригувальних дій оцінюють за таким алгоритмом:

а) формують дані про межі інтервалів контрольованих параметрів, формують перелік коригувальних дій (робіт) та їх вартість і представляють у вигляді таблиці (табл. 1).

Таблиця 1 - Інтервали значень контрольованого параметрру, що підлягають коригуванню

Значення контрольованого параметру, яке менше мінімального нормативного					Значення контрольованого параметру, яке більше максимального нормативного				
Інтервал значень	Дія	Вартість дії,грн.	n_{ij}, шт.	E_{ij}, грн.	Інтервал значень	Дія	Вартість дії, грн.	n_{ij} шт.	E_{ij}. грн.
x_1^{11}- x_1^{min}	11	V_{11}	n_{11}	E_{11}	x_1^{max}- x_1^{21}	21	V_{21}	n_{21}	E_{21}
x_1^{12}- x_1^{11}	12	V_{12}	n_{12}	E_{12}	x_1^{21}-x_1^{22}	22	V_{22}	n_{22}	E_{22}
x_1^{13}- x_1^{12}	13	V_{13}	n_{13}	E_{13}	x_1^{22}-x_1^{23}	23	V_{23}	n_{23}	E_{23}
…					…				
< x_1^{1nmin}	Коригування недоцільне				> x_1^{1nmax}	Коригування недоцільне			
Примітка. В таблиці через n_{ij} позначено кількість одиниць продукції, значення параметру для яких лежить у відповідному інтервалі; через E_{ij} позначено економічний ефект від корегуючої дії.									

б) визначають і заносять до табл. 1 кількість одиниць продукції з вибірки із значеннями параметру, які належить до кожного з інтервалів, що підлягають коригуванню;

в) підраховують кількість одиниць продукції

$$m_1 = \sum_{k=1}^{n\min} n_{1k} \tag{7}$$

$$m_2 = \sum_{k=1}^{n\max} n_{2k}\ , \tag{8}$$

значення параметру яких належить до інтервалів значень лівої або правої частини табл. 1;

г) обчислюють економічний ефект (прогнозований прибуток):

1) якщо $m_1 > m_2$, то обчислюють економічний ефект для кожного рядка лівої частини таблиці 1:

$$E_{1j} = \frac{V \cdot N}{M} \sum_{k=1}^{j} n_{1k} - V_{1j} \qquad (9)$$

2) якщо $m_1 < m_2$, то обчислюються економічний ефект для кожного рядка правої частини таблиці 1:

$$E_{2j} = \frac{V \cdot N}{M} \sum_{k=1}^{j} n_{2k} - V_{2j} \quad , \qquad (10)$$

а результати обчислень записують у останьому стовпчику лівої або правої частини табл. 1.

3) якщо в останніх стовпчиках табл. 1 є хоча б одне невід'ємне значення, то обирають коригуючу дію, якій відповідає найбільше з таких значень для забезпечення очікуваного прибутку.

Запропонований метод було застосовано у розсаднику ДП ДГ «Мелітопольське» на ділянках зі щепами черешні сортів Валерій Чкалов, Крупноплідна, Мелітопольська чорна першого року вирощування за технологією [4]. Контроль якості проводився вибірковим методом згідно з ДСТУ ISO 8422 [5].

Вартість вимірювання параметрів якості одиниці продукції дорівнювала 0,157 грн, собівартість саджанця - 3,29 грн, прогнозована реалізаційна ціна - 7,5 грн. Оптимальний обсяг вибірки було встановлено відповідно до ДСТУ ISO 2859-3 [6]. Для кожної з ділянок вибірка склала 32 щепи.

Під час контролю фаза розвитку щеп сортів Валерій Чкалов та Крупноплідна відповідала кількості листків в інтервалі від 14 листків до 16 листків, коли їх довжина, яка є основним параметром якості щепи на цій стадії, повинна знаходитись у межах від 45 см до 50 см.

Щепи сорту Мелітопольська чорна знаходились у фазі від 8 листків до 10 листків, коли їх довжина, повинна складати 20 см до 25 см. Кількість щеп сорту Валерій Чкалов складала 1230 шт., Крупноплідна - 1227 шт., Мелітопольська чорна – 1240 шт.

За результами розрахунків встановлено, що у щеп усіх контрольованих сортів черешні середнє значення модулю нормованої довжини перевищувало одиницю, що вказує на недостатню якість рослин.

Нанесення результатів обчислення на карту Шухарта (рис. 2) наглядно ілюструє те, що середні нормованіні значення довжини щеп (контрольований параметр) знаходяться в області неприпустимих значень для усіх трьох сортів, тобто потрібно прийняти рішення щодо доцільності застосуваввння коригуючих дій.

Здійснення такої оцінки проведено по кожному помологічному сорту. У якості прикладу наведено табл. 2 тільки для сорту Валерій Чкалов.

Таблиця 2– Визначення доцільності застосування коригувальні дій для щеп черешні помологічного сорту Валерій Чкалов за параметром – довжина щепи

Значення контрольованого параметру,яке менше мінімального нормативного					Значення контрольованого параметру, яке більше максимального нормативного				
Довжина щепи, см	Дія	Вартість дії, грн	n_{ij}	E_{ij}, грн	Довжина щепи,см	Дія	Вартість дії,грн	n_{ij}	E_{ij}, грн
38-45	Полив	850	7	1167,97	50 -55	Відмова від запланованого поливу	-420	3	-
33 - 38	Внесення добрив	1060	3	1822,81	-	-	-	-	-
<33	Коригування недоцільне				>55	Коригування недоцільне			

Результати розрахунків показали, що для щеп сортів Валерій Чкалов і Мелітопольська чорна доцільнішим є коригувальна дія з внесення добрив, економічний ефект від якої буде складати відповідно 1822,81 грн.

Для щеп сорту Крупноплідна доцільно відмовитись від запланованого поливу, що дозволить отримати економічний ефект у розмірі 2423,05 грн.

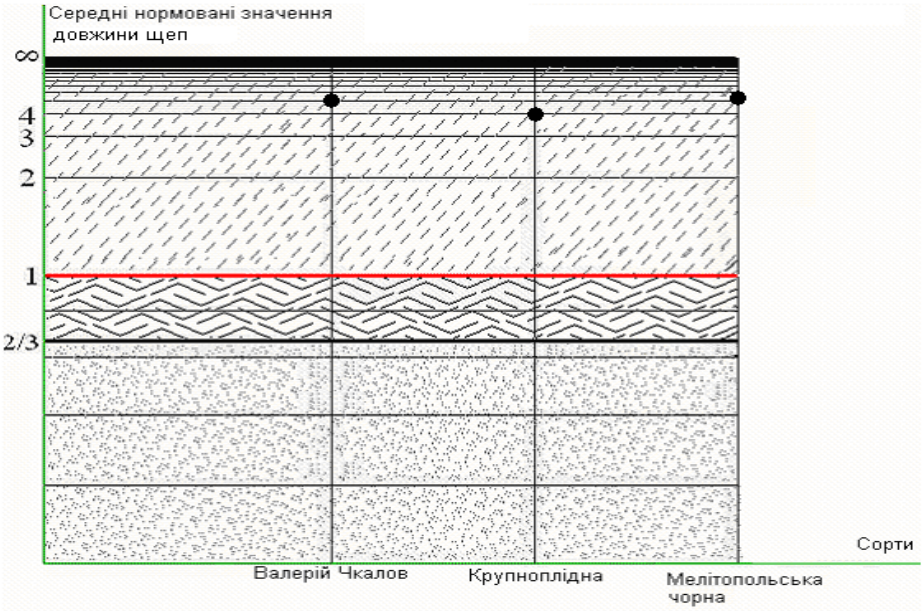


Рисунок 2- Карта контролю якості щеп черешні по помологічним сортам за контрольованим параметром – довжина щепи.

Висновки.

1 Запропонований метод контролю рослин в процесі їх вирощування надає можливість виявляти відхилення параметрів рослин від нормативних значень в процесі їх росту і розвитку і приймати рішення щодо доцільності застосування відповідних коригувальних дій з точки зору витрат на їх здійснення.

2 Визначення видів коригувальних дій є підставою для обгрунтованого вибору і застосуванню певного типу сільскогосподарської техніки і сприяє зменшенню ризиків втрати економічної вигоди виробником.

ЛІТЕРАТУРА

1 ДСТУ ISO 9000-2001 Системи управління якістю. Основні положення і словник

2 ДСТУ ISO 19011-2003 Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю та (чи) навколишнім середовищем.

3 ДСТУ ISO 8258-2001 Статистичний контроль. Контрольні карти Шухарта.

4 Технология выращивания саженцев плодових культур на юге степной зоны украины в условиях орошения: рекомендации/ин-т орошае-

мого садоводства УААН; отв. за вып. Р.К. Василенко.- Мелитополь, 1992.- 40с.

5 ДСТУ ISO 8422-2001 Статистичний контроль. Вибірковий контроль за альтернативною ознакою. Послідовні плани вибіркового контролю (ISO 8422:1991, IDT).

6 ДСТУ ISO 2859-3-2001 Статистичний контроль. Вібірковий контроль за альтернативною ознакою. Частина 3. Вибіркові процедури з пропусками (ISO 2859-3:1991, IDT).

BIBLIOGRAPHY

1. DSTU ISO 9000 Quality managmant and quality assurance standards – Guidelines for selection and use

2..DSTU ISO 19011 Guidelines for quality and/or environmental managment systems auditing

3. DSTU ISO 8258-2001 Statistical control. Shukhart's control cards.

4. Technology of fruit tree sapling cultivation on the southh of steppe zone of Ukraine in conditions of irrigation: rekomendatsii/in-t oroshaemogo sadovodstva UAAN; otv. za vyp. R.K.Vasilenko. – Melitopol, 1992.- 40s.

5. DSTU ISO 8422-2001 Statistical control. Alternative feature selective control. Sequential design of selective control (ISO 8422:1991, IDT)..

6 DSTU ISO 2859-3-2001 Statistical control. Alternative feature selective control.Part 3. Lacunary selective procedures (ISO 2859-3:1991, IDT).

HORTICULTURE PRODUCE QUALITY CONTROL METHOD AT THE STAGE OF ITS PRODUCTION

O.G. Karaiev

Summary

It is proposed to conduct monitoring of plants physiological state in fruit horticulture and nursery in certain control points by means of statistic method. The method algorithm presupposes the standardized values calculations for plant state parametersl, standardized modules average values calculating for each parameter, application of Shukhart's control cards as well as risks calculation as mathematic expectation for producer's economic benefits losses while making decisions as for expediency of corrective operations.

Key words: sampling control, statistic method, expenses for growing, plants phisiological state, risks, losses of economic benefits.

УДК 361.31.311.001.1

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Тищенко С.С., д.т.н.
Швайко В.Н., к. ф.-м. н.
Крамарь Н.А., инж.*
Днепропетровский государственный аграрный университет
Тел. (056) 744-81-32, факс (056) 744-53-03
e-mail: shvaiko55@mail.ru, blesna2008@rambler.ru

Аннотация. Приведена классификация операций обработки почвы по признаку развития форм поверхностей рабочих органов. Показано, что большинство почвообрабатывающих рабочих органов могут проектироваться в виде линейчатых поверхностей, параметры которых обосновываются с учётом агротехнологических требований.

Ключевые слова: обработка почвы, поверхности, рабочие органы, геометрическая модель.

Постановка проблемы. При обработке почвы выполняется большое количество различных операций, каждая из которых требует соответствующего рабочего органа, поэтому почвообрабатывающие рабочие органы насчитывают большое количество типов и назначений. В этой связи исследования, направленные на унификацию почвообрабатывающих рабочих и усовершенствование методов проектирования органов является важной проблемой.

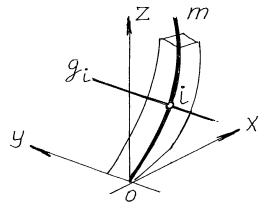
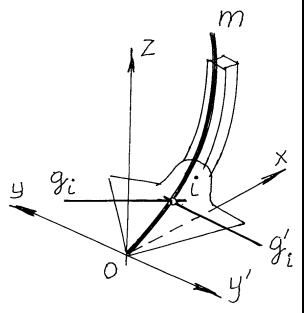
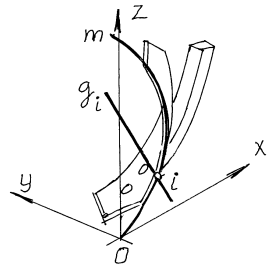
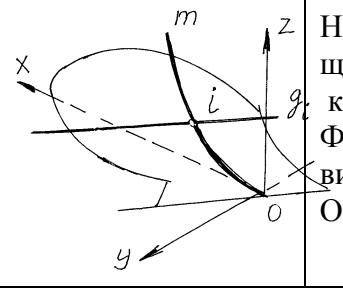
Анализ последних исследований и публикаций. Для проектирования рабочих органов разработано значительное количество методик [1, с. 140-168] [2, с. 5-38]. [3, с. 242-247]. [4, с. 303-343]. Недостатком известных методик является то, что они предназначены для проектирования однотипных рабочих органной и не обладают общностью.

Цель исследования. Целью настоящей статьи является классификация операций обработки почвы и обобщение методов проектирования и унификации почвообрабатывающих рабочих органов.

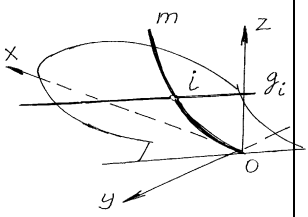
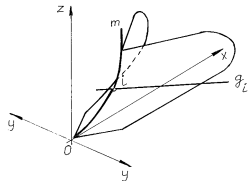
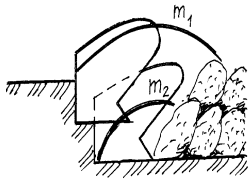
Основная часть. Рассмотрим операции обработки почвы и основные параметры поверхностей рабочих органов, представленные в табл. 1.

Публикуется по рекомендации акад. МААО, д.т.н., проф. Бабицкого Л.Ф.

Таблица 1 - Операции обработки почвы и схемы поверхностей рабочих органов для их выполнения

№ п/п	Наименование операции (требования)	Тип рабочего органа	Схема поверхности рабочего органа	Основные параметры поверхности
1	Нарезка щелей с уплотнением стенок	Контурный Режущий профиль		Направляющая кривая
2	Нарезка щелей с сохранением дернины			
3	Рыхление почвы на глубину 12 см без перемешивания с растительными остатками	Одно или двусторонние лапы		Направляющая кривая Форма лезвия. Образующая
4	Рыхление с уничтожением сорняков			
5	Рыхление почвы на глубину до 12 см с частичным перемешиванием с растительными остатками	Долотообразные рабочие органы:		Направляющая кривая Форма лезвия. Образующая
6	Рыхление почвы на глубину до 30 см с перемешиванием с растительными остатками	Культурный корпус плуга		Направляющая кривая Форма лезвия. Образующая

Продовження табл. 1

№ п/п	Наименование операции (требования)	Тип рабочего органа	Схема поверхности рабочего органа	Основные параметры поверхности
7	Рыхление почвы на глубину до 30 см с заделкой растительными остатками	Полувинтовой корпус плуга		Направляющая кривая Форма лезвия. Образующая:
8	Рыхление почвы с транспортированием	Симметрично-сопряженные корпуса канавокопа-телей		Направляющая кривая Форма лезвия. Образующая:
9	Рыхление почвы со сложным перемещением слоев относительно друг друга	Плужные корпуса, Расположенные друг относи-тельно друга определенным образом		Направляющие: граничные траектории движения почвы. Образующая:

Нарезание щелей в почве на глубину, превышающую текущую обработку, выполняется щелерезами, рабочая поверхность которых представляет собой некоторый контур, сама поверхность при этом будет отсутствовать. Рыхление почвы ее перемещение не происходит.

Рыхление почвы на глубину до 12 см, без перемешивания с растительными остатками, выполняется рабочими органами типа «лапа», в частности культиваторными лапами, а на большую глубину – тяжелыми противоэрозионными культиваторами и плоскорезами.

Перемещение почвы на расстояния, соизмеримое с размером рабочего органа отсутствуют. Поверхность рабочего органа типа «лапа» образуется направляющей и законом движения образующей.

Рыхление почвы на глубину до 12 см с перемешиванием почвы с растительными остатками осуществляется рабочими органами типа «лапа», оснащенными долотами с цилиндрической или винтовой поверхностью. Наличие долота приводи к незначительному перемещению почвы в

пределах рабочего органа. Поверхность долота образуется направляющей кривой и законом движения образующей.

Рыхление почвы на глубину до 30 см с образованием фракций определенного размера с частичным перемешиванием почвы с растительными остатками или с полной их заделкой производится отвальными рабочими органами.

Эти рабочие органы имеют сложные, ярко выраженные поверхности, которые снова можно образовать движением образующей по направляющей.

При мелиоративных работах, например, нарезке оросительной сети, необходимо перемещать почву на расстояние, соизмеримое с рабочим органом, применяются рабочие органы, симметрично расположенные друг с другом. Поверхности этих рабочих органов плужного типа, являются зеркальным отображением друг друга.

Направляющая такого органа проходит по линии стыка поверхностей в продольно – вертикальной плоскости. В задачу таких рабочих органов не входит рыхление почвы до фракций, требуемого размера, а перемещение ее на дневную поверхность поля.

При обработке почвы в сложных условиях применяется обработка при которой слои почвы перемещаются друг относительно друга без перемешивания между собой, когда слои почвы, перемещаются друг относительно друга без перемешивания между собой или с растительными остатками. В этом случае поверхность рабочих органов, как правило, плужного типа, должна образовываться с учетом их взаимного расположения. Поэтому образование поверхности следует производить по граничным траекториям движения пласта почвы относительно поля.

Таким образом, можно выделить следующие типы рабочих органов:

1. Рыхлящие. Поверхности любых орудий, предназначенные только для рыхления почвы и ее перемещение в пределах размеров рабочего органа.

2. Рыхляще-транспортирующие. Предназначенные для рыхления и перемещения почвы на расстояния, соизмеримые с размерами рабочего органа.

3.Транспортирующие. Рабочие органы, перемещающие почву на расстояния, соизмеримые с размерами рабочего органа. Рыхлению в этом случае уделяется второстепенное значение.

Из приведенной классификации видно, что рабочие органы могут вообще не иметь поверхности, такие как щелерезы, слабо выраженную поверхность у лаповых рабочих органов и ярко выраженную поверхность отвальных рабочих органов.

Сопоставляя операции обработки почвы и рабочие органы видно, что основными параметрами поверхностей являются направляющая кривая и закон движения образующей, которая в большинстве случаев является прямая линия.

Направляющая кривая присутствует в поверхностях независимо от типа рабочего органа. Параметрами направляющей кривой будет направление ее нормалей в начальной и конечной точках и закон изменения кривизны.

Направление нормалей необходимо обосновывать на основании механических свойств почвы и агротехнических требований. Изменение кривизны направляющей определяется на основании степени воздействия рабочего органа на почву.

При проектировании направляющей необходимо использовать параметрическую форму, чтобы избежать трудностей, связанных с вертикальными касательными.

При выборе закона движения образующей необходимо определить закон движения горизонтальной проекции образующей, при этом она должна иметь общую точку (точку инцидентности) с направляющей в любом положении.

Положение горизонтальной проекции образующей, таким образом, будет определяться координатами точки инцидентности и углом наклона к направлению движения рабочего органа.

Следующим важным параметром поверхности является ее кривизна. Для контурных рабочих органов кривизной поверхности является кривизна направляющей.

Рабочие органы типа лапа имеют слабо выраженную поверхность, поэтому при проектировании следует принимать развертывающиеся поверхности, кривизна которых равна нулю.

Отвальные рабочие органы имеют ярко выраженную, сложную поверхность, кривизна которой может изменяться от нуля до некоторой величины.

Выводы. Установлено, что, независимо от типа и назначения почвообрабатывающих рабочих органов, их рабочие поверхности являются линейчатыми, заданными криволинейной направляющей и законом движения образующей с учётом агротехнологических требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гячев Л.В. Теория лемешно-отвальной поверхности / Л.В. Гячев. – Зерноград, 1961. – 315 с.

2. Сладков Н.В. Графический метод построения рабочих поверхностей пахотных орудий / Н.В. Сладков // Плужные корпуса. – Иваново-Вознесенск, 1928. – Вып. 1. – 42 с.

3. Тищенко С.С. Геометрическая модель адаптивной поверхности почвообрабатывающего рабочего органа инцидентной двум кривым / С.С. Тищенко // Сборник науч. работ Крымского государственного университета. – Симферополь, 2005. – Вып. 84. – С. 242–247.

4. Щучкин Н.В. Методика проектирования цилиндроидальных отвалов / Н.В. Щучкин // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. − М.: Сельхогиз, 1963. − С. 303−343.

BIBLIOGRAPHY

1. Gyachev L.V. Theory of plowshare and mouldboard surface / L.V. Gyachev. – Zernograd, 1961.-315s.

2. Sladkov N.V. Graph design method of movable operating element surfaces of ploughs / N.V. Sladkov // Plough bodies. – Ivanovo-Voznesensk, 1928. – Vyp. 1. – 42 s.

3. Tishchenko S.S. Geometrical model of adaptive surface of tillage movable operating element incident to two curves / S.S. Tishchenko // Sbornik nauch. rabot Krymskogo gosudarsvennogo universiteta. – Simferopol, 2005. – Vyp. 84. – S. 242–247.

4. Shchuchkin N.V. Projecting method of cylindroidal mouldboards Методика проектирования цилиндроидальных отвалов / N.V. Shchuchkin // Theory, design and manufacture of machinery. − M.: Sel'hozizd, 1963. − S. 303−343.

DESIGN PROBLEMS OF SURFACES OF TILLAGE MOVABLE OPERATING ELEMENTS

S. S. Tishchenko, V. N. Shvaiko, N. A. Kramar

Summary

A classification of tillage operations according to surfaces form development of movable operating elements is presented. The overwhelming part of tillage movable operating elements can be designed as linear surfaces with the parameters substantiated subject to agro-technogical requirements.

Key words: tillage, surfaces, movable operating elements, geometrical model.

УДК 621.892

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ТРИБОСИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В СЕРЕДОВИЩІ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Журавель Д.П., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічній університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (061)42-25-85
e-mail: dmitriy041169@mail.ru

Анотація. Досліджено зміни властивостей поверхневих шарів трибоспряжень при експлуатації мобільної техніки показано, що енергоємність поверхневих шарів характеризує їх довговічність по показнику «ресурс» шляхом визначення накопичення деформації в поверхневих шарах спряжінь та здатності протистояти зношенню від дії абразивного зерна.

Ключові слова: трибоспряження, енергоємність, змащувальна фаза, триботехнічні властивості, гетерофазна трибосистема, фрикційний контакт, змащувальний матеріал.

Постановка проблеми. Основним недоліком сучасної теорії тертя, змащування і зношування трибосистем, що спонукало постановку даної роботи, є слабкий зв'язок аналітичних і експериментальних результатів із властивостями речовин, нечітке трактування механізмів розсіювання енергії, зношування матеріалів і змащування поверхонь тертя. У задачу дослідження входив розгляд роботи трибосистеми у взаємозв'язку з властивостями матеріалів, умовами її роботи і її конструктивними особливостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі методологічні аспекти прогнозування ресурсу деталей і вузлів та експлуатаційна надійність вузлів сільськогосподарської техніки,, що працюють в середовищі змащувальних матеріалів, запропонували Р.М. Матвеєвський, В.Л. Лашхі, И.А. Буяновський, В.П. Коваленко, М.А. Григорьев та інш.[1]. Аналіз процесів, які відбуваються під час тертя двох поверхонь було, детально описано такими вченими, як КрагельськийІ.В. [1]., Костецький Б.І. [2], Гаркунов Д.М [3] і та інш. Однак аналіз опублікованих досліджень пока-

---

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Дідура В.А.

зав, що всі процеси взаємодії абразивного зерна з перлітною основою чавунів в процесі абразивного зношування, розглядаються з точки зору міцністних і мікрогеометричних параметрів, що не дає узагальненої характеристики поведінки поверхневих шарів в процесі абразивного зношування[4]. Такою узагальненою характеристикою є енергоємність структурних складових металів.

Мета дослідження. Підвищення вірогідності прогнозування ресурсу вузлів і агрегатів мобільної техніки шляхом визначення розподілу енергії в поверхневих шарах трибоспряжень.

Основна частина. Трибосистема навантажена нормальними і тангенціальними силами P і F, види обміну енергії та масою з навколишнім середовищем показане на рис.1.

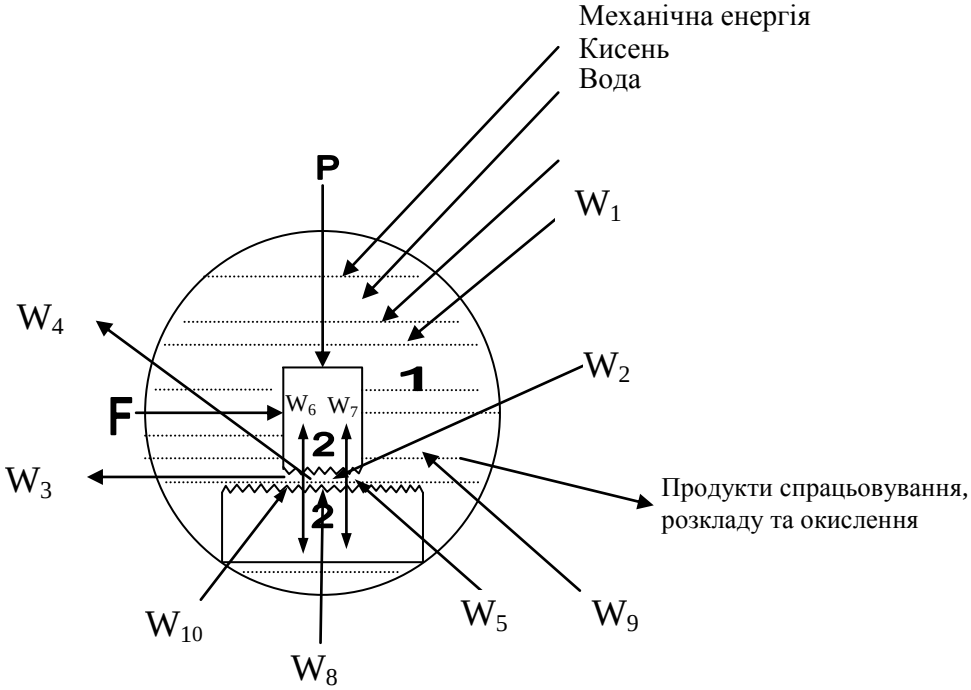


Рисунок 1 - Розрахункова модель гетерофазної трибо системи 1 – змащувальна фаза; 2 – пари тертя (тверда фаза)

Розробка прискорених методів хіммотологічної оцінки змащувальних матеріалів без знання триботехнічних процесів у реальних спряженнях машин і механізмів не представляється можливим.

Використовуючи рівняння енергетичного балансу при терті в середовищі досліджуваного змащувального матеріалу [1] можна показати сумою енергій (рис.1):

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + +W_6 + W_7 + W_8 + W_9 + W_{10}; \quad (1)$$

де W – енергія, що генерується в процесі тертя, Дж;

W_1 –енергія, яка витрачається при зовнішньому підігріві;

W_2 – поглинена енергія;

W_3 - енергія, що відводиться в результаті конвекції;

W_4 - енергія, яка витрачається на тепловіддачу в змащувальний матеріал;

W_5 - енергія, яка витрачається на руйнування змащувального шару;

W_6 - енергія, яка витрачається на структурні перетворення в контактуючих матеріалах;

W_7 - енергія, яка витрачається на диспергування в матеріалах;

W_8 - енергія, яка витрачається на руйнування мікронерівностей;

W_9 – енергія, яка витрачається на хімічне перетворення в змащувальному матеріалі;

W_{10} - енергія, яка витрачається на деформацію мікронерівностей.

З цих десяти видів енергій останні п'ять, спрямовані на руйнування поверхневих шарів при терті. Отже утворена енергія в процесі тертя контактуючих тіл витрачається на нагрівання, конвекцію і роботу руйнування поверхневих шарів деталей, що призводить до зміни триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів у зоні зношування, рис. 3.

Найбільш поширеним видом зношування деталей вузлів і агрегатів машин є абразивне зношування. Для абразивного зношування характерне впровадження абразивного зерна в поверхневі шари металів під дією зовнішніх сил, що є основним чинником руйнування поверхневого шару. Крім того, абразив, потрапляючи в зону контакту двох поверхонь, не лише є мікрорізцями, але і прямими деформаторам поверхневого шару, привоздячи до накопичення деформацій, що сприяє руйнуванню і подальшому прискореному зносу поверхневих шарів металів[4].

