

ISSN 2306-8698



В І С Н И К

**Українського відділення
Міжнародної академії
аграрної освіти**

Випуск № 4

Мелітополь - 2016

УДК 63 (066)

Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти –
Вип. 4.–Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016.– 274с.

Друкується за рішенням Президії УВ МААО, Протокол № 12 від 30.06.2016 р.

У випуску наукових праць друкуються результати наукових досліджень за наступною тематичною спрямованістю: вища аграрна освіта, механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, рослинництво та тваринництво. Матеріали вісника сприяють розвитку науки та впровадженню наукових розробок у сільськогосподарське виробництво. Випуск призначений для науковців, спеціалістів АПК, аспірантів 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)

Кушнар'єв Артур Сергійович – д.т.н., проф.

Кюрчев Володимир Миколайович – д.т.н., проф.

Любинський Олександр Іванович – д.с.г.н., проф.

Мицкевич Антон Антонович – д.е.н., проф. (Р. Польща)

Непочатенко Олена Олександрівна – д.е.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.

Трифорова Марія Федотівна – д.с.г.н., проф. (Росія)

Черв'їнський Леонід Степанович – д.т.н., проф.

Яковлев Валерій Федорович – к.т.н., проф.

Зареєстрований в Науковій
електронній бібліотеці Російського
індексу наукового цитування,
ліцензійний договір 715-11/2013

Відповідальність за достовірність
фактів, цитат, власних імен та
інших відомостей несуть автори
публікацій.

ЗМІСТ

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

<i>Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю.</i> Структура и содержание новой учебной дисциплины «Основы бионических исследований»	9
---	---

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

<i>Дидур В.А., Ткаченко В.А., Ткаченко А.В., Дидур В.В.</i> Математическая модель кондуктивного и конвективного тепло- и массопереноса в многочанной жаровне	14
<i>Мельник В.И., Пастухов В.И., Бакум Н.В., Лукьяненко В.М., Витанов А.Д., Писаренко В.Н., Гноевой И.В., Жмурко В.В., Соловей В.Б.</i> Смешанные посевы - эффективность и перспективы (семинар ученых Слобожанщины)	32
<i>Червінський Л.С., Луцак Я.М.</i> Математичне моделювання просторової фотосинтезної опроміненості в спорудах захищеного ґрунту	53
<i>Бабицкий Л.Ф., Соболевский И.В., Куклин В.А.</i> Обоснование конструктивных параметров гибкой бороны	61
<i>Червінський Л.С., Ковалишин Б.М.</i> Використання енергетичних параметрів молекул для підвищення ефективності окислювально-відновних реакцій	69
<i>Мітков В.Б., Кувачов В.П., Ігнат'єв Є.І.</i> Вплив та екологічна оцінка рівня шкідливих речовин відпрацьованих газів дизельних двигунів в залежності від режимів роботи МТА	78
<i>Васильковська К.В., Трикіна Н.М., Васильковський О.М.</i> Точний висів просапних культур крок до програмування врожаю	88

<i>Дейкун В.А.</i> Визначення факторів та параметрів, що впливають на процес розподілу добрив по ширині захвату робочого органа	98
<i>Ковальчук Ю.О., Невзоров А.В., Дідур В.В.</i> Лазерне зміцнення деталей сільськогосподарських машин зі сталі 45	107
<i>Леценко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Лісовий І.О.</i> Вплив конструктивних параметрів чизельної лапи глибоко-розпушувача на деформацію ґрунту	115
<i>Невзоров А.В., Ковальчук Ю.О.</i> Аналіз ефективності машинно-тракторних агрегатів для обробки ґрунту з урахуванням циклічності їх роботи	125
<i>Невзоров А.В., Пушка О.С., Кутковецька Т.О.</i> Підвищення показників надійності сільськогосподарської техніки шляхом використання структурного резервування	132
<i>Адамчук В.В., Третьак В.М., Третьак М.В., Оляднічук Р.В.</i> Самохідна платформа – технологічна та економічна необхідність	140
<i>Непочатенко В.В., Мелентьєв О.Б.</i> Перспективні розробки адаптивних робочих органів фрезерних культиваторів	147
<i>Непочатенко В.В., Мелентьєв О.Б.</i> Обґрунтування геометричних параметрів плоскоріжучого робочого органу під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах	161
<i>Сірий І.О.</i> Передумови основного обробітку ґрунту шляхом створення деформацій розтягування-вигину і зсуву	171
<i>Масленников В.В.</i> Расширение линейки адаптеров украинского зерноуборочного комбайна	182
<i>Караєв О.Г., Бондаренко Л.Ю.</i> Визначення швидкості переміщення насіння плодових кісточкових культур по решету установки для калібрування	194

<i>Караєв О.Г.</i> Реєстрація та обробка інформації при аналізі механізованих технологічних систем в садівництві	202
<i>Дідур В.А., Сорваніді Ю.Г., Новік О.Ю.</i> Удосконалення і перспективи розвитку технічного сервісу в Мелітопольському регіоні	211
<i>Серый И.С.</i> Капитальный и текущий ремонт машин в системе техсервиса АПК	223

ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

<i>Загорко Н.П., Коляденко В. В.</i> Динамика витамина С в перце сладком при низкотемпературном хранении и дефростации	230
<i>Філіппов П. Д., Троїцька О.О., Бакарджієв Р.О.</i> Екологічно безпечна технологія конверсії відходів пивоваріння на кормові цілі	238
<i>Стручаев Н.И., Григоренко Е.В., Загорко Н.П.</i> Абсорбционная сушилка для сочных растительных продуктов	248
<i>Калайда Е.В., Пыркало В.В.</i> Сохранность биологически активных веществ в плодах актинидии в зависимости от вида переработки	260

РОСЛИННИЦТВО ТА ТВАРИННИЦТВО

<i>Лесновська О.В.</i> Ефективність розведення овець різних генотипів	268
---	-----

CONTENT

HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION

<i>Babitsky L.F., Moskalevich V.Y.</i> Structure and content of the new discipline 'Basics of bionic research'	9
--	---

MECHANIZATION, ELECTRIFICATION AND AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX

<i>Didur V. A., Tkachenko V.A., Tkachenko A.V., Didur V.V.</i> Mathematical model of conductive and convective heat and mass transfer in a multivat brazier	14
<i>Melnik V.I., Pastukhov V.I., Bakum N.V., Luk'janenko V.M., Vitanov A.D., Pisarenko V.N., Gnoevoy I.V., Zhmurko V.V., Solovej V.B.</i> Mix-Cropp: efficiency and prospects (Slobozhanshchina scientists' seminar)	32
<i>Chervinsky L.S., Lutsak Y.M.</i> Mathematical modeling of spatial photosynthesis irradiance in constructions of protected ground	53
<i>Babitsky L.F., Sobolevsky I.V., Kuklin V.A.</i> Justification of design parameters of flexible harrows	61
<i>Chervinsky L.S., Kovalyshyn B. M.</i> Using molecules' energetic parameters for raising oxidation-reduction reactions efficiency	69
<i>Mitkov V. B., Kuvachov V. P., Ihnatiev Ye. I.</i> Influence and environmental assessment of harmful substances level in exhaust gases of diesel engines depending on the working modes	78
<i>Vasylovskaya K.V., Trykina N.M., Vasylovskiy O.M.</i> Precise seeding of cultivated crops as a step to the harvest programming	88

<i>Deykun V.A.</i> Determining factors and parameters that influence the process of fertilizers distribution on capture width of the working body	98
<i>Kovalchuk Y.O., Nevzorov A.V., Didur V.V.</i> Laser hardening of agricultural machinery parts made of steel 45	107
<i>Leshchenko S.M., Salo V.M., Petrenko D.I., Lisovyy I.O.</i> Influence of design specifications of chisel shank of a deep tiller on soil deformation	115
<i>Nevzorov A.V., Kovalchuk Y.O.</i> Effectiveness analyses of tractor units for soil tilling with considering cyclicity of their work	125
<i>Nevzorov A.V., Pushka O.S., Kutkovetska T.O.</i> Improving agricultural machinery reliability index by using structural redundancy	132
<i>Adamchuk V.V., Tretyak V.M., Tretyak M.V., Olyadnichuk R.V.</i> Self-propelled platform as a technological and economic necessity	140
<i>Nepochatenko V.V., Melentyev O.B.</i> Improving adaptive milling cultivators	147
<i>Nepochatenko V.V., Melentyev O.B.</i> Justification of geometrical parameters of the flatly cutting working body during manufacturing operations of plowing on waterlogged soils	161
<i>Siryi I.O.</i> Background of basic soil tillage by creating deformations of stretching-bending and shear	171
<i>Maslennikov V.V.</i> Extension of the adapters' line of Ukrainian combine harvesters	182
<i>Karaiev O. G., Bondarenko L.Yu.</i> Defining the stone fruit seeds conveying speed along the sieve of the calibration device	194
<i>Karaiev O.G.</i> Information recording and processing under technological horticulture systems analysis	202
<i>Didur V.A., Sorvanidi Yu.G., Novik O.Yu.</i> Improvement	211

and prospective of maintenance development in Melitopol region

Seryi I.S. Overhaul and maintenance of machinery in technical service of agroindustrial complex 223

PROCESSING AND STORING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Zagorko N.P., Kolyadenko V.V. Dynamics of vitamin C in sweet pepper in low temperature storage and defrostation 230

Filipov P.D., Troicka O.O., Bakardgiev R.O. Environmentally friendly technology for conversion of brewing waste for feeding purposes 238

Struchaev N.I., Grygorenko Y.V., Zagorko N.P. Absorption dryer for juicy plant products 248

Kalaida E.V., Pyrkalo V.V. Preservation of biologically active substances in Actinidia fruit depending on the processing technology 260

CROP PRODUCTION AND LIVESTOCK

Lesnovskaya E.V. Effectiveness of breeding sheep of different genotypes 268

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

УДК 611:612:631.3

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ НОВОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ БИОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Бабицкий Л.Ф., д.т.н., проф., акад. МААО

Москалевич В.Ю., к.т.н., доцент

*Академия биоресурсов и природопользования Федерального
государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского»*

г. Симферополь, Республика Крым

Тел. +73652263823

e-mail: kaf-meh@rambler.ru

Аннотация. Обоснованы структура и содержание новой учебной дисциплины «Основы бионических исследований» по направлению подготовки магистров «Агроинженерия».

Ключевые слова: бионика, биологический прототип, содержание, учебная дисциплина, лекция, лабораторная работа.

Постановка проблемы. По направлению «Агроинженерия» готовятся бакалавры и магистры, которые в своей профессиональной деятельности должны уметь решать сложные научно-технические задачи с использованием новейших научных достижений. В этой связи особое значение приобретает овладение студентами методами исследований бионики как наиболее быстро развивающейся науки, находящейся на пересечении различных областей знаний [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Анализ последних исследований. Первоначально созданный учебный курс «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» [2] был существенно углублён и расширен с учётом требований основной образовательной

программы магистратуры по направлению подготовки «Агроинженерия». Это послужило основой для новой учебной дисциплины «Основы бионических исследований» [3].

Цель исследования. Целью данной работы является обоснование структуры и содержания новой учебной дисциплины «Основы бионических исследований» по направлению подготовки магистров «Агроинженерия».

Основная часть. Изучение дисциплины «Основы бионических исследований» предполагает связь с основными понятиями и инструментами таких дисциплин как основы научных исследований; математика; метрология, стандартизация и сертификация; информационные технологии; математическое моделирование; прикладное программирование. Дисциплина «Основы бионических исследований» является завершающей в формировании высшей квалификации «магистр». Знания и умения, полученные студентами в результате её изучения, используются ими при выполнении выпускной квалификационной работы магистра. К основным компетенциям, приобретаемым в результате освоения основной образовательной программы магистратуры, относится способность использовать энергоресурсосберегающие технологии, принципы и методы бионики при проектировании рабочих органов и технологий для агропромышленного комплекса.

Исходя из перечисленных выше особенностей подготовки магистров и требований образовательной программы, в структуру новой дисциплины включены 10 тем:

1. Бионика как наука.
2. Бионическое моделирование.
3. Методы изучения физико-механических свойств биологических объектов сельскохозяйственного производства.
4. Биосистемный подход к разработке сельскохозяйственных машин.
5. Изучение способов реализации фактора времени в процессе воздействия при бионических исследованиях.
6. Бионическое обоснование рабочих органов сельскохозяйственных машин.
7. Теоретическое обоснование параметров рабочих органов на основе бионических сравнений.

8. Бионические основы обеспечения надёжности сельскохозяйственных машин.

9. Биоэргономические основы технического сервиса сельскохозяйственной техники.

10. Перспективы развития бионики в сельскохозяйственном производстве.

Все перечисленные темы рассматриваются на лекциях, а отдельные вопросы из них, требующие дополнительной проработки, выносятся на самостоятельное изучение.

Теоретический материал дисциплины дополняют лабораторные работы по следующей тематике:

1. Изучение формы и параметров ноги жука-носорога.

2. Изучение геометрических параметров зуба ноги медведки.

3. Разработка конструкций рабочих органов по бионическому подобию сельскохозяйственных машин.

4. Обоснование параметров рабочих органов по бионическому подобию сельскохозяйственных машин.

5. Разработка бионических методов повышения долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин.

6. Повышение надёжности узлов сельскохозяйственных машин на основе бионических сравнений.

7. Экспериментальные исследования рабочих органов по бионическому подобию сельскохозяйственных машин.

Выводы. Предложенная структура и содержание новой учебной дисциплины «Основы бионических исследований» охватывает основные проблемные вопросы, которые предстоит решать магистрам по направлению «Агроинженерия» в своей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Бабицкий Л.Ф. Методика преподавания учебного курса «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Запоріжжя: НВК Інтер-М, 2013. – Вип. 1. – С. 34-40.

3. Бабицкий Л.Ф. Основы бионических исследований: Учебник / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич, И.В. Соболевский. – Симферополь: ЧП «АНТИКВА», 2014. – 328 с.

4. Бабицкий Л.Ф. Разработка комплекса почвообрабатывающих рабочих органов на основе бионики для экологического земледелия / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич, И.В. Соболевский // Международный форум «Крым Hi-Tech – 2014». Сборник тезисов докладов. – Москва, 2014. – С. 106-109.

5. Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели / В.Н. Бинги. – М.: МИЛТА, 2002. – 592 с.

6. Гамбарян П.П. Приспособительные особенности органов движения роющих млекопитающих / П.П. Гамбарян. – Ереван, 1960. – 196 с.

7. Косой В.Д. Инженерная реология биотехнологических сред / В.Д. Косой, Я.И. Виноградов, А.Д. Малышев. – СПб.: ГИОРГ, 2005. – 648 с.

8. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. – М.: Физматлит, 2008. – 184 с.

9. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия / С.В. Петухов. – М.: Наука, 1981. – 240 с.

10. Попов Г.И. Биомеханика: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.И. Попов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 256 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Aruin A. S. Ergonomic biomechanics / A.S. Aruin, V.M. Zaciorskij / М.: Mashinostroenie, 1989. – 256 p.

2. Babitsky L.F. Methods of teaching the training course "Bionic areas of development of agricultural machinery" / L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich // Bulletin of the Ukrainian branch of the International Academy of agrarian education. – Zaporozhye: CDD inter-M, 2013. – Vol. 1. – P. 34-40.

3. Babitsky L.F. Basics of bionic research: Course book / L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich, I.V. Sobolevsky. – Simferopol: PE "ANTIQUA", 2014. – 328 p.

4. Babitsky L.F. Development of a complex of soil-cultivating working bodies on the basis of bionics for organic farming / L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich, I.V. Sobolevsky // Interna-

tional forum "Crimea Hi-Tech – 2014". The book of abstracts. – Moscow, 2014. – P. 106-109.

5. Bingley V.N. Magnetobiology: experiments and models / V.N. Bingley. – M.: MILTA, 2002. – 592 p.

6. Gambaryan P.P. Adaptive features of the movement of burrowing mammals / P.P. Gambaryan. – Yerevan, 1960. – 196 p.

7. Kosoy V.D. Engineering rheology biotechnology materials / Kosoy V.D., J. I. Vinogradov, A.D. Malyshev. – S-Pb.: GIORG, 2005. – 648 p.

8. Kudryashov Y.B. Radiation Biophysics: radiofrequency and microwave electromagnetic radiation / Y.B. Kudryashov, Y.F. Perov, A.B. Rubin. – M.: Fizmatlit, 2008. – 184 p.

9. Petukhov S.V. Biomechanics, bionics and symmetry / S.V. Petukhov. – M.: Nauka, 1981. – 240 p.

10. Popov G.I. Biomechanics: Course book for stud. the high. proc. institutions / G.I. Popov. – M.: Publishing center "Academy", 2007. – 256 p.

STRUCTURE AND CONTENT OF THE NEW DISCIPLINE "BASICS OF BIONIC RESEARCH"

L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich

Summary

The structure and content of the new discipline "Basics of bionic research" are substantiated in the article. It is included into curriculum of tuition of masters in "Agroengineering".

Key words: bionics, biological prototype, content, academic discipline, lecture, laboratory work.

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 631.362.23

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНДУКТИВНОГО
И КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА
В МНОГОЧАННОЙ ЖАРОВНЕ**

Дидур В.А., д.т.н., проф., акад. МААО

Ткаченко В.А., к.т.н., доц.

Ткаченко А.В., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел. +380619440274

e-mail: didurva@mail.ru, tba34@mail.ru

Дидур В.В., к.т.н.

Уманский национальный университет садоводства

г. Умань, Украина

e-mail: didur-vladimir@yandex.ru

Аннотация. Детально описаны реальные процессы, происходящие при влаготепловой обработке мятки в многочанной жаровне. Впервые предложены уравнения тепло- и влагообмена в подвижном контактном слое у горячей поверхности днища чана, обогреваемого тепловым потоком от конденсации глухого пара. При жаренье в многочанной жаровне время контакта мезги с поверхностью обогреваемого днища чана предлагается определять по частоте вращения мешалки (ножей). И при анализе варьировать не частотой вращения мешалки, а временем контакта. При жаренье контактная сушка и нагрев состоят из непрерывно повторяющихся моментов контакта между мяткой и обогреваемым днищем. При создании математической модели вводится плотность потока тепла, создаваемого глухим паром днища чанов. Интенсивный поток пара, образованный в контактном слое, отдаёт своё тепло вы-

шерасположенным и более холодным слоям мятки, частично конденсируясь на них.

В предлагаемой модели влаготепловой обработке в жаровне в отличии от сушки происходит увлажнение и нагреве материала, при которых градиент влагосодержания и температуры направлены в одну сторону – внутрь частиц материала (влажность и температура наружных слоёв частиц в начале процесса значительно больше, чем внутренних). Поэтому потоки влаги, вызываемые влагопроводностью и теплопроводностью, также направлены внутрь частиц.

При применении уравнений тепло- и массопереноса использован способ построения граничных условий, позволяющих получить характеристики, оценивающие движение материала и теплоносителя, которые находятся в различных количественных соотношениях. В первый период влаготепловой обработки мятки в многочанной жаровне впервые был учтен обратный поток теплоносителя.

Полученные результаты позволяют получить математические модели кондуктивного и конвективного тепло- и массопереноса в многочанной жаровне для конкретных семян масличной культуры с выбранной технологией переработки.

Ключевые слова: кондуктивная сушка, конвективная сушка, жаренье, тепло- массоперенос, многочанная жаровня, математическая модель, мятка, мезга.

Постановка проблемы. В многочанной жаровне производится сложный технологический процесс, цель которого вызвать определённые физико-химические изменения мятки и изменения структуры её частей, которые способствуют наилучшему эффекту при извлечении масла. Этот процесс, называемый жареньем, состоит из двух этапов: первый этап увлажнение и быстрое нагревание мятки и пропаривания с доведением мятки до оптимальной для дальнейшей обработки начальной влажности. Вторым этапом – высушивание увлажнённой мятки с созданием оптимальной структуры – с доведением её влажности и температуры до оптимальных для прессования величин. Теплофизическими основами кондиционирования по влажности и температуре являются закономерности массо- (влаго-) и теплопереноса. А.В. Лыков приме-

нил к переносу вещества методы и систему понятий, которые применяются в явлениях переноса тепла, и тем самым заложил основы общей термодинамики переноса, которая рассматривает эти явления в их неразрывной связи, т.е. так как они протекают в действительности. Разработана теория тепло- и массопереноса на базе решения системы нелинейных дифференциальных уравнений при граничных условиях, соответственных постоянным и переменным потенциалам в среде, меняющимся по наперёд заданным законам. Однако теория предназначена для материала и среды, находящейся в неподвижном состоянии [1, 2, 3].

Таким образом, проблемой для создания математической модели кондуктивного и конвективного тепло- и массопереноса в многочанной жаровне является, прежде всего, детальное изучение и математическое описание реального процесса и построение граничных условий, позволяющих получить характеристики, оценивающие движение материала и тепло- влагоносителя, которые находятся в различных количественных соотношениях.

Анализ последних исследований. При жарении мятки в чанных жаровнях тепло одновременно передаётся тремя различными способами: контактным (кондуктивным) при соприкосновении частиц мятки с нагретыми поверхностями жаровен; термоизлучением от обогреваемых стенок жаровен и днища выше-расположенного чана; конвекцией путём теплообмена между паровоздушной средой в жаровне и частицами мятки [4]. В.В.Белобородов дал подробный анализ состояния работ по кондиционированию по влажности и температуре (жаренье) мятки в многочанных жаровнях. В заключение своего анализа автор делает вывод. Жаренье с точки зрения массо- и теплопереноса является сложным процессом. В таком плане оно совершенно не изучалось, и поэтому в настоящее время не представляется возможным дать общие, учитывающие внутренний и внешний массо- и теплоперенос, математические формулировки его закономерностей, даже в критериальной форме.

Изучение процесса кинетики влажного жарения мятки семян подсолнечника показали, что увлажнение занимает 15 – 20% всего времени жарения, сушка 85 – 80% [5]. Согласно проведенным исследованиям [6], установлено, что на скорость процесса сушки оказывают влияния начальная влажность мят-

ки, температура греющей поверхности (давление пара), высота слоя мятки в чане и частота вращения мешалки.

При составлении математических моделей более целесообразно не задавать закон изменения потенциалов в среде, а пользоваться балансовыми уравнениями, непосредственно отражающими изменения потенциалов [7]. Для того, чтобы получить математические модели процессов сушки в условиях непрерывного движения высушиваемого материала и теплоносителя граничные условия составляются с помощью уравнений материального и теплового балансов [8]. На основе составленных балансовых уравнений для потоков, определяются переменные значения потенциалов, от которых зависит скорость процесса. Этим открывается возможность оценки процесса при движении влажных материалами и газовой среды с различными структурами потока среды.

Цель исследования. Целью данной работы является установление закономерностей происходящих при влаготепловой обработке мятки в многочанной жаровне и разработка математической модели для их описания.

Основная часть. В соответствии с технологическим регламентом, инактивацию ферментной системы полученной мятки проводят в шнеке-инактиваторе увлажнением и нагревом в течение 30 – 40 с насыщенным паром до влажности 9,0 – 10,0% и температуры 85 – 90° С.

Из шнека-инактиватора мятка поступает в многочанную жаровню. В верхнем чане жаровни влажность мятки доводят до 13,0 – 13,5%. Увлажнённую мятку подвергают дальнейшей тепловой обработке в самопропаривающихся слоях толщиной 350 – 450 мм с доведением влажности при входе в пресс до 5,0 – 6,0% и температуры 100 – 105° С [9]

Оба этапа жаренья сопровождаются контактным (кондуктивным) нагревом мятки от конденсации глухого пара через днища. Причём, на первом этапе это сопровождается пропариванием мятки, а на втором сушкой без введения дополнительного теплоносителя.

У горячей поверхности днища чана образуется подвижный контактный слой. Поле температур любого слоя мятки в направлении от контактного слоя непрерывно убывает. Распределение влагосодержания в процессе сушки неравномерное

и несимметричное: в контактном слое, прилегающем к горячей поверхности минимальное и увеличивается в направлении от горячей поверхности. Перепад влагосодержания внутри контактного слоя создаётся за счёт парообразования, которое происходит с различной интенсивностью в зависимости от координаты слоя.

Из за большой общей толщины обрабатываемого слоя мятки процесс тепло- и массообмена происходит следующим образом. Влага, испарившаяся за счёт нагрева мятки контактным способом, отдаёт своё тепло вышерасположенным и более холодным слоям мятки, частично конденсируясь на них; это составляет один из важных моментов механизма жарения в чанных жаровнях (самопропаривание).

При жаренье в многочанной жаровне время контакта мезги с поверхностью обогреваемого днища чана определим по частоте вращения мешалки (ножей). И при анализе будем варьировать не частотой вращения мешалки, а временем контакта. При жаренье контактная сушка и нагрев состоят из непрерывно повторяющихся моментов контакта между мяткой и обогреваемым днищем.

Плотность потока тепла, создаваемого глухим паром днища чанов, определим из выражения

$$q_q(\tau) = \frac{D(i - q)}{F} \quad (1)$$

где $q_q(\tau)$ – плотность потока тепла, Вт/м²; D – расход глухого пара, кг/с; i – энтальпия греющего пара, Дж/кг; q – теплосодержание конденсата, Дж/кг; F – площадь днища чана жаровни, м².

В общем случае при наличии переноса влаги распространение тепла в материале осуществляется посредством теплопроводности и путём переноса его паром и влагой, т.е.

$$q_q(\tau) = \lambda \partial t / \partial n + h_p j_p + h_{вл} j_{вл}, \quad (2)$$

где λ_q – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); h – удельная энтальпия, Дж/кг; индекс «п» обозначает пар, а

индекс «вл» – влаги; n – направление нормали к поверхности тела (в нашем случае $n = x$); j_n – плотность потока влаги, кг/(м²·с) (интенсивность).

Это уравнение использовалось в качестве расчётного соотношения при анализе полей температур в первом периоде.

Можно пренебречь величиной плотности потока тепла, переносимого жидкостью.

Тогда будем иметь плотность потока пара:

$$j_n = \frac{\frac{D(i-q)}{F} + \lambda \partial t / \partial n}{h_n}. \quad (3)$$

По соотношению (3) можно вычислить плотность потока пара в сечениях материала, расположенных вблизи греющих поверхностей.

Основное уравнение тепло и влагообмена для контактной сушки на греющей поверхности имеет вид [10]:

$$\lambda_3 (\nabla t)_{\text{гр}} + c \rho_o R_v \frac{dt}{d\tau} + rj + \alpha_q (t_n - t_c) = 0, \quad (4)$$

где λ_3 – эквивалентный коэффициент теплопроводности, учитывающий и перенос тепла паром, Вт/(м·К); $\nabla t_{\text{гр}}$ – температурный градиент внутри материала на границе соприкосновения с нагретой поверхностью, К⁰/м; ∇ – оператор Гамильтона; R_v – отношение объёма тела к его поверхности; ρ_o – плотность сухого тела; Γ – удельная теплота испарения, Дж/кг; $j_{\text{вл}}$ – плотность потока влаги, кг/(м²·с); α_q – коэффициент теплообмена (теплоотдачи), Вт/(м²·К); R_v – отношение объёма тела к его поверхности, м. Индекс «п» обозначает поверхность материала, а «с» – окружающую среду.

Для первого периода сушки уравнение (4) можно упростить. Потеря тепла в окружающую среду мала по сравнению с теплом, затрачиваемым на испарение. Поэтому приближённо можно написать:

$$q = -\lambda_{\text{в}} (\nabla t)_{\text{гп}} = rj. \quad (5)$$

Таким образом, по величине $\lambda_{\text{в}}$ и $(\nabla t)_{\text{гп}}$ можно определить плотность потоков тепла q и влаги $j_{\text{вл}}$.

Температурный градиент внутри материала вблизи греющей поверхности благодаря малой толщине контактного слоя $h_{\text{к}}$ можно определить по соотношению

$$-(\nabla t)_{\text{гп}} = \frac{t_{\text{гп}} - t_{\text{к}}}{h_{\text{к}}}. \quad (6)$$

Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$q_{\text{п}}(\tau) = q_{\text{т}} + q_{\text{к}} = r\rho_{\text{о}}R_{\text{в}} \frac{d\bar{u}}{d\tau}(1 + Rb), \quad (7)$$

где индексы «т» и «к» обозначают соответственно передачу тепла теплопроводностью и конвекцией.

С теплофизической точки зрения принципиальное различие между первым и вторым этапами «влажного» жаренья состоит в следующем. При увлажнении и нагреве материала градиент влагосодержания и температуры направлены в одну сторону – внутрь частиц материала (влажность и температура наружных слоёв частиц в начале процесса значительно больше, чем внутренних). Поэтому потоки влаги, вызываемые влаготеплопроводностью и теплопроводностью, также направлены внутрь частиц – происходит увлажнение и прогрев внутренних слоёв частиц. Одновременно начинает испаряться часть влаги наружных слоёв частиц. Совокупность этих явлений приводит к тому, что знак градиента влагосодержания меняется на обратный – влажность внутренних слоёв частиц становится больше влажности наружных.

Внутренний тепло- и массообмен, происходящий при влаготепловой обработке мятки в чане можно количественно описать с помощью системы дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса, предложенной А.В. Лыковым, которая

при отсутствии градиента общего давления представляется в таком виде:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_r \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{\Gamma}{r} \frac{\partial t}{\partial r} \right) + \frac{\varepsilon r_c}{c} \frac{\partial U}{\partial \tau}; \quad (8)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a_m \left(\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{\Gamma}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) + a_m \delta \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{\Gamma}{r} \frac{\partial t}{\partial r} \right). \quad (9)$$

где: t – текущая температура материала в данной точке, К; τ – время, с; r – текущий линейный размер материала, м; Γ – фактор формы (для неограниченной пластины $\Gamma = 0$, для неограниченного цилиндра $\Gamma = 1$, для шара $\Gamma = 2$); ε – критерий фазового перехода; r_c – скрытая теплота испарения, Дж/кг; U – текущее влагосодержание материала в данной точке, кг/кг сухого материала; a_m – коэффициент диффузии влаги, м²/с; δ – коэффициент термовлагопроводности, 1/К⁰; a_r – коэффициент температуропроводности, м²/с; $a_r = \lambda / c \rho_0$; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К⁰); c – теплоёмкость материала, Дж/(кг·К⁰); ρ_0 – плотность абсолютно сухого тела, кг/м³.