Одним із параметрів, що характеризує поведінку поверхневих шарів металів, є їх енергоємність. Енергоємність – це кількість енергії необхідної для деформації об'єму основної структури поверхневого шару металу. Енергоємність поверхневих шарів залежить від механічних і фізичних властивостей матеріалу деталі і зміцнюючих технологій, а також середовища роботи. Інакше можна сказати, що енергоємність поверхневих шарів металу – це відношення зовнішнього одиничного навантаження

Δq_i , що діє на і-те абразивне зерно до об'єму деформованого матеріалу поверхневого шару V_{Mi}.

$$Э_M = \frac{\Delta q_i}{V_{Mi}}, \frac{H}{м^2} \tag{2}$$

При розгляді одиничної площі, енергоємність матеріалу визначається відношенням питомого навантаження $P_у$ до одиничного об'єму деформованого матеріалу $V^1_м$.

$$Э^1_M = \frac{P_У}{V^1_M}, \frac{H}{м^2}. \tag{3}$$

Таким чином, об'єм деформованого металу поверхні можна визначити через енергоємність поверхневих шарів металів деталей трибоспряження.

$$V_М = \frac{P_У}{Э_M}. \tag{4}$$

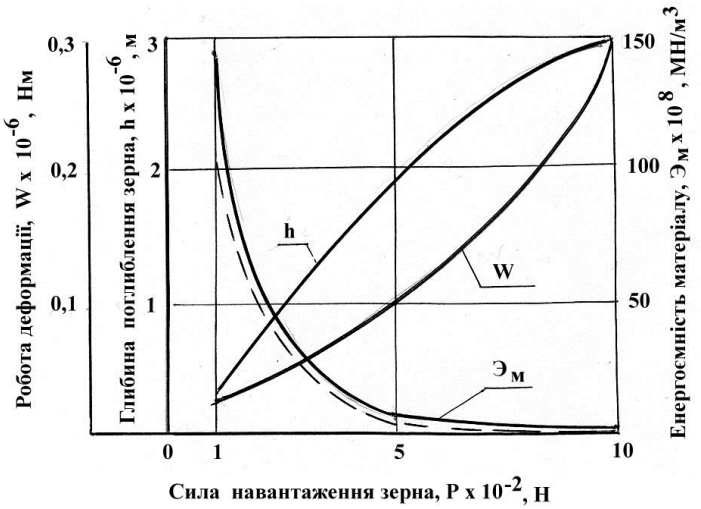


Рисунок 2 - Залежність глибини поглиблення абразивного зерна h, роботи деформації W і енергоємності матеріалу Эм від сил навантаження зерна P.

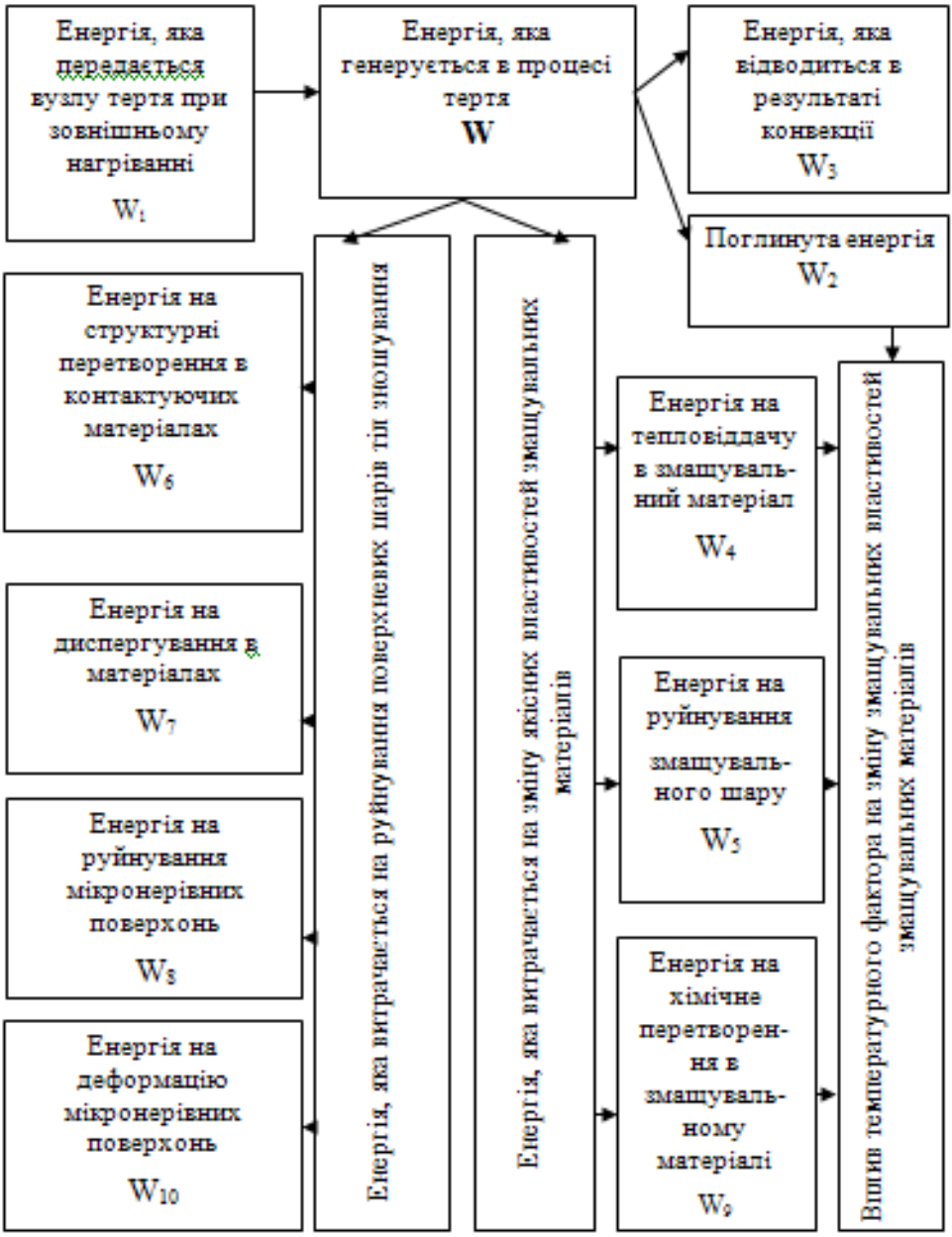


Рисунок 3 - Механізм розподілу енергій при експлуатації мобільної техніки.

Тиск на абразивне зерно створюється за рахунок зміни зазорів в трибосопряженнях мобільної техніки в процесі роботи. На рис.2 представлені

залежності: глибини поглиблення h, роботи деформації W і енергоємності поверхневих шарів перлитної основи чавунів Эм від сили навантаження або сили впровадження абразивного зерна (діамантової піраміди). Із цих залежностей видно, що із збільшенням сил деформації або сили втискування, глибина поглиблення h зростає, зростає і робота деформації W, а енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів – падає. Робота деформації знаходиться в зворотній залежності від механічних властивостей чавунів.

Висновки. Енергоємність поверхневих шарів металу є характеристикою, яка дозволяє оцінювати здатність поверхневих шарів накопичувати деформацію та протистояти зношуванню від дії абразивного зносу. Крім того, будучи функцією сил деформації, енергоємність поверхневих шарів металу дозволяє встановлювати межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матвеевский Р.М. Смазочные материалы: антифракционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник/ Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский и др. —М.: Машиностроение, 1989. — 224с.

2. Костецкий Б.И. Трение, износ и смазка/ Б.И. Костецкий.- М.: Техника, 1970. - 396 с.

3. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – [2-е изд., перераб. и доп.].– М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.

4. Журавель Д.П. Деформація та енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів при абразивному зношуванні/Д.П. Журавель, В.Б.Юдовинський.-Праці ТДАТА.- Вип. 31.- Мелітополь, 2005. - с. 62-67.

BIBLIOGRAPHY

1. Matveevskiy R.M. Lubricating materials: antifriction and antiwear properties. Testing methods: Reference / R.M. Matveevskiy, V.L. Lashhi, I.Ya. Buianivskiy [i dr.]. — M.: Mashinostroenie, 1989. — 224s.

2. Kostetskiy B.I. Friction, wear and lubrication / B.I. Kostetskiy. – M.: Tehnika, 1970. – 396s.

3. Garkunov D.N. Tribo engineering / D.N. Garkunov. – [2-e izd., pererab. i dop.].– M. : Mashinostroenie, 1989. – 328 s.

4. Zhuravel’ D.P. Deformation and power intensity of cast iron perlite base surface layer under abrasive wear / D.P. Zhuravel’, V.B. Yudovinskiy // Pratsi TDATA. – Vyp. 31. – Melitopol, 2005. – s. 62-67

MODELING OF POWER BALANCE OF MOBILE TECHNICAL EQUIPMENT TRIBOSYSTEM IN ENVIRONMENT OF LUBRICANTS

D. P. Zhuravel

Summary

Property changes of surface layer tribo-matchings under mobile technical equipment operation have been researched and it has been defined that energy capacity of surface layers characterized their durability by parameter “resource” through determination of the deformation development in surface layers of tribo-matchings and their property to stand up to wear from abrasive grain action.

Key words: tribo-matchings, power intensity, lubrication phase, tribotechnical properties, heterophase tribosytem, frictional contact, lubricating material.

УДК 631.354.658.011.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ЗЕРНА ЗА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМИ КОМБАЙНАМИ

Шаповалов В.І., д.т.н., проф.
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля
Вольвак С.Ф., к.т.н., доц.
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна
Тел. (04744)39837
e-mail: volvak.s@yandex.ru

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень визначення втрат зерна за зернозбиральними комбайнами в господарствах при збиранні зернових культур. Встановлено вплив якості налагодження комбайнів на втрати зерна, та визначено шляхи зниження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами.

Ключові слова: зернові культури, зернозбиральний комбайн, якість налагодження, шляхи зниження втрат зерна.

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.І.

Постановка проблеми. Актуальним є зниження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами в господарствах при збиранні зернових культур за рахунок кращого їх налагодження (жниварки, молотильного апарата, очистки). Один з авторів статті є співавтором і учасником розробки, випробувань і впровадження у виробництво зернозбиральних комбайнів СК-5 «Нива» з гнучким подрібнювачем ПУН-5 і Дон-1500 з гнучким подрібнювачем ПКН-1500. При випробуванні даних комбайнів втрати зерна за ними перебували в межах встановлених агротехнічних вимог. Однак, значний науковий і практичний інтерес представляє вивчення втрат зерна за комбайнами безпосередньо в господарствах при їхній експлуатації.

Наприклад, ще під час збирального сезону 1995 року нами були виконані експерименти по визначенню втрат зерна за зернозбиральними комбайнами в колективному сільськогосподарському підприємстві (КСП) «Зоря» Новоазовського району Донецької області. Тоді було встановлено, що, наприклад, комбайни СК-5 "Нива" з копнувачем або подрібнювачем, які налагоджувались досвідченими комбайнерами господарства, допускали втрати зерна в середньому на 18% більше (при урожайності 40 ц/га) у порівнянні з аналогічними комбайнами, які налагоджувались строго у відповідності до вимог заводської інструкції з експлуатації цих комбайнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дослідження проблеми втрат зерна за зернозбиральними комбайнами присвячені праці Д.Г. Войтюка, О. Погорільця, А. Демка, А.І. Горбуліна, А.М. Пугачова, М.К. Комарової та багатьох інших вчених [1-6]. Дослідниками наводяться графічні залежності втрат зерна зернозбиральними комбайнами і окремими робочими органами від подачі хлібної маси та аналіз можливих причин втрат [3, 4]. А.І. Горбуліним [3] наведено графічні залежності зміни сумарних втрат за жаткою зернозбирального комбайна в залежності від висоти зрізання хлібної маси із стандартними і дослідними стеблепідіймачами та без їх застосування. Але експериментальних досліджень по вивченню втрат зерна при збиранні зернових культур сучасними зернозбиральними комбайнами безпосередньо в господарствах проведено недостатньо, чому і присвячується дана стаття.

Мета дослідження. Метою роботи є визначення шляхів зниження втрат зерна за зернозбиральними комбайнами Дон-1500, Дон-1500Б, «Fortschritt E-516B», «Case 2166».

Основна частина. Польові дослідження проводилися в приватному сільськогосподарському підприємстві «Рамус», розташованому в Новопсковському районі Луганської області на прямому комбайнуванні озимої пшениці із урожайністю 20 центнерів з гектара при оптимальному завантаженні молотарок зернозбиральних комбайнів Дон-1500, Дон-1500Б (Росія), «Case 2166» (США) і «Fortschritt E-516B» (Німеччина).

Методика визначення втрат зерна за молотарками досліджуваних комбайнів була наступною. При оптимальному завантаженні й однакових умовах роботи комбайни, забираючи пшеницю прямим комбайнуванням, укладали на ґрунт валок соломи. На обраних для дослідів ділянках валка солома обережно струшувалась і віддалялася. На стерні, на якій лежав валок соломи, накладалася рамка площею 0,1 м^2 і визначалася кількість зерен. Повторність дослідів трикратна. Потім визначалася кількість зерен, що припадають на 1,5% втрат урожаю залежно від урожайності, ширини захвату жниварки, ширини молотарки. При розрахунках абсолютна вага 1000 зерен приймалася рівною 40 г.

За отриманими даними, залежно від урожайності, ширини захвату жниварки, ширини молотарки (типу комбайна) будувалася таблиця, по якій визначалися втрати зерна за молотарками досліджуваних зернозбиральних комбайнів, залежно від кількості зерен у рамці.

У господарських умовах втрати зерна за комбайном звичайно визначають по кількості зерен, виявлених під валком соломи. При цьому помилково вважають гранично допустимими такі втрати зерна, при яких під валком на площі 0,1 м^2 налічується приблизно 10...15 зерен. Виходячи із цієї суб'єктивної оцінки втрат, для збирання врожаю обмежують швидкість руху комбайнів, застосовуючи, наприклад, тільки перший діапазон передач.

Навіть багато досвідчених господарників не знають як правильно налагоджувати зернозбиральні комбайни на мінімально допустимі за агротехнічними вимогами втрати зерна (1,5%). Наприклад, відомий у Луганській області й Україні керівник господарства, Герой України Запорожець І.І. на наше питання: «Як Ви боретеся із втратами зерна за комбайнами», відповів, що у випадку візуального виявлення втрат зерна він відразу дає команду знизити швидкість руху зернозбиральних комбайнів.

Таке примусове зниження швидкості руху комбайна, а, отже, і його продуктивності приводить до зворотного результату - збільшення втрат зерна, підвищення вартості збирання й зниження продуктивності праці (за рахунок подовження строків збирання, перевитрати палива та ін.). Це підтверджується даними багаторічних державних випробувань комбайнів на збиранні високоврожайних культур і аналізом економіки використання комбайнів.

Сутність питання полягає в тому, що з підвищенням урожайності зернових культур кількість зерен, відповідно до допустимих втрат (за агротехнічними вимогами) за молотаркою комбайна в 1,5%, пропорційно збільшується. При визначенні втрат зерна по кількості зерен під валком соломи слід враховувати й інший фактор - ширину захвата жниварки комбайна. Чим більше ширина захвата жниварки, тим більше площа, з якої збирається

зерно і, отже, тим більшою може бути кількість зерен під валком при однаковій величині допустимих втрат зерна за молотаркою. Кількість зерен під валком соломи залежить також і від ширини молотарки, тобто від площі, на якій розподіляються втрати зерна за молотаркою.

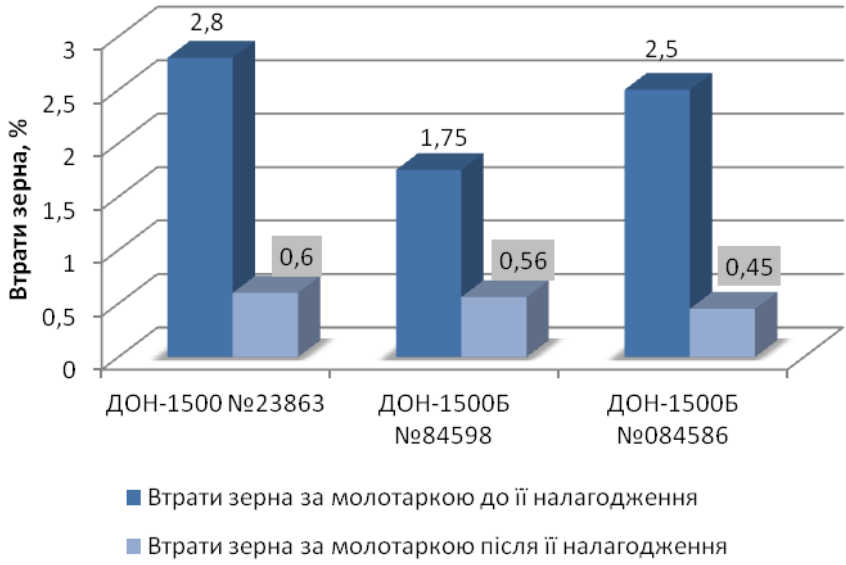


Рисунок 1 - Втрати зерна за комбайнами ДОН-1500 і ДОН-1500Б.

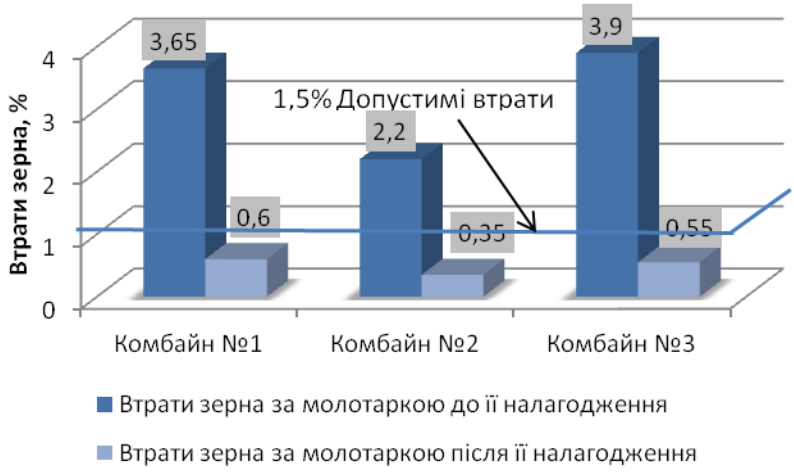


Рисунок 2 - Втрати зерна за комбайнами «Fortschritt E-516B».

Аналіз показав, що втрати зерна за молотарками комбайнів ДОН-1500 (№23863), ДОН-1500Б (№84598) і ДОН-1500Б (№84586) становили

від 1,75% до 2,8% (рис. 1) та перевищували агротехнічні вимоги (1,5%) відповідно в 1,16...1,86 рази. Втрати зерна залежать від рівня кваліфікації комбайнера. Проведене нами налагодження комбайнів відповідно до заводських технічних рекомендацій зменшило втрати зерна за молотарками комбайнів до 0,6...0,45%. Основні регулювання молотарки комбайнів ДОН-1500 і ДОН-1500Б: частота обертання молотильного барабана - 800 хв$^{-1}$, вала вентилятора очистки - 700 хв$^{-1}$, зазор на виході деки - 2 мм.

Були досліджені також втрати зерна (рис. 2) за молотарками трьох німецьких зернозбиральних комбайнів «Fortschritt E-516B». Дослідами було встановлено, що втрати зерна за цими молотарками склали від 2,2% до 3,9%, що відповідно в 1,46...2, 6 рази перевищує агротехнічні вимоги. Різні комбайнери по-різному налагоджували свої зернозбиральні комбайни на мінімальні втрати зерна.

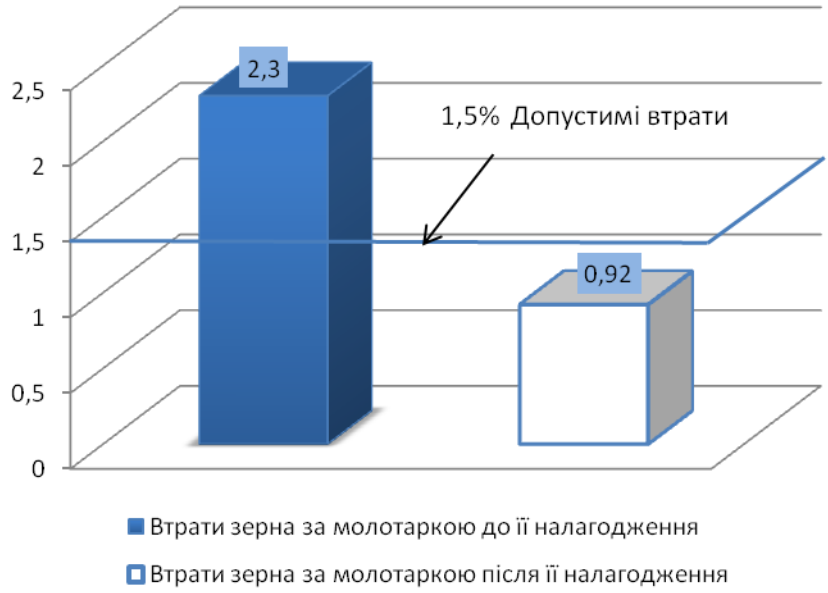


Рисунок 3 - Втрати зерна за комбайном «Case 2166».

Проведене нами налагодження молотарок німецьких комбайнів «Fortschritt E-516B» відповідно до вказівок, викладених в інструкції для експлуатації, зменшило втрати зерна до 0,3...0,6%. Основні регулювання молотарок комбайнів «Fortschritt E-516B»: частота обертання молотильного барабана - 850 хв$^{-1}$, вала вентилятора очистки - 1300 хв$^{-1}$, зазор на вході в підбарабання - 17 мм, на виході - 9 мм.

Дослідження втрат зерна за американським роторним комбайном «Case 2166» (рис. 3) показали, що молотарка комбайна була комбайнером

налаштована так, що допускала втрати зерна 2,3%, а проведене нами регулювання відповідно до вказівок заводської інструкції зменшило ці втрати до 0,92%.

Основні регулювання молотарки комбайна «Case 2166» були наступні: частота обертання ротора - 890 хв-1, вала вентилятора очистки - 1050 хв-1, зазор на виході деки - 2 мм, зазор між жалюзями верхнього решета - 12 мм, зазор між жалюзями нижнього решета - 6 мм.

Аналіз показує, що проведене налагодження досліджуваних комбайнів відповідно до діючих вимог, у середньому забезпечило зниження втрат зерна по господарству на 1,32%. Вищевказаними комбайнами за збиральний сезон у господарстві було зібрано 2850 га зернових культур при середній урожайності 2 т/га, тобто валовий збір зерна склав 5700 т. Тоді за рахунок кращого налагодження зернозбиральних комбайнів додатково було отримано близько 75 т пшениці. При ціні пшениці орієнтовно 200 у.о. за тонну економічний ефект від кращого налагодження склав 15000 у.о.

Таким чином, результати проведених польових експериментів підтвердили раніше отримані дані про те, що механізатори й фахівці господарств не в достатній мірі володіють особливостями налагодження сучасної зернозбиральної техніки, не використовують повністю її технічні можливості, що наносить великий матеріальний збиток господарствам через підвищені втрати зерна при збиранні зернових колосових культур. Саме тут приховані резерви збільшення кількості зібраного зерна в господарствах!

З вищевикладеного випливає, що особлива увага в системі заходів технологічної та технічної модернізації вітчизняного сільського господарства повинна приділятися отриманню керівниками, фахівцями, механізаторами та працівниками сільськогосподарських підприємств нових знань, освоєнню нової техніки, підготовці й перепідготовці кадрів, їх інформаційному забезпеченню.

Висновки.

1. Встановлено, що втрати зерна за молотарками зернозбиральних комбайнів перевищують межі, визначеними діючими агротехнічними вимогами.
2. Резерви збільшення зборів зерна в господарствах полягають в оптимальному налагодженні зернозбиральних комбайнів, що сприяє мінімізації втрат зерна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д. Порівняльний аналіз показників ефективності роботи зернозбиральних комбайнів / Д. Войтюк, С. Смолінський, О. Ямков // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і тех-

нологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ «Український наук.-досл. ін-т прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. виробництва ім. Леоніда Погорілого» (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). – Дослідницьке, 2011. – Вип. 15 (29).- С. 100-107

2. 2144-2166. Комбайны с осевой молотилкой // Руководство по эксплуатации. – Case Corporation, 1995.

3. Горбулин А.И. Исследование влияния высоты среза зерновых культур на качественные и энергетические показатели уборочных агрегатов: автореф. дисс. на соискание научной степени канд. техн. наук : спец. 05.20.01 / А. И. Горбулин – Саратов, 1969.- 28с.

4. Пугачёв А.Н. Потерям зерна – надёжный заслон / А.Н. Пугачёв. – М.: Колос, 1981. – 159с.

5.Уборка урожая комбайнами «Дон» / Составитель М.К. Комарова. – М.: Росагропромиздат, 1989.

6.Шаповалов В.И. Механизация уборки незерновой части урожая зерновых культур путем разработки и внедрения в производство гибких технических средств к зерноуборочным комбайнам. Монография / В.И. Шаповалов. – Луганск: Издательство «Світлиця», 2002. – 284 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Voytyuk D. Comparative analysis of efficiency parameters of combine harvesters / Voytyuk D., Smolinskiy S., Yamkov O. // Tehniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tehniky ta tehnologiy dlya sil’skogo gospodarstva Ukrainy:zbirnyk nauk. pr. / DNU «Ukrains’ky nayk.-dosl. in-t prognozuvannya ta vyprobuvannya tehniky ta tehnologiy dlya s.-g. vyrobnytsva im. Leonida Pogorilogo». – Doslidnyts’ke, 2011. – Vyp. 15 (29).- S. 100-107

2. 2144-2166. Combines with axial thresher // Operating instructions. – Case Corporation, 1995.

3. Gorbulin A.I. Research of crop cutting height effect on quality and power parameters of harvesting unit: Avtoref. diss. na soiskanie nauchnoy stepeni kand. tehn. nauk: spec. 05.20.01 / A.I. Gorbulin. – Saratov, 1969.- 28s.

4. Pugachyov A.N. Grain loss protection / A.N. Pugachyov. – M.: Kolos, 1981. – 159s.

5. Komarova M.K. Harvesting by combine harvesters «Don» / M.K. Komarova. – M.: Rosagropromizdat, 1989.

RESEARCH OF GRAIN LOSS AFTER COMBINE HARVESTERS

V.I. Shapovalov, S.F. Vol’vak

Summary

Results of grain loss definition experimental studies after combine harvesters under harvesting grain crops are presented. The influence of combine harvesters setup quality on grain loss is determined and the ways for reducing grain loss after combine harvesters are defined.

Key words: grain crops, combine harvester, adjustment quality decreasing grain loss.

УДК 631.53.027

ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЗВ'ЯЗКІВ "ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ – БІОЛОГІЧНИЙ ОБ'ЄКТ" У ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСІВНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Лукач В.С., к.п.н.
Кушніренко А.Г., к. т. н.
ВП НУБіП У "Ніжинський агротехнічний інститут"
Тел/факс (04631) 2-32-61
Катюха А.А., к. т. н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619) 42-23-41

Анотація. Представлено результати теоретичних та експериментальних досліджень по встановленню зв'язків системи "електромагнітне поле - біологічний об'єкт" та визначено параметри електромагнітного поля передпосівної електростимуляції насіння сільськогосподарських культур.

Ключові слова: передпосівна електростимуляція насіння, імітаційна модель зв'язків "електромагнітне поле - біологічний об'єкт", параметри обробітку.

Постановка проблеми. Проблема отримання високоякісного (кондиційного) насіння є всебічною. Поряд із створенням нових високопродуктивних сортів сільськогосподарських культурв велике значення мають методи і засоби передпосівного стимулювання насіннєвого матеріалу. За даними вітчизняних та зарубіжних авторів електротехнології передпосівної обробки насіння забезпечують підвищення урожайності до 20%.

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Никифорової Л.Є.

Однак, через недостатнє вивчення механізму впливу електрофізичних факторів на біологічні об’єкти, дані електротехнології не знаходять широкого впровадження у виробництві. У зв’язку з цим, виникла необхідність у розробці методики та побудові імітаційних модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відома методика та електротехнологічна установка для побудови імітаційних зв’язків “електротехнологічна система - біологічний об’єкт” [1,2,3]. За данною методикою встановлено зв’язки між параметрами електротехнологічної установки та електрофізіологічними показниками біологічного об’єкту (насіння сільськогосподарських культур).

Методики побудови імітаційних модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для технологій передпосівної обробки насіння в літературних джерелах не знайдено.

Мета дослідження. Розробити методику та побудувати імітаційні моделі зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для насіння основних сільськогосподарських культур.

Основна частина. Пропонується методика імітаційного моделювання зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт”. Це встановлення залежності типу $ЕП = f(H, f),\%$, тобто енергії пророщування (ЕП) від напруженості магнітного поля та частоти. Експеримент передбачає проведення тринадцяти дослідів. План експерименту має певні особливості, які враховують можливості комп’ютерної техніки та особливості при побудові 3D – графіків.

Інтервали варіювання й основні рівні факторів для імітаційного моделювання зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насіння кукурудзи) приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Інтервали варіювання й основні рівні факторів для імітаційного моделювання зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” при обробітку насіння кукурудзи

Умови планування	*X1*	*X2*
	$H, A/м$	$f, Гц$
Основний рівень	626	800
Інтервал варіювання	26	50
Верхній	704	950
Нижній рівень	548	650

План-матриця двофакторного експерименту для імітаційного моделювання зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насіння кукурудзи) у кодованих одиницях приведено в таблиці 2.