Система уравнений (8, 9) определяет нестационарные поля температур и концентраций во влажном материале в зависимости от состояния на границах. В качестве одного граничного условия используем условие симметрии

$$\left(\frac{\partial U}{\partial r} \right)_{r=0} = \left(\frac{\partial t}{\partial r} \right)_{r=0} = 0. \quad (10)$$

Для определения вторых граничных условий, позволяющих получить характеристики, оценивающие движение материала и теплоносителя, которые находятся в различных количественных соотношениях, воспользуемся методикой предложенной З.Ю. Мазяк. В работе [8] эта методика использовалась для сушки, мы используем её для увлажнения.

На первом этапе влажного типа жарения наряду с контактным нагревом в чанах жаровен большое количество тепла передаётся непосредственно острым увлажнённым паром.

Граничные условия для процесса увлажнения на границе влажный материал – среда представляются в виде балансовых уравнений:

поток массы j в материале за счёт диффузии

$$j = a_m \rho_0 \nabla U \quad (11)$$

и с учётом явления термодиффузии

$$j = a_m \rho_0 (\nabla U + \delta \nabla t); \quad (12)$$

При увлажнении поток массы j с теплоносителя (со среды) к поверхности материала представляется с помощью формулы Дальтона

$$j = B(P_c - P_s); \quad (13)$$

где B – коэффициент испарения, кг/(Н·с); P_s – упругость насыщенных паров при данной температуре, Н/м²; P_c – упругость паров в среде, Н/м².

Плотность потока тепла, создаваемого глухим паром днища чанов жаровни, определяется из выражения (1).

Первый этап - увлажнение и быстрое нагревание мятки и пропаривания с доведением мятки до оптимальной для дальнейшей обработки начальной влажности.

Уравнения материального баланса. Для прамоточного движения мятки в первом чане жаровни материальный баланс запишем

$$G(W - W_1) = V(x_0 - x) \quad (14)$$

где G – расход сухого жирного вещества мятки, кг сухого материала/с; V – расход теплоносителя, кг сухого теплоносителя/с; W, W_0, W_1 – текущее, начальное и полученное после внесения воды в мятку среднее по объёму влагосодержание

материала, кг/кг сухого материала; X_o – влагосодержание теплоносителя на входе в зону, кг/кг сухого теплоносителя; x – текущее влагосодержание теплоносителя, кг/кг сухого теплоносителя; $\alpha = \frac{V}{G}$ – удельный расход теплоносителя.

$$x = x_o - \frac{1}{\alpha}(W - W_1). \quad (15)$$

Влагосодержание газовой среды равно [11]

$$x = A \frac{\varphi_T P_s}{P - \varphi_T P_s} \quad (16)$$

где $A = R_T / R_{II}$, R_T, R_{II} – газовые константы (если теплоноситель воздух $A = 0,622$); P – общее давление, Н/м²; φ_T – относительная влажность теплоносителя, $\varphi_T = P_c / P_s$.

На основании уравнений (15) и (16) для прямоточного движения получаем

$$\varphi_T P_s = \frac{P \left(x_o + \frac{W - W_1}{\alpha} \right)}{A + x_o + \frac{W - W_1}{\alpha}}. \quad (17)$$

Уравнение (17) является нелинейным. Однако его можно представить с незначительной потерей точности как линейное

$$\varphi_T P_s = \frac{P \left(x_o + \frac{W - W_1}{\alpha} \right)}{A}. \quad (18)$$

поскольку согласно [11] в знаменателе формулы (17) величина A значительно больше остальной части, т.е.

$$A \gg \frac{W - W_1}{\alpha} + x_o \quad (19)$$

Балансовое уравнение на границе по потоку влаги на основании (11) и (18) для прямого движения представим

$$a_m \rho_o \left(\frac{\partial U}{\partial r} \right)_n = BP_c \left[1 - \frac{AP_s \alpha}{\Pi(\alpha x_o + W - W_1)} \right]; \quad (20)$$

где индекс Π обозначает поверхность.

Балансовое уравнение на границе по потоку влаги на основании уравнений (12), (18) для прямого движения с учётом термодиффузии представим

$$a_m \rho_o \left[\left(\frac{\partial U}{\partial r} \right)_n + \delta \left(\frac{\partial t}{\partial r} \right)_n \right] = BP_c \left[1 - \frac{AP_s \alpha}{\Pi(\alpha x_o + W - W_1)} \right]; \quad (21)$$

Уравнения теплового баланса. Балансовые уравнения по тепловому потоку в общем виде можно представить так:

$$\alpha_T (t_T - t_n) + \frac{D}{F} (i - q) = \lambda \left(\frac{dt}{dr} \right)_n + (1 - \varepsilon) r_c j, \quad (22)$$

где температура теплоносителя t_T — величина переменная, которая изменяется в зависимости от того, сколько тепла расходует теплоноситель на нагрев материала и испарения влаги.

Количество тепла, которое оставляет теплоноситель и глухой пар днища чана в жаровне при прямом движении

$$Vc_T (t_{T,n} - t_T) + \frac{D}{F} (i - q) = (1 + Rb) r_c \Delta W \quad (23)$$

или

$$t_T = t_{T,n} + \frac{D}{FVc_T} (i - q) - \frac{(1 + Rb) r_c \Delta W}{\alpha c_T}. \quad (24)$$

где α_T — коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$; t_T — текущая температура теплоносителя, град; $t_{T,n}$ — начальная температура на входе в зону; $t_{T,k}$ — конечная температура тепло-

носителя на выходе из зоны; C_T – теплоёмкость теплоносителя, Дж/кг·град; D – расход глухого пара, кг/с; i – энтальпия греющего пара, Дж/кг; q – теплосодержание конденсата, Дж/кг; r_c – скрытая теплота испарения, Дж/кг.

Балансовое уравнение по тепловому потоку на границе в условиях идеального вытеснения из уравнений (13), (15), (18), (22), (24) для проточного движения получим

$$\alpha_T \left[t_{T.H} - \frac{(1 + Rb)r_c(W - W_1)}{\alpha C_T} + \frac{D}{FV C_T}(i - q) - t_n \right] = \lambda \left(\frac{\partial t}{\partial r} \right)_n + (1 - \varepsilon)r_c B P_c \left[1 - \frac{A P_s \alpha}{\Pi(\alpha x_o + W - W_1)} \right]; \quad (25)$$

Уравнение (20) соответствует граничным условиям в случае, если теплоноситель перемещается в режиме идеального вытеснения [12, 13]. Однако в реальных условиях газовая среда движется зачастую в режиме, значительно отличающемся от режима идеального вытеснения, поскольку заметно проявляется обратное перемешивание [14].

С учётом обратного потока теплоносителя уравнение материального баланса примет вид

$$G(W - W_1) + V(x - x^*) + \rho f D_L \left[\left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dx}{dl} \right] = 0 \quad (26)$$

или

$$x = x^* + \frac{1}{\alpha}(W - W_1) - \frac{D_L}{U_T} \left[\left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dx}{dl} \right]. \quad (27)$$

$$x^* = x_o + \frac{D_L}{U_T} \left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0}. \quad (28)$$

где $\rho f D_L \left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0}$ – член балансового уравнения, учитывающий интенсивность обратного перемешивания теплоно-

сителя [14]; ρ – плотность теплоносителя, кг/м³; f – живое сечение аппарата, м²; D_L – коэффициент обратного перемешивания, м²/с; l – длина аппарата текущая, м; U_T – скорость теплоносителя.

Балансовое уравнение на границе по потоку влаги с учётом обратного перемешивания для проточного движения на основании уравнений (11), (13), (18), (27) принимает вид

$$\begin{aligned} a_m \rho_o \left(\frac{\partial U}{\partial r} \right)_n = \\ = BP_c \left[1 - \frac{AP_s}{\Pi} \left\{ x^* + \frac{1}{\alpha} (W - W_1) - \frac{D_L}{U_T} \left[\left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dx}{dl} \right] \right\}^{-1} \right]; \end{aligned} \quad (29)$$

Балансовое уравнение на границе по потоку влаги с учётом явления термодиффузии и обратного перемешивания при проточном движении из уравнений (12), (13), (18), (27) получим

$$\begin{aligned} a_m \rho_o \left[\left(\frac{\partial U}{\partial r} \right)_n + \delta \left(\frac{\partial t}{\partial r} \right)_n \right] = \\ = BP_c \left[1 - \frac{AP_s}{\Pi} \left\{ x^* + \frac{1}{\alpha} (W - W_1) - \frac{D_L}{U_T} \left[\left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dx}{dl} \right] \right\}^{-1} \right]; \end{aligned} \quad (30)$$

Уравнение (25) соответствует граничным условиям, когда теплоноситель движется в режиме идеального вытеснения.

При наличии обратного перемешивания балансовое уравнение по тепловому потоку на границе можно составить с помощью схемы (рис.1)

На основании рис.1 получаем

$$\begin{aligned} Vc_T (t_T^* - t_T) + \frac{D}{F} (i - q) - (1 + Rb) Gr_c (W - W_1) - \\ - \rho f c_T D_L \left\{ \left(\frac{dt_T}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dt_T}{dl} \right\} = 0. \end{aligned} \quad (31)$$

или

$$t_T = t_T^* + \frac{D}{FVC_T}(i - q) - \frac{(1 + Rb)r_c(W - W_1)}{\alpha c_T} - \frac{D_L}{u_T} \left[\left(\frac{dt_T}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dt_T}{dl} \right], \quad (32)$$

где

$$t_T^* = t_{T.H} + \frac{D_L}{u_T} \left(\frac{dt_T}{dl} \right)_{l=0}. \quad (33)$$

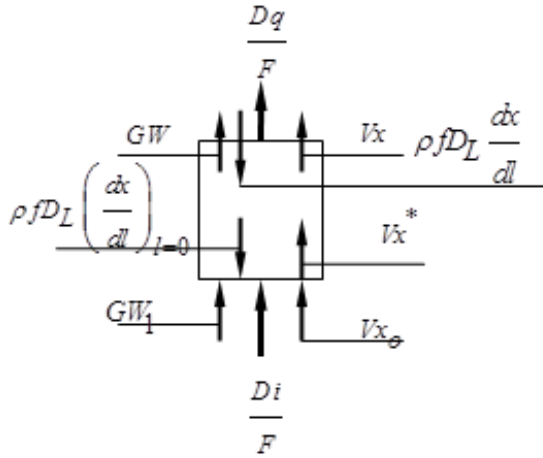


Рисунок 1 – Схема массовых потоков при прямоточном движении

Балансовое уравнение по тепловому потоку на границе с учётом обратного перемешивания на основании уравнений (13), (18), (22), (24), (32) для прямоточного движения получим:

$$\begin{aligned} & \alpha_T \left\{ t_T^* + \frac{D}{FVC_T}(i - q) - \frac{(1 + Rb)r_c(W - W_1)}{\alpha c_T} - \frac{D_L}{u_T} \left[\left(\frac{dt_T}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dt_T}{dl} \right] - t_n \right\} = \\ & = (1 - \varepsilon)r_c BP_c + \left[1 - \frac{AP_s}{\Pi} \left\{ x^* + \frac{1}{\alpha}(W - W_1) - \frac{D_L}{U_T} \left[\left(\frac{dx}{dl} \right)_{l=0} - \frac{dx}{dl} \right] \right\}^{-1} \right] \quad (34) \\ & + \lambda \left(\frac{dt}{dr} \right)_n; \end{aligned}$$

Полученные результаты позволяют составить дифференциальные уравнения тепло- и влагопереноса (8) и (9) при

соответствующим образом выбранных краевых условиях и получить математические модели кондуктивного и конвективного тепло- и массопереноса в многочанной жаровне для конкретных семян масличной культуры с выбранной технологией переработки. Для численного решения полученной системы целесообразно произвести замену производных их конечными разностями. При решении системы уравнений тепло- и массопереноса возможно использовать неявную схему и метод прогонки, которые в ряде случаев предпочтительнее [15].

Выводы.

1. Детально изучены и описаны реальные процессы, происходящие при влаготепловой обработке мятки в многочанной жаровне. Впервые предложены уравнения тепло- и влагообмена в подвижном контактном слое у горячей поверхности днища чана, обогреваемого тепловым потоком от конденсации глухого пара. Интенсивный поток пара, образованный в контактном слое, отдаёт своё тепло вышерасположенным и более холодным слоям мятки, частично конденсируясь на них. Использован способ построения граничных условий, позволяющих получить характеристики, оценивающие движение материала и теплоносителя, которые находятся в различных количественных соотношениях.

2. Полученные результаты позволяют получить математические модели кондуктивного и конвективного тепло- и массопереноса в многочанной жаровне для конкретных семян масличной культуры с выбранной технологией переработки.

3. Найденные граничные условия из материальных и тепловых балансовых уравнений позволяют решить численным способом дифференциальные уравнения тепло- и влагопереноса и получить характеристики, оценивающие движение материала и тепло- влагоносителя, которые находятся в различных количественных соотношениях. Это в конечном итоге приведёт к повышению эффективности производства и качества продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А.В. Теория переноса энергии и вещества / А. Лыков, Ю. Михайлов. – Минск АН БССР, 1959. – 330 с.
2. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса /А . Лыков, Ю. Михайлов. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 535 с.

3. Эккерд Э.Р. Теория тепло- и массообмена / Эккерд Э.Р., Дрейк Р.М. – М.: Госэнергоиздат, 1961.

4. Белобородов В.В. Основы процессов производства растительных масел / В.В. Белобородов – М.: Пищевая промышленность, 1966 – 478 с.

5. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов [2-е изд. перер. и доп.] – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 239 с.

6. Масликов В.А. Кинетика жарения подсолнечной мятки / В.А. Масликов, С.Г. Тарасов. – Известия вузов. Пищевая технология, 1965, №2, с.147.

7. Аксельруд Г.А. Теория диффузионного извлечения веществ из пористых тел / Аксельруд Г.А. – Львов, 1959.

8. Мазяк З. Ю. Тепло- и массоперенос в пористых телах при переменных потенциалах в среде / Мазяк З.Ю. – Львов: Вища школа, Изд во при Львовском ун-те, 1979. – 120 с

9. Дидур В.А. Технология переработки семян клещевины на малотоннажных предприятиях / В.А. Дидур, В.А. Ткаченко // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 2. – Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2014. – С. 21-36.

10. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

11. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин – М.: Химия, 1971 – 750 с.

12. Аксельруд Г.А. Массообмен в системе твёрдое тело – жидкость / Аксельруд Г.А. – Львов, 1970. – 187 с.

13. Бояринов А.И. Методы оптимизации в химической технологии. Изд. 2-е / Бояринов А.И., Кафаров В.В. – М.: Химия, 1975 – 576 с

14. Аэров М.Э. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем / Аэров М.Э., Тодес О.М. – Л.: 1968 – 610 с.

15. Демидович Б. П. Численные методы анализа / Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. – М.: Наука, 1967. – 368 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Likov A.V. The theory of carrying over of energy and substance / A. Likov, J. Michaylov. – Minsk AN BSSR, 1959. – 330 s.

2. Likov A.V. The theory warmly - and masso - carrying over // A. Likov, J. Michaylov – M. – L.: Publishing house energy, 1963 – 535 s.

3. Ekkerd E. P. The theory warmly - and masso an exchange / Ek10kerd E. P., Dreyk R. M. – M: Publishing house energy, 1961.

4. Beloborodov V. V. The food-processing industry /V. V. Beloborodov – M: The food-processing industry, 1966. – 478 s.

5. Maslikov V. A. The process equipment of manufacture of vegetable oils /V. A. Maslikov – M.: The food-processing industry, 1974. – 239 s.

6. Maslikov V. A. Processing the crushed seeds sunflower /V. A. Maslikov, S. G. Tarasov. – News of institutes. Food technology, 1965, №2, – S 147.

7. Akselrud G. A. The theory extraction of substances from porous bodies a diffusion method / Akselrud G. A. – Lvov, 1959.

8. Mazjak Z. Heat- and masso carrying over to porous bodies at variable potentials in the environment / Mazjak Z – Lvov: The higher school, 1979. – 120 s.

9. Didur V. A. Technology of processing of seeds Ricinus at the enterprises of small productivity / Didur V. A., Tkachenko V. A. // The bulletin of the Ukrainian branch of the International academy of agrarian formation – Rel. 2/ - Melitopol: The document-service, 2014/ - S. 21-36.

10. Likov A. V. The drying theory /Likov A. V. – M.: Energy, 1968. – 472 s.

11. Kasatkin A. G. The basic processes and devices of chemical technology /A. G. Kasatkin – M.: Chemistry, 1971. – 750 s.

12. Akselrud G. A. Macco an exchange in system a firm body - a liquid / Akselrud G. A. – Lvov: The Lvov university, 1970. – 187 s.

13. Bojarinov A. I. Optimisation methods in chemical technology / Bojarinov A. I. – Lvov: Chemistry, 1975. – 576 s.

14. Aerov M. E. Hydraulic and thermal bases of work of devices with stationary and boiling a granular layer / Aerov M. E., Todes O. M. – L.: 1968. – 610 s.

15. Demidovich B. P. Numerical methods of the analysis / Demidovich B. P., Maron I.A., Schuvalova E. Z. – M.: Science, 1967. – 368 s.

MATHEMATICAL MODEL OF CONDUCTIVE AND CONVECTIVE HEAT AND MASS TRANSFER IN A MULTIVAT BRAZIER

V. A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V. Tkachenko, V.V. Didur

Summary

The real processes occurring during hydrothermal treatment of wrinkled seeds in a multivat brazier are described in detail. The authors suggest the equations of heat and moisture transfer in the mobile contact layer at a hot surface of the tub bottom warmed by a thermal stream from deaf steam condensation. While frying in multivat brazier, contact time of the crushed seeds with a surface of the warmed bottom of a tub can be defined from the frequency of a mixer (knives). And in the analyses it is necessary to vary not the frequency of the mixer rotation, but the contact time. In the process of frying, contact drying and heating consist of continuously repeating moments of contact between the crushed seeds and the warmed bottom. In creation of mathematical model the density of a heat stream created by the deaf steam of the vat bottom is entered. The intensive steam stream formed in a contact layer, gives its warmth to the colder crashed seeds layers, being partially condensed on them.

In the suggested model of hydro-thermal processing in a brazier, unlike drying, there is a humidifying and heating of the material at which moisture content and temperature gradient are directed to one side – inside material particles (humidity and temperature of external layers of particles in the beginning of the process is much more, than internal). Therefore the streams of moisture caused by conductivity of a moisture and warmth conductivity, also are directed inside the particles.

The results allow receiving mathematical models of conductive and convective heat and mass transfer in multivat brazier for particular seeds of olive culture with the chosen technology of processing.

Key words: conductive drying, convective drying, frying, heat and mass transfer, multivat brazier, mathematical model, crushed seeds, marc.

УДК 631.58; 631.51

**СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ -
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ
(семинар ученых Слобожанщины)**

Мельник В.И., д.т.н., проф.

Пастухов В.И., д.т.н., проф., акад. МААО

Бакум Н.В., к.т.н., проф.

Лукьяненко В.М., к.т.н., доц.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко

г. Харьков, Украина

e-mail: victor_melnik@ukr.net, pastukhov@list.ru

Витанов А.Д., д.с.х.н., проф.

Институт овощеводства и бахчеводства НААН Украины

г. Харьков, Украина

e-mail: ovoch.iob@gmail.com

Писаренко В.Н., д.с.х.н., проф.

Полтавская государственная аграрная академия

г. Полтава, Украина

e-mail: kaf.ekol.pdaa@mail.ru

Гноевой И.В., д.с.х.н., проф.

Харьковская государственная зооветеринарная академия

г. Харьков, Украина

e-mail: igor1810-1965-5555@rambler.ru

Жмурко В.В., д.б.н., проф.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

e-mail: v_zhmurko@mail.ru

Соловей В.Б., к.с.х.н., с.н.с.

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского» НААН Украины

г. Харьков, Украина

e-mail: gruntopokrov@ukr.net

Аннотация. Отставание в аграрном секторе Украины, в частности, обусловлено ограниченностью материально-технических и финансовых ресурсов, которые доступны профильным учебным, научным и конструкторским учреждениям. Ре-

шить проблему отставания можно, если сосредоточиться на технико-технологическом будущем. Реализация стратегии опережения требует прогнозирования всех аспектов развития агропромышленного комплекса на несколько десятилетий вперед. Можно утверждать, что следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе — система земледелия Rot-Mix, основанная на использовании севооборотов между смешанными посевами. Осуществление стратегии опережения возможно, если есть такие технико-технологические направления, которые удовлетворяют условие пролонгированной актуальности, т.е. такие, в решении которых производственники заинтересованы уже сейчас, но которые в полной мере будут востребованы в будущем. Таким условиям в максимальной степени отвечает потребность в технико-технологическом обеспечении совместных посевов кукурузы и сои по схеме «рядок в рядок». В первую очередь это касается посевных машин. Актуальной остается подзадача согласования пар сортов между собой. Причем для каждой зоны должны быть подобраны пары раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых сортов. Одной из подзадач, удовлетворяющей условию пролонгированной актуальности, является согласование темпов роста совместно выращиваемых культур. Работы над совершенствованием технологий выращивания картофеля под мульчирующим слоем соломы могут и должны послужить локомотивом по внедрению полосовых технологий в растениеводстве. Успешная реализация стратегии опережения на основе разработки технико-технологического обеспечения системы земледелия Mix-Cropp требует согласования действий исследователей, конструкторов, заводчан и хозяйственников.

Ключевые слова: прогноз, смешанный посев, взаимодействие видов, кукуруза, соя, картофель, овощные культуры, посев, уход за посевами, уборка, силосование, кормление.

Постановка проблемы. В 2015 году ученые Харьковского национального технического университета им. П.Василенко на базе кафедры сельскохозяйственных машин и лаборатории инженерии природопользования провели серию семинаров по проблеме: «Эволюция систем земледелия — взгляд в будущее» [1] На последнем

заседании на тему «Смешанные посевы эффективность и перспективы» присутствовали ученые (биологи, агрономы, инженеры, зоотехники, почвоведы) из высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов региона.

Государственное финансирование остается недостаточным. Сейчас многие исследования зачастую выполняют за счет самих соискателей научных степеней. Все это приводит к существенному замедлению темпов научных исследований и, как следствие, к моральному устареванию их результатов еще до начала попыток внедрения в производство. В связи с изложенным возник замысел сконцентрировать научные исследования на таких направлениях, которые будут востребованы не сейчас, а в несколько отдаленной перспективе. Так возникла формула: «технологическое завтра» проживем на том заделе, какой есть, а все ресурсы и научные исследования направим на «технологическое послезавтра». Предлагаемая стратегия опережения обеспечивает два преимущества. Во-первых, появляется возможность сэкономить ресурсы и, во-вторых, удастся получить временную фору.

Слабым местом обозначенной стратегии опережения является необходимость в точном прогнозе в отношении того, каким должно быть «технологическое послезавтра». Кроме того такая стратегия не может быть реализована в одиночку. Необходима согласованная совместная работа многих разноплановых ученых (биологов, агрономов, зоотехников, почвоведов, овощеводов, инженеров-технологов, инженеров-механиков и др.), которые верят и в прогноз, и в предлагаемую стратегию.

Анализ последних исследований. Среди ученых, активно поддерживающих стратегию «технологического послезавтра» можно выделить участников семинара: Пастухова В.И., Мельника В.И., Витанова А.Д., Писаренко В.М., Гноевого И.В., Жмурко В.В., Бакума Н.В., Лукьяненко В.В и др.

Цель исследования — определение и обоснование перспективных направлений реализации механизированных технологий растениеводства в системе смешанных посевов.

Основная часть. Мельник В.И. отмечает, что поскольку эволюция всего материального (живого и не живого, вообще, и сложных технологических систем, в частности) подчинена законам диалектики [2], то, на первый взгляд, представляется логичным использовать для прогнозирования общие законы

диалектики и, в частности, известное графическое представление действия этих законов в виде диалектической спирали. Такой подход объективен, но не эффективен, в виду избыточного уровня обобщения, не позволяющего, не упустив перспективу, сконцентрироваться на частностях. Рациональным инструментом для решения обозначенной задачи прогнозирования является теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [3].

В данном случае ТРИЗ можно считать техническим приложением диалектики. В соответствии с положениями ТРИЗ, развитие технологической системы происходит согласно законам «развертывания-свертывания» (РВ-СВ), которые выполняются независимо для каждого из параметров системы. Это означает, что каждый признак технологической системы (не только тот, который оставлен к рассмотрению выше) сначала проходит фазу роста интенсивности проявления (развертывания (РВ)), затем доходит до своего пикового проявления и далее переходит к фазе угасания степени проявления (этап свертывания (СВ)), вплоть до минимального, в ряде случаев, нулевого уровня проявления. Затем цикл РВ-СВ повторяется или признак обнуляется, перманентно убывая по интенсивности проявления и растягиваясь во времени в бесконечность. Для различных признаков циклы РВ-СВ не совпадают ни по начальной фазе, ни по амплитуде, ни по длине волны. Рассмотрим рис. 1, на котором представлены графики РВ-СВ для четырех перечисленных выше показателей, характеризующих этапы развития систем земледелия.

Ось абсцисс, как обычно, отображает течение времени. Вдоль нее в хронологическом порядке перечислены известные этапы эволюции систем земледелия: собирательство, посев в лунки; обработка почвы сохой, появление отвальной вспашки, отвальная система земледелия (ОСЗ), безотвальная система земледелия (БСЗ), система земледелия Mini-Till, система земледелия на основе нулевой обработки почвы No-Till, зарождающаяся сегодня система земледелия на основе полосовой обработки почвы Strip-Till и далее в будущее. На оси ординат перечислены признаки, принятые к рассмотрению. Их интенсивность проявления пропорциональна положению точки на графике по высоте. Чем выше положение точки, тем больше степень проявления признака. Теоретические закономерности следования цепочки циклов РВ-СВ на (рис. 1) проиллюстрированы строкой под названием «В теории».

За много лет по интенсивности механического воздействия на почву системы земледелия прошли полный цикл РВ-СВ от посева зерновых в лунки под «палку-копалку» до современных технологий No-Till [7 – 10].

Доказательством начала нового цикла является появление технологии полосового земледелия Strip-Till [11] и проявление к ней значительного интереса со стороны ученых и практиков. Эту технологию называют многообещающей и считают, что она соединяет в себе преимущества No-Till и традиционной обработки почвы [12, 13]. С позиций интенсивности использования химических методов борьбы с сорняками (второй признак) современное земледелие скорее всего находится в финальной стадии РВ и далее должно последовать послабление.

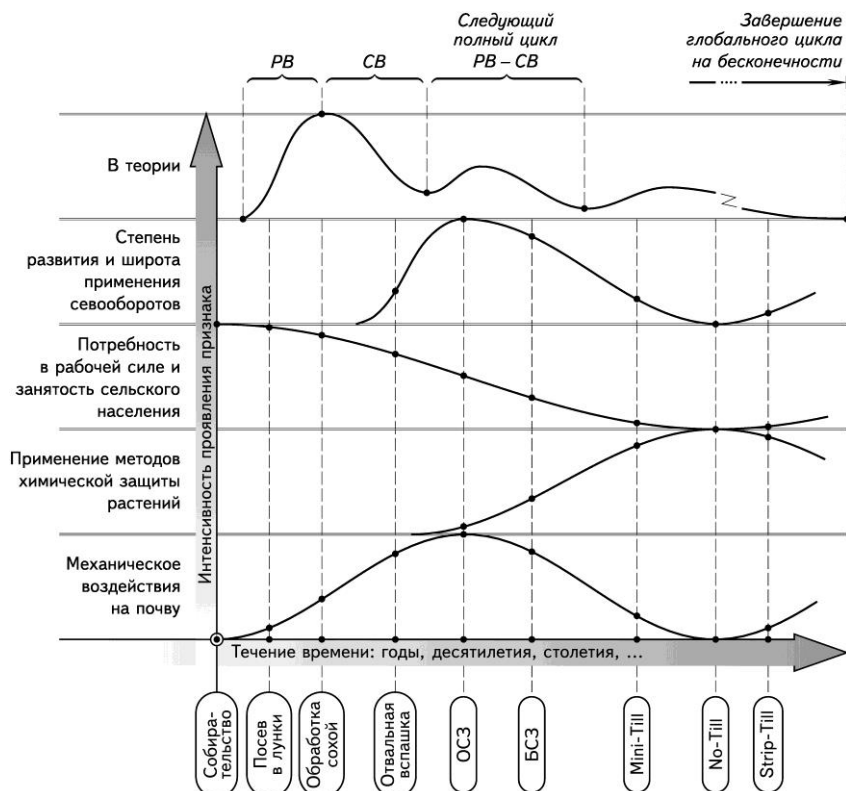


Рисунок 1 - Графики «развертывания-свертывания» для четырех показателей, характеризующих этапы развития систем земледелия

В противофазе с интенсивностью химизации находится потребность растениеводства в рабочей силе (третий признак). Если интенсивность химизации – на пике, то занятость сельского населения – на минимуме. Т.е. по признаку потребности в трудовых ресурсах эволюция систем земледелия прошла период СВ и сейчас находится в самой социально острой (в первую очередь для постсоветских стран) фазе. Далее последует начало нового периода РВ, предполагающего рост потребности в трудовых ресурсах и, соответственно, уменьшение социальных проблем на селе. Весьма важным также является завершение цикла развития (периода РВ-СВ) систем земледелия с позиций обоснованности, разнообразия и широты применения севооборотов (четвертый признак). Пик такого периода приходится на советское земледелие. Современные аграрии оптимизируют свои действия на максимум прибыли уже сейчас, о далеком будущем они задумываются мало. Наше государство такую тенденцию пытается корректировать [14], но объективный процесс эволюции земледелия можно изменить только по скорости течения, интенсивности проявления и широте применения, но нельзя отменить этапы целиком, перепрыгнуть через нежелательное.

По итогам построения графиков циклов РВ-СВ мы обнаруживаем ряд закономерностей. Система земледелия, которая придет на смену Strip-Till, должна удовлетворить следующим тенденциям: 1) интенсивность механического воздействия на почву увеличится; 2) интенсивность и широта использования химических методов защиты растений уменьшится; 3) потребность в рабочей силе и обеспечение занятости сельского населения увеличится; 4) степень развития и широта применения севооборотов — увеличится.

Чтобы понять какая система земледелия придет на смену Strip-Till, необходимо сгенерировать (просчитать, придумать) такую систему земледелия, которая удовлетворит всем обозначенным выше тенденциям. Такие действия лучше всего осуществить, применив специально разработанную экспертную систему, написанную на безалгоритмическом языке программирования Prolog [15].