Значення величин першого фактору у графічній частині моделі відкладаються по осі OX (H, *А/м*) другого фактору - осі OY (f, *Гц*) а відгуку – по осі OZ ($ЕП$, *%*).

Експериментальні дослідження зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” проводилися у відповідності до розроблених програм імітаційного моделювання та на установці, виготовленій в Ніжинському агротехнічному інституті.

Дослідження проводилися за трьома варіантами:

1 – передпосівний обробіток насіння в електромагнітному полі (ЕМП) за існуючою технологією при *H*=120–230А/м, *f*=7–20кГц та *t*=15хв;

2 - передпосівний обробіток насіння в ЕМП за новою технологією при *H*=268–600А/м, *f*=800–1000Гц та *t*=3хв;

3 – контроль.

Наприклад, експериментальні дослідження впливу електромагнітних полів на покращення кількісних та якісних характеристик насіння кукурудзи “КАПИТОЛ – F1” для першого варіанту виконуються за наступним планом:

1. Вибір напряму осей та переведення фізичних значень у кодові одиниці:

- для напруженості МП

H, А/м*:*	678,	652,	626,	600,	574,	548,	522;
X, к.о.*:*	+3,	+2,	+1,	0,	-1,	-2,	-3;

- для частоти ЕМП

f, Гц:	950,	900,	850,	800,	750,	700,	650;
У	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3;

- фізичні значення ЕП не кодуються

ЕП,%:	61	75	80.5	83	80.5	75	61;
Z	61	75	80.5	83	80.5	75	61.

2. Результати експерименту:

H, А/м:	678,	652,	626,	600,	574,	548,	522;

f, Гц:	950,	900,	850,	800,	750,	700,	650;
ЕП,%:	61	75	80.5	83	80.5	75	61.

Таблиця 2 - План-матриця двофакторного експерименту при дослідженні зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” на прикладі обробітку насіння кукурудзи

№ досліду	Рівні факторів		Відгук, *Z* ($ЕП,\%$)
	X, к. о.	*Y*, к. о.	
1	+3	+3	Z_1
2	-3	-3	Z_2
3	+3	-3	Z_3
4	-3	+3	Z_4
5	+2	+2	Z_5
6	-2	-2	Z_6
7	+2	-2	Z_7
8	-2	+2	Z_8
9	+1	+1	Z_9
10	-1	-1	Z_{10}
11	+1	-1	Z_{11}
12	-1	+1	Z_{12}
13	0	0	Z_{13}

В результаті отримуємо математичну модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насіння кукурудзи), тобто залежність типу $ЕП = f(H, f),\%$, енергії пророщування насіння від напруженості МП та частоти ЕМП:

$$ЕП = 1.051(78 - H^2 - f^2)\text{, \%,} \qquad (1)$$

де H - напруженість МП в кодованих одиницях, к.о.;

f - частота МП в кодованих одиницях, к.о.

Імітаційна модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насінням кукурудзи за розробленою електротехнологією) приведено на рис. 1.

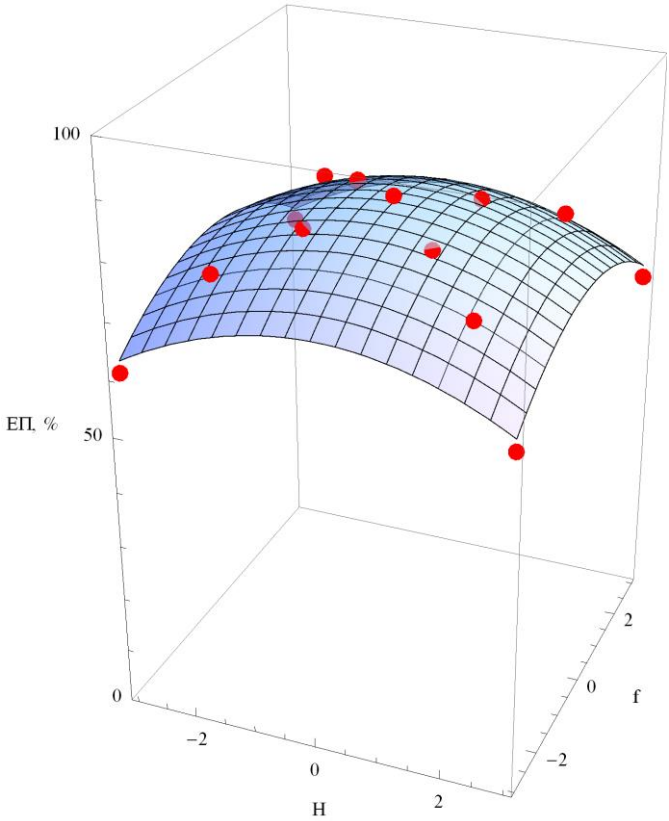


Рисунок 1 - Імітаційна модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насіння кукурудзи за розробленою електротехнологією)

Для традиційної технології передпосівної обробки насіння кукурудзи “КАПИТОЛ – F1”, аналогічний порядок виконання операцій:

1. Вибір напряму осей та переведення фізичних значень у кодові одиниці:

- для напруженості МП

H, А/м*:*	223,	197,	171,	145,	119,	93,	67;
X, к.о.*:*	+3,	+2,	+1,	0,	-1,	-2,	-3;

- для частоти ЕМП

f, Гц:	950,	900,	850,	800,	750,	700,	650;
У	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3;

- відгук, фізичні значення ЕП не кодуються.

2. Результати експерименту:

H, А/м:	223,	197,	171,	145,	119,	93,	67;
f, Гц:	950,	900,	850,	800,	750,	700,	650;
ЕП,%	42	48	51.5	53	51.5	48	42.

У результаті математичної обробки даних експерименту отримано наступну імітаційну модель:

$$ЕП = 0{,}665 \cdot (78 + 0{,}7(-H^2 - f^2)). \qquad (2)$$

Імітаційна модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для традиційної електротехнології приведено на рис. 2.

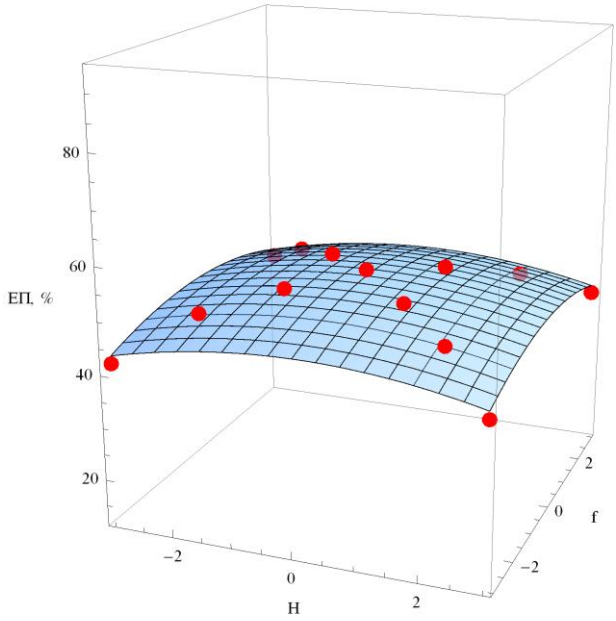


Рисунок 2 - Імітаційна модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при передпосівному обробітку насіння кукурудзи за традиційною електротехнологією)

На рис. 3 зображено порівняльні імітаційні моделі зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для розробленої, традиційної елек-

тротехнологій та контролю. Параметри для передпосівної обробки насіння приймаються з найкращого варіанту по енергії проростання.

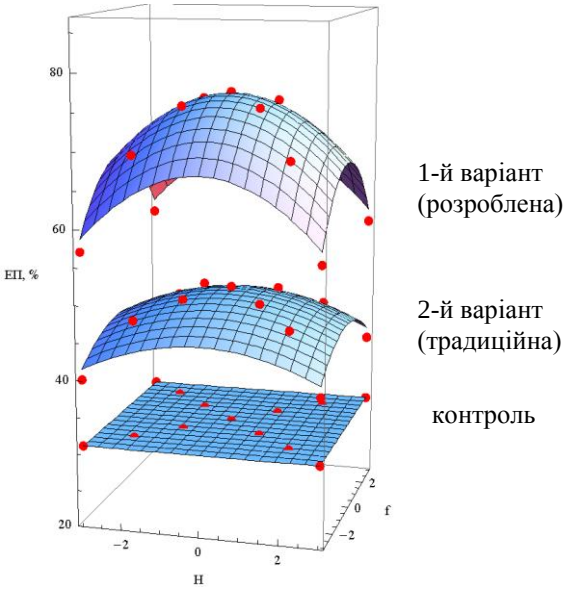


Рисунок 3 - Імітаційна модель зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” (при обробітку насіння кукурудзи за розробленою, традиційною електротехнологіями та контролем)

Проведені експериментальні дослідження по встановленню зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для інших сільськогосподарських культур за традиційною електротехнологією:

Експерименти проводилися із насінням:

- озимої пшениці “Смуглянка”;
- ячменю “Мальвазія”;
- буряку столового “Бордо”;
- огірків “Ера”.

Отримано імітаційні моделі зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” для насіння інших сільськогосподарських культур оброблених за розробленою технологією:

1. Озимої пшениці “Смуглянка”:

$$ЕП = 1{,}037(78 - H^2 - f^2)\ ,\%, \qquad (3)$$

2. Ячменю „Мальвазія”:

$$ЕП = 1{,}012(78 - H^2 - f^2)\,. \qquad (4)$$

3. Буряка столового „Бордо”:

$$ЕП = 0{,}942(78 - H^2 - f^2)\,,\%. \qquad (5)$$

4. Огірків „Ера”:

$$ЕП = 0{,}812(78 - H^2 - f^2)\,. \qquad (6)$$

У табл. 3 приведено основні параметри ЕМП для існуючої та розробленої електротехнологій передпосівної обробки насіння

Таблиця 3 - Параметри ЕМП для існуючої та розробленої електротехнологій для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур

№ п.п.	Культури	Електроехнологія – 1 (варіант - 1)				Електротехнологія – 2 (варіант - 2)			
		H, А/м	*f*, кГц	*t*, хв	Термін спокою після обробки, діб	*H*, А/м	*f*, Гц	*t*, хв	Термін спокою після обробки, діб
1	Озима пшениця „Смуглянка”	230	20	15	12	420	920	3	12
2	Ячмінь „Мальвазія”	230	20	15	12	420	950	3	12
3	Кукурудза „КАПИТОЛ – F1”	145	15	15	12	625	800	3	2
4	Буряк столовий „Бордо”	120	7	15	12	268	1000	3	12
5	Огірки „Ера”	120	7	15	12	268	1000	3	12

Висновки. Аналіз результатів експериментальних досліджень за допомогою моделювання зв’язків “електромагнітне поле - біологічний об’єкт” показує, що енергія проростання обробленого насіння за розробленою електротехнологією більша на 25-30% у порівнянні із традиційною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукач В. С. Пристрій для передпосівного обробітку насіння в електромагнітному полі. Патент на винахід № 65240 А, Україна,МПК[7] А 01 С 1 / 00 / В. С. Лукач, А. Г. Кушніренко, В. Ф. Ярошенко, В. І. Міщенко, Н. В. Ніженець. – К.: ДП УІВ, Опубл. 16.05.2005. Бюл. № 5. – 6 с.

2. Кушніренко А. Г. Метод визначення параметрів електромагнітного поля технологічного вузла установки для передпосівної обробки насіння. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип.. 94. / А. Г. Кушніренко. – Глеваха: ННЦ ІМЕСГ, 2007. – С.384 – 388.

3. Кушніренко А.Г. Імітаційна модель зв’язків “електротехнологічна система – біологічний об’єкт’’/ А.А. Кушніренко // Міжвідомчий тематичний науковий збірник ННЦ ІМЕСГ, Механізація та електрифікація сільського господарства – 2012. - №96. – С. 501 – 507.

BIBLIOGRPHY

1. Lukach V.S. Unit for preplant seed cultivation in electromagnetic field. Pat. for invention № 65240 A, Ukraine,МРК А 01 С 1 / 00 / V. S. Lukach, A. G. Kshnirenko, V. F. Yaroshenko, V. I. Mishchenko, N. V. Hizhenets’. – K.: DP UIV, Publ.. 16.05.2005. Bul. № 5. – 6 s.

2. Kushnirenko A.G. Method parameters determination of electromagnetic field of plant technological unit for pre-sowing seed processing / A.G. Kushnirenko// Mizhvidomchy tematychny naukovy zbirnyk “Mehanizatsiya ta elektryfikatsiya sil’skogo gospodarstva”. – Glevaha: ННЦ ІМЕСГ, 2007. – Vyp. 94-S.384 – 388.

3. Kushnirenko A.G. Simulation model of ties "electromagnetic field - biological object"/ A.G. Kushnirenko// Mizhvidomchy tematychny naukovy zbirnyk “Mehanizatsiya ta elektryfikatsiya sil’skogo gospodarstva”. – 2012. - №96. – S. 501 – 507.

SIMULATION MODEL OF TIES "ELECTROMAGNETIC FIELD - BIOLOGICAL OBJECT" IN SEED PREPLANT STIMULATION ELECTROTECHNOLOGY

V. S. Lukach, A. G. Kushnirenko, A. A. Katyukha

Summary

The results of theoretical and experimental studies for defining ties "electromagnetic field - biological object" have been considered and electromagnetic field parameters of pre-sowing electrostimulation of seed crops have been stated.

Key words: electrostimulation, simulation model, electromagnetic field, biological object, electromagnetic field parameters.

УДК [621.3:537] 635

ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФЕРРОМАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ В ГЕТЕРОГЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЕ

Куценко Ю.Н., к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-31-59,
email: kucenkoua@mail.ru

Аннотация. Изучено воздействие статических магнитных полей на корневую систему растений в почве. Получены аналитические зависимости, характеризующие параметры электрической и магнитной составляющей поля вокруг частицы, что является основой для проектирования электротехнических и магнитных систем.

Ключевые слова: аналитические зависимости, магнитные, электрические поля, растения, грунт.

Постановка проблемы. Анализ научных работ указывает на разнообразность результатов воздействия магнитных полей на процессы эффективности роста растений в гетерогенной среде. Одним из факторов, характеризующих развитие растений, являются параметры магнитной и электрической составляющей частиц поля.

С целью дальнейших исследований необходимо получить аналитические зависимости, характеризующие параметры поля, воздействующего на ферромагнитные частицы.

Анализ последних исследований и публикаций. Следует, однако, отметить, что наличие постоянного или переменного магнитного поля может оказывать существенное влияние на движение питательных веществ в корневой системе растений, поскольку этот процесс связан с движением положительно или отрицательно заряженных ионов. Как известно, внешнее магнитное поле изменяет траектории движения заряженных частиц и

Публикуется по рекомендации акад. МААО, д.т.н., проф. Дидура В. А.

в результате может оказать как положительное, так и отрицательное влияние на жизненные процессы в растениях [2].

Цель исследования. Определение аналитических зависимостей, характеризующих параметры электрической и магнитной составляющей полей ферромагнитных частиц при воздействии на них магнитостатическими полями.

Основная часть. Изучить влияние магнитостатического поля на корневую систему растений можно посредством погружения в среду развития корневой системы почвы намагниченных частиц. Рассмотрение данного вопроса без моделирования распределения в грунте статических магнитных полей, созданных такими частицами. Для анализа примем допущения, что все частицы находятся на одинаковой глубине в почве, в общем случае имеют форму эллипсоида и расположены в узлах сетки (рис.1).

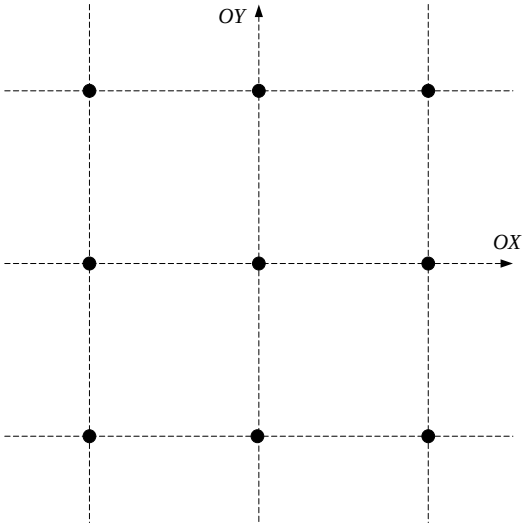


Рисунок 1 - Расположение системы намагниченных частиц в плоскости, параллельной поверхности почвы

Решение данной задачи необходимо начать с исследования поля созданного одиночным намагниченным телом. В качестве объекта исследования будем использовать однородно намагниченный эллипсоид, размеры полуосей которого – a, b и c, которые коллинеарны осям координат OX, OY и OZ, соответственно. Поскольку намагниченную частицу окружает гетерогенная – почва, то не имеет принципиального значения, составляющая вектора намагничивания, принятая для исследования.

Рассмотрим случай, когда вектор намагничения $\vec{M}_0$ постоянен и коллинеарен оси a (оси OX). Поскольку рассматривается однородное намагничивание эллипсоида, то внутри него плотность магнитного заряда $\rho^{\text{м}} = -\operatorname{div}\vec{M}_0 = 0$, поэтому потенциал, создаваемый данным эллипсоидом, определяется лишь поверхностными зарядами, плотность которых равна $\sigma^{\text{м}} = \vec{n} \cdot \vec{M}_0$, где $\vec{n}$ – единичная нормаль к поверхности эллипсоида. Данная задача полностью эквивалентна задаче о поле, создаваемым поляризованным диэлектрическим эллипсоидом [4].

Необходимо помнить, что физическая структура поля, создаваемого намагниченными частицами, принципиально отличается от строения поля любой конфигурации электрических зарядов. Изучение воздействия статических магнитных полей на корневую систему растений по заданному полю является одной из новых задач электромагнитной биологии. Так как экспериментальное исследование распределения внутренних полей провести практически невозможно, встает вопрос о решении этой задачи теоретическими методами.

С точки зрения магнитостатики все задачи подобного типа сводятся к задачам взаимодействия магнитных полей намагниченных тел, с потерями или без них, сферической, эллипсоидальной и цилиндрической формы.

При этом частные задачи ставят дополнительные требования к соотношению линейных размеров и форме намагниченных частиц, к внутренней структуре, связанной с неоднородностью.

Прикладная сторона магнитного воздействия на корневую систему растений, связанная с конкретными техническими разработками специальных систем, требует как простых подходов, так и простых решений поставленных задач.

Одним из подходов может служить использование в качестве математической модели исследование распространения низкочастотных электромагнитных излучений. В этом случае магнитные статические поля можно получить как предельный случай при стремлении частоты колебаний ω к нулю (или длины волны λ к бесконечности). Данный подход удобен и тем, что позволит в дальнейшем при необходимости изучать воздействие переменных магнитных полей на растения, находящиеся в почве. Такое решение можно получить для тел, линейные размеры которых малы по сравнению с длиной падающей волны. В этом случае поля внутри и вне рассеивающего тела можно разложить по малому параметру $\dfrac{a}{\lambda}$,

где a - линейные размеры тела, λ - длина рассеиваемой волны. Получение необходимых нам формул магнитостатики будет произведено при вычислении предела $\lim\limits_{\lambda\to\infty}\dfrac{a}{\lambda}$.

В работах [1, 3] предложен метод решения для однородных малых тел, который позволяет получить довольно простые выражения для внутренних и внешних полей. Будем исследовать поле, создаваемое одиночным намагниченным телом, на основе интегральных уравнений, эквивалентных уравнениям Максвелла совместно с граничными условиями на границе тела с окружающей средой [6]. Грунт, в котором находится намагниченное тело, характеризуется однородностью и диэлектрической и магнитной проницаемостями $\varepsilon_{\text{с}}$ и $\mu_{\text{с}}=\mu_0$, где μ_0 - магнитная проницаемость свободного пространства. Электромагнитное поле $\vec{E}$ и $\vec{H}$ во всех точках этого пространства будет описываться уравнениями Максвелла:

$$\begin{cases}\operatorname{rot}\vec{E}=-\mu_0\dfrac{\partial\vec{H}}{\partial t};\\ \operatorname{rot}\vec{H}=\varepsilon_{\text{с}}\dfrac{\partial\vec{E}}{\partial t}.\end{cases}\tag{1}$$

Учитывая зависимость полей от времени как $e^{i\omega t}$, где ω - круговая частота, получаем:

$$\begin{cases}\operatorname{rot}\vec{E}+i\omega\mu_0\vec{H}=0;\\ \operatorname{rot}\vec{H}-i\omega\varepsilon_{\text{с}}\vec{E}=0.\end{cases}\tag{2}$$

Если намагниченный объект характеризуется проницаемостями ε и μ, то в его внутренних точках поле буде описываться уравнениями:

$$\begin{cases}\operatorname{rot}\vec{E}+i\omega\mu_0\vec{H}=\vec{g}^{\text{м}};\\ \operatorname{rot}\vec{H}-i\omega\varepsilon_{\text{с}}\vec{E}=\vec{g}^{\text{э}},\end{cases}\tag{3}$$

где $\vec{g}^{\text{э}}=i\omega\left(\varepsilon-\varepsilon_{\text{с}}\right)\vec{E}$;

$\vec{g}^{\text{м}}=i\omega\left(\mu_0-\mu\right)\vec{H}$.

Диэлектрическая проницаемость ε и магнитная - μ рассматриваются как функции координат и меняются скачкообразно при переходе от тела к окружающей среде. В связи с этим уравнение (3) можно рассматривать как описывающие не только намагниченный объект, но и все пространство. Выполнив преобразования получаем:

$$\begin{cases} \operatorname{grad}\operatorname{div}\vec{E} - \Delta\vec{E} - k^2\vec{E} = \operatorname{rot}\vec{g}^{\text{м}} - i\omega\mu_0\vec{g}^{\text{э}}; \\ \operatorname{grad}\operatorname{div}\vec{H} - \Delta\vec{H} - k^2\vec{H} = \operatorname{rot}\vec{g}^{\text{э}} + i\omega\varepsilon_c\vec{g}^{\text{м}}, \end{cases} \tag{4}$$

где $k = \omega\sqrt{\varepsilon_{\text{с}}\mu_0}$ - волновое число в почве.

Используя функцию Грина можно привести уравнения (4) к интегральным уравнениям Максвелла совместно с граничными условиями на границе раздела двух сред (почва-воздух) [5]:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0(\vec{r}) + \frac{1}{4\pi}\left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\int_V\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\text{с}}} - 1\right)\vec{E}(\vec{r}')\,f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|\right)d\vec{r}' -$$

$$-\frac{i\omega\mu_0}{4\pi}\operatorname{rot}\int_V\left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1\right)H(\vec{r}')\,f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|\right)d\vec{r}';$$

$$\vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}_0(\vec{r}) + \frac{1}{4\pi}\left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\int_V\left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1\right)\vec{H}(\vec{r}')\,f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|\right)d\vec{r}' +$$

$$+\frac{i\omega\varepsilon_{\text{с}}}{4\pi}\operatorname{rot}\int_V\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\text{с}}} - 1\right)\vec{E}(\vec{r}')\,f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|\right)d\vec{r}', \tag{5}$$

$$f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|\right) = \frac{e^{-ik\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|}}{\left|\vec{r} - \vec{r}'\right|} \tag{6}$$

где $\vec{E}_0(\vec{r})$ и $\vec{H}_0(\vec{r})$ - электрическое и магнитное поля соответственно, которые были бы в точке $\vec{r}$ при отсутствии намагниченного тела.

Интегралы в (5) распространяются на весь объем V, занимаемый намагниченным телом. Смысл полей, стоящих слева в выражениях (5), зависит от положения точки $\vec{r}$. Если эта точка находится внутри объема V, занимаемого рассматриваемым телом, то поля, стоящие слева, представляют собой поля в этом теле, то есть это те же поля, что и под знаком интеграла справа. В этом случае (5) представляет собой не что иное, как линейные не-

однородные интегральные уравнения, определяющие электромагнитное поле внутри тела с диэлектрической и магнитной проницаемостями ε и μ. Если же точка $\vec{r}$ лежит вне области V, то (5) являются равенствами, определяющими полное поле вне намагниченного тела через невозмущенное поле (первое слагаемое) и возмущенное, связанное с намагниченным объектом (второе слагаемое). Возмущение поля можно выразить через электрический и магнитный потенциалы Герца $\vec{\Pi}^{э}$ и $\vec{\Pi}^{м}$ с помощью соотношений.

$$\begin{cases} \vec{E}_{\text{âî çì}} = \left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\vec{\Pi}^{\text{ý}} - i\omega\mu_0 \operatorname{rot}\vec{\Pi}^{\text{ì}}; \\ \vec{H}_{\text{âî çì}} = \left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\vec{\Pi}^{\text{ì}} + i\omega\varepsilon_{\text{c}} \operatorname{rot}\vec{\Pi}^{\text{ý}}. \end{cases} \tag{7}$$

Сравнивая (7) с (5), можно прийти к выводу, что

$$\begin{aligned} \vec{\Pi}^{э} &= \frac{1}{4\pi}\int_V \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\text{c}}} - 1\right)\vec{E}(\vec{r}\,')\, f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|\right) d\vec{r}\,'; \\ \vec{\Pi}^{м} &= \frac{1}{4\pi}\int_V \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1\right)\vec{H}(\vec{r}\,')\, f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|\right) d\vec{r}\,'. \end{aligned} \tag{8}$$

Имея в виду, что $\left(\varepsilon - \varepsilon_c\right)\vec{E} = \vec{P}^{э}$ - вектор электрической поляризации, а $\left(\mu - \mu_0\right)\vec{H} = \vec{P}^{м}$ - магнитной, получаем:

$$\begin{aligned} \vec{\Pi}^{э} &= \frac{1}{4\pi\varepsilon_c}\int_V \vec{P}^{э}(\vec{r}\,')\, f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|\right) d\vec{r}\,'; \\ \vec{\Pi}^{м} &= \frac{1}{4\pi\mu_0}\int_V \vec{P}^{м}(\vec{r}\,')\, f\left(\left|\vec{r} - \vec{r}\,'\right|\right) d\vec{r}\,'. \end{aligned} \tag{9}$$

Учитывая (8), выражения для индуцированных полей намагниченными частицами (5) можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} \vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0(\vec{r}) + \left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\vec{\Pi}^{э} - i\omega\mu_0 \operatorname{rot}\vec{\Pi}^{м}; \\ \vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}_0(\vec{r}) + \left(\operatorname{grad}\operatorname{div} + k^2\right)\vec{\Pi}^{м} + i\omega\varepsilon_{\text{c}} \operatorname{rot}\vec{\Pi}^{э}. \end{cases} \tag{10}$$

Определение решения интегральных уравнений (5), дающее внутренние поля, можно значительно упростить, если учесть, что рассматриваются намагниченные объекты, линейные размеры которых малы по сравнению с длиной падающей волны. В этом случае выражения для полей внутри рассеивателя, а также в ближней зоне можно разложить по степеням малого параметра $\frac{l}{\lambda}$, где l - наибольший линейный размер эллипсоида. Это же можно сделать и с $f\left(\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|\right)$.

Так как зависимость электрического и магнитного поля от $\vec{r}$ связана с множителем $e^{-ik\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|}$, то, воспользовавшись степенным рядом для этой функции

$$e^{-ik\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|}=1-ik\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|+\frac{\left(ik\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|\right)^2}{2!}-\cdots,$$

получим

$$\begin{aligned}\vec{E}\left(\vec{r}\right)&=\vec{E}^{(0)}\left(\vec{r}\right)+\left(ik\right)\vec{E}^{(1)}\left(\vec{r}\right)+\left(ik\right)^2\vec{E}^{(2)}\left(\vec{r}\right)+\cdots;\\ \vec{H}\left(\vec{r}\right)&=\vec{H}^{(0)}\left(\vec{r}\right)+\left(ik\right)\vec{H}^{(1)}\left(\vec{r}\right)+\left(ik\right)^2\vec{H}^{(2)}\left(\vec{r}\right)+\cdots.\end{aligned}\qquad(11)$$

Кроме того,

$$f\left(\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|\right)=\frac{1}{\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|}-ik-\frac{k^2}{2}\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|+\cdots.\qquad(12)$$

Выполнив ряд преобразований, получаем систему уравнений для нулевого, первого и других приближений.

$$\begin{aligned}\vec{E}^{(0)}\left(\vec{r}\right)&=\vec{E}_0^{(0)}\left(\vec{r}\right)+\frac{1}{4\pi}\int_V\left(\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_c}-1\right)\vec{E}^{(0)}\left(\vec{r}'\right)\cdot\mathrm{grad}\right)\mathrm{grad}\frac{1}{\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|}d\vec{r}';\\ \vec{H}^{(0)}\left(\vec{r}\right)&=\vec{H}_0^{(0)}\left(\vec{r}\right)+\frac{1}{4\pi}\int_V\left(\left(\frac{\mu}{\mu_0}-1\right)\vec{H}^{(0)}\left(\vec{r}'\right)\cdot\mathrm{grad}\right)\mathrm{grad}\frac{1}{\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|}d\vec{r}'.\end{aligned}\qquad(13)$$

Рассмотрим решение уравнений, определяющих электрические и магнитные поля (13), в нулевом приближении. В качестве характерной формы для тел, удовлетворяющих требованию $\frac{l}{\lambda}<<1$, можно считать эл-

липсоид. В этом случае для решения интегральных уравнений (13) целесообразно ввести вспомогательную функцию W, являющуюся ньютоновским потенциалом однородного эллипсоида

$$W(\vec{r}) = \int_V \frac{d\vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \tag{14}$$

С учетом преобразований, характер $\vec{E}^{(0)}(\vec{r})$ зависит от свободного члена интегрального уравнения. В том случае, если ньютоновский потенциал есть квадратичная функция координат, то нулевое приближение для электрической и магнитной составляющей поля внутри намагниченной частицы будет иметь тот же характер, что и внешнее поле. Если внешнее поле однородно, то и внутреннее также однородно. Этот же вывод касается и приближений более высокого порядка. Известно, что в случаях, когда тело имеет форму эллипсоида, ньютоновский потенциал является именно квадратичной функцией координат внутренних точек эллипсоида

$$W(\vec{r}) = \xi - \pi abc\left(I_1 x^2 + I_2 y^2 + I_3 z^3\right) \tag{15}$$

где a, b, c - размеры полуосей эллипсоида;

Приведенные выше результаты показывают, что внутреннее электрическое и магнитное поле эллипсоида однородно, если таковым является внешнее поле.

Выводы.

1 Полученная математическая модель, позволяет определить параметры электрической и магнитной составляющих поля вокруг частиц гетерогенной почвенной среды при воздействии на нее внешними силовыми полями. Воздействие полей на ферромагнитные частицы гетерогенной почвенной среды даёт возможность в дальнейшем изучать процессы развития растений в почве.

2. Установлено, что нулевое приближение для электрической и магнитной составляющей поля внутри намагниченной частицы будет иметь тот же характер, что и внешнее поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аккерман Ю. Биофизика / Ю. Аккерман; пер. с англ. – М.: Мир, 1964. – 684 с.

2. Куценко Ю.Н. Моделирование стационарного электрического

поля, взаимодействующего с семенами и корневой системой сельскохозяйственных культур в грунте / Ю.Н. Куценко, А.Е. Пиротти, Е.Л. Пиротти //Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. Общегосударственный научно–производственный журнал. – 2011. – №5. – С. 66 – 69.

3. Куценко Ю. М. Модель взаємодії феромагнітних частинок в магнітному полі / Ю. М. Куценко // Технічна електродинаміка: науково–прикладний журнал. – К: Інститут електродинаміки НАНУ. - 2004. –Ч. 3. – С.8 – 11.

4. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. – М.: Наука, 1989. – 543 с.

5. Плонси Р. Биоэлектричество (Количественный подход) / Р. Плонси, Р. Барр. – М.: Мир, 1992. – 366 с.

6. Стрэттон Дж. А. Теория электромагнетизма / Дж. А. Стрэттон. – М. – Л.: Гостехиздат, 1948. – 539 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Akkerman Yu. Biophysics / Yu. Akkerman; tran. from eng. – M.: Mir, 1964. – 684 s.

2. Kutsenko Yu.N. Modeling of stationary electric field correlating with seeds and root system of crops in the soil / Yu.N. Kutsenko, A.E. Pirotti, E.L. Pirotti //Energosberezhenie. Energetika. Energoaudit. Obshchegosudarstvenny nauchno- proizvodstvenny zhurnal. – 2011. – №5. – S. 66 – 69.

3. Kutsenko Yu.N. Interaction model of ferromagnetic particles in magnetic field / Yu.N. Kutsenko // Tehnichna elektrodynamika: naukovo- prykladny zhurnal. – K: Instytut elektrodynamiky NANU, 2004. –Ch. 3. – S.8 – 11.

4. Nikol’skiy V.V. Electrodynamics and radio-wave propagation / V. V. Nikol’skiy, T. I. Nikol’skaya. – M.: Nauka, 1989. – 543 s.

5. Plonsi R. Bioelectricity (Quantity approach) / R. Plonsi, R. Barr. – M.: Mir, 1992. – 366 s.

6. Stratton J. A. Theory of electrmagnetism / J. A. Stratton. – M. – L.: Gostehizdat, 1948. – 539 s.

PERMANENT MAGNETIC FIELD IMPACT ON FERROMAGNETIC PARTICLES IN HETEROGENEOUS SOIL ENVIRONMENT

Yu. N. Kutsenko

Summary

The impact of static magnetic field on plant root system in soil is studied. The analytical dependencies characterizing parameters of electrical

and magnetic field component around the particle that is the base for designing of electrotechnical and magnetic systems are obtained.

Key words: analytical dependencies, magnetic and electric fields, plants, soil.

УДК 662.8:[636.085:662.81

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ

Бакарджиєв Р.О., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (0619) 42-23-41
Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с.
ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України
м. Запоріжжя, Україна
Тел/факс (061) 286-53-23
e-mail: troitskaya2012@gmail.com

Анотація. Надано результати отримання паливних брикетів з соломи на прес-брикетувальнику з забезпеченням відповідних показників якості. Показано, що запропоноване технічне обладнання для брикетування перетворює рослинну біомасу в тверді брикети, які мають щільність від 600 до 900 кг/м^3, при заданих розмірах форми і відповідають сучасним вимогам до паливних матеріалів і можуть бути використані в якості паливно-енергетичних ресурсів.

Ключові слова: відходи рослинництва, енерго- і ресурсозберігаюча технологія, паливні брикети, прес-брикетувальник, солома.

Постановка проблеми. В багатьох країнах Європи динамічно розвивається виробництво енергії з відновлюваних джерел. Відповідно до програми розвитку поновлюваних джерел енергії, вони покрили 12% загального споживання первинних енергоносіїв у 2010 р. в ЄС, у тому числі біомаса склала близько 74% загальної частки поновлюваних джерел енер-

---

Публікується по рекомендації акад. МААО, к.т.н., проф. Яковлєва В.Ф.

гії (ПДЕ). Вочевидь, залучення біомаси для виробництва енергії - це прогресивно зростаючий сектор відновлюваної енергетики в ЄС. В Україні - інша ситуація. Тільки гідроенергетика та вітроенергетика досягли рівня комерційного застосування; інші технології відновлюваної енергетики ще перебувають на стадії дослідження та розробки або демонстрації, і їхня частка в енергопостачанні ще незначна. Для ефективного використання потенційних можливостей впровадження кожної технології чи джерела енергії слід визначити пріоритети їхнього впровадження та розвитку і на основі цього визначити шляхи розвитку поновлювальної енергетики в аграрній галузі [1, с. 26].

За оцінками фахівців, 80% економії матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів досягається за рахунок енерго- і ресурсозберігаючих технологій. Тому, одним із головних пріоритетних напрямків є залучення у виробництво вторинних матеріальних, сировинних та паливно-енергетичних ресурсів, побічної продукції та відходів виробництва. Сучасна промислова енергетика заснована на використанні не поновлювальних викопних видів палива: вугілля, нафти та газу, а також на ядерній енергії і гідроенергетики. Цікавість, яку викликають поновлювані джерела енергії, зокрема, ті, що поновлюються біологічним шляхом (енергія біомаси), обумовлена не лише побоюванням людства, у не віддаленому майбутньому, залишитися без запасів викопаних джерел енергії, але і занепокоєнням про стан довкілля [1, с. 27].

На сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу, в Україні практичне використання ПДЕ становить доволі незначну частку в загальному енергоспоживанні - всього 2,7%, хоча енергетичний потенціал основних видів ПДЕ доволі високий. Останнім часом в нашій державі та в світі відчутно зріс інтерес до поновлюваних джерел енергії. Це зумовлено наступним: виснаженням викопних енергоносіїв нафти та природного газу в цілому світі, в тому числі й в Росії - основному постачальнику нафти й газу в Україну; відчутним подорожчанням природного газу та обмеженням поставок нафти; намірами щодо вступу в ЄС, однією з умов якого є доведення до 2020 року обсягу використання поновлюваних джерел енергії в загальному енергетичному балансі країни до 20 %; екологічними проблемами, пов’язаними із забрудненням навколишнього середовища викидними газами, тощо [1, с. 25].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчить аналіз інформаційних джерел, біоресурси є самими великими та збалансованими джерелами поновлюваної енергії, що включають біля 4500 ЕДж щорічного первинного виробництва. Річний запас енергії фотосинтезу у біомасі в 8-10 разів перевищує теперішнє використання енергії всіх джерел. Енергетичний вміст відходів АПК складає біля 93 ЕДж в рік у всьому світі.

Теплота спалювання відходів рослинництва досить висока і в порівнянні з найбільш використовуваними енергоносіями має наступний вигляд: солома - 14,3, лушпиння соняшника 14,3, коров'ячий гній - 11,5 дрова (30% вологості) - 12,3, буре вугілля - 14,65, антрацит донецький - 26,8, умовне тверде паливо - 29,3 МДж/кг. Але, враховуючи те, що енергетична щільність рослинних відходів дуже низька, необхідно вирішувати проблему раціональної концентрації та вилучення енергії. Іншими словами, зробити щорічно поновлювані джерела енергії, конкурентоспроможними у порівнянні з джерелами викопаної енергії. Можна прогнозувати, що по мірі того, як вартість розробки викопаних горючих матеріалів зростає, засоби використання енергії рослин будуть удосконалюватися і стануть більш економічними [2, с. 13].

Отже, в якості потенційних енергоносіїв на першому місці в ряду нетрадиційних джерел енергії стоять: солома, кукурудзяні стебла та стрижні, лушпиння соняшника, обрізки деревинних гілок та лози. Використання цих рослинних відходів в значній мірі залежить від того, чи вирішена технологія їх підготовки до використання [2, с. 15].

Не дивлячись на те, що питома теплота спалювання відходів рослинництва знаходиться на рівні традиційних паливно-енергетичних матеріалів, із-за своєї фізичної структури (малої об'ємної маси) вони на практиці не можуть знайти широкого впровадження. Тому, використовувати рослинні відходи у якості палива без підготовки не ефективно. До останнього часу виробництво паливних брикетів вважалось недоцільним із-за великої енергомісткості процесу - біля 40% отриманої при спалюванні соломи енергії витрачалося на дизельне паливо або електроенергію необхідну для її подрібнення та пресування. Однак, нове обладнання, яке з'явилося на ринку за останній час, і призначалося для виготовлення брикетів діаметром від 60 до 80 мм і довжиною від 70 до 120 мм, стало користуватися попитом, оскільки вартість 1 т виготовлених їм брикетів наблизилося до вартості еквівалентної кількості вугілля, і, крім того, використання рослинних відходів в якості палива має переваги з точки зору охорони довкілля [3, с. 25].

Мета дослідження. Підвищення якості виготовлення паливних брикетів шляхом їх ущільнення до значень, що відповідають нормативним вимогам.

Основна частина. Численні експериментальні дослідження показали, що з всіх фізико-механічних і технологічних характеристик матеріалів, які брикетують, домінуюче значення мають: вологість, фракційний склад, добавки, температура. Параметри які перераховані вище, визначають стан пресуємої маси, до того ж, необхідно знайти оптимальне сполучення конс-

труктивних параметрів і режимів роботи пресу, котрі забезпечують отримання якісних паливних брикетів [2, с. 9].

Брикетування складається з кількох послідовних етапів: стискання, витримки під тиском, зняття тиску, релаксації напруження, витримки без тиску, випресовки та гнучкого розширення брикету після вилучення з камери. Ефективність процесу залежить від ступеню оптимальності здійснення кожного етапу. Процес брикетування перетворює рослинну біомасу, яка має частки різної форми та розміру, в тверді брикети, що мають завдану форму та розмір і які мають ущільнення від 600 до 900 кг/м^3.

Створений в Інституті механізації тваринництва, прес - брикетувальник (рис. 1) призначений для ущільнення і формування брикетів, визначених розмирів і щільності.

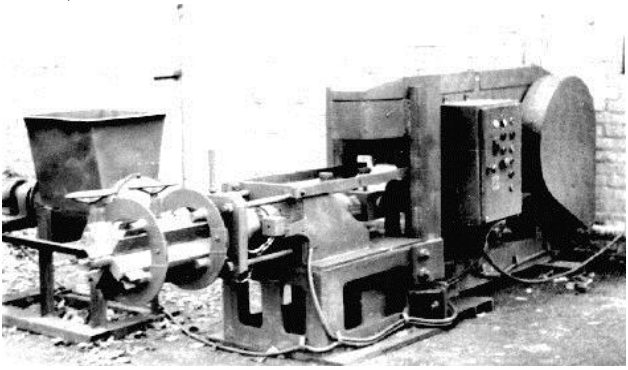


Рисунок 1 - Зовнішній вигляд прес-брикетувальника

Конструктивно прес складається: з станини, яка виконана із товстої листової сталі, приводу, який включає: електродвигун зі шківом, маховік-шків з муфтою, клінопасову передачу, зубчату передачу, кривошипний вал, шатун, повзун, пресувальний шток, матрицю, цангові втулки з механізмом їх затискання, кронштейн кріплення живильника, секцію нагріву [3, с. 10]. Технічна характеристика прес-брикетувальника паливних брикетів надана у табл. 1.

Таблиця 1 - Технічна характеристика прес – брикетувальника

Показники	Значення показників
Діаметр брикетів, мм	70
Товщина брикетів, мм	40-50
Кількість механізмів пресування, шт.	1
Число ходів поршню, ход./хв.	75

Продовження табл. 1

Показники	Значення показників
Радіус кривошипу, мм	75
Потужність електродвигуна приводу пресу, кВт	14
Число обертів двигуна пресу, об/хв.	1450
Потужність нагрівальних елементів матриці, кВт	2
Діаметр шнеку живильника (основний), мм	300
Найменший діаметр конусної частини шнеку, мм	60
Потужність електродвигуна живильнику, кВт	1,5
Питомий тиск брикетування, мПа	8-10
Продуктивність пресу, т/год.	0,3-0,4
Щільність сировини на виході із живильника, кг/м^3	350
Щільність брикетів, кг/м^3	600-700

Процес виробництва паливних брикетів має наступні технологічні операції: прийом та дозовану подачу рослинної сировини в брикетувальник; формування брикетів. Принцип роботи міститься у тому, що з завантажувальній камері рослинна сировина під дією пресувального штоку переміщується у матрицю, де проходить ущільнення у брикети до необхідної щільності. Пресувальний поршень, який виконує повертально-поступовий рух входить у матрицю на глибину 30-50 мм та запресовує з кожним ходом нову порцію сировини протискає брикет який утворюється по довжині матриці. Як показали експериментальні дослідження, в чистому вигляді солома в брикети пресувалася важко, тому температура розігрівання матриці була 160-180 ^{o}С, що забезпечило надійний процес ущільнення. В процесі пресування рослинної сировини, матриця під дією сил тертя додатково підігрівається, після чого електронагрів відключається. На виході брикетів з пресу відбувається їх релаксація та охолодження. Досліджуваний технологічний процес і технічний засіб для виробництва паливних брикетів з рослинних відходів, які призначені для виробничих і комунально - побутових потреб (рис. 2), забезпечують відповідність існуючим вимогам до паливних матеріалів.

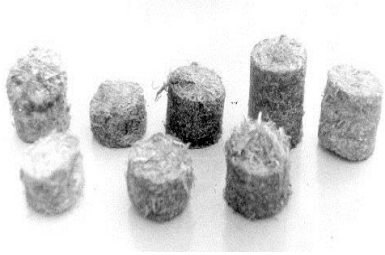


Рисунок 2 - Зовнішній вигляд паливних брикетів з рослинних відходів

Паливні брикети повинні відповідати наступним показникам (табл. 2):

Таблиця 2 - Вимоги для якісних показників паливних брикетів [3, с.13]

Показники	Значення показників
Масова доля загальної вологи, % не більше	9-16
Щільність, кг/м^3 :	
- для брикетів які призначені для безпосереднього використання	600-700
- для брикетів, які закладають на зберігання терміном більше 2 місяців	700-900
Січення або діаметр, мм	70
Довжина, мм, не більше	40-50
Крихкість, % не більше	15
Зольність, %, не більше	15-23

Процес брикетування дозволяє значно спростити використання рослинних відходів в якості палива та сприяє впровадженню у практику більш економічного опалювального устаткування [2, с. 17].

Висновки. Встановлено, що технологічний процес брикетування соломи на запропонованому прес-брикетувальнику забезпечує виготовлення паливних брикетів щільністю 600-900 кг/м^3, що відповідає діючим нормативним вимогам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Локтєв Е. М., Захарченко Д. О. Поновлювані енергетичні ресурси – шлях до енергетичної незалежності України / Е. М. Локтєв, Д. О. Захарченко. - Ж-л «Економіка будівництва і міського господарства» Т. 7, № 1, 2011. - С. 25-30.

2. Кисельов О.В., Бакарджиєв Р.О., Троїцька О.О. та ін. Провести дослідження параметрів і режимів виготовлення паливних і кормових повнораціонних брикетів // Звіт про НДР (заключний) / ІМТ УААН. - № ДР 0197U001013; Інв. №0200U003608.- Запоріжжя, 2001.- 24 с.

3. Бакарджиєв Р.О. Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи прес-брикетувальника для утилізації рослинних матеріалів. Автореф. дис. канд. техн. наук. - Мелітополь, 1997.

BIBLIOGRAPHY

1. Loktyev E.M., Zakharchenko D.O. Renewable energy resources – way to energy independence of Ukraine / E.M. Loktev, D.O. Zakharchenko. – Zh-l «Ekonomika budivnytsva i mis’kogo gospodarsva» - T. 7 - № 1, 2011. - S. 25-30.

2. Kysel'ov O.V. Провести дослідження параметрів і режимів виготовлення паливних і кормових повнораціонних брикетів / O.V. Kysel'ov, R.O. Bakardzhiyev, O.O. Troitska [ta insh.] // Zvit pro NDR (zaklyuchny) IMT UAAN. -№ DR 0197U001013; Inv. №0200U003608.- Zaporizhya, 2001.- 24 s.

3. Bakardzhiyev R.O. Substantiation of constructive materials and press-briquetting machnine mode of operation for utilization of plants / R.O. Bakardzhiyev// Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. – Melitopol, 1997.

TECHNICAL SUPPORT OF STRAW USAGE FOR ENERGY PURPOSES

R.O. Bakardzhiyev, O.O. Troitska

Summary

The experimental results of straw densification at press-briquetting machine with adherence of quality paramters have been considered. It is defined that proposed technical equipment for briquetting transforms vegetable biomass into solid briquettes with compaction from 600 to 900 кg/m3 under specified form sizes, they meet the modern requirements and can be used as fuel and power resources

Key words: waste of crop production, energy- and resource saving technology, fuel briquettes, press-briquetting machine, straw.

УДК 631.348

МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ РЕЗЕРВНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц.
Невзоров А.В., к.т.н., доц.
Уманський національний університет садівництва
Тел/факс (04744)
e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. Наведено методику виявлення залишкового ресурсу обладнання резервних дизельних електростанцій, що використовуються у

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Дідура В.А.

сільськогосподарських підприємствах на випадок припинення постачання електричного струму в промислових мережах. Запропановано математичне моделювання енергетичних систем засобами з використанням експертних оцінок та апарату нечітких множин та сучасної технічної діагностики, що надає можливість підвищувати надійність прогнозування залишкового ресурсу енергетичного обладнання.

***Ключові слова*:** залишковий ресурс, експертне опитування, метод безпосередньої оцінки, метод розстановки пріоритетів.

Постановка проблеми. Оцінка залишкового ресурсу (ЗР) будь-якого обладнання та аналізу надійності його роботи з урахуванням старіння і зносу є сьогодні достатньо актуальною для резервного енергетичного обладнання, наприклад для резервних дизельних електростанцій (ДЕС). Надійність прогнозування залишкового ресурсу такого обладнання забезпечує можливість прийняття найбільш раціональних рішень під час управління енергозабезпеченням об’єктів агропромислових підприємств на випадок відключення промислової електромережі у найбільш відповідальні моменти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У якості резервних джерел живлення для об’єктів, що отримують електроенергію промислових мереж, найбільш поширеними є ДЕС. Їх моторесурс зберігається досить довго (іноді – десятками років). У зв’язку з цим до сьогоднішнього дня на експлуатації можна відшукати такі об’єкти виробництва 60 – 80-х років XX ст. [8].

Не дивлячись на це, подібні ДЕС відрізняються високою надійністю, оскільки у більшості випадків їх моторесурс не перевищує 60 – 100 год/р. Таким чином, у більшості випадків необхідність їх заміни відсутня.

Проте для прийняття управлінських рішень про продовження або про припинення експлуатації обладнання, що старішає (як морально, так і фізично),необхідне аргументоване обґрунтування, яке враховує керівні та нормативні вимоги до експлуатації та використання об’єктів (у даному випадку – підвищеної небезпеки).

Позитивний висновок щодо можливості продовження експлуатації згаданого обладнання є особливо актуальним на сьогоднішній день, коли у самому розпалі проводяться процеси реформування та розвитку агропромислового комплексу України. Усі ці процеси вимагають використання великих фінансових вкладень.

Таким чином, вирішення задач достовірної оцінки ЗР резервних ДЕС має задачею допомогти у вирішенні проблем, пов’язаних з реформуванням і розвитком агропромислового виробництва.

Прогнозування ресурсу будь-якого обладнання є складовою частиною загальної теорії надійності [2, 4, 5].

Визначенню при цьому підлягає термін експлуатації від поточного моменту часу, протягом якого об’єкт досягне свого граничного стану за вказаними для можливостей його експлуатації параметрами.

Мета досліджень. Підвищити ефективність прогнозування залишкового ресурсу енергетичного обладнання шляхом розробки більш прогресивної системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом технічних засобів за рахунок використання методу експертних оцінок та апарат нечітких множин.

Основна частина. Виходячи з вказаного, можна прийти висновку, що значення ЗР потрібно визначати шляхом технічного моніторингу кожного окремого засобу у поточний момент часу.

Очевидно, що у процесі подальшої експлуатації значення ЗР буде змінюватись у бік свого зменшення [1], як проілюстровано на рис. 1.

На рис. 1. введено такі позначення:

$T_{Р}$ – значення технічного ресурс виробу;

$T_{е}$ – період експлуатації виробу з моменту початку експлуатації (введення в експлуатацію);

$T_{пр}$ – призначений ресурс виробу на його момент введення в експлуатацію;

$T_{зр}$ – залишковий ресурс виробу від поточного часу наробітку до закінчення експлуатації (до моменту планового ремонту, технічного обслуговування, списання або утилізації);

$P_{гр}$ – граничне значення показника ресурсу технічного об’єкту, при якому його слід переводити у граничний стан.

Зміну значення ЗР, що інтерпретується рис. 1, можна описати формулою:

$$P_{зр}=P_{пр}-r_{н}(t)+r_{п}(t), \qquad (1)$$

де $r_{н}(t)$ – сукупність ефектів факторів експлуатації, що знижують значення ресурсу об’єктів (негативних факторів);

$r_{п}(t)$ – відповідно, сукупність факторів, що підвищують ресурс об’єктів.

Виходячи з (1), можна вважати, що складовою $r_{п}(t)$ є можливість керувати певним чином, при цьому підвищуючи ресурс технічних засобів, що може надати змогу керувати необхідними законами зміни ЗР цих засобів.

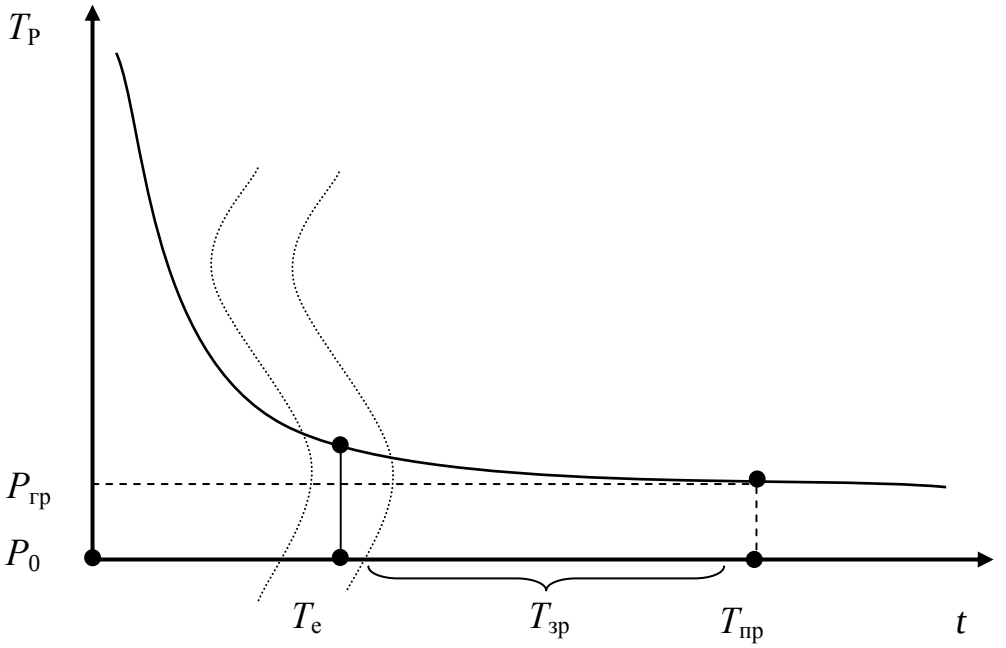


Рисунок 1 - Динаміка зміни залишкового ресурсу об’єктів ДЕС у процесі експлуатації

Аналіз численних даних із [8] дає змогу робити висновок, що безпосереднє використання методів вирішення задач діагностування у задачах прогнозування на має змогу дати більш-менш достовірні прогнози значень ЗР, що можуть бути використані з метою прийняття управлінських рішень.

Проте з результатів технічного діагностування є можливість отримання корисної та об’єктивної інформації про корекцію прогнозів ЗР ДЕС. Тому є доцільним для прийняття подібних рішень використовувати методи експертних оцінок, оскільки у процесі прийняття рішень про продовження або припинення експлуатації резервних ДЕС часто не вистачає об’єктивної інформації про їх реальний технічний стан.

Експертне опитування може здійснюватись розробленими на сьогоднішній день методами, серед яких можна визначити:

- метод безпосередньої оцінки;
- метод ранжування (парної кореляції);
- метод бальних оцінок;
- метод послідовних співставлень тощо.

Найбільшу цікавість у плані прогнозувань (і не лише показників надійності) являє математичний апарат нечітких множин.

Він дав можливість розробити і впровадити величезну серію засобів діагностування, прогнозування та автоматичного управління і регулювання не лише технічними засобами, але й соціально-економічними угрупованнями.

Висновки.

1. Розробка методів математичного моделювання з використанням сучасних засобів технічної діагностики енергетичних систем,надає можливість здійснювати надійні прогнози щодо залишкового ресурсу енергетичного обладнання.

2. Встановлено, що метод експертних оцінок та апарат нечітких множин є ефективними при оцінюванні залишкового ресурсу аварійних енергетичних засобів сільськогосподарських підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александровская Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем / Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А. – К: Логос, 2003. – 208 с.

2. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / Аринин И.Н., Коновалов С.И., Баженов Ю.В. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 315 с.

3. Горяшко А.П. Применение внутренней избыточности для повышения качества и надежности электронной аппаратуры / Горяшко А.П., Шура-Бура А.Э. – М: Знание, 1989. – 347 с.

4. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / Гурвич И.Б., Сыркин П.Э. – М: Транспорт, 1984. – 141 с.

5. Завадский В.Ю. Статистическая обработка эксперимента в задачах автомобильного транспорта / Завадский В.Ю. – М: МАДИ, 1982. – 136 с.

6. Кузьмин Н.А. Процессы и закономерности изменения технического состояния автомобилей в эксплуатации / Кузьмин Н.А. – Н. Новгород: Нижегор. гос. ун-т, 2002. – 142 с.

7. Стрельников В.П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем / Стрельников В.П., Федухин А.В. – К: Логос, 2002. – 486 с.

8. Федоров Д.И. Надежность рабочего оборудования землеройных машин / Федоров Д.И., Бондарович Б.А. – М: Машиностроение, 1981 – 287 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Aleksandrovskaya L.N. Modern methods for providing complex technical systems reliability / L.N. Aleksandrovskaya, A.P. Afanas'ev, A.A. Lisov. – K: Logos, 2003. – 208 s.
2. Arinin I.N. Technical maintenance of machines / I.N. Arinin, S.I. Konovanov, Yu.V. Bazhenov. – Rostov n/D: Pheniks, 2004. – 315 s.
3. Goryashko A.P. Implementation of built-in redundancy for increasing the quality and reliability of electronics / A.P. Goryashko, A.E. Shura-Bura. – M: Znanie, 1989. – 347 s.
4. Gurvich I.B.. Production safety of engines / I.B. Gurvich, P.E. Syrkin. – M: Transport, 1984. – 141 s.
5. Zavadskiy V.Yu. Static processing of experiment in motor transport tasks /V.Yu. Zavadskiy – M: MADI, 1982. – 136 s.
6. Kuz'min N.A. Processes and mechanism of machine technical state change under operation / A.N. Kuz'min. – N. Novgorod: Nizhegor. gos. un-t, 2002. – 142 s.
7. Strel'nikov V.P. Evaluation and reliability prediction of electronic elements and systems / V.P. Strel'nikov, A.V. Fedukhin. – K: Logos, 2002. – 486 s.
8. Fedorov D.I. Reliability of operational equipment of diggers / D.I. Fedorov, B.A. Bondarchuk. – M: Mashinostroenie, 1981 – 287 s.