В итоге получаем, что описанным выше тенденциям удовлетворит появление, становление и далее широкое распространение смешанных (комбинированных) посевов, ко-

торые составят основу следующей системы земледелия — Mix-Strip. Дальнейшим этапом развития станет Rot-Mix — земледелие в системе севооборотов между смешанными (комбинированными) посевами.

Комбинирование посевов может выполняться как по площади, когда на одном и том же поле в пределах дальности развития корневых систем одновременно произрастают несколько видов полезных растений (чередуются, в рядах, между рядами или полосами [16, 17]), так и во времени, когда в течение одного и того же сезона сельскохозяйственные культуры несколько раз сменяют друг друга [18].

О предпосылках для такого развития земледелия ранее уже было сказано в процессе анализа рис. 1. Приведем еще и наличие предварительного опыта. Наши деды и прадеды на своих крестьянских усадьбах считали нормой выращивание свеклы (тогда в основном кормовой) в междурядьях картофеля. Фасоль сеяли в одну лунку с кукурузой и т.д.. Сейчас в агрономической науке есть серьезный задел в отношении совместного выращивания многих культур [19 – 22]. В накоплении такого опыта весьма важную роль играют исследования по использованию промежуточных посевов, занимающих поле в свободный от основной культуры период, или послеуборочные посевы сидеральных культур [18, 23, 24]. На повестке дня — решение соответствующих инженерно-технологических задач.

В этом направлении задел существенно меньше [25]. Но часть задач все же решена. Так многие сеялки, на самом деле, являются универсальными и могут сеять различные культуры. Незначительные их переделки позволят уже сейчас параллельно высевать несколько культур одновременно. Уже упоминавшуюся технологию Strip-Till в рассматриваемом контексте следует понимать, как предваряющий шаг к дифференциации обработки почвы под смешанные посевы.

Локальное внесение удобрений и гербицидов [26] на сегодняшний момент выгодно вписывается в контекст обозначенных тенденций как с позиций полосовой обработки почвы, так и с позиций грядущего спада интереса к сплошным химическим обработкам посевов.

Не следует думать, что реализация смешанных посевов обязательно приведет к усложнению технологий. Например, воз-

дельвание огурца в посевах кукурузы, наоборот, дает редкий шанс полной роботизации процесса его уборки, к тому же это известная патентованная технология. Междурадьё свободны для перемещения робота. Плоды хорошо видны на просвет (путем оценки разности диэлектрической проницаемости среды). Как отмечает Витанов А.Д., указанная технология с точки зрения воздействия на кукурузу — не меняет её урожайность. Урожайность огурца, напротив, будет снижаться. Но если учесть и соотнести между собой площади посевов кукурузы и огурца, то становится ясным, что нет проблемы с увеличением площади посевов огурца совместно с кукурузой. Это перспективное направление, которое может кардинальным образом изменить технологию возделывания огурца, практически никак не затронув продуктивность кукурузы. Одна из сопутствующих проблем, которая тут возникает — разработка методов согласования темпов прорастания и нарастания массы совместно выращиваемых культур.

Витанов А.Д. рассмотрел вопрос перехода от чрезмерной интенсификации к научно-обоснованной биологизации, т.е. к методам органического земледелия, которое в Европе принято называть «альтернативным земледелием». Цели органического производства и переработки следующие:

- 1) производство в достаточном объеме высококачественных пищевых продуктов;
- 2) как минимум сохранение, а в идеале повышение плодородия почвы;
- 3) сохранение окружающей среды;
- 4) энергосбережение.

Средние темпы роста мирового рынка органической продукции составляют 10-15% в год. Лидеры мирового рейтинга (по площади посевов, млн. га): Австралия — 12; Китай — 3,5; Аргентина — 3; Испания — 1. Мировой рынок потребления органической продукции сегодня составляет 40 млрд. евро.

Распаханность земель сельхозназначения в нашей стране превышает 80%. Для Харьковской области она составляет 83%, а в некоторых областях превышает 90%. В развитых странах этот показатель не превышает 50%. Эту информацию следует принять к сведению. Есть мнение, что в Украине под органическое земледелие следует отвести не менее 10 % пло-

щади пахотной земли. В Харьковской области для этих целей наиболее подходящими являются северо-западные районы.

В органическом земледелии нашли применение несколько систем обработки почвы:

- 1) мульчирующая;
- 2) локальная;
- 3) нулевая (основная);
- 4) комбинированная.

Для посева овощных культур эффективно использовать гидровысев. Такая сеялка была разработана Н.Ф. Ольховским в Институте овощеводства и бахчеводства НААН Украины. Ее преимущества следующие:

- 1) приближение полевой всхожести семян до уровня лабораторной;
- 2) возможность использования жидких удобрений во время сева;
- 3) сокращение периода прорастания до 5-7 суток (против 2-х, 3-х или даже 4-х недель);
- 4) возможность выращивания безрассадным способом традиционно рассадных культур.

Писаренко В.М. подтвердил повышение интереса к системе органического земледелия. Стоимость продукции органического земледелия намного выше традиционной. Многолетние наблюдения в хозяйстве «Агроэкология», в котором он является заместителем руководителя по науке, указывают на улучшение состояния почвы в случае регулярного применения системы органического земледелия. Привычное образование «подпахотной подошвы» в таком случае полностью отсутствует. Воды на поле (луж) практически никогда не бывает. Приходящая с осадками влага сразу поглощается почвой. Есть технико-технологические проблемы подрезания корней сорняков и растительных остатков предыдущих посевов приповерхностного слоя (до 5-ти сантиметров). Ряд научных учреждений Украины занимаются этим вопросом. Но пока безуспешно.

Участники семинара отметили, что в данное время приостановлены работы по усовершенствованию машин для гидровысева пророщенных семян рассадных культур. Не всегда используется операция пикирования рассады, так как в случае неблагоприятных погодных условий растения с более глубоко

залегающим стержневым корнем в большей степени способны противостоять недостатку влаги и легче переносят жару. Чтобы продлить конвейер получения овощной продукции, необходимо применять выращивание разными способами — и рассадными, и безрассадными.

Гноевой И.В. изучает проблему совместных посевов, а именно, качественного высева и заделки семян сои и кукурузы. Специальной техники для этой цели пока нет ни в нашей стране, ни за рубежом. Выращивать сою и кукурузу отдельно или на одном поле по схеме «один проход сеялки — кукуруза, а другой — соя», также не рационально. Слойми с кукурузой соя плохо силосуется, а при раздельном выращивании при силосовании ее не удастся качественно смешать с кукурузой. К тому же при смешивании масса дополнительно измельчается, что также нежелательно. Также составляет проблему уборка зеленой массы совместно выращенной сои с кукурузой. Для этих целей непригодны барабанные режущие аппараты. Они хорошо срезают стебли кукурузы, но стебли сои при этом наматываются и не срезаются. Сегментно-пальцевые и сегментные беспальцевые режущие аппараты с этой задачей справляются, хотя случалось, что растения сои не срезались, а выкладывались на поверхность почвы вдоль ряда.

Важно применение совместных посевов не только овощных культур, но и кормовых культур. Если вырастить кукурузу, то можно получить 61 центнер кормо-протеиновых единиц, а если вырастить кукурузу совместно с соей, то в среднем это составит 86 центнер кормо-протеиновых единиц с гектара. Естественно еще необходимо уточнить себестоимость кормо-протеиновой единицы. Самая дешевая смесь - рожь с викой. Кукурузно-соевая смесь дорогая. Причина в обозначенных выше технико-технологических проблемах. Одно дело - посеять за один проход и совсем другое - за два. Проблемы на уборке снижают качество, темпы и, соответственно, себестоимость проводимых работ. Решаем указанные технико-технологические проблемы - уменьшаем себестоимость кормо-протеиновой единицы кормов. Для согласования созревания двух культур должны быть позднеспелыми их сорта. Лучше всего себя зарекомендовали «Скэля» и «Подільська 1», сорта В.О. Михайлова (Институт земледелия НААНУ, г. Киев), а также Л.Г. Белявской (Полтавская

государственная аграрная академия, г. Полтава). Подбор сортов для совместных посевов - задача очень важная, прежде всего с биологической и агротехнической точки зрения. В частности, важен аллелопатический контроль.

Жмурко В.В. в свою очередь указал, что сначала необходимо определиться с сортом кукурузы, с его биологическими, агротехническими и зоотехническими (с позиций кормления и, в частности, силосования) особенностями, а уже затем подбирать к нему сорт сои. Возможно, далее, после выбора сорта сои, понадобится корректировка выбора сорта кукурузы и, затем окончательное уточнение сорта сои. Т.е. необходима разработка комплексного алгоритма согласования параметров сортов, предназначенных для совместного выращивания.

Гноевой И.В. отметил, что подбор нескольких сортов одного вида растений для кормления животных положительно сказывается на продуктивности и здоровье животных.

Пастухов В.И. уже три года вместе с Институтом овощеводства и бахчеводства НААН Украины исследовал вопрос выращивания картофеля под слоем мульчи [27]. Как вариант, рассматриваем технологию выращивания картофеля под слоем соломы. Технология очень простая. Нет потребности в глубокой обработке почвы, в частности, вспашке. Нет необходимости в предпосевной подготовке картофеля (проращивании перед посевом). В процессе посева картофель раскладывают по поверхности поля (без какой либо заделки в почву), а, затем сверху картофель укрывают соломой, и все работы прекращаются до осени. Можно использовать серийные сажалки. Только при высадке картофеля сошники сажалки в почву заглублять не следует. Для погрузки, подвоза и укладки соломы также есть необходимые машины. Для распределения соломы по полю можно использовать кормораздатчики. Необходимая толщина слоя соломы составляет 20 – 25 см. Снять солому перед уборкой можно механическими граблями или подборщиком. Уборка картофеля, возделываемого под соломой, также упрощается: слой соломы снимают, картофель остается на поверхности почвы, - его собирают, и на этом уборка заканчивается. Оставшуюся солому можно использовать 2 – 3 года. Все эти технологические нюансы были проверены, в частности, в сотрудничестве с ННЦ «ИМЭСХ» (пос. Глеваха, Киевской об-

ласти). Урожайность картофеля под слоем мульчи выше чем при традиционной технологии в 2 – 2,5 раза. Особенно эффективна такая технология в зонах недостаточного увлажнения.

Кроме того, отмечу термостабилизирующие свойства соломы. Из биологии картофеля известно, что при прогреве почвы до 25 градусов ее развитие прекращается. Наличие соломы понижает температуру почвы и тем обеспечивает непрерывное развитие картофеля в жаркий период вегетации.

Основная проблема, которая была обнаружена в процессе таких исследований, касается больших затрат на транспортировку соломы: убрать, затюковать, отвезти и складировать тюки, весной погрузить и опять подвести тюки на поле, освободить солому из тюков и, наконец, распределить солому по ширине и длине рядков посевов картофеля. В связи с этим возникла идея минимизации затрат на манипуляции с соломой путем использования полосовых смешанных посевов. Суть предложения состоит в том, что соломистую часть зерновых культур (предпочтительно ржи, для отпугивания вредителей, - грызунов) в процессе уборки укладывают у валки и до весны оставляют на поле. Затем весной картофель высевают полосами в соотношении один к восьми. Одна часть — под картофель, восемь частей — под зерновые.

Необходимо отметить, что такая технология по факту является почти экологически чистой. Нет проблем с борьбой с сорняками. Слой соломы 20 – 25 см достаточно для их подавления. Может составить частную проблему пырей ползучий, но с ним следует бороться системно, применяя интегрированную систему защиты растений. Борьба с колорадским жуком пока нами не изучалась, но аллелопатическое направление в овощеводстве вселяет надежду, что с ним также можно бороться нехимическими методами. Вероятность сдувания свежеложенной соломы ветром уменьшается за счет использования измельченной (после зернового комбайна) соломы или же укрытия ветками.

Соловей В.Б. поделился своим выращиванием картофеля под слоем соломы. Сразу после раскладки картофеля по полю укрывать ее соломой нельзя. Это снизит темпы ее прогрева и прорастания. Желательно сразу после раскладки укрыть ее тонким слоем почвы, а солому раскладывать спустя две-три недели. Кроме того применялось агроволокно, которым укрывалась со-

лома. По такой технологии в прошлом году картофель сорта «Аусония» получил превышение урожайности в два раза (500 ц/га), в сравнении с обычной посадкой картофеля в грунт.

Витанов А.Д. обратил внимание, что при рассматриваемой технологии выращивания картофеля часть операций в таком случае исключается, но при этом добавляется ряд других операций, связанных с укладкой соломы. С экономической точки зрения выигрыша нет. Кроме того, опыт Пастухова В.И. касается малых площадей. В производственных условиях укладка соломы, вероятно, потребует привлечения ручного труда. Сомнительно, что это будет целесообразным в конечном итоге. Однако, Лукьяненко В.В. уточнил, что для того, чтобы такая технология была экономически выгодна в хозяйственных условиях, необходимы другие подходы, совершенно новые технологические процессы и соответствующие новые машины. И это наша (инженерная) задача, которая может быть решена.

При этом Мельник В.И. обратил внимание, что прозвучало предложение Пастухова В.И. о реализации технологии возделывания картофеля под мульчирующим слоем соломы путем использования смешанных посевов, когда убранная солома (возможно ржаная) остается на поле и в следующем году используется для укрытия картофеля, который, в таком случае, возделывается полосами в соотношении один к восьми. Это принципиально иной подход, который может быть экономически целесообразным.

Выводы.

1. По причине ограниченности материально-технических и финансовых ресурсов, которые доступны отечественным учебным, научным и конструкторским учреждениям, работающим на агропромышленный комплекс, темпы создания новых технико-технологических разработок настолько малы, что такие разработки морально устаревают еще до внедрения в производство.

2. Решить проблему отставания можно, если сосредоточиться на технико-технологическом будущем. «Технологическое завтра» следует прожить на том заделе, который есть, а все усилия — сориентировать на «технологическом послезавтра». Такая стратегия опережения позволяет решить две задачи: первая — экономии материально-технических и финансовых ресурсов; вторая — продления времени, доступного и необходимого для надлежащего

проведения научно-исследовательских и конструкторских работ, а также для своевременного внедрения разработок в производство.

3. Реализация стратегии опережения невозможна без прогнозирования всех аспектов развития агропромышленного комплекса на несколько десятилетий вперед.

4. В соответствии с прогнозом в отношении эволюции систем земледелия можно утверждать, что следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе — система земледелия Rot-Mix, основанная на использовании севооборотов между смешанными посевами. Техничко-технологический задел для «встречи» грядущих систем земледелия уже достаточен и ситуация «созрела» для того, чтобы инициировать научно-конструкторские работы в обозначенном направлении.

5. Осуществление стратегии опережения возможно, если есть такие технико-технологические направления (связи с технологическим будущим), которые удовлетворяют условию пролонгированной актуальности, т.е. такие, в решении которых производственники заинтересованы уже сейчас, но которые в полной мере будут востребованы в будущем — в упомянутом выше «технологическом послезавтра». Это обеспечивает коммерческую заинтересованность всех участников: исследователей, конструкторов, заводчан и хозяйственников.

6. Условием пролонгированной актуальности «от сегодня до технологического завтра» в максимальной степени отвечает потребность в технико-технологическом обеспечении совместных посевов кукурузы и сои по схеме «рядок в рядок». В первую очередь это касается посевных машин. Во вторую — уборочных. Актуальной остается подзадача согласования пар сортов между собой. Причем для каждой зоны должны быть подобраны пары раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых сортов.

7. Совместные посевы сорго с кукурузой сейчас активно используются хозяйственниками, поэтому, несмотря на невысокую пищевую ценность сорго в составе силоса для крупного рогатого скота, вопросы механизации совместного возделывания сорго с кукурузой с высевом в один рядок следует решить.

8. Одной из подзадач, удовлетворяющей условию пролонгированной актуальности, является согласование темпов

роста совместно выращиваемых культур. Развитие технологии гидровысева — это одно из самых перспективных направлений решения такой задачи.

9. Работы над совершенствованием технологий выращивания картофеля под мульчирующим слоем соломы могут и должны послужить локомотивом по внедрению полосовых технологий в растениеводстве.

10. Сейчас является актуальной проблема разработки специализированной системы машин для возделывания овощных культур по микрополосной технологии.

11. Успешная реализация стратегии опережения на основе разработки технико-технологического обеспечения системы земледелия Мiх-Сторр требует согласования действий исследователей (биологов, агрономов, почвоведов, зооинженеров, технологов и др.), конструкторов, заводчан и хозяйственников. Только в этом случае те ограниченные ресурсы, которые мы сейчас имеем, будут достаточными для обеспечения технологического прорыва в агропромышленном комплексе Украины.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия - взгляд в будущее [Текст]/В.И. Мельник //Земледелие. –2015. –№1. –С.8–12.

2. Гегель Г.В.Ф. Наука логики [Текст] / Г.В.Ф. Гегель. – СПб.: Наука, – 1997. – 800 с.

3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука [Текст] / Г.С. Альтшуллер. – [2-е изд., дополн. и перераб.]. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – 208 с.

4. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник для ВУЗ-ов: в 3 частях [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. Ч/ 2: Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.

5. Григан А.М. Управленческая диагностика: теория и практика: монография [Текст] / А.М. Григан. – Ростов на Дону: Изд-во РСЭИ, 2009. – 316 с.

6. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебное пособие [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Издательство «Март», 2004. – 656 с.

7. Шпаковский Н. Эволюция технологий обработки почвы: историческая модель [Текст] / Николай Шпаковский // ТРИЗ-профи: Эффективные решения. – 2007. – № 2. – С. 62 – 65.

8. Vilde A. Up-to-date trends in soil tillage engineering [Text] / Arvids Vilde // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2003. – Vol. III. – P. 257 – 262.

9. Vilde A. Minimisation of soil tillage [Text] / A. Vilde, S. Cesnieks, A. Rucins // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2004. – Vol. IV. – P. 237 – 242.

10. Vilde A. Energetic estimation of soil tillage machines [Text] / A. Vilde, W. Tanas // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2006. – Vol. 6. – P. 160 – 168.

11. Braun M. Strip Till z siewem i nawożeniem [Tekst] / M. Braun // Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. – 2011. – Nr. 1. – S. 22 – 23.

12. Celik A. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield [Text] / Ahmet Celik, Sefa Altikat, Thomas R. Way // Soil and Tillage Research. – 2013. – Vol/ 131. – P. 20 – 27.

13. Гулов В.А. Технология полосного земледелия Strip-Till [Текст] / В.А. Гулов // Ваш сельский консультант. – 2011. – № 3. – С. 36 – 38.

14. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2010 № 164 Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах.

15. Дмитриева Т.А Теория и практика логического программирования на Visual Prolog 7: учеб. пособие [Текст] / Т.А Дмитриева, Н.И. Цуканова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 232 с

16. Гребенников А.М. Оценка взаимовлияния культур в смешанных посевах [Текст] / Гребенников А.М. // Агрохимия. – 2003. – № 1. – С. 68 – 73.

17. Кашеваров Н.И. Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей [Текст] / Кашеваров Н.И. // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 2. – С. 9 – 11.

18. Шувар І. Як часто ми забуваємо, що родючість ґрунту відновлюється вкрай повільно, а виснажується – досить швидко [Текст] / Іван Шувар // Зерно і хліб. – 2013. – № 4. – С. 27 – 29.

19. Ashfaq M. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab [Text] / Muhammad Ashfaq, Farhad Zulfqar, Irsa Sarwar, M. Abdul Quddus, Irfan Ahmad Baig // Soil and Environment. – 2011. – Vol. 30(2). – P. 110 – 114.

20. Malezieux E. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review [Text] / E. Malezieux, Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet, M. Valantin-Morison // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2009. – Vol. 29, Is. 1. – P. 43 – 62.

21. Molla A. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels [Text] / Adamu Molla, R.K. Sharaiha // *World Journal of Agricultural Sciences*. – 2010. – Vol. 6(6). – P. 713 – 719.

22. Paulsen H.M. Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops [Text] / H.M. Paulsen, M. Schochow, B. Ulber, S. Kuhne, G. Rahmann // *Aspects of Applied Biology*. – 2006. – Vol. 79. – P. 215 – 220.

23. Nitisha S. Biomass productivity of Green Manure crop *Sesbania cannabina* Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress [Text] / Srivastava Nitisha, Kumar Girjesh // *International Research Journal of Biological Sciences*. – 2013. – № 2(9). – С. 48, – 53.

24. Talgre L. Green manure as a nutrient source for succeeding crops [Text] / L. Talgre, E. Lauringson, H. Roostalu, A. Astover, A. Makke // *Plant, Soil and Environment*. – 2012. – № 6(58). – С. 275 – 281.

25. Ratushna N. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production [Text] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // *Motrol: Motorization and power industry in agriculture*. – Lublin, Poland, – 2007. – Vol. 9A. – P. 119 – 123.

26. Мельник В.И. Распределение жидкостей под слоем почвы: [монография] / В.И. Мельник. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 441 с.

27. Гноевой И.В. Технология производства и питательная ценность кукурузно-соевого силоса / И.В. Гноевой // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: (зб. наук. праць)*. – 2009. – Вип. 18. – Ч. 1. – Сільськогосподарські науки. – С. 29 – 33.

28. Техніко-економічна оцінка вирощування соргових культур і кукурудзи на зелений корм і якісна характеристика їх клітковини / В.І. Гноєвий, І.В. Гноєвий, А.С. Ломович [та ін.] // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: (зб. наук. праць)*. – 2009. – Вип. 19. – Ч. 1. – Сільськогосподарські науки. – С. 78 – 93.

29. Пастухов В.І. Польові дослідження вирощування картоплі під соломою / В.І. Пастухов, М.В.Бакум, В.В. Адамчук, Д.А. Ящук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип. 156. – Харків. – 2015. – С. 120 – 126.

30. Витанов А.Д. Выращивание овощей методами органического земледелия / А.Д. Витанов, В.Е. Гончаренко, В.И. Тимченко и др. - Донецк : Астро, 2007. – 92 с.

31. Витанов А.Д. Выращивание овощей методами органического земледелия / А.Д. Витанов, В.Е. Гончаренко, В.И. Тимченко и др. - Донецк : Астро, 2007. – 92 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Melnik V.I. Evolution of farming systems - a look into the future [Text] / V.I. Miller // Agriculture. - 2015. - №1. - S. 8 - 12.

2. Hegel G.V.F. Science of Logic [Text] / G.V.F. Hegel. – SPb. .: Science - 1997. - 800 p.

3. Altshuller G.S. Creativity as an exact science [Text] / G.S. Altshuller. - [2nd ed, complementary.. and rev.]. - Petrozavodsk: Scandinavia, 2004. - 208 p.

4. A.I. Orlov Organizational-economic modeling: student for Higher Education Institutions: in 3 parts [Text] / A.I. Orlov. - M .: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2009. P.2: peer review. - 2011. - 486 p.

5. Grigal A.M. Management diagnostics: theory and practice: a monograph [Text] / A.M. Grigal. - Rostov-on-Don: Publishing House of the RSEI, 2009. - 316 p.

6. Orlov A.I. Decision theory: a tutorial [Text] / A.I. Orlov. - M .: "Mart" Publishing House, 2004. - 656 p.

7. Shpakovsky N. Evolution processing technologies in chvy: historical model [Text] / Nicholas Shpakovsky // TRIZ-profi: Effective Solutions. - 2007. - № 2. - S. 62 - 65.

8. Vilde A. Up-to-date trends in soil tillage engineering [Text] / Arvids Vilde // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2003. – Vol. III. – P. 257 – 262.

9. Vilde A. Minimisation of soil tillage [Text] / A. Vilde, S. Cesnieks, A. Rucins // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2004. – Vol. IV. – P. 237 – 242.

10. Vilde A. Energetic estimation of soil tillage machines [Text] / A. Vilde, W. Tanas // Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa O.L. PAN. – Lublin, Poland, – 2006. – Vol. 6. – P. 160 – 168.
11. Braun M. Strip Till z siewem i nawożeniem [Tekst] / M. Braun // Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. – 2011. – Nr. 1. – S. 22 – 23.
12. Celik A. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield [Text] / Ahmet Celik, Sefa Altikat, Thomas R. Way // Soil and Tillage Research. – 2013. – Vol/ 131. – P. 20 – 27.
13. Gulov V.A. Technology strip cropping Strip-Till [Text] / V.A. Gulov // Your rural consultant. - 2011. - № 3. - S 36 - 38.
14. Holds Kabinetu Ministriv Ukraine at 11.02.2010 № 164 On approval of standards optimum ratio crops in crop rotations in different natural and agricultural areas.
15. Dmitriev T.A. theory and practice of logic programming on Visual Prolog 7: Textbook. Manual [Text] / T.A. Dmitrieva, N.I. Tsukanova. - M.: Hotline - Tele-kom, 2011. - 232 p.
16. Grebennikov A.M. Evaluation of interaction of cultures in mixed crops [Text] / Grebennikov A.M. // Agrochemistry. - 2003. - № 1. - S 68 - 73.
17. Kashevarov N.I. Productivity joint sown Islands corn with soybean [Text] / N.I. Kashevarov // Corn and sorghum. - 2001. - № 2. - S. 9 - 11.
18. Shuvar I. How often we forget that soil fertility is restored in a very livilno and exhausted - quickly [Text] / John Shuvar // Cereals and bread. - 2013. - № 4. – S. 27 - 29.
19. Ashfaq M. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab [Text] / Muhammad Ashfaq, Farhad Zulfiqar, Irsa Sarwar, M. Abdul Quddus, Irfan Ahmad Baig // Soil and Environment. – 2011. – Vol. 30(2). – P. 110 – 114.
20. Malezieux E. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review [Text] / E. Malezieux, Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet, M. Valantin-Morison // Agronomy for Sustainable Development. – 2009. – Vol. 29, Is. 1. – P. 43 – 62.
21. Molla A. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels [Text] / Adamu Molla, R.K. Sharaiha // World Journal of Agricultural Sciences. – 2010. – Vol. 6(6). – P. 713 – 719.

22. Paulsen H.M. Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops [Text / H.M. Paulsen, M. Schochow, B. Ulber, S. Kuhne, G. Rahmann // Aspects of Applied Biology. – 2006. – Vol. 79. – P. 215 – 220.

23. Nitisha S. Biomass productivity of Green Manure crop *Sesbania cannabina* Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress [Text] / Srivastava Nitisha, Kumar Girjesh // International Research Journal of Biological Sciences. – 2013. – № 2(9). – C. 48, – 53.

24. Talgre L. Green manure as a nutrient source for succeeding crops [Text]/ L.Talgre, E. Lauringson, H.Roostalu, A.Astover, A.Makke//Plant, Soil and Environment. –2012. –№ 6(58). –C. 275 – 281.

25. Ratushna N. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production [Text] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – Lublin, Poland, – 2007. – Vol. 9A. – P. 119 – 123.

26. Melnik V.I. The distribution of liquid below the soil surface: [monograph] / V.I. Miller. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 441 p.

27. Gnoevoy I.V. The production technology and nutritional-price of corn-soybean silage / I.V. Gnoevoy // Problems zooengineering and veterinary medicine: (Coll. Of Science. Papers). - 2009 - Vol. 18. - Part 1. - Agriculture science.- S. 29 - 33.

28. Techno-economic assessment sorhovyh growing crops and maize-ji for green fodder and qualitative characteristics of fiber / V.I. Hnoyevyy, I.V. Hnoyevyy, A.S. Lomovych [et al.] // Problems zooinzhe-Neri and veterinary medicine: (Coll. Of Science. Papers). - 2009 - Vol. 19. - Part 1.- Agriculture science. - S. 78 - 93.

29. Shepherds V.I. Field studies ka-rtopli growing under straw / V.I. Shepherds, M.V.Bakum V.V. Adamchuk, D.A. Yashchuk // Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture. P. Vasilenko. Vol. 156. - Kharkiv. - 2015. - S. 120 - 126.

30. Vitanov A.D. Vegetable production methods or-ganic farming / A.D. Vitanov, V.E. Goncharenko, V.I. Timchenko and others - Donetsk. Astro, 2007. - 92 p.

31. Vitanov A.D. Vegetable production methods or-ganic farming / A.D. Vitanov, V.E. Goncharenko, V.I. Timchenko and others - Donetsk. Astro, 2007. - 92 p.

MIX-CROPP: EFFICIENCY AND PROSPECTS **(Slobozhanshchina scientists' seminar)**

V.I. Melnik, V.I. Pastukhov, N.V. Bakum, V.M. Luk'janenko, A.D. Vitanov, V.N. Pisarenko, I.V. Gnoevoy, V.V. Zhmurko, V.B. Solovej

Summary

The lag in the agrarian sector of Ukraine is due to the limited material, technical and financial resources that are available to specialized training, scientific and design institutions. It is possible to solve this problem by focusing on the technical and technological future. Implementation of the lead strategy requires forecasting of all aspects of agro-industrial complex development for several decades ahead. It can be argued that the Strip-Till farming system will be followed by the Mix-Cropp, based on extensive use of mixed crops, and then changed by the farming system Rot-Mix, based on the use of crop rotation between the mixed crops.

Realization of the lead strategy is possible if there are technical and technological directions that satisfy the condition of the prolonged relevance, this means that producers are interested in solving them even today, but they will be fully in demand in the future. Such conditions are met by the need of the technical and technological support of joint sowing of corn and soybeans on "a row in a row" pattern. First, it concerns seeding machines. The subtask of matching pairs of varieties among themselves is still relevant. We suggest that for each zone must be chosen early-, middle- and late-maturing varieties. One of the subtasks, which satisfies the assumptions of prolonged relevance, is to coordinate rates of the crops being grown together. Work on improving the technology of potato growing under straw mulch layer can and should serve as a locomotive for implementation of the strip technology in crop production. Successful implementation of the lead strategy through the development of technical and technological support system of agriculture Mix-Cropp requires concerted action of researchers, engineers, factory workers and business executives. Only in this case the limited resources that we have now will be sufficient to provide a technological breakthrough in the agricultural sector of Ukraine.

Key words: forecast, mixed crops, species interaction, corn, soybeans, potatoes, vegetables, sowing, caring for crops, harvesting, silage, feeding.

УДК 631.22: 628.8

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ФОТОСИНТЕЗНОЇ ОПРОМІНЕНOSTІ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Червiнський Л.С., д.т.н., проф., акад. МААО

Луцак Я.М., асп.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

e-mail: lchervinsky@gmail.com

Анотація. Обґрунтовано метод розрахунку фотосинтезної опроміненості на рівні листа рослини, в якому враховується додаткове випромінювання, відбите поверхнями стін і стелі. Наведено приклад використання даного методу для визначення фактичної фотосинтезної опроміненості у виробничому приміщенні теплиці із рисунками, що відображають просторовий розподіл опроміненості у горизонтальній площині на рівні листа рослини.