METHOD FOR DETERMINATION OF RESIDUAL LIFE OF RESERVE DIESEL POWER-STATIONS IN FACTORY- FARM ENTERPRISES

Y. O. Koval'chuk, A. V. Nevzorov

Summary

The method for determination of equipment residual life of reserve diesel power-stations used in agricultural enterprises in case of stopping of electric current delivery in industrial networks is introduced. It is suggested the mathematical modelling of power systems by means of using of expert evaluation and fuzzy sets, modern technical diagnostics that makes it possible to increase the reliability prediction of power-generating equipment residual life.

Key words: residual life, expert polling, method of immediate evaluation, method of priority arrangement.

УДК 621.798.38

АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ УСТАНОВКИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Оришака О.В., к.т.н., доц.
Оришака В.О., к.т.н., доц.
Артюхов А.М., к.т.н., доц.
Кравцов А.О., магістр*
Кіровоградський національний технічний університет
Тел/факс (0522) 55-10-49, 39-04-33
e-mail: vvv96@yandex.ua

Анотація. Приведено результати аналізу продуктивності установки безперервної дії порівняно з продуктивністю машин з циклічною подачею сипких матеріалів в клапанні мішки, за результатами якого встановлено, що продуктивність установок безперервної дії в 1,5 рази вище продуктивності машин з циклічною подачею. Визначено оптимальне число секцій в залежності від подачі матеріалу. Отримана залежність визначення швидкості руху сипких матеріалів по гравітаційним поверхням, які розташовуються в першій і другій четвертях.

***Ключові слова*:** продуктивність, сипкий матеріал,секція, бункер, постачальний пристрій, завантажувальне пристосування.

Постановка проблеми. Основним завданням сільськогосподарського машинобудування України є створення високопродуктивної, надійної ресурсозберігаючої техніки для агропромислового комплексу.

Переміщення дрібнозернистих сипких матеріалів і сумішей сільськогосподарського призначення потребують великих матеріальних і енергетичних витрат, оскільки транспортно-завантажувальні операції недостатньо механізовані.

Як правило, це трудомісткі операції в сільському господарстві. Машини вітчизняного виробництва мають обмежені області застосування, особливо при завантаженні і дозуванні дрібнозернистих сипких матеріалів.

Тому вдосконалення сучасних засобів механізації є актуальною науковою задачею.

Публікується по рекомендації д.т.н. Леженкіна О.М.

Аналіз основних досліджень і публікацій. В установці безперервної дії для завантаження сипких матеріалів в клапанні мішки (рис.1) нового покоління [1], передбачено ряд нових рішень підвищення технологічної надійності процесу завантаження сипких матеріалів.

Телескопичний клапан, який розміщений в об'єкті бункера забезпечує:

- зниження початкового опору зсуву матеріалу над випускним отвором бункера;
- ліквідацію зустрічної циркуляції повітря в зоні витоку сипкого середовища.

Це дає можливість усунути умови по створенню стійкості «склепів» і «труб».

Стабілізатор, який монтується в каналі матеріалопровода, формує потік сипкого матеріалу зі стабільною питомою масою.

Постачальний пристрій забезпечує чіткий розподіл потоку сипкого матеріалу по завантажувальним пристроям. Застосування в завантажувальних пристроях каналів з криволінійно-випуклими поверхнями і вихідними кінцями, що розташовані вертикально, дало можливість підвищити надійність технологічного процесу.

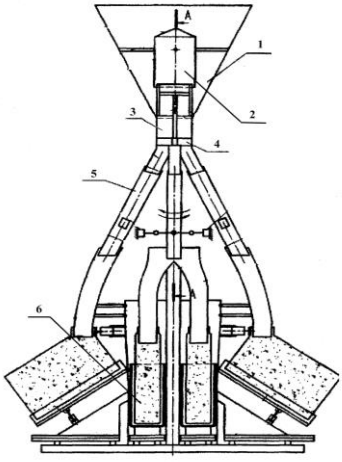


Рисунок 1 - Установка безперервної дії для завантаження сипких матеріалів клапанні мішки:

1- бункер; 2- клапан; 3 – матеріало-привід; 4- постачальний пристрій; 5 – вивантажувальні патрубки; 6 – завантажувальні секції.

Другою особливістю установки є те, що завантажувальне пристосування кожної секції містить два завантажувальних патрубка, через які

сипкий матеріал почергово надходить спочатку в одні мішки, а потім після переключення напрямку руху потоку сипкого матеріалу в другі мішки. За період заповнення других клапанних мішків проводиться заміна заповнених мішків на порожні.

Ціль дослідження. Провести аналіз продуктивності установки безприривної дії і порівняти її з продуктивністю машин з циклічною подачею сипкого матеріалу в клапанні мішки, а також визначити залежность руху матеріалу по каналам завантажувального пристрою з випуклими і вогнутими криволінійними поверхнями.

Основна частина. Продуктивність установки залежить від:

1. Витрат однієї секції – q кг/с (витік сипкого матеріала з бункера регулюється клапаном)

2. Кількості секцій – n (обмежується часом заміни клапанних мішків одночасно на всіх секціях $t_{з.м.}$)

Час заміни клапанних мішків, яким розпоряджається оператор:

$$t_{з.м.} = \frac{t_{зап.}}{n}, \qquad (1)$$

де $t_{зап}$ – час заповнення клапанного мішка.

Час заповнення клапанного мішка:

$$t_{зап} = \frac{m}{g}, \qquad (2)$$

де m – необхідна маса сипкого матеріалу в клапанному мішку.

Циклограма роботи установки безперервної дії з трьома секціями приведена на рис.2

Як видно з циклограми можливий час на замінах клапанних мішків, який дорівнює часу заповнення клапанного мішка сипким матеріалом, ділиться на число секцій.

Таким чином $$t_{з.м} = \frac{m}{qn}, \qquad (3)$$

Досвід експлуатації завантажувальних машин показує що час на заміну мішка повинен бути не менше 4 с.

Рисунок 2 - Циклограма роботи трьохсекційної установки безперервної дії

Залежність часу на заміну клапанних мішків від числа секцій при різних подачах приведено на рис. 3

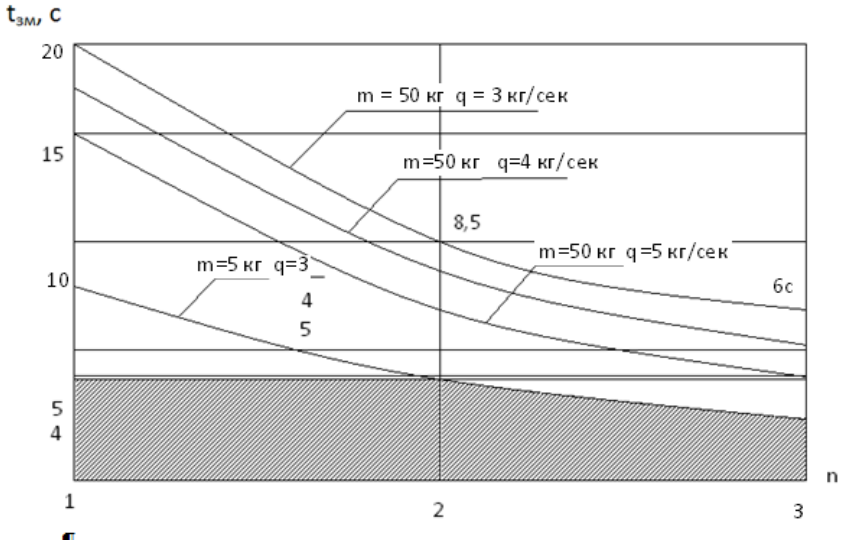


Рисунок 3 - Залежність часу на заміну клапанного мішка від числа секцій

На графіку рис. 3 проведена горизонтальна пряма лінія на відмітці 4 с. Ті значення часу на заміну мішків, що є в розпорядженні оператора які лежать нижче цієї прямої не повинні застосовуватись.

Аналіз залежностей, приведених на рис 3 показує, що при масі сипкого матеріалу в мішку m =50 кг практично можна застосовувати установки трьохсекційні при витратах q = 5кг/с.

При масі m =25 кг в основному необхідно використовувати одно та двосекційні установки. Проведемо порівняльній аналіз продуктивності (*Q*) установки безперервної дії і машини з циклічною подачою сипкого матеріалу. Продуктивність Q визначається залежностями:

- при безперервній подачі сипкого матеріалу
-

$$Q_ц = 3600\, qn\,, \tag{4}$$

- при циклічній подачі сипкого матеріалу
-

$$Q_ц = 3600 \frac{m}{t_{зап} + t_{з.м}} \cdot n\,, \tag{5}$$

Залежності продуктивності установок безперервної дії і машин з циклічною подачею від числа секцій приведені на рис. 4

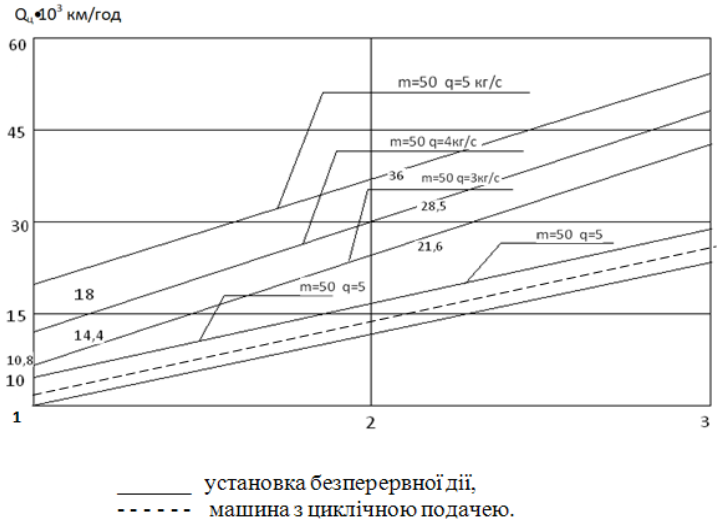


Рисунок 4 - Залежність продуктивності установок безперервної дії і машин з циклічною подачею від числа секцій

Висновки. Встановлено, що продуктивність установок безперервної дії для завантаження сипких матеріалів в клапанні мішки в 1,5 рази перевищує продуктивність машини з циклічно подачею.

Можливості збільшення продуктивності машин з циклічною подачею за рахунок збільшення подачі сипких матеріалів обмежені зниженням точності дозування маси в клапанному мішку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. на корисну модель № 62756 UA Установка безперервної дії для завантаження сипких матеріалів/ О.В Оришака, В.О. Оришака, А.М.Артюхов.. Заявка № 201102721 від 09.03. 2011 року Кадр 12.09.2011 бюл. № 17.2011

2. Пат. на корисну модель №59266 UA Установка безперервної дії для завантаження сипких матеріалів / О.В. Оришака, В.О. Оришака, А.М. Артюхов. Заявка №201012298 від 18.10.2010 надр. 10.05.2011 бюл. №9-2011 р.

3. Оришака О.В., Оришака В.О. Установка безперервної дії для завантаження сипких матеріалів в клапанні мішки / О.В. Оришака, В.О. Оришака // Держагенство з питань науки, інновацій та інформації України. Укр.. інститут науково-технічної інформації укрЦНТЕІ. Експрес-новини №4-2011 УДК 621.9 ДРНТІ 81.901305-ст. 75-76

BIBILIOGRAPHY

1. Pat. for utility model № 62756. Uninterrupted operation plant for loose material loading / O.V. Oryshaka, V.O. Oryshaka, A.M. Artiukhov. Zayavka № 201102721 from 09.03. 2011. Publ. 12.09.2011. Bul. № 17.2011

2. Pat. for utility model №59266. Uninterrupted operation plant for loose material loading / O.V. Oryshaka, V.O. Oryshaka, A.M. Artiukhov. Zayavka №201012298 from 18.10.2010. Publ. 10.05.2011. Bul. №9-2011.

3. Oryshaka O.V., Oryshaka V.O. .Uninterrupted operation plant for loose material loading in valve bags / O.V. Oryshaka, V.O. Oryshaka // Derzhagenstvo z pytan nauky, innovatsiy ta informatsii Ukrainy. Ukrains'ky instytut naukovo-yehnichnoi informatsii ukrTSNTEL. Ekspress novyny №4-2011 UDK 621.9 DRNTI 81.901305-s. 75-76

EFFICIENCY ANALISYS OF UNINTERUPTED OPERATION PLANT FOR LOOSE MATERIAL LOADING

O. V. Oryshaka, V.O. Oryshaka, A. M. Artiukhov, A. O. Kravtsov

Summary

The results of efficiency analysis of uninterrupted operation plant in comparison with that of loose material cyclic delivery machines in valve bags are given and the results of which set the efficiency of uninterrupted operation

plant for loose material loading 1,5 times higher than that of cyclic delivery machines. The optimal section number depending on material delivery has been considered. The dependency for velocity determination of loose material movement on gravitation surfaces located in the first and second quadrants has been defined.

Key words: efficiency, loose material, section, bunker, delivery unit, loader.

УДК66.086.2

СЕПАРАЦІЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Назаренко І.П., к.т.н., доц.
Лобода О.І., інж.
Таврійський державний агротехнологічній університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (061)42-25-85
e-mail: nazarenko-64@mail.ru

Анотація. Викладені результати теоретичних і експериментальних досліджень процесу сепарації суспензій в біжучому електричному полі на прикладі соняшникової олії з домішками шроту. Визначено величину різниці між оптимальними частотами для двох частинок з різними електрофізичними характеристиками, що впливає на час сепарації.

***Ключові слова*:** сепарація, соняшникова олія, електрод, біжуче електричне поле.

Постановка проблеми. Процес сепарації дисперсних систем де середовищем є слабопровідна рідина зустрічаються в багатьох технологіях промислового та сільськогосподарського виробництва, зокрема, при виробництві рослинних олій. Вибір способу сепарації залежить від складу і властивостей суміші, що розділяється, складових її компонентів, ступеня відповідності бажаних властивостей отримуваних продуктів сепарації. Розділення компонентів суспензії можливе якщо присутні відмінності в їх фізичних характеристиках: у розмірах твердих частинок, в їх масах, у фо-

---

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.т.н., проф. Діордієва В.Т.

рмі, щільності, коефіцієнтах тертя, міцності, пружності, зволоженості поверхні, магнітній сприйнятливості, електропровідності, радіоактивності і інших. Відповідно до цього використання силової дії електричного поля на процес розділення суспензій можливе якщо включення мають різні електрофізичні властивості такі як діелектрична проникність та питомий електричний опір. Відомі засоби електричного розділення суспензій використовують електричні сили, що дозволяють утримувати частинки суспензії на електродах, що не дає можливості розділити зважені частинки з близькими електрофізичними властивостями.

*Аналіз останніх досліджень.*У роботі [1] показано, що ефективне очищення рідин може бути отримана завдяки організації в робочій зоні електросепаратора біжучого електричного поля.

Таке поле створюється завдяки подачі на електроди електросепаратора змінної багатофазної напруги оптимальної частоти. Потрібна частота однозначно зумовлюється електричними властивостями як самої рідини, так і зважених частинок. Таким чином, показано, що використання джерела живлення з регульованою високою багатофазною вихідною напругою та з регульованою частотою дозволить підвищити ефективність електричного очищення.

Мета досліджень. Розробка способу та технічних засобів електричної сепарації діелектричних суспензій з близькими електрофізичними властивостями частинок дисперсної фази.

Основна частина. В дослідженнях використовувалась соняшникова олія з домішками шроту різної вологості.

Нами розроблено та випробувано високовольтне багатофазне широкосмугове джерело живлення, яке дозволяє подавати на електроди технологічного блоку напруги декілька частот одночасно, що значно поширює можливості пристроїв очищення в біжучому електричному полі.

Додатково це вказує на можливість подання на електроди технологічного блоку багатофазних напруг двох частот зі зсувом між фазами $+\varphi$ та $-\varphi$, що, наприклад, при чотирифазній напрузі відповідає зсуву на кути $\varphi=-90^0$ та $\varphi=+90^0$.

В такому випадку в міжелектродному просторі виникає два біжучих електричних поля, що розповсюджуються у протилежних напрямках. Якщо суспензія вміщує частинки з різними електрофізичними властивостями, то таке поле дає можливість здійснити рух частинок у різних напрямках, що і відповідає меті розділення.

Теоретичне обґрунтування вказаних припущень базується на виразі сили, що діє на частинку суспензії в біжучому електричному полі [2]:

$$\vec{F} = 2\pi R^3 \varepsilon_0 \frac{\left(\frac{\sigma_1}{2\pi f} - \frac{\sigma_2}{2\pi f}\right)\cdot(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) - \left(\frac{\sigma_1}{2\pi f} + 2\frac{\sigma_2}{2\pi f}\right)\cdot(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2)^2 + \left(\frac{\sigma_1}{2\pi f} + 2\frac{\sigma_2}{2\pi f}\right)} grad\vec{E}^2, \quad (1)$$

де R – радіус частинки, м;
ε_0 - діелектрична проникність вакууму, Ф/м;
ε_1 - діелектрична проникність частинки, Ф/м;
ε_2 - діелектрична проникність середовища, Ф/м;
σ_1 – питома електропровідність частинки, Ом·м;
σ_2 – питома електропровідність середовища, Ом·м;
E – напруженість електричного поля, В/м.
f – частота, Гц.

На рис. 1 показана залежність, що була побудована за формулою 1.

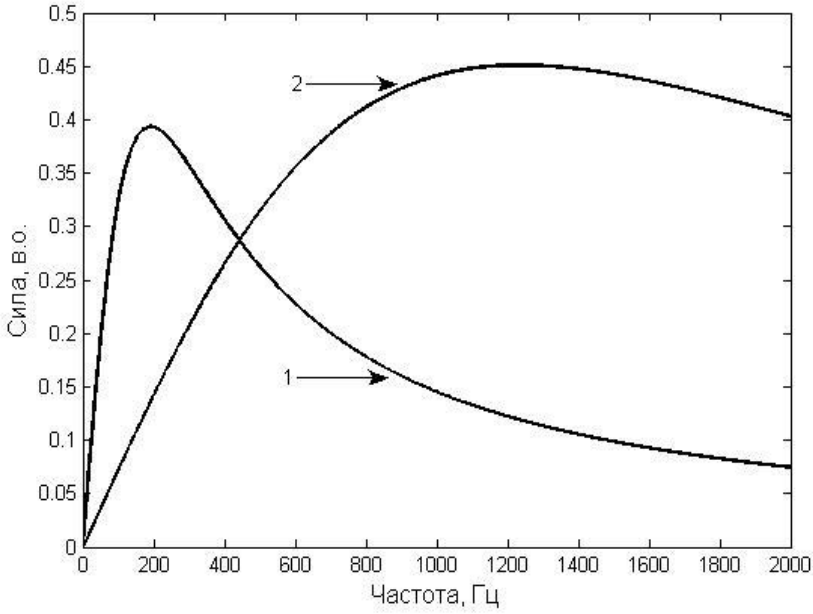


Рисунок 1 - Теоретичні залежності сили, яка діє на частинку в біжучому електичному полі від частоти при різних електропровідностях частинок: 1 - ε_1=2,8·10^{-11} Ф/м; ε_2=2,5·10^{-11} Ф/м; σ_1= 1,5·10^{-8} Ом·м; σ_2=10^{-9} Ом·м, 2 - ε_1=2,8·10^{-11} Ф/м; ε_2=2,5·10^{-11} Ф/м; σ_1= 1·10^{-7} Ом·м; σ_2=10^{-9} Ом·м.

Діелектрична проникність та питома електропровідність рідини відповідає рафінованій соняшниковій олії [3]. Електропровідність частинок визначена експериментально. Електропровідність для частинок графіку 1

відповідає соняшниковому шроту вологістю 10% , а графіку 2 – 15%. Добуток коефіцієнтів та параметрів, що стоять перед та після дробу прийнятий таким, що дорівнює 1. Структурна схема джерела живлення показана на рис.2. Схема складається з двоканального генератора синусоїдальних коливань регульованою частотою А1, двоканального підсилювача А2 та високовольтного чотирифазного підвищувального трансформатору А3 з робочою смугою частот 50…5000 Гц.

Схема працює наступним чином. Генератор синусоїдальних коливань А1 генерує електричний струм двох регульованих частот та регульованої напруги по двох роздільних каналах зі заданим зсувом фаз (для чотирифазної систем зсув фаз $\varphi = 90^0$) . При цьому напруга першої частоти має зсув фаз між каналами $\varphi = +90^0$, а друга - $\varphi = -90^0$. З генератору сигнали подаються на підсилювач А2. Підсилені синусоїдальні сигнали по двох каналах подаються на підвищувальний чотирифазний трансформатор А3, з якого отримується чотирифазна напруга.

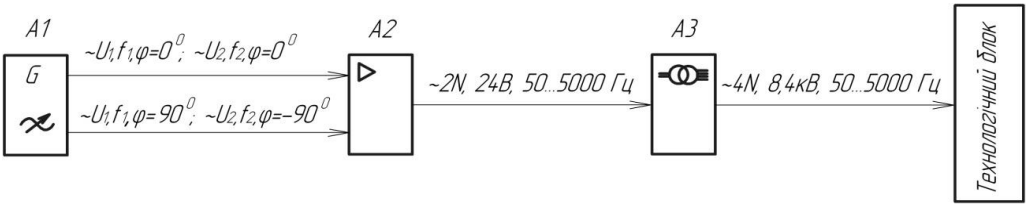


Рисунок 2 - Структурна схема високовольтного джерела живлення

Таким чином, на електроди технологічного блоку подається чотирифазна напруга двох регульованих частот з заданим зсувом фаз по першій частоті $\varphi = +90^0$, а по другій $\varphi = -90^0$.Така система дозволяє отримати в технологічному блоці біжуче електричне поле двох частот з розповсюдженням в протилежних напрямках.

Функцію генератора в установці виконував ПК, за допомогою програми, що здійснює низькочастотну генерацію синусоїдальних коливань у діапазоні частот від 0 до 20 кГц без обмеження їх кількості, вихідні сигнали якого знімаються з двоканального виходу звукової карти комп’ютера. Сигнал одного з каналів може бути довільно зсунутий по фазі відносно іншого. Амплітуда сигналу регулюється і не залежить від частоти [4]. Підсилювач було виконано на базі мікросхем TDA7294, а для підвищення напруги використовувались трансформатори ОСВ-0.120 з частотною робочою смугою 50…5000 Гц.

Експериментальні дослідження проводились з соняшниковою олією з домішками соняшникового шроту відомої вологості. Середній розмір

частинок шроту складав 37 мкм. Вологість шроту визначалась відповідно до ДСТУ ISO 771:2006.

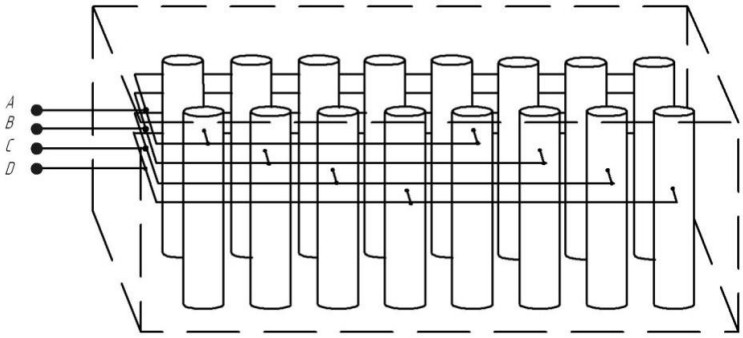


Рисунок 3 - Система чотирифазних електродів технологічного блоку

Технологічний блок являє собою камеру з циліндричними електродами, на які подається чотирифазна напруга двох частот з протилежним зсувом фаз. Конструкція камери показана на рис. 3.В експерименті на систему електродів технологічного блоку подавалась чотирифазна напруга 6 кВ двох частот: 200 Гц та 1200 Гц, що відповідає оптимальній частоті для шроту з вологістю 10% та 15% відповідно. Частоти визначались за графіками рис. 1 відповідно до формули 1.

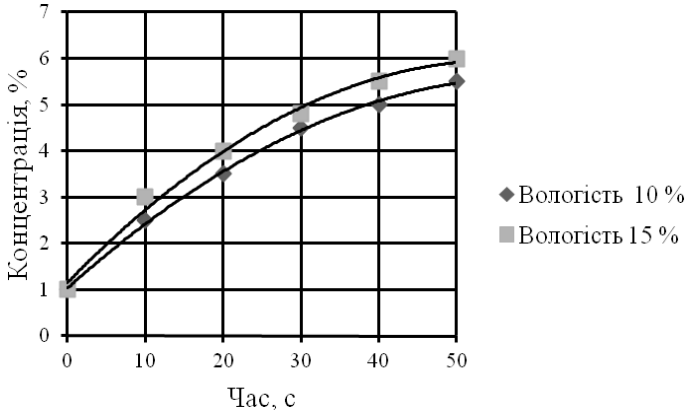


Рисунок 4 - Залежність концентрації шроту від часу на крайніх електродах технологічного блоку

Під дією сили, що зумовлюється формулою 1 частинки шроту з різною електропровідністю рухались в протилежних напрямках і концентрувались близько крайніх протилежних електродів. Нами фіксувалась

концентрація частинок на крайніх електродах в задані інтервали часу, яка визначалась ваговим методом. На графіках рисунку 4 надані залежності концентрації частинок на крайніх електродах технологічного блоку в процесі розділення суспензії.

Проаналізувавши графіки ми бачимо, що динаміка розділення частинок різної вологості різниться на 10…15 %. Процес розділення займає проміжок часу близько 1 хвилини при відстані між крайніми електродами 70 мм.

Висновки.

1. Результати теоретичних та експериментальних досліджень показують, що застосування двох біжучих в протилежних напрямках електричних полів дозволяє розділяти суспензії з різними електрофізичними характеристиками зважених частинок.

2. Час сепарації залежить від величини різниці між оптимальними частотами для двох частинок з різними електрофізичними характеристиками.

3. Запропанований принцип сепарації може бути використаний в пристроях очищення рослинних олій та інших слабопровідних рідин для вилучення з таких рідин домішок з заданими властимостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаренко І.П. Очистка діелектричних рідин в електричному полі / І.П. Назаренко, Л.С. Червінський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2009.- Вип.139.- С. 97-103.

2. Измайлов С.В. Курс электродинамики / С.В. Измайлов. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1962. – 440 с.

3. Болога М.К. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле / М.К. Болога, И.И. Берилл.-Ch.: I.E.P.Stiinta, 2004.- 216 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Nazarenko I.P. Filtration of dielectric substance in electric field / I.P. Nazarenko, L.S. Chervinsky // Naukovy visnyk Natsional’nogo universytetu bioresursiv I pryrodokorystuvannya Ukrainy / Redkol.: D.O. Mel’nychuk [ta insh.] – K., 2009.- Vyp.139.- S. 97-103.

2. Izmailov S.V. Course of electrodynamics / S.V. Izmailov. – M.: Gosudarstvennoe uchebno-pedagogicheskoe izdatel’stvo ministerstva prosveshcheniya RSFSR, 1962. – 440s.

3. Bologa M.K. Refinement of sunflower-seed oil in electric field / M.K. Bologa, I.I. Berill.-Ch.: I.E.P.Stiinta, 2004.- 216 s.

SEPARATION OF SUNFLOWER-SEED OIL IN ELECTRIC FIELD

I. P. Nazarenko, O.I. Loboda

Summary

The results of theoretical and experimental researches of separation process of slurry in the travelling electric field in terms of sunflower-seed oil with the admixtures of solvent cake have been presented. The amount of difference between optimal rates for two particles with various electrophysical characteristics influencing the separation time has been defined.

Key words: electrode, separation, sunflower seed oil, travelling electric field.

УДК 338.43:636.2.034 (477)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО І МОЛОЧНЕ СКОТАРСТВО УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ І УСПІХИ ЗРОСТАННЯ

Ліннік В.С., д.с.-г.н., проф.
Луганський національний аграрний університет
м. Луганськ, Україна
e-mail: linkk7@rambler.ru

Анотація. Розглянуто основні причини, що стримують сталий розвиток галузі тваринництва. Серед цих причин особливо наголошуються такі: відсутність державної підтримки галузі; помилки у ціноутворенні на продукцію тваринництва; слабка мережа аграрних бірж та їх інформаційне і юридичне забезпечення. Усунення цих причин шляхом регулюючого впливу держави дозволить зробити галузь тваринництва інвестиційне привабливою.

Ключові слова: молочне скотарство, державне регулювання, тенденції розвитку, економічна привабливість, ринкові взаємовідносини, інвестиційна привабливість.

Постановка проблеми. Процвітання української нації неможливе без стабільного високоякісного харчування спільноти. Тож всебічне нарощування виробництва продуктів тваринного походження має і повинне стати головною умовою забезпечення раціонального харчування населення. Це сприятиме підвищенню працездатності та продовженню тривалості життя, адже людина, яка не споживає у достатній кількості молочні та м’ясні продукти, не лише відчуває соціальне приниження, а й перебуває у так званому “прихованому” голодуванні. При цьому вона частіше і важче хворіє, довше відновлює працездатність, менше та гірше працює.