Ключові слова: теплиці, опроміненість, розрахунок, витрати електроенергії

Постановка проблеми. Низький рівень природної освітленості в теплицях і короткий зимовий день потребує додаткового опромінення, та штучного підтримання температурного режиму і вологості, за рахунок значних витрат невідновлюваної енергії. Відомо, що біля половини собівартості продукції припадає на електроенергію. Тому державного рівня набувають питання збереження електроенергії, яка витрачається на освітлення приміщень та опромінення рослин. Одним із шляхів зниження витрат електроенергії на світлокультуру рослин є вдосконалення методів розрахунку фотосинтезного опромінення з подальшим автоматичним підтриманням ефективного рівня опроміненості.

Аналіз останніх досліджень. При розрахунку освітленості та опроміненості у виробничих приміщеннях у нашій

* Науковий керівник – д.т.н., проф. Червінський Л.С.

країні найбільш поширеними є методи коефіцієнта використання світлового потоку (КВСП), точковий метод (ТМ) та метод питомої потужності (МПП). Ці апробовані методи мають ряд недоліків. Метод КВСП дає опосередковане значення освітленості (опроміненості) лише на горизонтальній робочій поверхні; ТМ не враховує відбиття потоку оптичного випромінювання від стін і стелі; МПП використовується для наближених розрахунків[6].

Існують більш досконалі сучасні методи розрахунку освітлення в програмних середовищах DIALux, Relux Professional, Lightscape, Calculux і EUROPIC [2,4]. Загальним недоліком даних комп'ютерних програм є відсутність зручних засобів роботи з фотометричними характеристиками стін, стелі приміщення та світильників (опромінювачів). Для кожного проекту необхідно створювати базу даних щодо застосованих світильників, що ускладнює і уповільнює роботу.

Мета дослідження. Пропонується розробка математичного методу, який дозволяє підвищити точність розрахунку фотосинтезної опроміненості на рівні листа рослини з урахуванням інтенсивності відбитого та розсіяного випромінювання для конкретних типів світильників в конкретних спорудах захищеного ґрунту.

Основна частина. Проведемо обґрунтування даного методу розрахунку.

Розглянемо виробниче приміщення теплиці, довжина якого X значно більша ширини Y (фрагмент такого приміщення наведений на рис.1).

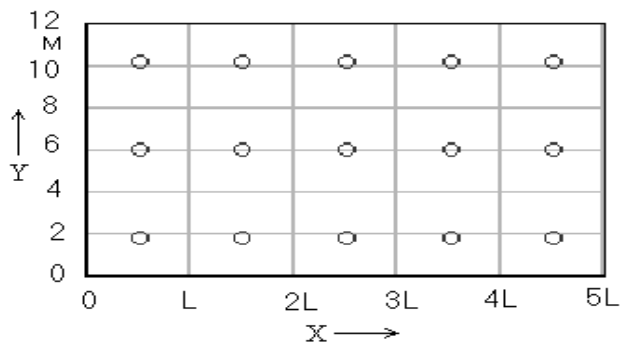


Рисунок 1 - Фрагмент плану теплиці зі світильниками (L – відстань між світильниками, м.)

На практиці для створення загального рівномірного опромінення, як правило, використовують світильники з косинусною кривою сили світла, для яких значення найвигіднішої відносної відстані λ між світильниками рекомендується $\lambda=1,4 \dots 1,6$ [6]. Пропонується розглядати стіни і стелю як додаткові дифузно випромінюючі джерела нерівномірної яскравості. Тоді опроміненість на будь якій точці розрахункової поверхні можна визначити як суму опроміненостей, утворених прямим випромінюванням світильників і відбитим від стін і стелі за виразом:

$$E(x,y) = E_{\text{св}}(x,y) + E_{\text{стін}}(x,y) + E_{\text{стелі}}(x,y), \quad (1)$$

де $E_{\text{св}}$ – опроміненість, утворена прямим фотосинтезним потоком світильників;

$E_{\text{стін}}$ – опроміненість, утворена відбитим від стін фотосинтезним потоком;

$E_{\text{стелі}}$ – опроміненість, утворена фотосинтезним потоком, відбитим від стелі між світильниками.

Розглядаючи світильники як точкові джерела, опроміненість у точці на розрахунковій поверхні, яка утворена прямим випромінюванням світильників, розрахуємо за відомою формулою [6]

$$E = \frac{F}{1000} \cdot \sum_n \frac{I_{\alpha_n} \cos^3 \alpha_n}{H_p^2}, \quad (2)$$

де F – фотосинтезний потік лампи, фіт;

I_{α} – сила фотосинтезного випромінювання в напрямку опромінюваної точки на поверхні листа рослини, фіт/ср;

α – кут між перпендикулярною віссю світильника і лінією, яка з'єднує світловий центр світильника з точкою на опромінюваній поверхні;

H_p – перпендикулярна відстань від світильників до розрахункової поверхні, м.

Визначивши $\cos \alpha_n$ через координати розташування опромінюваної точки та n -ного світильника, отримаємо

$$E_{ce}(x, y) = \frac{F}{1000} \sum_n \left[\frac{Z_n \cdot I_{\alpha_n}}{\sqrt{Z_n^2 + (x - X_n)^2 + (y - Y_n)^2}^3} \cdot \left[\arccos \left[\frac{Z_n}{\sqrt{Z_n^2 + (x - X_n)^2 + (y - Y_n)^2}} \right] \right] \right], (3)$$

де X_n, Y_n, Z_n – координати розташування n -го світильника у вибраній системі координат;

x, y – поточні горизонтальні координати опромінюваної точки на поверхні листка рослини.

Задаючись координатами світильників, фотосинтезним потоком лампи, здійснивши сплайн-інтерполяцію (в середовищі Mathcad) залежності сили світла I_α від кута α , за формулою (3) отримаємо картину ізофіт, утворену прямим фотосинтезним потоком від світильників в площині опромінюваної теплиці на заданому рівні листя рослин (рис.2).

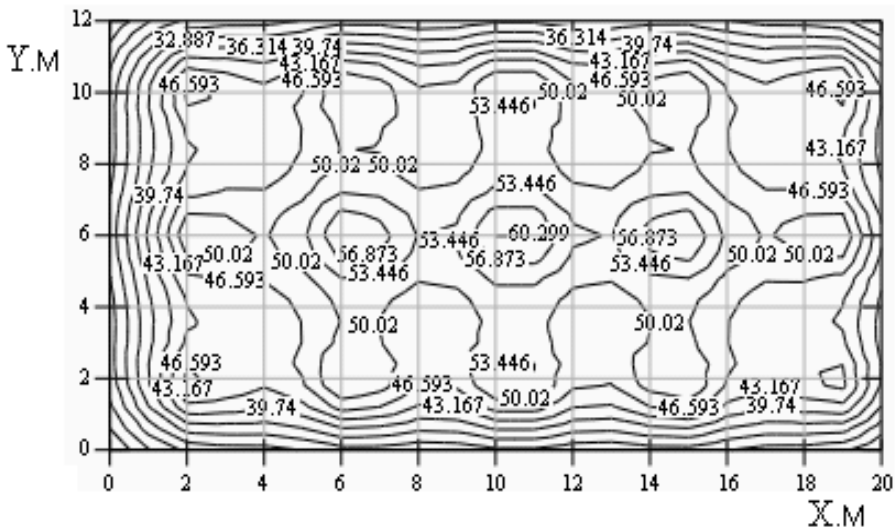


Рисунок 2 - Фрагмент ізолюкс утворених прямим фотосинтезним потоком на розрахунковій поверхні при висоті розміщення світильників $Z=3$ м, $F=1350$ фіт

Для того, щоб представити стіну, як дифузне джерело відбитого випромінювання, визначимо пряму опроміненість на поверхні стіни – $E_s(x, z)$ за аналогічно побудованою формулою

$$E_c(x, z) = \left[\sum_n \left[\frac{Y_n}{\sqrt{(z - Z_n)^2 + (x - X_n)^2 + Y_n^2}} \right]^3 \cdot \frac{F \cdot I_{a_n}}{Y_n^2 \cdot 1000} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arccos \left[\frac{Y_n}{\sqrt{(z - Z_n)^2 + (x - X_n)^2 + Y_n^2}} \right] \right] \right] \quad (4)$$

При рівномірному розташуванні світильників, картина ізофит на 75% поверхні стіни складається з ділянок, які повторюються з кроком, рівним відстані між світильниками (рис.3).

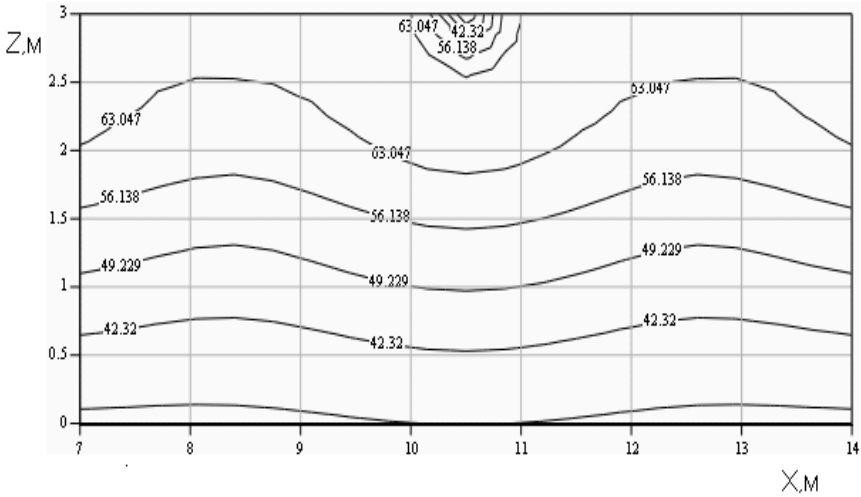


Рисунок 3 - Фрагмент поля ізофит утворених фотосинтезним потоком від світильників на поверхні стіни

Приймаючи, що яскравість стіни складається з ряду горизонтальних, рівномірно-яскравих прямокутних зон, опроміненість $E_m(x, y)$ від кожної з них у точці на горизонтальній розрахунковій поверхні можна визначити, використовуючи вираз Хігбі-Левіна [3], за формулою

$$E_m(x, y) = \frac{E_{c_m} R_c}{\pi} \int_{h_m}^{h_{m+1}} \int_0^{5L} \frac{z \cdot \sqrt{(X - x)^2 + y^2}}{[(X - x)^2 + y^2 + z^2]^2} dz dx, \quad (5)$$

де E_{c_m} – середня опроміненість m-ї прямокутної зони на поверхні стіни, фт/м²;

R_c – коефіцієнт відбиття даної зони стіни.

Тоді опроміненість на горизонтальній розрахунковій поверхні, утворену відбитим від стіни фотосинтезним потоком, можна визначити за формулою

$$E_{\text{стіни}}(x, y) = \sum_m E_m(x, y) \quad (6)$$

У загальному випадку опроміненість та коефіцієнт відбиття стіни є функціями координат $E_c(x, z)$, $R_c(x, z)$. Тому, опроміненість розрахункової поверхні, утворену потоком від поверхні стіни, розрахуємо за формулою

$$E_{\text{стіни}}(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^H \int_0^{5L} \frac{R_c(x, z) E_c(x, z) z \sqrt{(X - x)^2 + y^2}}{[(X - x)^2 + y^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}} dz dx, \quad (7)$$

де H – відстань від стелі до розрахункової поверхні, м.

$5L$ – довжина ділянки горизонтальної поверхні, на якій розраховується опроміненість від стіни, м.

Опроміненість розрахункової поверхні на рівні листа рослини, утворену відбитим від стелі випромінюванням, розрахуємо аналогічно:

$$E_{\text{стелі}}(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^B \int_0^{5L} \frac{R_{cm}(x, y) E_{cm}(x, z) H^2}{[(X - x)^2 + (Y - y)^2 + H^2]^{\frac{3}{2}}} dx dy, \quad (8)$$

де $R_{cm}(x, y)$ – коефіцієнт відбиття фотосинтезного потоку від стелі.

B – ширина приміщення, м;

$5L$ – довжина розрахункової ділянки, м.

Аналіз результатів. Сумарні результати обчислення фотосинтезної опроміненості на горизонтальній розрахунковій поверхні даним методом за виразом (1) у вигляді ізофит наведені на рис.4.

Із рис.4 видно, що розподіл опроміненості на заданому рівні залежить від світлорозподілу світильників, відстані між ними та фітотвідибуваючих властивостей покриття стін і стелі в теплиці.

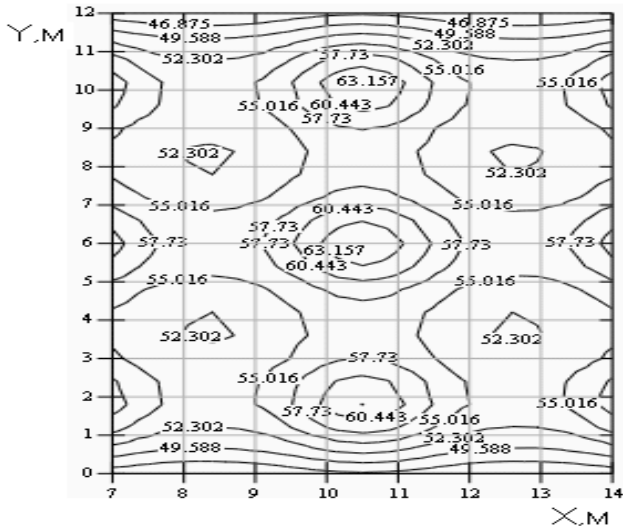


Рисунок 4 - Ізофіти розподілу сумарної фотосинтезної опроміненості на розрахунковій горизонтальній поверхні

Висновки.

1. Запропонований метод підвищує точність визначення фактичного значення опроміненості за рахунок урахування особливостей розподілу яскравості на стінах і стелі та коефіцієнту їх відбиття як функції просторових координат.

2. Встановлено, що використання даного методу, в порівнянні з ТМ та КВСП, при проектуванні опромінювальних систем в спорудах захищеного ґрунту забезпечить зменшення витрат електроенергії до 17...24 відсотків та надасть можливість більш ефективного автоматичного регулювання заданого рівня фотосинтезної опроміненості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вергунов В.А., Вергунова И.Н., Шкрабак В.С.. Основы математического моделирования: Для анализа и прогноза агрономич. процессов — СПб. : СПбГАУ, 2003. — 219с.

2. Дехоф П., Земборт Д. Автоматизированное проектирование внутреннего освещения //Светотехника.-1994. -№ 2. -С. 3 - 5.

3. Дж. Эмбрехт. Аналитическое решение простой задачи искусственного освещения для тестирования программ расчета освещения // Светотехника. - 1998. - №5. - С. 15 - 18.

4. Крюгер Х., Фляйтер С., Ширц К. Новые подходы к совместному проектированию естественного и искусственного света // Светотехника.-1999. - № 3.-С. 15-17.

5.Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М. Свето-культура растений-Новосибирск:Издательство СО РАН, 2000.-321с.

6.Червінський Л.С.,Сторожук Л.О. Електричне освітлення та опромінення – Київ: Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2011.-214с.

BIBLIOGRAPHY

1. Vergunov V.A, Voronov I.N, Shkrabak V.S. Basics of mathematical modeling: To analyze and forecast agronomich. processes - St. Petersburg. : SPbGAU, 2003. – 219p.