Головним джерелом надходження високоякісних продуктів харчування є, перш за все, сільське господарство і, зокрема, тваринництво. За умови, що чисельність населення України у 2015 році буде становити 45,8 млн.чол., річний фонд споживання молока повинен бути на рівні 5817 тис.тонн, знежиреного молока – 779, вершкового масла – 261, сметани –

Публікується по рекомендації д.т.н., с.н.с. Шацького В.В.

280, сирів твердих – 247 тис.тонн. Вес це спонукає вчених та господарників аграрного сектора на пошук ефективних шляхів забезпечення населення молокопродуктами в межах обґрунтованих норм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що виробництво високоякісного біологічно повноцінного молочного білка обходиться значно дешевше, ніж інших білків тваринного походження. Так, для виробництва 1 кг молочного білка необхідно витратити 3,9 кг білків корму, або менше, ніж для одержання такої ж кількості білка з яловичини – на 61 %, а свинини – на 45 % [1].

У минулому СРСР аграрно-промисловий комплекс використовували як інвестиційний донор розвитку інших галузей народного господарства. Капітали переливали за принципом: низькі ціни на сільськогосподарську продукцію і високі ціни на промислові товари за низької оплати праці селян [2]. Це явище набуло особливого розвитку після розвалу СРСР і негативно позначилось на ефективності сільськогосподарського виробництва та на житті сільського населення України. Як наслідок на сьогодні має місце низький рівень благоустрою більшості сіл. Так, централізоване водопостачання мають лише 2,5 % сільських населених пунктів, природний газ – 23 %, каналізацію – 3,1 %. Слабким є забезпечення сіл висококваліфікованими кадрами та сучасним обладнанням шкіл, медичних закладів, проблемними є також дороги з твердим покриттям.

Розвиток аграрно-промислового комплексу після розвалу СРСР умовно можна розділити на два періоди: 1991-1999 рр. та 2000-2010 рр., оскільки аграрна реформа у ці періоди в Україні здійснювалась порізному. На першому етапі у галузі мали місце процеси гальмування, розвалу, зупинок, руйнації і т.п.

На другому етапі в аграрному секторі почали розвиватись позитивні зміни, в окремих галузях почали спостерігати ріст виробництва продукції, зокрема, продукції рослинництва та тваринництва. У 2000 роках здійснився перелом від збитковості галузі (у 1999 р. було одержано 3399 млн.грн. збитку) до прибутковості (у 2000 р. одержано 1411 млн.грн. прибутку).

На початку так званої “перебудови” більшість українських політиків та фахівців стверджували, що головним шляхом виходу з аграрної кризи може бути перетворення особистих селянських господарств у міні-ферми та сімейні фермерські господарства. При цьому вони помилково посилались на досвід розвитку сільського господарства в окремих передових країнах світу [3]. Але цей досвід був застосований там у далекому минулому, на іншому політико-соціальному підгрунті і зовсім неприйнятний сьогодні в нашому суспільстві [4].

При цьому, розробниками подібних прогнозів був проігнорований той факт, що в останні роки в усьому світі має місце банкрутство та скорочення чисельності невеликих фермерських господарств і масовий відтік робочої сили зі сфери сільськогосподарського виробництва. Так, у Данії кількість невеликих молочних ферм зменшилась на 3000 (з26 до 23 тис.), у Австрії чисельність селянських господарств зменшилась на 13 % [5]. Масовий відтік сільської робочої сили у промисловість та торгівлю спостерігається також у США, Італії, Японії та ряді інших країн [6].

Реформа аграрного сектору в Україні проходила в умовах глибокої кризи влади, повної руйнації звичних командних методів керівництва галузями народного господарства, глибокого економічного спаду, шаленої інфляції, невдоволення народу, масштабних техногенних катастроф (Чорнобиль). Ці фактори та багато інших у сукупності не могли сприяти утриманню виробництва продукції тваринництва на стабільному рівні, принаймні, на першому етапі реформ.

Лише у останні роки в Україні ствердилось розуміння того, що в основі розвитку вітчизняного аграрного комплексу, і тваринництва зокрема, повинно стати крупнотоварне індустріалізоване, високотехнологічне виробництво і його належна державна підтримка, оскільки незалежна держава мусить і повинна дбати про надійну продовольчу безпеку. А невеликим фермерським господарствам, на зразок американських “ферм для хоббі”, ферм для виробництва екологічно чистих продуктів, для ексклюзивної продукції, для агротуризму і т.п. повинна бути відведена другорядна роль.

У процесі реформування колгоспів та радгоспів в Україні вже створено та успішно працюють понад 18 тис. потужних сільськогосподарських підприємств ринкового типу, які побудовані на приватній власності на землю та засоби виробництва, орендних відносинах і колективних формах організації праці. Вони використовують 67,3 % сільськогосподарських угідь [7].

У той же час необхідно зазначити, що особисті селянські господарства використовують 25,5 % сільськогосподарських угідь і виробляють без додаткових капіталовкладень та кредитів 58,7 % валової продукції, у т.ч. рослинництва – 50 %, тваринництва – 72,6 %, тобто вони поки що є потужним джерелом надходження сільськогосподарської продукції і своєю життєздатністю стверджують право на життя. Причиною цього є можливість самозабезпечення роботою та продуктами харчування сіольського населення за рахунок зайняття рослинництвом і тваринництвом навіть за несприятливої ринкової коньюнктури на ці види продукції. Потужним живильним середовищем для цього є також неконтрольований перерозподіл матеріальних ресурсів, зокрема - кормів, механізмів та ма-

шинного часу з великотоварного виробництва у дрібнотоварне [8]. Таке становище є залишком нашого соціалістичного минулого і може розглядатись виключно як тимчасове.

Мета дослідження. Визначити характерні тенденцій розвитку галузі тваринницва в сучасний період та запропонувати ефективні шляхи виходу із кризи.

Подальший розвиток вітчизняного аграрно-промислового комплексу серйозно стримується категоричними вимогами МВФ щодо лібералізації економіки, тотальної приватизації, припинення будь-якого бюджетного фінансування та дотацій у сільське господарство. При цьому іноземні консультанти не враховують особливостей нашого сільського господарства стосовно згубності наслідків спрямування реформ у таке русло. Адже загальновідомим є той факт, що понад половина з майже 90 країн, які розвиваються і кредитувались у 1965-95 рр МВФ, не досягли економічного зростання, а 32 з них стали ще біднішими [9].

Як відомо, відмова від адміністративного втручання та державної підтримки розвитку ринку, зокрема, молочної продукції в країнах з великими обсягами виробництва молока, відбулась лише після того, як там було досягнуто високий рівень його виробництва та упроваджено сучасні технології переробки. А процеси нарощування виробництва і удосконалення технологій переробки та ринкових взаємовідносин тривали в них протягом 40-50 років [10].

Наступний фактор, який стримує розвиток аграрного сектору – це низькі ціни на продукцію тваринництва, які не відповідають реальній вартості виробленої продукції і, водночас, – надто високі ціни на товари, роботи і послуги, якими користується сільське господарство. Ці “ножиці” не забезпечують достатньої прибутковості галузі. У результаті тваринництво не в змозі своєчасно оновлювати матеріально-технічні засоби, залучати висококваліфіковані кадри, сплачувати гідну зарплатню працівникам, розвивати інфраструктуру села і т.п.

Стримує інтенсифікацію ринкових взаємовідносин між виробниками та покупцями продукції аграрного комплексу, також, слабка мережа аграрних бірж, низькі гарантії виконання контрактів і, як наслідок - низька активність їх заключення. Має місце також недостатнє інформаційне забезпечення учасників біржового ринку, відсутнє законодавство по фьючерсній торгівлі. Так, наприклад, сільські товаровиробники США та інших розвинених країн для доступу до ринкової інформації про попит та ціни інтенсивно і постійно використовують мережу інтернет.

На відміну від розвинених країн, у сільській місцевості України можливості використанні інтернету поки вкрай обмежені. Усе це приводить до слабкого прогнозування цін попиту та пропозиції, утруднює уча-

сникам ринку аналіз товарообігу, планування асортименту, об'ємів, термінів виробництва та постачання і т.п.

Виходячи з напрацьованого досвіду та ситуації, яка склалась, уряд держави та відповідні міністерства у останні роки роблять певні кроки по стимулюванню виробництва сільськогосподарської продукції, подальшого розвитку та захисту внутрішнього аграрного ринку, зокрема, ринку зерна, молока і молочних продуктів:

- реструктуризовано податкову заборгованість у сільському господарстві;
- упроваджено систему дотацій виробникам тваринницької продукції;
- зменшено податковий тиск на виробників сільськогосподарської продукції;
- сільськогосподарським товаровиробникам надають товарні позики;
- створено державний насіннєвий фонд та лізинговий фонд;
- упроваджено систему компенсацій частини відсотків за банківськими кредитами;
- розширюється мережа аграрних бірж, проходять аукціони тварин, ярмарки та виставки технологічного обладнання.

Інвестиційний процес у молочному скотарстві просувається більш повільними темпами, ніж, наприклад, у птахівництві чи рослинництві, або у переробній галузі. Так, зокрема, у промислове птахівництво Донецької області прийшли такі потужні інвестори як: шахта ім.Засядька, Макіївський завод металоконструкцій, Дружківський маслозавод, концерн "Енерго". У Полтавській області це – ВАТ "Росія", Полтавська птахофабрика, ТОВ "Южная". У Харківській області – Курганський бройлер і т.п. Це є результатом того, що інвестиції у птахівництво та у переробку несуть значно менше ризиків і повертаються з прибутками у кілька разів швидше, ніж вкладення коштів у молочне скотарство.

Нарощування обсягів виробництва продукції тваринництва здійснюється переважно українськими інвесторами на базі роздержавлених та приватизованих виробничих приміщень ферм і комплексів по виробництву молока та м'яса. Такі приміщення дешевше переобладнати, ніж будувати нові за ринкової вартості на енергоносії, будматеріали та робочу силу.

Окремі фінансово потужні господарства (напр. "Агросоюз", "Слобожанський", "Чумаки", "Наукова", "Насінневе", "Кутузівка" та ін.) з поголів'ям понад 1000 корів та річними надоями понад 5000 кг молока на корову придбають прогресивну техніку і технології для заготівлі та приготування кормів, встановлюють сучасне доїльне обладнання відомих

фірм “Westfallia”, ”Bomatic”, “Альфа Лаваль”, а також будують нові корівники. Але таких господарств в Україні поки що недостатньо.

При вирощуванні телят молочного періоду переважно в більшості господарств використовують технології, засновані на застосуванні індивідуальних кліток-вольєрів з глибокою солом’яною підстилкою, які встановлюють у закритих приміщеннях. За такого утримання вдається виключати прямі контакти між тваринами і суттєво знизити ризик передавання хвороб від однієї особини до іншої. Обладнання та приміщення при цьому легко прибирати і дезінфікувати, у результаті знижується захворюваність телят. Телятам-молочникам випоюють переважно незбиране молоко та згодовують комбікорми-стартери і сіно.

В сучасних умовах господарювання економічно найбільш вигідним виявилось безприв’язне утримання корів протягом року на глибокій солом’яній підстилці з годівлею на вигульно-годівельних майданчиках та видоюванням їх у доїльних залах. Солом’яну підстилку прибирають з приміщень один раз на рік влітку і відразу вивозять її на поля та приорюють, що забезпечує підвищення рордючості грунтів. Менш економічно вигідним, але ще досить поширеним є також утримання корів у закритих корівниках в стійлах на групових, або одинарних прив’язях з роздаванням корму в лоткові годівниці або на кормовий стіл та доїнням у молокопровід. Гній прибирають щоденно транспортерами або дельтаскреперами різних конструкцій. Влітку більшість цих корів утримуються у таборах на природних або культурних пасовищах і підгодовуються комбікормом на доїльних майданчиках. Годівлю дійного стада в передових господарствах здійснюють протягом року повнораціонними кормосумішами, приготовленими з консервованих кормів зі сховищ та комбікормів. Влітку до такої суміші добавляють 25-30 % зелених свіжоскошених кормів. При заготівлі консервованих кормів перевагу віддають сумісним посівам кукурудзи з соєю. Такий силос має високу поживність і забезпечує не лише підвищення надоїв, а й покращення ряду якісних параметрів молока, зокрема – збільшення у ньому вмісту білку та жиру. Таке молоко користується підвищеним попитом у виробників твердих сичужних сирів.

Для заготівлі силосу використовують також сорго, суданську траву та сорго-суданкові гібриди, які дають хороші врожаї (600-700 ц/га), добре переносять посуху, легко консервуються і охоче споживаються коровами.

У окремих регіонах вирощують 3-4-компонентні кормосуміші трав з одним-двома бобовими компонентами (ячмінь + овес + горох + вика). Вони забезпечують отримання з 1 га: зерносінажної маси – 231,5 ц/га, сухої речовини – 83,4 ц/га, кормових одиниць – 72,4 ц/га, перетравного протеїну – 6,0 ц/га, обмінної енергії – 86,9 ГДж/га.

Організаційно-правовий механізм, який регулює виробництво продукції тваринництва в Україні, формується під дією ринкових відносин при активній ролі держави, оскільки вітчизняне сільськогосподарське виробництво поки що неспроможне працювати на режимі повної саморегуляції. Держава вже налагоджує інформаційно-консультативну та дорадчу служби, діяльність по регулюванню виробництва сільськогосподарської продукції, поступово забезпечує відповідну нормативно-правову базу.

Варто зазначити, що навіть у Японії, яка свого часу, за словами міліардера Хіраса Таравамо, взяла на озброєння соціалістичний метод планування виробництва, на сьогодні ефективно діє понад 6000 загальнодержавних планів виробництва продукції АПК, а у колишньому СРСР їх було лише 400 [9].

Висновок. Проведений аналіз надає підстави сподіватись, що у період до 2015 року в країні буде здійснюватись подальше удосконалення регулюючого впливу держави, відпрацювання взаємовигідних і справедливих ринкових механізмів, адаптації до вимог ВТО. Це буде сприяти підвищенню комерційної привабливості аграрного сектору економіки, притоку інвестицій у сільське господарство і тваринництво, нарощуванню обсягів, розширенню асортименту, зниженню собівартості та поліпшенню якісних показників основних видів продукції АПК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шаркань П. Размеры и характер сельского хозяйства будущего. / П. Шаркань. - М.,1975.-С.29.
2. Гапочка Н.М. Инфраструктура аграрного рынка и повышение эффективности сельскохозяйственного производства./ Н.М. Гапочка – Киев.:Арістей, 2006.-125с.
3. Коровніков Г. Що очікує тваринницьку галузь у майбутньому?/ Г. Коровніков, І. Колот // Тваринництво України. - 2004.- № 3.-С.5-7.
4. Коротич П. Америка – не Україна. / П. Коротич, С. Вдовенко // Пропозиція.- 2004.- № 1.-С.42-43.
5. Коныгин А.А. Фермерское хозяйство США / Под ред. В.Ф. Башмачникова.- М.: Агропромиздат, 1989.-207с.
6. Оверчук Л. Рост эффективности – магистральный путь развития сельского хозяйства США./ Л. Оверчук // Международный сельскохозяйственный журнал.-2002.-№ 3.-С.13-19.
7. Мессель-Веселяк В.Я. Реформування аграрного сектора України: здобутки і проблеми./В.Я. Мессель-Веселяк//Економіка АПК, 2003.-№ 5.-С.3-8.
8. Михайлов Ю. Розвиток аграрних ринків в Україні: яка політика, такі й результати./ Ю. Михайлов // Пропозиція, 2004.- № 4.-С.14-15.
9. Ревенко М.М. Аграрні відносини в Україні: проблеми і їх вирішення./ М.М. Ревенко // Економіка АПК.-2003.- № 1.-С.60-65.

10. Мостенська Т.Л. Регулювання ринку молока в зарубіжних країнах і його проблеми в Україні ./ Т.Л. Мостенська, Л.О. Козак // Моногр. “Економіка виробництва молока і молочних продуктів в Україні”. ННЦ ІАЕ.-Київ.-2005.-С.163-178.

BIBLIOGRAPHY

1. Sharkan’ P. Volume and character of agriculture in future / Sharkan’ P. - M.,1975.-C.29.
2. Gapochka N.M. Agrarian market infrastructure and efficiency increasing of agricultural./ N.M. Gapochka. –Kiev.:Aristey, 2006.-125s.
3. Korovnikov G. How will livestoch develop in future?/ G. Korovnikov, I. Kolot // Tvarynnytsvo Ukrainy. - 2004.- № 3.-S.5-7.
4. Korotich P. America is not Ukraine. / P. Korotich, S. Vdovenko // Propozytsiya.- 2004.- № 1.-S.42-43.
5. Konygin A.A. Farms in the USA / A.A.Konygin Pod red. V.F.Bashmachnikova.- M.: Agropromizdat, 1989.-207s.
6. Overchuk L. Efficiency growth – main track of farming development in the USA./ L. Overchuk // Mezhdunarodny sel’skohozyaistevenny zhurnal.-2002.-№ 3.-C.13-19.
7. Messel’- Veselyak V.Ya. Reformation of agrarian sector of Ukraine: progress and problems./ V.Ya.. Messel’- Veselyak Мессель-Веселяк // Економіка АРК, 2003.-№ 5 .-S.3-8.
8. Mikhailov Yu.Development of agrarian markets in Ukraine: politics and its results / Yu. Mikhailov // Propozytsiya, 2004.- № 4.-S.14-15.
9. Revenko M.M. Agrarian relations in Ukraine: problems and way of their solution / M.M. Revenko // Економіка АРК.-2003.- № 1.-S.60-65.
10. Mostens’ka T.L. Regulation of dairy market in foreign countries and iys problems in Ukraine ./ T.L. Mostens’ka, L.O. Козак // Monogr. “Економіка vyrobnytsva moloka i molochnyh productive v Ukraini”. NNTS IAE.-Kyiv,2005.-S.163-178.

AGRICULTURE AND DAIRY LIVESTOCK OF UKRAINE: PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROGRESS

V. S. Linnik

Summary

The main reasons for preventing livestock sustainable development are considered. The reasons, especially accentuated are: absence of branch state support; pricing fallacy on livestock products; weak network of agrarian exchanges and their press and legal coverage. The problem solution by

regulation influence of state allows to make the livestock branch is investment-attractive.

Key words: dairy livestock, state regulation, tendency of development, economic appeal, market relations, investment.

УДК 631.547.1

ВПЛИВ РОЗМІЩЕННЯ НАСІННЯ В ПОСІВНОМУ ЛОЖІ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПОСІВІВ

Терещенко Ю.Ф., д.с.-г.н., проф.
Дідур В.В., к.т.н., доц.
Вихватнюк Р.В., інж.
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна
(04744) 3-98-37, 3-98-93
e-mail: romaten1@rambler.ru, didur-vladimir@yandex.ru

Анотація. Робота присвячена вирішенню проблеми отримання дружних, рівних, рівномірних і повних сходів та формуванню високопродуктивних посівів зернових та інших культур шляхом відповідного розміщення насіння на посівному ложі. В результаті досліджень автори встановили, що оптимальним є розміщення насіння на посівному ложі зародковим корінцем вниз і зародковим стебельцем вгору як за ручного садіння насіння гарбузів, садивного матеріалу коренеплідних, бульбових і цибулинних рослин, розсади, сіянців, саджанців, відводків, живців тощо.

Таке оптимально зорієнтоване розміщення на посівному ложі насіння зернових культур і буряків потребує ще й розміщення його зародком у міжряддя і має значні переваги. Але оскільки технічне вирішення його на даний час є дуже проблематичним, то для впровадження у виробництво автори статті пропонують варіанти горизонтального розміщення насіння на посівному ложі, які можна забезпечити за творчого використання відповідних вузлів посівної і ґрунтообробної техніки.

Ключові слова: розміщення насіння; посівне ложе; рівні, рівномірні і повні сходи; високопродуктивні посіви.

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.с.г.н., проф. Грицаєнко З.М.

Постановка проблеми. Науково обґрунтовано, що життєстійкі, конкурентоздатні, високопродуктивні посіви можна формувати лише на базі дружних, рівних, рівномірних і повних сходів [1 - 4], що спонукало нас зайнятись дослідженнями, направленими на вирішення цієї важливої проблеми [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні вітчизняні сівалки точного висіву, особливо виробництва Малого спільного науково-виробничого підприємства «Клен» (м.Луганськ), і Публічного акціонерного товариства «Червона зірка» (м.Кіровоград) та зарубіжного Amazonen-Werke (Німеччина), забезпечують висів заданої кількості насінин на одиницю площі з однаковим міжряддям, інтервалом у рядку й глибиною загортання. Але насіння на посівному ложі розміщується хаотично (вертикально, горизонтально і т.і.) і проростає недружно.

Тому ефективність його підготовки, вирівнювання ґрунту, удобрення, продуктивність посівів та рівень реалізації селекційного потенціалу сортів значно знижуються [6 - 8]. Саме цій невирішеній частині проблеми отримання дружних, рівних, рівномірних і повних сходів [9] присвячується дана стаття.

Мета дослідження. Виявити переваги оптимально зорієнтованого розміщення насіння на посівному ложі та визначити перспективи його технічного вирішення.

Основна частина. Високопродуктивні посіви можна сформувати лише маючи дружні, рівні, рівномірні і повні сходи. Сучасні сівалки точного висіву забезпечують висів заданої кількості насінин на одиницю площі з однаковим міжряддям, інтервалом у рядку і глибиною загортання, але оптимально зорієнтоване розміщення насіння у посівному ложі (рис. 1 і 2, вар. 1) як за ручного висаджування зубців часнику, цибулі "тиканки" і насіння гарбузів зародковим корінцем донизу буває лише випадковим.

Однак саме за такого розміщення, як показали наші дослідження, воно проростає значно швидше, заощаджує енергетичний ресурс, дає життєстійкі, конкурентоздатні сходи й високопродуктивні рослини.

За розміщення насіння горизонтально (див. рис. 1 і 2, вар. 2, 3, 4) зародкові корінці змушені змінювати напрям укорінення, а зародкові стебельця - напрям проростання під кутом 90º. Долаючи опір ґрунту, вони витягуються на кілька зайвих міліметрів, а в плівчастих культур стебельця переростають майже на сантиметр, більше виснажуються, пізніше дають сходи та відстають у рості й розвитку.

Ще більше ускладнюються і стають критичними умови проростання за розміщення насіння зародком догори. Бо тоді напрям росту зародкові корінці і стебельця вимушені змінити вже на 180º, а відстань збільшу-

ється майже на сантиметр (див. рис. 1 і 2, вар. 5). Вони більше виснажуються, гають час, запізнюються та забур'янюються, втрачають схожість, зріджуються, конкурують між собою в наступні фази росту й розвитку.

а)

б)

Рисунок 1 - Вигляд сходів ячменю (а) і (б) – кукурудзи за розміщенням насіння на посівному ложі зародковим корінцем донизу (1), горизонтально (2-4) і догори (5).

У виробничих посівах умови розміщення насіння у посівному ложі й отримання дружних, рівних, рівномірних і повних сходів, порівнюючи з умовам в модельних дослідах, значно урізноманітнюються й ускладнюються, їх життєстійкість і конкурентоздатність послаблюються, а продуктивність знижується.

Результати за цей етап досліджень доповідались нами на наукових конференціях в нашому вузі (УНУС) та Кіровоградському національному

технічному університетах, опубліковані в наукових звітах і наукових збірниках. А тепер для впровадження у виробництво ми розробляємо варіанти оптимально-компромісного розміщення насіння у посівному ложі (див. рис. 1 і 2, вар. 2 - 4) і рекомендації з посівної агротехніки на основі використання досягнень виробників посівної і ґрунтообробної техніки, налагоджуючи співпрацю з ними.

Насіння кукурудзи, соняшника й інших культур (за суцільного, розосередженого і безрядкового способів сівби) пропонуємо висівати на плоске капілярне ложе, або на ложе жолобоподібне (як у колишніх бурякових сівалок СК-12), забезпечуючи горизонтальне розміщення насіння з наступним присипанням ґрунтом та ущільненням.

На дальше майбутнє ми продовжуємо пошукові дослідження технічного вирішення оптимально зорієнтованого розміщення насіння кукурудзи і плівчастих культур вертикально зародком донизу (див. рис. 1 і 2, вар.1).

Висновки. Встановлено, що при вирощуванні насіння кукурудзи, соняшника та інших культур за розосередженого широкосмугового і безрядкового способів сівби доцільно розміщувати горизонтально на плоске, щільне капілярне ложе, а за рядкових – на жолобоподібне з послідуючим присипанням ґрунтом та ущільненням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сапегин А.А. Закон Урожая / А.А. Сапегин // Тр. Одесской с.-х. селекционной станции. – 1922. – Вып. 7. – С. 3 – 14.

2. Кулешов Н.Н. Проблема всходов (научное обоснование, производственное значение, методика изучения) / Н.Н. Кулешов // Вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела. – К.: Урожай, 1964. – С. 31 – 37.

3. Савицкий М.С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 172 с.

4. Савицкий М.С. Принципы расчета норм высева зерновых культур по оптимальному стеблестою / М.С. Савицкий // Лекция для студентов. БСХА, Горки, 1974. – 30 с.

5. Терещенко Ю.Ф. Проблема розміщення насіння на посівному ложі / Ю.Ф. Терещенко // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин / Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний зб. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – Вип.33. – С. 12 – 14.

6. Касаева А.А. Потенциальная и фактическая урожайность зерновых культур / А.А. Касаева // Достижения с.-х. науки и практики. Серия 1. Земледелие и растениеводство. – М.: ВНИИТЭИСХА, 1983. - №11 (213). – С. 1-9.

7. Ламан Н.А. Потенциал продуктивности хлебных злаков / Н.А. Ламан, Б.Н. Янушкевич, К.И. Хмурец. – Минск: Наука и техника. – 1987. – 224 с.

8. Моргун В.В. Клуб 100 центнерів. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці. Видання VII / В.В. Моргун, Є.В. Санін, В.В. Швагртац. – К., 2012. – 132 с.

9. Терещенко Ю.Ф. До методики отримання дружних, рівних, рівномірних і повних сходів / Ю.Ф. Терещенко // Збірник наукових праць УНУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві». – Умань, 2011. – С. 256 – 260.

BIBLIOGRAPHY

1. Sapegin A.A. The Law of Harvest / A.A. Sapegin // Tr. Odesskoy s.-h. Selektsionnoy stantsii. – 1922. – Vyp. 7. – S. 3 – 14.

2. Kuleshov N.N. The problem of shoots (scientific substantiation, production importance, methods of study) / N.N. Кuleshov // Voprosy semenovodstva,semenovedeniya iI kontrol’no semennogo dela. – К.: Urozhay, 1964. – S. 31 – 37.

3. Savitskiy M.S. Biological and agrotechnical factors of high grain yields/ M.S. Savitskiy – M.: Sel’hozgiz, 1948. – 172 s.

4. Savitskiy M.S. Calculation principles of grain seeding rate according to optimal stalk / M.S. Savitskiy // Lectures for students. BSHA,Gorki, 1974. – 30 s.

5.Tereshchenko Yu.F. The problem of seed position on sowing bed / Yu.F. Tereshchenko // Konstruiuvannya, vyrobnytsvo ta ekspluatatsiya s-h. mashin / Zagal’noderzhavny mizhvidomchy naukovo-tehnichny zb. – Kirovograd: KDTU, 2002. – Vyp.33. – S. 12 – 14.

6. Кasayeva A.A. Potential and actual crop capacity / A.A. Кasayeva // Dostizheniya s.-h.nauki i praktitki. Seriya 1 Zemledelie i rastenivodstvo. – M.: VNIITEISHA, 1983. - №11 (213). – S. 1-9.

7. Laman N.A. Productivity potential of cereals / N.A. Laman, B.N. Yanushkevich, K.I. Hmurets. – Minsk: Nauka i tehnika. – 1987. – 224 s.

8. Morgun V.V. Club of 100 centners. Variety and optimal systems of winter wheat cultivation. Issue VII / V.V. Morgun, Ye.V. Санін, V.V. Shvagartats. – К., 2012. – 132 s.

9. Tereshchenko Yu.F. To obtaining methods of even and full shoots / Yu.F. Tereshchenko // Zbirnyk naukovyh prats’ UNUS «Fundamentals of biological crop production in modern farming». – Uman’, 2011. – S. 256 – 260.

THE IMPACT OF SEED POSITION ON SEEDBED ON HIGHLY PRODUCTIVE CROPS

Y.F. Tereshchenko, V.V. Didur, R.V. Vykhvatnyuk

Summary

Paper is dedicated to the problem solving of obtaining equal, uniform and full young growth and the formation of highly productive sowings of cereals and other crops by proper position the seeds on the seedbed. As the result of researches the authors found that there was an optimally oriented seed position on the seedbed by seminal rootlet down and by seminal pedicel up as for hand planting of pumpkin seeds, planting material of root crops, tuberous and bulbous plants, seedlings, roots, stems, etc.

Such optimally oriented position of cereal seeds and beets on seedbed requires its placing by germ in row spacing and it has significant advantages. However, its technical solution is problematical now, so the authors have offered in the pater the prescriptions of horizontal seed position on seedbed for manufacturing application that can be achieved by creative use of proper units of sowing and tillage equipment.

Key words: seed position, seedbed, equal, uniform and full young growth, highly productive crops.

УДК 338.439 (477)

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Сысоев А.М., акад. МААО, д.э.н., проф.
Трифонова М.Ф. акад. МААО, д.с.х.н., проф.
ФГБОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.Горячкина
г. Москва, Россия
Вороновская Е.В. к.э.н., доц.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел.+79260143757
E-mail: trifonova@msau.ru

Аннотация. Произведен анализ проблем продовольственного обеспечения в мире и тенденций развития систем производства сельскохозяйственной продукции. Выявлены причины глобального обострения продовольственного кризиса и негативные последствия глобализации сельскохозяйственного производства. Сформулированы основные положения продовольственной обеспеченности и предложены пути решения продовольственной проблемы.

Ключевые слова: продовольственная обеспеченность, глобализация, голод, экология, ТНК, ВТО, экономика, сельское хозяйство.

Постановка проблемы. По прогнозам специалистов, в ближайшие 30–40 лет проблема продовольственного обеспечения выйдет на первое место в мире, так как запасы природных ресурсов начинают сокращаться и ведущим фактором мировой политики станет продовольствие.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема продовольственного обеспечения не является новой в мире глобализации. Проблемами уровня продовольственной безопасности и обеспечения занимались известные как отечественные та и зарубежные ученные: И.Г. Ушачев, А. Гойчук, А. Скидан, Д. Хейес, В. Мейерс, Ф. Фуллер, А. Вомак и лр. Вместе с тем остаются недостаточно изучены и требуют дальнейшего глубокого исследования много организационно-экономических вопросов по проблемам продовольственного обеспечения, которые создает или углубляет глобализация.

Цель исследования. Анализ уровня продовольственной обеспеченности в мире и поиск путей ее решения.

Основная часть. Любое научное исследование будет конкретным и конструктивным, если ответит на три взаимосвязанных вопроса: «Что происходит?», «Почему это происходит?» и «Как улучшить ситуацию?».

Исследование продовольственной проблемы уже ведется несколько десятилетий, но она не только не решена, но и существенно усугубилась к настоящему времени в условиях глобализации.

Но, подавляющее большинство ученых пытается ответить на третий вопрос (как улучшить ситуацию?), не имея ответ на первый (что происходит?). Собственно, мы подсознательно соглашаемся с тем «что происходит», интерпретируя глобальные продовольственные проблемы.

Ответим на первый вопрос «что происходит?». Несмотря на пристальное внимание к данной проблеме со стороны мирового сообщества, она не только не решена, но и существенно усугубилась к настоящему времени в условиях глобализации численность голодающих увеличивается (рис.1).

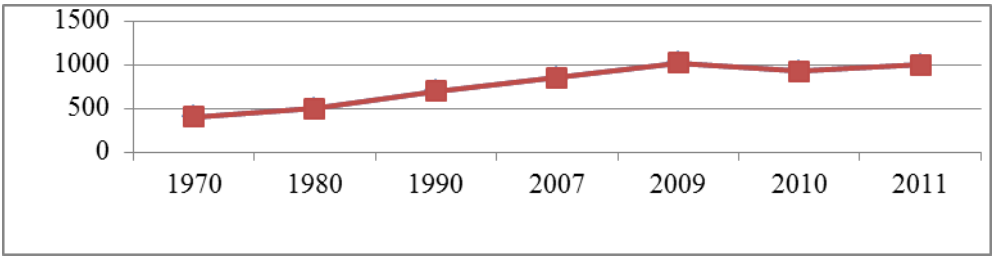


Рисунок 1 - Динамика численности голодающих в мире (млн человек)

В целом, с 1970 г. по настоящее время численность населения планеты увеличилась в два раза, а число голодающих в три раза [4].

Одни страны страдают от голода и недоедания, другие стремятся достичь гармоничного рациона питания, а некоторые вынуждены бороться либо с излишками пищевых продуктов, либо с избыточным их потреблением. В настоящее время в мире число людей, страдающих ожирением (более 1 млрд), превысило число тех, кто недоедает (рис. 2).

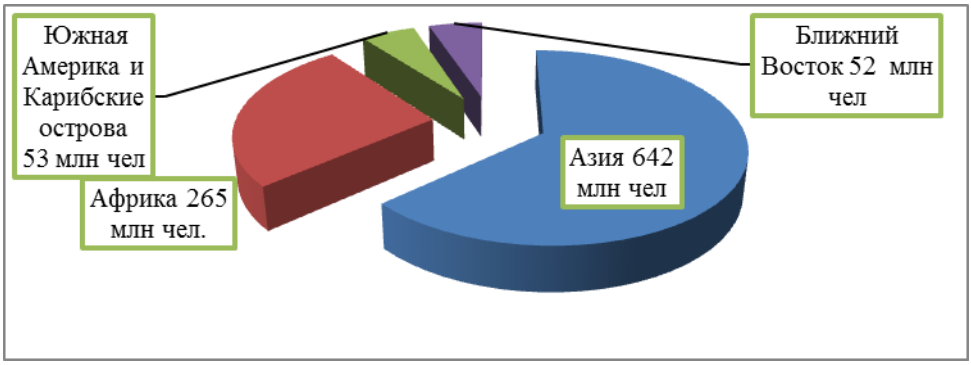


Рисунок 2 - Число недоедающих в 2010 г. (млн чел.)

В настоящее время практически используется вся или почти вся пригодная для обработки земля. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), доля сельскохозяйственных земель за последние 30 лет возросла с 33,13 до 35,71% всей суши, а доля пашни – с 10,41 до 11,03%, т.е. на доли процента. Площадь обрабатываемых земель с 1961 по 1990 гг. увеличилась с 1,3 млрд га до 1,4 млрд га [1]. Практически произошла стабилизация площади пахотных земель. Динамика изменения обрабатываемой площади в мире и по отдельным группам стран представлена на рис.3.

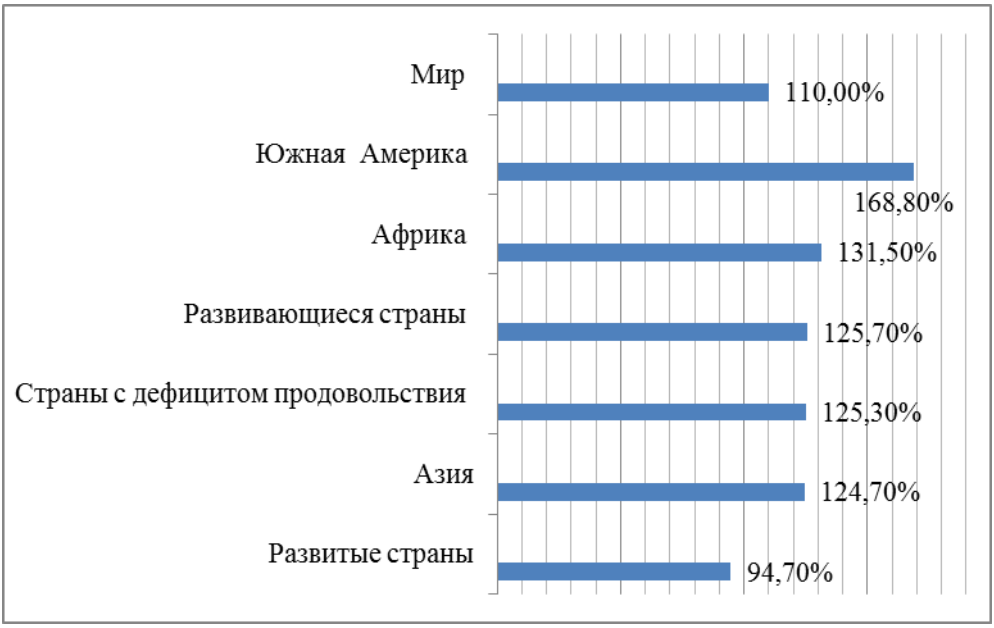


Рисунок 3 - Изменение земли в обработке (1961–2008 г.г.)

Если в целом в мире площади сельскохозяйственных земель с 1961 по 2007 годы (по данным ФАО) выросли на 127,6 млн га (или на 10%), то развитые страны вывели из сельскохозяйственного использования 34,3 млн га пахотных земель, или это 5,3%. Развивающиеся страны, напротив, увеличили эти площади на 161,9 млн га, или на 25,7 %, а страны Южной Америки – даже на 68,8 %.

Относительная энергетическая эффективность производства сельскохозяйственной продукции за XX век снизилась в 10–50 раз, что дает основание данную ситуацию считать как энергетическую проблему [3].

Тенденции развития систем производства сельскохозяйственной продукции показывают, что более прогрессивные технологии с точки зрения человечества менее эффективны с точки зрения использования потенциала биосферы. Итог «зеленых революций» подтверждение этому.

В мировом ВВП продолжается падение удельного веса сельского хозяйства. Так, ВВП с 1990 по 2011 гг. снизился:

- в развитых государствах с 2,7 до 1,6%;
- в развивающихся странах с 14,8 до 10,3%;
- в странах с переходной экономикой с 18,8 до 6,1%. (рис.4).

В развивающихся (аграрных) странах в сельском хозяйстве занята почти половина экономически активного населения. При этом в развитых странах наблюдается кризис перепроизводства продовольствия, а в аг-

рарных наоборот, одна из острейших проблем – продовольственная (проблема недоедания и голода).

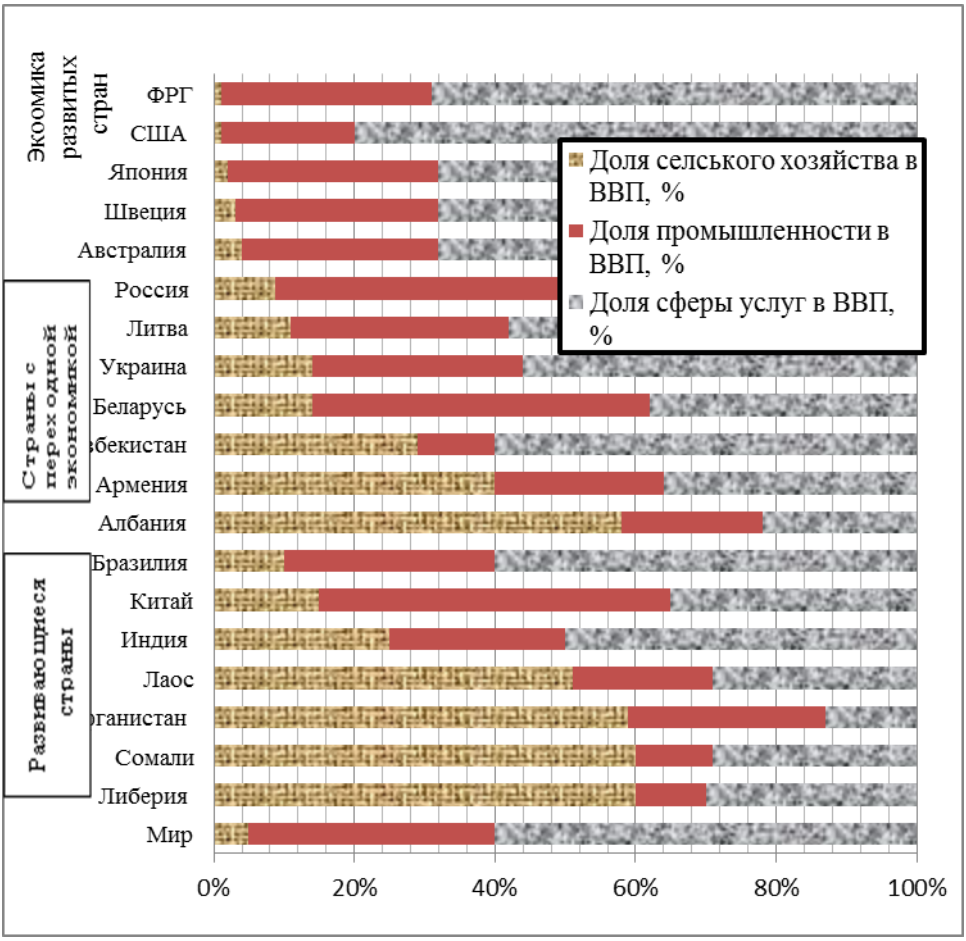


Рисунок 4 - Отраслевая структура мировой экономики в 2011 г.

Сельское хозяйство полностью зависит от промышленности. В экономически развитых странах, внедрено и узаконено энергетическое перераспределение между развивающими странами и странами с переходной экономикой. Это и есть ответ на второй вопрос «почему это происходит?».

В странах Запада ускорился процесс интеграции аграрного производства во все более эффективный агропромышленный комплекс ТНК (транснациональные компании). Наиболее быстро развиваются конечные сферы переработки, хранения и транспортировки сельскохозяйственной

продукции, а также пищевая промышленность. Но, к сожалению, возрастает производство трансгенной и модифицированной продукции. Сейчас речь идет не о нехватке продовольствия, а существует кризис ее перепроизводства и несправедливого распределения. Проблема антагонизма социального неравенства перешагнула стартовые границы и приобрела мировой характер.

Приход на рынок практически всех государств ТНК, активном перетекании капитала из страны в страну, становится достаточно сложно определить происхождение того или иного сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров. Быстрый рост мировой торговли сельскохозяйственной продукции, международное разделение труда и возрастание роли ТНК радикально меняет отношение национальных правительств к экономической политике в пользу рыночно ориентированного развития. Экспорт сельскохозяйственной продукции в мире растет гораздо более быстрыми темпами, чем ее производство. Развивающиеся страны все больше вовлекаются в глобальную экономику: так, число таких государств - членов ВТО, возросло с 61 в 1980 г. до 159 в 2013 г., на долю которых в сумме приходилось 97% мирового торгового оборота [2].

Глобализация экономики сельского хозяйства – сложный и противоречивый процесс. С одной стороны, она облегчает хозяйственное взаимодействие между государствами, создает условия для доступа стран к передовым технологиям производства сельскохозяйственной продукции, обеспечивает экономию ресурсов, стимулирует мировой прогресс в сельском хозяйстве.

С другой стороны, глобализация несет негативные последствия: в развивающихся странах товарная структура сельскохозяйственной продукции имеет «колониальный» характер, вывозится в основном сырье, а ввозятся сельскохозяйственная техника и продовольствие. Динамика внешнеэкономических связей разоряется малый аграрный бизнес, снижается уровень жизни на селе. Основные признаки, характеризующие деятельность ВТО приведены на рис. 5.

С введением договоров по сельскому хозяйству («Соглашение по сельскому хозяйству» (Agreement on agriculture), «Соглашение по применению санитарных и фитосанитарных норм» (SPS), «Соглашение по правам интеллектуальной собственности» (TRIPS**)**) в ВТО победили интересы аграрных корпораций. Эти корпорации заинтересованы в том, чтобы создать правовую основу для неограниченного доступа к ресурсам (семенам, знанию, воде и другим) и международным рынкам сбыта.

Три главные области «Соглашения по сельскому хозяйству» касаются доступа к рынку (вопроса о том, насколько государствам разреша-

ется защищать свое сельское хозяйство), возможности поддерживать национальное сельское хозяйство и вопроса экспортной конкуренции.

Рисунок 5 - Основные признаки, характеризующие деятельность ВТО

В пункте «доступ к рынкам» были приняты в т.ч. следующие меры: обязательство государства допускать импорт (несмотря на опасность ценового демпинга и возможной опасности для продовольственного суверенитета страны), а также сокращение таможенных пошлин.

В пункте «возможность поддерживать национальное сельское хозяйство» происходит разделение на Green box, Blue box, Amber Box и Red box по принципу того, допускаются ли для государства меры поддержки. Мало вредными или безвредными для мировой торговли считаются государственные программы по исследованиям, защите растений, страхованию, образованию, инфраструктуре, продаже, экологии и программы сельского развития. Фактически с 1950-х гг. сельское хозяйство на Западе перестало быть рыночным. По крайней мере, его бюджетная поддержка в США на 1% ВВП почти в 20 раз выше, чем в России. В европейском союзе в расчете на 1 га – в 100 раз. Это скрытый канал протекционизма. В Европе, например, расходы на поддержку фермеров составляют около 40% от себестоимости продукции [5].

Третий пункт «Соглашения» посвящен экспортной конкуренции. Количество сельскохозяйственных продуктов, которые экспортируются с субсидиями, должно быть уменьшено на 21%, а их поддержка из бюджета на 36%. Для трети сельхозпродуктов, прежде всего, продуктов питания, однако было сделано исключение. Как и раньше, ЕС поддерживает экспорт продуктов своих агрокомпаний, таких как говядина и молоко, на

уровне, который делает эти продукты без господдержки неконкурентоспособными. Таким образом, продолжается ценовой демпинг, который разоряет огромное количество крестьян в Африке, Азии и Латинской Америке.

«Соглашение по правам интеллектуальной собственности» (TRIPS) – следующий пример влияния больших концернов и их лоббиорганизаций на формулирование и принятие одного из соглашений ВТО. В области сельского хозяйства этот договор регулирует, прежде всего, посев и распространение культурных растений.

С принятием соглашения TRIPS вступила в силу правовая система, которую обязаны соблюдать в своих странах все государства-члены ВТО. Права интеллектуальной собственности рассматриваются только как частные права и таким образом «исключаются все виды знания, идей и инноваций, которые возникают в интеллектуальном сообществе – в среде крестьян в деревнях (и) у коренного населения в лесах».

Соглашение TRIPS обязывает государства, членов ВТО, принимать все более строгие законы по защите патентов на сорта.

Глобальный аспект продовольственной безопасности любой страны не может не включать в себя и систему безопасности от влияния мировых транснациональных компаний (ТНК), контролирующих ресурсы продовольствия, которые всегда будут испытывать соблазн использовать свое доминирующее положение на рынке продовольствия для достижения политических и экономических целей.

Под контролем ТНК по расчетным оценкам находятся около 90 % рынка пшеницы, кофе, кукурузы, табака, джута и до 70 % рынка бананов и натурального каучука. Их интересует в первую очередь получение прибыли, а не потребности людей в пище.

Стратегия ТНК состоит из трех частей: это генетическая модификация семян, создание выгодных для себя стандартов зерновых продуктов и правил торговли, а также реализация различных стратегических мероприятий на уровне принятия политических решений.

Мировой рынок продовольствия и мировое продовольственное хозяйство – это отнюдь не благотворительные организации, а центры силы, которые, естественно, руководствуются своими интересами.

Итог исследования продовольственной обеспеченности показал:

1) «Что происходит?» - увеличивается численность голодающих в мире, чем больше производится продовольствия, тем больше разрушается окружающая среда, снижается питательная ценность продуктов питания и увеличивается производство генно-модифицированной продукции.

«Почему это происходит?» - при производстве сельскохозяйственной продукции не учитываются биологические законы, законы микро-

биологической среды земли, воды и энергетические потоки (естественной и антпропогенной энергии), неравенство в отношении ресурсов, материальных благ и правил международной торговли.

Исходя из этого, можно сформулировать следующие основные положения продовольственной обеспеченности (рис. 6.): и ответ на третий вопрос «как улучшить ситуацию?».

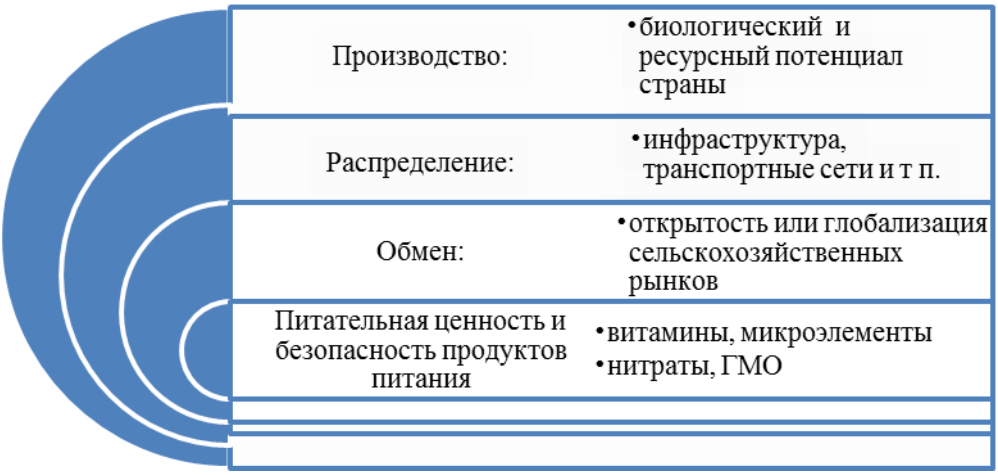


Рисунок 6 - Основные положения продовольственной обеспеченности

Выводы.

1) При производстве сельскохозяйственной продукции учитывать биологический и ресурсный потенциал страны; обеспечивать воспроизводственные процессы, включая проведение ряда природоохранных и восстановительных мероприятий, сбалансированное использование земельных, лесных и водных ресурсов для экологически устойчивого развития.

2) В рамках многосторонней системы регулирования торговли ВТО необходимо формировать свод правил, который будет учитывать специфические особенности разных стран, иметь достаточную гибкость, содействовать осуществлению наиболее подходящей комбинации мер в области торговой политики с тем, чтобы достичь продовольственной обеспеченности всех стран, ликвидировать несправедливые торговые соглашения и экспортные сельскохозяйственные субсидии, а также биржевые спекуляции;

3) В сфере потребления продуктов питания необходимо выделить информационную составляющую, которую предлагаем рассматривать как обеспечение защиты потребителя от морально-психологического воздействия, наносящего ущерб его ментальному и физическому здоровью.

Пришло время переосмыслить наши подходы к тому, как мы выращиваем, распределяем и потребляем продукты питания. Голод – проблема не производства, а скорее распределения и нравственности.

ЛИТЕРАТУРА

1.Агроекологія . Навч. Посібник /О.Ф. Смаглій. А.Т. Кардашов, П.В. Литвак, та ін.. – К.: Вища освіта, 2006. – 671 с.

2.Гумеров Р. Продовольственная безопасность страны: к развитию правовых основ и экономических механизмов обеспечения // Российский экономический журнал: Научно-практическое издание/ государственный университет управления. – М.: Финансы и статистика, – 2006. –№11/12. – С. 41-56.

3. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы: Пер. с англ. / Под ред. Огугцова. – М.: Прогресс, 1978. – 380 с.

4.Тарханов О.В. Теоретическая экономия (тупик классового подхода) / О.В. Тарханов. – М.: ЗАО Издательство «Экономи-ка», 2003. – 350 с.

5. Экономика сельського хазяйства : [учебник] / Н. Я. Коваленко, Ю. И. Агирбов, Н. А. Серова и др. – М. : ЮРКНИГА, 2010. – 384 с.

BIBLIOGRAPHY

1.Agroecology . Navch.posibnyk /O.F. Smagliy. A.T. Kardashov, P.V. Litval [ta in].. – K.: Vyshcha osvita, 2006. – 671 s.

2.Gumerov R. Food security of the country: development of к развитию legal basis and economic supply mechanismsи // Rossiyskiy ekonomicheskiy zhurnal: Nauchno-prakticheskoe izdanie /gosudarstvenny universitet upravleniya. – M.: Finansy I statistika, – 2006. –№11/12. – S. 41-56.

3. Odum G., Odum E. Energy basis of man and nature: tran. from Eng. / Pod. red. Ogugtsova. – M.: Progress, 1978. – 380 s.

4.Tarkhanov O.V. Theoretical economy (blind alley of class approach) / O.V. Tarkhanov. – M.: ZAO Izdatel'stvo «Ekonomika», 2003. – 350 s.

5. Agriculture economics : [textbook] / N.Ya. Kovalenko, Yu.I. Agirbov, N. A. Serova i dr. – M. : YuRKNIGA, 2010. – 384 s.

FOOD PROVISION AND WAYS OF ITS SOLUTION

A. M. Sysoev, M.F. Trifonova, E.V. Voronovskaya

Summary

The analysis of the food provision problems in the world and the development trends of agricultural production systems have been carried out . The causes of food crisis global exacerbation and negative effects of agricultural production

globalization have been defined. The basic conceptual issues of food provision have been stated and the ways of solving food problem have been suggested.

Keywords: food provision globalization, hunger, ecology, TNCs, WTO, economy, agriculture.

УДК 633.12:631.53.02:631.53.04:631.82

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ СІВБИ ТА УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Полторецький С.П., к.с-г.н., доц.
Карпенко В.П., д.с-г.н., проф.
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна
Білоножко В.Я., д.с-г.н., проф.
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
м. Черкаси, Україна
e-mail: volvak.s@yandex.ua

Анотація. Наведено результати досліджень з вивчення впливу способів сівби та співвідношення мінеральних добрив на особливості формування посівних якостей і врожайних властивостей насіння проса в умовах нестійкого зволоження південної частини Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: просо, насіння, спосіб сівби, удобрення, посівні якості, врожайні властивості.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності та розвиток зернової галузі України на ринково-інноваційній основі неможливий без належного забезпечення товаровиробників зерна у високоякісному посівному матеріалі. Так, для забезпечення посіву прогнозованих площ і виконання Програми “Зерно України — 2015” необхідно щороку мати до 4,0 млн т високоякісного насіння зернових культур, у тому числі 1,8 – 1,9 млн т озимих та 1,2 млн т ярих зернових [7, 12]. Оскільки кондиційне насіння зернових культур виступає у якості одного з ключових чинників впливу на інтенсифікацію та розширення зерновиробництва, тому оптимізація

Публікується по рекомендації акад. МААО, д.с.г.н., проф. Любинського А.І.

застосування добрив, як фактора підвищення насіннєвої продуктивності проса за різних способів сівби в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є вкрай актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність різних способів сівби (суцільного, рядкового, вузькорядного, широкорядного, стрічкового та інших) у комплексі з іншими елементами технології і дією ґрунтово-кліматичних умов проявляються по-різному. Загущені посіви зі слабким забезпеченням кожної рослини вологою та поживою дають неякісне насіння як за фізичними, так і врожайними властивостями. Зріджені посіви дають насіння з високими фізичними показниками, але сильно різноякісне і, в зв'язку з цим, з низькими врожайними властивостями. На думку І.Г. Строни, М.М. Макрушина, П.О. Дмитренка та П.І. Витриховського завдання полягає в тому, щоб творчо підійти до вибору оптимальної площі живлення [3, 4].

Дія добрив проявляється не тільки при безпосередньому використанні під культуру, а й в післядії через насіння у вигляді модифікаційного ефекту. Як правило, кращі результати досягаються на низькому фоні мінерального та органо-мінерального живлення [6, 15]. За результатами досліджень ряду авторів найбільш оптимальним для формування високоврожайних посіві проса є внесення по 60 кг/га д.р. основних макроелементів [5]. Проте, на фоні цього варіанту в регіоні залишається не виясненим питання добору оптимального співвідношення між елементами при основному їх внесенні для формування високоврожайних насінницьких посівів проса посівного.

Мета дослідження. Вдосконалення елементів технології вирощування високоякісного насіння проса шляхом оптимізації способу сівби і фону мінерального живлення.

Об'єкт досліджень – насіння проса, його посівні та врожайні властивості.

Предмет досліджень – елементи технології вирощування високоякісного насіння проса, умови та фактори, що впливають на посівні та врожайні властивості насіння.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження виконані впродовж 2006 – 2008 рр. на дослідному полі навчально-науково-виробничого комплексу Уманського національного університету садівництва.

Двохфакторний польовий дослід з вивчення впливу способу сівби (фактор А) і особливостей мінерального живлення (фактор В) був закладений за схемою наведеною в табл. 1. Вибір рівня мінерального живлення для формування високоякісного насіннєвого матеріалу проса ($N_{60}P_{60}K_{60}$) був обумовлений попередніми нашими дослідженнями (2006 – 2008 рр.) [11]. На цьому фоні з метою вивчення окремого впливу кожного з макро-

елементів, а також їхньої взаємодії на формування посівних якостей та врожайних властивостей насіння проса була використана схема Жоржа Віля (N_{60}, P_{60}, K_{60}, $N_{60}P_{60}$, $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$) [2].

Посівну якість, сформованого на материнських рослинах насіння перевіряли в лабораторних умовах восени року збору врожаю, а також – шляхом його сівби на наступний рік (перше насіннєве потомство) на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ (2007 – 2009 рр.).

Попередником проса в обох поколіннях була пшениця озима. Фосфорні і калійні добрива вносили в основне удобрення, азотні – під першу весняну культивацію. Сорт проса посівного – Полтавське золотисте (середньоранній, різновидність aureum). Способи сівби – звичайний рядковий і широкорядний з шириною міжрядь 15 і 45 см та нормами висіву – 3,5 і 2,0 млн шт. схожих насінин/га відповідно. На широкорядних посівах проводили два розпушування: перше – у фазі 2 – 3листків на глибину 4 – 5 см; друге – у фазі кущіння на глибину 6 – 8 см. Облікова площа ділянки – 50 м². Повторностей – чотири, розміщення варіантів послідовне. Збір врожаю виконували двохфазним способом – скошування у валки з наступним обмолотом через 4 – 6 діб (комбайн “Sampo-130”), зважуванням зерна та перераховуванням його на стандартну вологість. Врожайність контролювали пробними снопами з 1 м^2 в усіх повтореннях.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з умістом гумусу 3,5%, низьким забезпеченням азотом лужногідролізованих сполук (103 мг/кг ґрунту – за методом Корнфілда), середнім умістом рухомих сполук фосфору та підвищеним – калію (відповідно 88 та 132 мг/кг – за методом Чирикова), високим ступенем насичення основами (95%), середньокислою реакцією ґрунтового розчину (pH_{KCl} – 6,2) і низькою гідролітичною кислотністю (2,26 смоль/кг ґрунту).

Польові та лабораторні дослідження, обліки, аналізи і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик [8, 9]. Для порівняння показників життєвості та життєздатності нами запропоновано інтегрований показник якості насіння, яким є середній відсоток між певною групою показників (енергія (%), швидкість (діб) і дружність проростання насіння (шт./доба), його сила росту (%) і лабораторна схожість (%)) [1]. Район проведення досліджень характеризується нестійким зволоженням. Так, погодні умови в період вегетації рослин проса впродовж усіх років характеризувались як посушливі. При цьому, якщо у 2007 і 2009 роках дефіцит опадів за період вегетації проса складав лише 116 і 107 мм відповідно до середньобагаторічного рівня за цим показником, то у 2006 і 2008 роках він зростав до 125 і 128 мм. За температурним режимом погодні умови 2006 – 2009 років характеризувалися певним перевищенням рівня даного показника від середньобагаторічних даних упродовж періоду вегетації рослин проса – відповідно у 2006, 2008 і 2009 роках на рівні

0,3 – 2,6°С, а в 2007 році – на 3,2 – 4,0°С. І хоча просо належить до посухо- та жаростійких культур, проте такі перевищення температурного режиму у поєднанні з дефіцитом вологи вносили істотні корективи у процеси росту і розвитку та формування насіннєвої продуктивності рослин.

Результати досліджень. Врожайність материнських рослин проса посівного. Як видно з даних табл. 1 і рис. 1, урожайність насіння проса залежала від погодних умов, що складалися упродовж вегетаційного періоду, способу сівби, фону живлення і комплексної взаємодії цих факторів.

Таблиця 1 – Урожайність насіння проса посівного залежно від способу сівби та фону мінерального живлення (2006–2008), ц/га

Фон живлення (фактор А)	Спосіб сівби (фактор В)			Середнє по фактору В	Різниця до контролю
	звичайний рядковий	широкорядний	різниця до звичайного		
Без добрив (контроль)	29,9	27,9	-2,0	28,9	–
N_{45}	31,6	31,1	-0,5	31,4	2,5
P_{45}	30,1	31,3	1,2	30,7	1,8
K_{45}	29,8	30,5	0,7	30,2	1,3
N_{45} P_{45}	32,7	32,9	0,2	32,8	3,9
N_{45} K_{45}	35,1	31,9	-3,2	33,5	4,6
P_{45} K_{45}	32,3	32,6	0,3	32,5	3,6
N_{45} P_{45} K_{45}	37,1	36,3	-0,8	36,7	7,8
Середнє фактору А	32,3	31,8	-0,5	–	
Середнє по досліду 32,1					
$НІР_{05}$ – загальна = 1,84; фактору А = 0,65; фактору В = 1,30					

Детальний аналіз результатів даних досліджень [10] дозволив встановити певні закономірності. Так, залежно від року досліджень найсприятливішим для формування високоврожайних посівів проса у всіх варіантах досліду був 2008 р., за погодних умов якого середня врожайність насіння у досліді склала 38,2 ц/га або була на 5,5 і 13,0 ц/га більшою порівняно з 2006 і 2007 роками відповідно. Одержанню таких високих показників сприяло оптимальне поєднання надходження вологи і тепла як на початкових етапах росту і розвитку рослин, так і на період дозрівання зерна проса. Погодні умови 2007 року характеризувалися найбільшим дефіцитом вологи, що не дозволило посівам повністю реалізувати врожайний потенціал досліджуваного сорту на фоні повного мінерального живлення

($N_{60}P_{60}K_{60}$), а нерівномірність надходження опадів і їхній зливовий характер у кінці вегетації, коли впродовж першої декади серпня випало 76,5 мм, стали причиною часткових втрат зерна на час збирання врожаю.

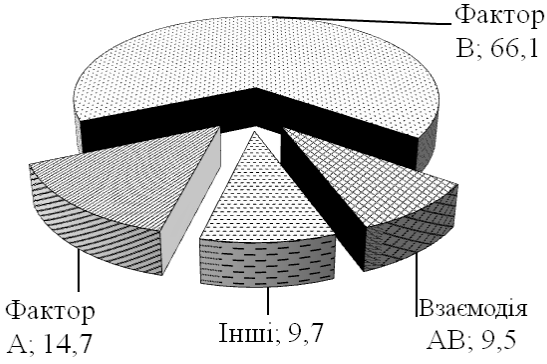


Рисунок 1 - Частка впливу факторів на формування врожаю насіння проса посівного (2006–2008), %

У середньому за роки досліджень найбільший позитивний ефект від окремого внесення кожного з макроелементів було одержано за широкорядного способу сівби – приріст врожаю у цих варіантах склав 3,2 ц/га (N_{60}), 3,4 (P_{60}) і 2,6 ц/га (K_{60}) відповідно. За звичайної рядкової сівби такі прирости не перевищували 1,5 ц/га (N_{60}), а за внесення лише фосфорних і калійних добрив урожайність була на рівні контролю. Проте, слід зауважити, що така істотна перевага широкорядного способу сівби була одержана лише за несприятливих посушливих умов 2007 року. За більш оптимальних погодних умов 2006 року прирости врожаю від роздільного внесення макроелементів за звичайної рядкової сівби збільшилися до 2,8 ц/га, а в найбільш сприятливих умовах 2008 року за обох способів сівби вони були майже на одному рівні – 6,8 – 8,2 ц/га (звичайний рядковий спосіб) і 7,2 – 8,6 ц/га (широкорядний спосіб).

Формуванню найбільших приростів врожаю насіння проса в усі роки досліджень сприяло внесення повного мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$), за якого в умовах 2006 і 2008 років істотну перевагу мав звичайний рядковий спосіб сівби – 37,8 і 45,8 ц/га відповідно або на 2,9 і 2,2 ц/га більше порівняно з широкорядним ($НІР_{05}$(АВ) = 1,95 і 2,08 ц/га). За посушливих і спекотних умов 2007 року перевагу мало поєднання широкорядного способу сівби з повним мінеральним живленням, де урожайність склала 30,4 ц/га або на 2,7 ц/га перевищила показники звичайної рядкової сівби на цьому ж фоні.

Виключення з повного мінерального добрива одного з макроелементів супроводжувалося істотним зниженням рівня врожаю зерна проса. Так, у середньому за роки досліджень за звичайної рядкової сівби найбільшому недобору врожаю насіння (4,8 і 4,4 ц/га) порівняно з повною нормою мінерального живлення мало виключення з нього азотних (фон P60K60) і калійних (N60P60) добрив, менш виражений негативний вплив мало виключення фосфору (фон N60K60) – 2,0 ц/га. В умовах широкорядних посівів такий недобір за виключення одного з макроелементів був майже однаковим – 3,4–4,4 ц/га.

Необхідно також відмітити, що у посушливому 2007 році найбільший недобір врожаю насіння серед фонів з двома компонентами мало виключення калію (фон N60P60) за звичайної рядкової сівби. Очевидно, що таке поєднання фону мінерального удобрення та способу сівби в умовах посухи стало причиною найбільшого дисбалансу у водно-мінеральному живленні насінницьких посівів проса.

Частка впливу варіантів удобрення на рівень врожайності насіння сортів проса за роки досліджень була найвищою і склала 66,1%. Отже, формуванню найбільшого врожаю зерна проса за обох способів сівби сприяє внесення повної норми мінерального добрива (N60P60K60). Утримання насінницьких посівів на фоні без добрив або виключення одного чи двох макроелементів супроводжується істотним недобором врожаю.

Посівні якості насіння. Перевірка модифікаційних змін, що відбулися під впливом агроекологічних чинників на врожайних властивостях насіння проса посівного, вирощеного на материнських рослинах, дозволила встановити певні закономірності. Так, розрахований математично інтегрований показник якості насіннєвого матеріалу (рис. 2) свідчить, що найбільш якісне насіння за звичайної рядкової сівби проса посівного формувалося лише за обов’язкового включення до системи удобрення азоту і фосфору (N60P60), а за широкорядної – повного мінерального удобрення (N60P60K60). Відповідно, узагальнений показник якості насіннєвого матеріалу, вирощеного на материнських рослинах у цих варіантах, був найвищим і складав 98,9 – 98,6%. Крім цього, за обох способів сівби виділився варіант з окремим внесенням фосфорних добрив (фон P60), де узагальнений показник якості був на рівні 97,2 (звичайний рядковий) і 95,4% (широкорядний), а також поєднання звичайної рядкової сівби на фоні N60K60 (96,7%) і широкорядної сівби на фоні N60P60 (93,4%). Врожайні властивості насіння, сформованого на материнських рослинах. Завершальним показником, що характеризує якість вирощеного насіннєвого матеріалу є його врожайні властивості. Так, аналіз урожайності посівів першого насіннєвого потомства дозволив установити, що кожний з досліджуваних факторів мав певний вплив на формування рівня даного показника (табл. 2 і рис. 3).

Таблиця 2 – Урожайність зерна першого насіннєвого потомства проса посівного залежно від способу сівби та фону мінерального живлення (2007–2009), ц/га

Фон живлення (*фактор А*)	Спосіб сівби *(фактор В)*			Середнє по фактору В	Різниця до контролю
	звичайний	широкорядний	різниця до звичайного		
Без добрив (контроль)	30,3	29,0	-1,3	29,7	–
N_{45}	30,6	31,5	0,9	31,1	1,4
P_{45}	39,8	38,6	-1,2	39,2	9,6
K_{45}	30,7	33,5	2,8	32,1	2,5
N_{45} P_{45}	42,3	36,6	-5,7	39,5	9,8
N_{45} K_{45}	38,5	35,0	-3,5	36,8	7,1
P_{45} K_{45}	35,4	33,8	-1,6	34,6	5,0
N_{45} P_{45} K_{45}	34,5	41,0	6,5	37,8	8,1
Середнє фактору А	35,3	34,9	-0,4	–	
Середнє по досліду 35,1					
$НІР_{05}$ – загальна = 1,62; фактору А = 0,57; фактору В = 1,14					

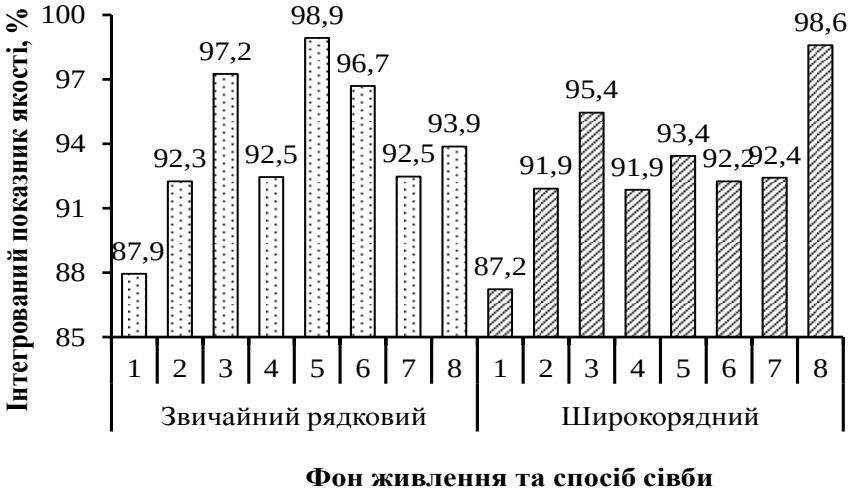


Рисунок 2 - Інтегрований показник якості насіння проса посівного залежно від способу сівби та фону мінерального живлення, середнє за 2006 – 2008 рр.: 1 – без добрив (контроль); 2 – N_{60}; 3 – P_{60}; 4 – K_{60}; 5 – $N_{60}P_{60}$; 6 – $N_{60}K_{60}$; 7 – $P_{60}K_{60}$; 8 – $N_{60}P_{60}K_{60}$.

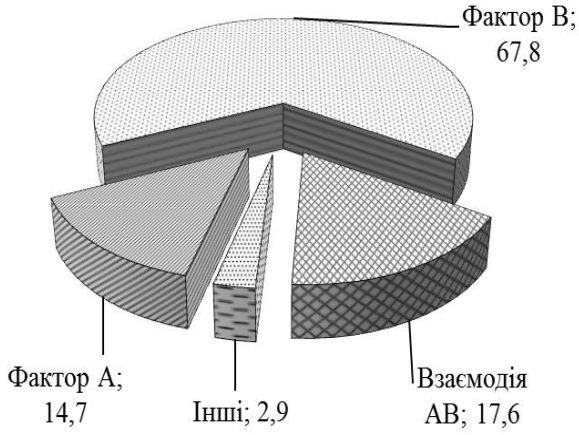


Рисунок 3 - Частка впливу факторів на формування врожаю посівів першого насіннєвого потомства проса посівного (2007–2009), %

Залежно від способу сівби істотно більшу врожайність здатне формувати насіння материнських рослин, вирощених звичайним рядковим способом. Так, у середньому за роки досліджень врожайність зерна, вирощеного за даного способу сівби, варіювала від 30,3 до 42,3 ц/га (в середньому 35,3 ц/га) або на 1,4 ц/га була більшою у порівнянні з широкорядною сівбою (в середньому 34,9 ц/га) при $НІР_{05}$ за цим фактором упродовж років досліджень на рівні 0,5 – 0,6 ц/га.

Залежно від впливу фону мінерального живлення материнських рослин проса посівного нами встановлено, що істотним приростам врожаю в середньому за роки досліджень за звичайної рядкової сівби сприяло внесення азотно-фосфорних, фосфорних і азотно-калійних добрив, де прирости врожаю зерна до фону без добрив (контроль) були найвищими та становили 12,0 ц/га ($N_{60}P_{60}$), 9,5 (P_{60}) і 8,2 ц/га ($N_{60}K_{60}$), при $НІР_{05}$ за цим фактором упродовж років досліджень на рівні 1,1 – 1,3 ц/га. За широкорядної сівби формуванню найвищого рівня врожаю зерна рослин проса посівного першого насіннєвого потомства сприяло внесення під материнські рослини повного мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – відповідно 41,0 ц/га або на 12,0 ц/га більше порівняно з контролем. Виключення з повного мінерального добрива одного або двох макроелементів супроводжувалося істотним зниженням врожаю зерна на рівні 2,5 – 9,5 ц/га. Крім цього, необхідно також відмітити, що як і за звичайної рядкової, так і за широкорядної сівби формуванню високих показників урожайності зерна сприяло також однокомпонентне внесення фосфорних, а також поєднання азотно-фосфорних і азотно-калійних добрив – відповідно 38,6 ц/га (P_{60}), 36,6 ($N_{60}P_{60}$) і 35,0 ц/га ($N_{60}K_{60}$) або на 9,6, 7,6 і 6,0 ц/га більше порівняно з контролем ($НІР_{05}$ = 1,1 – 1,3 ц/га).

Висновки.

1. В умовах нестійкого зволоження південної частини Правобережного Лісостепу України на чорноземах опідзолених важкосуглинкових найбільш доцільним для формування найбільшої кількості високоякісного насіннєвого матеріалу проса посівного є використання звичайної рядкової сівби з внесенням повної норми мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$). За такого поєднання елементів технології вирощування впродовж років досліджень отримано врожайність насіння проса посівного сорту Полтавське золотисте на рівні 37,8 – 45,8 ц/га.

2. За прогнозу посушливих і спекотних умов упродовж вегетаційного періоду насінницьких посівів проса оптимальним є використання широкорядного способу сівби, що в поєднанні з повним мінеральним живленням та звичайною рядковою сівбою дозволить додатково одержати 2,7 ц/га насіння.

3. Формуванню найвищих показників якості насіннєвого матеріалу за звичайної рядкової сівби сприяє включення до системи удобрення азоту і фосфору, а за широкорядної – повного мінерального удобрення.

4. Формування найкращих врожайних властивостей насіння за обох способів сівби забезпечує внесення фосфорних, азотно-фосфорних, фосфорно-калійних та повних мінеральних добрив. Такі умови мінерального живлення материнських рослин дозволяють додатково отримати 5,1 – 12,0 ц/га зерна з посівів першого насіннєвого потомства проса посівного.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоножко В. Я. Агробіологічні та екологічні основи виробництва гречки: Монографія / Білоножко В. Я., Березовський А. П., Полторецький С. П., Полторецька Н. М.; За ред. В. Я. Білоножка. – Миколаїв: Видавництво Ірини Гудим, 2010. – 332 с.

2. Господаренко Г. М. Агрохімія / Господаренко Г. М. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2010. – С. 253-254.

3. Дмитренко П.О., Витриховський П.І. Удобрення і густота посіву польових культур. – К.: „Урожай”, 1975. – 248 с.

4. Елагин И. Н. Агротехника проса / Елагин И. Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 159 с.

5. Любчич О.Г. Формування врожайності проса залежно від умов азотного живлення // Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва. Тези 3-ої Міжнародної наукової конференції, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 20-22 червня 2006 р. – Харків, – 2006. – С. 163-164.

6. Макрушин М.М. Насіннєзнавство польових культур. – К.: Урожай, 1994. – 208 с.

7. Малаховський Д. В. Система насінництва зернових культур та

її значення в розвитку зернового комплексу країни / Малаховський Д. В. // Ел. видання "Ефективна економіка", 2012. – Режим доступу до журн.: http://economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=955.

8. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. – К.,2000. – Вип. 7. – 144 с.

9. Єщенко В. О.Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В.; За ред. В. О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

10. Полторецький С. П. Вплив способу сівби та мінеральних добрив на формування посівних якостей насіння проса / Полторецький С. П. // Зб. наук. пр. Уманського НУС. – Умань, 2012. – Вип. 81. – Ч. 1: Агрономія. – С. 27-39.

11. Полторецький С. П. Посівні якості та врожайні властивості насіння проса за різного рівня азотного живлення / Полторецький С. П., Карпенко В. П. // Зб. наук. пр. Уманського НУС. – Умань, 2012. – Вип. 80. – Ч. 1: Агрономія. – С. 159-170.

12. Програма “Зерно України – 2015”. – К.: ДІА, 2011. – 48 с.

13. Рудник-Іващенко О. І. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування проса посівного / О. І. Рудник-Іващенко, М. В. Роїк, О. В. Мороз, П. П. Шудря. – К.: «Фенікс», НААН України, ІЦБ, 2010. – 15 с.

14. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. - М: Колос, 1966.-464с.

15. Anderson R. L. Effect of tillege system on proso millet production / Anderson R. L., Shanahan J. F., Greb B. W. // РЖ Зерновые, зернобобовые и крупяные культуры. – 1988. – №6. – С. 18.

BIBLIOGRAPHY

1. Bilonozhko V.Ya. Agrobiological and ecological base of buchweat production: Monography / V.Ya. Bilonozhko, A.P. Berezovskiy, S.P. Poltoretsky, N.M. Poltoretska; Za red. V.Ya. Bilonozhko. – Mykolaiiv: Vydavnytsvo Iryny Gudym, 2010. – 332 s.

2. Gospodarenko G.M. Agrochemistry / G.M. Gospodarenko. – К.: NNTS «IAE», 2010. – S. 253-254.

3. Dmitrenko P.O. Fertilizers and density of crops / P.O Dmitrenko. P.I. Vitrikhovsky. – К.: „Urozhay”, 1975. – 248 s.

4. Elagin I.N. Agrotechnique of millet / I.N.Elagin. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Rossel’hozizdat, 1987. – 159 s.

5. Liubchich O.G. Forming of millet productivity depending on nitrogen nutrition conditions // Innovayive trends of young researches scientific activity in crop production. Tezy 3-i mizhnarodnoi naukovoi konferencii. Instytut of crop production

im. V.Ya. Yur'yeva, 20-22 chervnya, 2006. – Kharkiv, 2006. – S. 163-164.

6. Makrushin M.M. Study of field crops. – K.: Urozhay, 1994. – 208 s.

7. Malahovsky D.V. System of grain crop seed production and its meaning for development of country grain complex / Malahovsky D.V. // El. vydannya "Efektyvna ekonomika", 2012. – Rezhym dostupu: http://economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=955.

8. Methods of state progeny test of crops. Methods for determination of quality parameters of crop production. – K.,2000. – Vyp. 7. – 144 s.

9. Yeshchenko V.O. Fundamentals of researches in agronomy / V.O. Yeshchenko, P.g. Kopytko, V.P.Opryshko, Kostogryz P.V.; Za red. V. O. Yeshchenko. – K.: Diya. – 2005. – 288 s.

10. Poltoretsky S.P. The impact of sowing metnods and mineral fertilizers on forming of seed millet sowing quality / S.P. Poltortsky // Zb. nauk. pr. Umans'kogo NUS. – Uman', 2012. – Vyp. 81. – Ch. 1: Agronomiya. – S. 27-39.

11. Poltoretsky S.P. Sowing quality and harvesting properties of millet seeds according to nitrogen nutrtion various levels / S.P. Poltortsky, V.P. Karpenko // Zb. nauk. pr. Umans'kogo NUS. – Uman', 2012. – Vyp. 80. – Ch. 1: Agronomiya. – S. 159-170.

12. Program "Grain of Ukraine – 2015". – K.: DIA, 2011. – 48s.

13. Rudnik- Ivashchenko O. I. Scientific production instructions for millet cultivayion technology / O. I. Rudnik- Ivashchenko, M. V. Roiik, O. V. Moroz, P.P. Shudrya. – K.: «Feniks», NAAN Ukrainy, ITSB, 2010. – 15 s.

14. Strona I.G. General seed study of field crops / I.G. Strona - M: Kolos, 1966.-464s.

15. Anderson R. L. Effect of tillege system on proso millet production / Anderson R. L., Shanahan J. F., Greb B. W. // RZH Zernovye, zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 1988. – №6. – S. 18.

THE SEED PRODUCTIVITY OF MILLET CROPS DEPENDING ON THE METHOD OF SOWING AND MINERAL NUTRITION CONDITIONS

S. P. Poltorets'ky, V. P. Karpenko, V. Ya. Bilonozhko

Summary

The research results of studying the influence of sowing methods and ratio of mineral fertilizers on the formation peculiarities of sowing qualities and yielding capacity of millet seeds under unstable moisturizing of the southern part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented.

Key words: millet, seed, method of sowing, fertilizer, sowing quality, yielding capacity.

Вітаємо ювіляра

До 70-річчя Президента Українського відділення МААО Дідура Володимира Аксентійовича

Доктор технічних наук, професор, академік АН ВШУ, академік Міжнародної академії аграрної освіти, завідуючий кафедрою гідравліки і теплотехніки Таврійського державного агротехнологічного університету ***Володимир Аксентійович Дідур*** *народився 7 вересня 1943 року, в селі Очеретне, Кривоозерського району Миколаївської області. Після закінчення в 1960 р. середньоосвітньої школи працював механізатором в колгоспі ім. газети «Правда» Миколаївської області Кривоозерського району, а в 1961 поступив до Мелітопольського інституту механізації сільського господарства, який закінчив в 1966 р. і отримав спеціальність інженера-механіка сільськогосподарського виробництва. Після закінчення інституту був направлений на науково-педагогічну роботу в Мелітопольський інститут механізації сільського господарства, де працював на посаді асистента, ст. викладача, доцента, професора, завідуючого кафедрою, проректора з наукової роботи.*

З 1968 по 1972 рр. навчався в аспірантурі, після закінчення якої успішно захистив дисертацію і отримав вчену ступінь кандидата технічних наук. В 1990 р. захистив докторську дисертацію і отримав вчену ступінь доктора технічних наук. В 1991р. отримав вчене звання професора.

З 1988 р. по 1993 р. згідно наказу Мінагропрому СССР по сумісництву очолював діяльність Міжнародної науково-виробничої системи «Ремгідропривод», яка об'єднувала науковців та всі на той час відомі спеціалізовані підприємства та науково-виробничі фірми 8 держав, які спеціалізувалися на ремонті гідроагрегатів. З 1997 по 2002 рр. працював директором Запорізького науково-дослідного центру і по сумісництву завідувачем кафедри Таврійської держав-

ної агротехнічної академії. З 2002 року по цей час завідувач кафедри «Гідравліка і теплотехніка» Таврійського державного агротехнологічного університету. Володимир Аксентійович разом зі своїми послідовниками має значні досягнення в напрямку розробки та забезпечення надійності гідроприводів сільськогосподарської техніки, раціонального використання паливо-мастильних матеріалів. За останні роки школа проф. Дідура В.А. досягла значних здобутків в галузі використання відновлювальних джерел із рослинної сировини для виробництва біопалива для мобільної енергетики. Нею розроблено принципово нову технологію та технологічне обладнання для переробки рицини на касторову олію і кормову макуху. Вперше обґрунтована можливість використання касторової олії для виробництва біодизелю та вивчення його хіммотологічних властивостей. Із цих напрямків під керівництвом проф. Дідура В.А. підготовлено 10 кандидатів технічних наук. Професор Дідур В.А. є консультантом двох докторських дисертацій та веде підготовку 6 аспірантів та пошукачів вченого ступеню. Володимир Аксентійович – дійсний член та член Президії Міжнародної академії аграрної освіти (м. Москва), а також з 2011 року його обрано Президентом Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. Дідур В.А. є головою спеціалізованої ради Д 18.819.01 за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва на протязі двох каденцій з 2005-2008 роки та з 2008-2011 рр. З 2012 року Дідур В.А. - голова спеціалізованої ради по захисту докторських дисертацій. Володимир Аксентійович також є членом спеціалізованої вченої ради К 29.841.01 Луганського національного аграрного університету Ним опубліковано більше 300 наукових праць, в тому числі п'ять підручників та учбових посібників для вузів аграрного профілю, чотири монографії та більше 30 авторських свідоцтв та патентів України. Його наукові праці в галузі виробництва та переробки рослинної сировини для біопалива сприяють вирішенню проблеми забезпечення аграрного сектору Запорізької області паливо-мастильними матеріалами.

Дідур В.А. нагороджений Почесною грамотою Міністерства вищої освіти України (1982 р.), має знак «За наукові досягнення» (2001р.), Трудову відзнаку «Знак Пошани» (2003 р.), Подяку Міністерства освіти і науки України (2008р.), нагороджений знаком «Відмінник аграрної освіти та науки» III ступеню Міністерства аграрної політики України (2008 р.) та «Відмінник аграрної освіти та науки» II ступеню Міністерства аграрної політики України (2009 р.).

У день славного ювілею щиро вітаємо Вас, шановний Володимир Аксентійович, бажаємо міцного здоров'я, щастя, радості, тепла, достатку, родинного затишку, нових творчих звершень, довгих років плідної праці на благо нашої держави. Нехай Ваша життєва нива і далі колоситься успіхами, повниться добрими справами!

Свідоцтво про державну реєстрацію

друкованого засобу масової інформації

КВ № 19398-9198 Р

від 01.10.2012 р.

© Українське відділення міжнародної громадської організації
Міжнародна Академія аграрної освіти, 2013

Косилка роторная прицепная КРП – 4,5

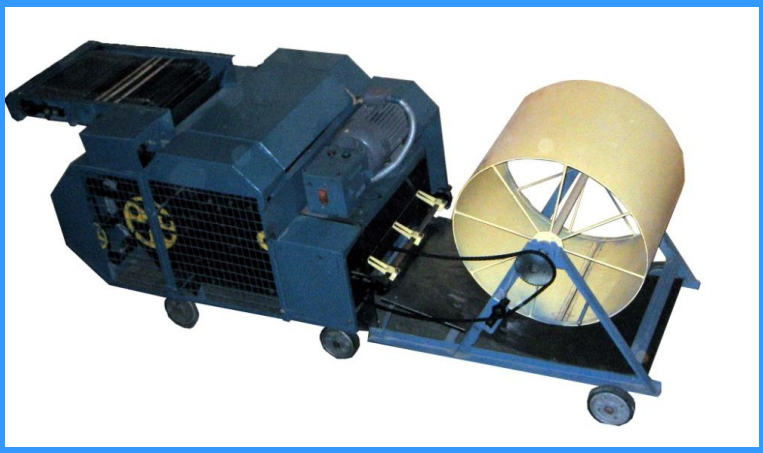
Предназначена для кошения проходов, кошения стерни и кустов, что имеют диаметр стеблей до 50 мм

Ваш надёжный партнер – «Гуляйпольский механический завод»!

Комбайн тыквенный – выделитель семян КТВС – 7

Предназначен для выделения семян из тыквы непосредственно на поле. Производительность по перерабатываемому материалу, т/час, не менее 15

ЧМБ-21 машина чесальная малогабаритная бытовая



Рабочая ширина барабана, мм 500

E-mail: mehzavod2012@gmail.com