2. Dehof P., D. Zembort aided design interior lighting // Lighting.- 1994. - № 2. – P. 3- 5.

3. J. Embrecht. Analytical solution of simple tasks to test the artificial lighting calculation programs //Lighting Lighting.-1998.-№5.-S.15–18.

4. H. Kruger, Flyayter S., K. Shirts New approaches to the joint design of natural and artificial light // Lighting. - 1999. - № 3. –S. 15 - 17.

5.Tihomirov A.A Sharupich V.P, Lisowski G.M .Photoculture plants - Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2000.-321 p.

6.Chervinsky L.S, Storozhuk L.O. Electric lighting and radiation - Kiev: Vidavnitstvo "Agrar Media Group", 2011.-214 p.

MATHEMATICAL MODELING OF SPATIAL PHOTOSYNTHESIS IRRADIANCE IN CONSTRUCTIONS OF PROTECTED GROUND

L.S. Chervinsky, Y.M. Lutsak

Summary

Method of calculating fotosintesis irradiance at the level of plant leaves is justified with taking into account additional radiation reflected by the surface of the walls and ceiling. An example of using this method to determine the actual fotosintesis irradiation in greenhouses workplace is given with pictures that reflect the spatial distribution of irradiance in the horizontal plane at the level of the plant leaves.

Key words: greenhouses, irradiance, calculation, power consumption.

УДК 631.313.5

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИБКОЙ БОРОНЫ

Бабицкий Л.Ф., д.т.н., проф., акад. МААО

Соболевский И.В., к.т.н., доц., докторант *

Куклин В.А., к.т.н.

*Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО
 «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»*

г. Симферополь, Республика Крым

тел. +73652-26-38-23

e-mail: kaf-meh@rambler.ru

Аннотация. В статье дано теоретическое обоснование конструктивных параметров гибкой бороны, созданной путем изучения строения биологического прототипа – дождевого червя. Получены выражения для определения радиуса колец бороны, длины и шага расстановки зубьев, а также количества рядов секций.

Ключевые слова: обработка почвы, гибкая борона, рыхление, скорость, количество зубьев, биологический прототип.

Постановка проблемы. В связи с возникновением в Республике Крым проблемы обеспечения энергоносителями широкое распространение получили ресурсосберегающие технологии обработки почвы. Основой применяемых почвообрабатывающих комплексов является безотвальная обработка и рыхление на глубину до 16 см, что позволяет повысить устойчивость почв к различным видам эрозии и сохранить почвенную влагу [9, с. 7].

Актуальной для региона является проблема создания принципиально новых рабочих органов [10, с.4], разрабатываемых на основе биосистемного подхода по прототипу функционирования рабочих органов живых организмов с учетом современных достижений бионики [4], [5, с. 73].

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

Анализ последних исследований. Известно несколько конструкций гибких борон [1, 7, 8], [2, с. 70], [3, с. 192], позволяющих осуществлять противоэрозионное поверхностное рыхление почвы. В то же время, вопрос снижения энергоемкости поверхностной обработки почвы и повышения ее качества путем обоснования рациональных параметров гибкой бороны исследован недостаточно.

Цель исследования. Обоснование основных конструктивных параметров гибкой бороны, созданной путем изучения строения биологического прототипа.

Основная часть. В качестве биологического прототипа создаваемой гибкой бороны выбран дождевой червь. Изучение особенностей строения дождевого червя позволило разработать конструктивную схему гибкой бороны [3, с. 70]. Она содержит (рис. 1) установленный на раме 1 цепной шлейф 2. Звенья шлейфа выполнены в виде круглых колец 4 прямоугольного сечения 5 и соединены между собой упругими промежуточными звеньями.

По аналогии с биологическим прототипом, дождевым червем, имеющим специальные щетинки, на кольцах перпендикулярно друг к другу расположены четыре пары зубьев 3 квадратного сечения, которые выгнуты по форме усеченного эллипса.

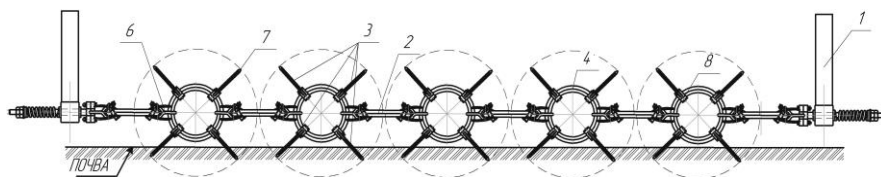


Рисунок 1 – Схема гибкой бороны (вид спереди)

Шарнирное крепление цепного шлейфа к раме позволяет ему проворачиваться за счет сил сцепления с почвой и предотвращает сгуживание почвы и растительных остатков перед рабочим органом. Рекомендуемая глубина рыхления 3 - 5 см.

При движении гибкой бороны в почве происходит активное рыхление поверхностного слоя (рис. 2). Ширина захва-

та заглубленных в почву зубьев b_3 и средней части кольца b_k зависит от глубины хода зубьев h_3 и кольца h_k :

$$b_3 = h_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

$$b_k = 2 \cdot \sqrt{R^2 - (R - h_k)^2}. \quad (2)$$

Ширина зон рыхления зубьев b_{pz} будет равна [6, с. 127]:

$$b_{pz} = h_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha + 2h_3 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_2}{2} \right) = h_3 \left[\operatorname{tg} \alpha + 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_2}{2} \right) \right], \quad (3)$$

где φ_2 - угол внутреннего трения почвы;

α - угол установки зубьев, град;

R - радиус кольца, м.

Ширина зоны рыхления средней части кольца b_{pk} будет совпадать с шириной захвата:

$$b_{pk} = 2 \cdot \sqrt{R^2 - (R - h_k)^2}. \quad (4)$$

Значение радиуса кольца, при котором промежуточные звенья будут располагаться выше взрыхленного слоя почвы можно определить по формуле:

$$R > h_k + h_{ep} + h_0, \quad (5)$$

где h_{ep} - высота гребней, $h_{ep}=0,04$ м;

h_k - глубина хода кольца, $h_k=0,03$ м;

h_0 - расстояние между поверхностью гребней и местом крепления звеньев, $h_0=0,02$ м.

Введем коэффициент заглубления $k_0 = \frac{R}{h_k}$, равный отношению радиуса кольца R к глубине обработки h_k , который

оказывает существенное влияние на стабильность процесса рыхления. В нашем случае, при $R = 0,1$ м и $h_k = 0,03$ м, $k_0 = 3,3$.

Для обеспечения перекрытия зон рыхления зубьев и заглубленной части кольца должно соблюдаться следующее условие:

$$2 \cdot a + 2 \cdot l_z \cdot \sin \alpha \leq b_{pk} + 2 \cdot b_{pz}, \quad (6)$$

где a – расстояние от точки крепления зубьев до центра кольца, м;

l_z – длина зуба, м.

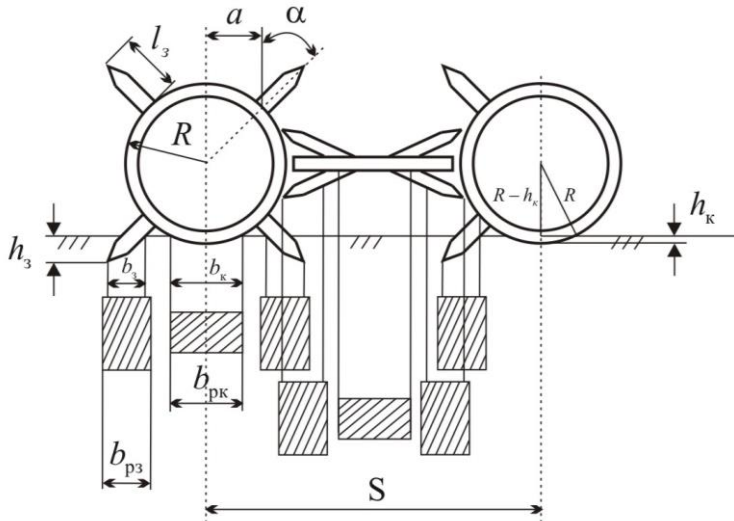


Рисунок 2 – Схема к обоснованию параметров гибкой борона

С учетом зависимостей (3), (4) и (5) после ряда преобразований приведем выражение (6) к следующему виду:

$$2 \cdot a + 2 \cdot l_z \cdot \sin \alpha \leq 2 \cdot h_k \cdot \sqrt{k_0^2 - (k_0 - 1)^2} + h_3 \left[\operatorname{tg} \alpha + 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_2}{2} \right) \right] \quad (7)$$

Задаваясь значениями глубины обработки зубьев h_3 и кольца h_k в соответствии с агротребованиями и коэффициен-

том заглубления k_0 , получим выражение для рационального значения длины зубьев l_3^{pac} в виде:

$$l_3^{pac} = \frac{h_k \cdot \sqrt{k_0^2 - (k_0 - 1)^2} + \frac{1}{2} h_3 \left[\operatorname{tg} \alpha + 2 \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_2}{2} \right) \right] - a}{\sin \alpha}. \quad (8)$$

Подставляя в выражение (8) значение глубины обработки зубьев h_3 равное 0,05 м и глубины хода кольца h_k равным 0,03 м получим рациональное значение длины зуба l_3^{pac} равное 0,077 м. Принимаем l_3^{pac} равным 0,08 м.

Шаг расстановки S звеньев равен:

$$S = 4 \cdot (R + 2 \cdot \Delta), \quad (9)$$

где Δ - зазор между соседними звеньями, обусловленный наличием упругого крепления, м.

Рассмотрим процесс движения звеньев упругой бороны в продольном направлении. Полному обороту кольца соответствует угол 2π . Угол γ , соответствующий зоне рыхления одного кольца, можно определить по расчетной схеме на рис. 3:

$$\cos \frac{\gamma}{2} = \frac{b + l_3 \cdot \cos \beta - h_3}{b + l_3 \cdot \cos \beta} = 1 - \frac{h_3}{b + l_3 \cdot \cos \beta} \quad (10)$$

Окончательно получим:

$$\gamma = 2 \arccos \left(1 - \frac{h_3}{b + l_3 \cdot \cos \beta} \right), \quad (11)$$

где b - расстояние от оси вращения кольца до точки крепления зуба, м;

β - угол установки зубьев, град.

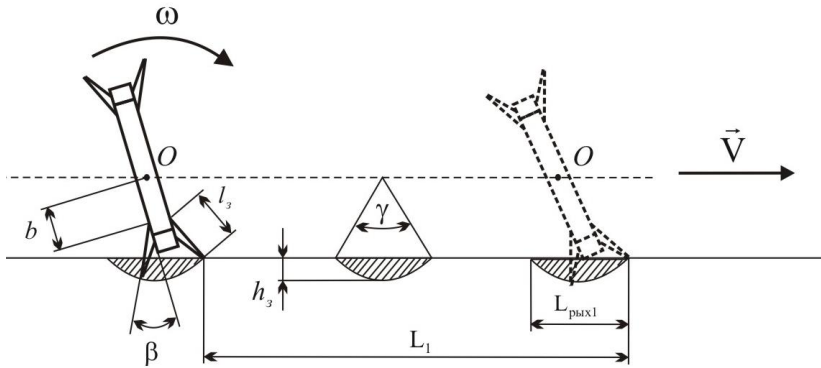


Рисунок 3 – Схема к обоснованию количества рядов секций

Количество рядов секций гибкой бороны $n_{\text{секц}}$, обеспечивающих сплошное рыхление поверхности почвы в продольном направлении определится по выражению:

$$n_{\text{секц}} = \frac{\pi}{\gamma} = \frac{\pi}{2 \cdot \arccos \left(1 - \frac{h_z}{b + l_z \cdot \cos \beta} \right)}. \quad (12)$$

При заданных значениях глубины обработки зубьев ($h_z = 0,05$ м) и длины зубьев ($l_z = 0,08$ м) получим количество рядов секций $n_{\text{секц}}$ равным 1,49 и округляем до целого числа равного в данном случае двум.

Выводы. В результате кинематического анализа процесса работы гибкой бороны теоретически обоснованы ее основные конструктивные параметры: радиус колец, длина и шаг расстановки зубьев. Получено выражение для расчета количества рядов секций гибкой бороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. №982551 СССР, МКП А01В 19/02. Гибкая бороны для поверхностной обработки почвы / В.И. Таранин. – № 3273571/15; заявл. 10.04.1981; опубл. 23.12.1982.

2. Бабицкий Л.Ф. Бионическое обоснование гибкой бороны на основе коэффициента адаптационной наработки / Л.Ф. Бабицкий, И.В. Соболевский // - Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – Симферополь, 2016. - №1 - С. 70-81.

3. Бабицкий Л.Ф. Основы бионических исследований: Учебник для студентов высших учебных заведений / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич, И.В. Соболевский // – Симферополь: ЧП «Антиква», 2014. – 238 с.

4. Бабицкий Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л.Ф. Бабицький. -К. : Урожай, 1998. - 164 с.

5. Бабицький Л.Ф. Біонічні передумови до створення дискозубових борін для екологічного землеробства / Л.Ф. Бабицький, Соболевський І.В. // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Мелітополь, 2014. – Вип. 2. С. 73-81.

6. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Кленин Н.И., Сакун В.А. // – М.: Колос, 1994. – 751 с.

7. Пат. 2070362 Российская Федерация, МПК A01B 19/02. Гибкая борона Бездольный Н.И., Труш С.М. – № 4732645/15; заявл. 22.08.1989; опубл. 20.12.1996.

8. Пат. 2073390 Российская Федерация, МПК A01B 19/02. Гибкая борона Бездольный Н.И. – № 4794251/15; заявл. 02.01.1990; опубл. 20.02.1997.

9. Позняк С.С. Экологическое земледелие: монография/ С.С. Позняк, Ч.А. Романовский; под общ. ред. к.с.-х.н. С.С. Позняка.- Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009.- 327 с.

10. Погорілий Л.В. Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління // Техніка АПК. – 2003. – №11. – С. 4-7.

BIBLIOGRAPHY

1. A. p. №982551 USSR IPC A01V 19/02. Flexible Harrow to plow / VI Taranin. - № 3273571/15; appl. 04/10/1981; publ. 12/23/1982.

2. Babitsky L.F. Bionic justification flexible harrows based coefficient adaptation achievements / L.F. Babitsky, I.V. Sobolewski // - Tauris Proceedings of Agricultural Science. - Simferopol, 2016. - №1 - S. 70-81.

3. Babitsky L.F. Fundamentals of bionic research: the textbook for students of higher educational institutions / L.F. Babitsky, V.Y. Moskalevich, I.V. Sobolewski // - Simferopol: PE "Antiqua", 2014. - 238 p.

4. Babytsky L.F. Bionical development directions tillage machines / L.F. Babytsky. -K.: Vintage, 1998. - 164 p.

5. Babytsky L.F. Bionical prerequisites for creating dyskozubovyh harrows for Ecological Agriculture / L.F. Babytskyy, I.V. Sobolewski // Herald of the Ukrainian branch of the International Academy of Agricultural Education.-Melitopol, 2014. -Vol.2.-S. 73-81.

6. Klenin N.I. Agricultural and reclamation machines / Klenin N.I., Sakun V.A. // - M.: Kolos, 1994. - 751 p.

7. Pat. 2070362 Russian Federation IPC A01B 19/02. Flexible Harrow Bezdolny N.I. Trush SM - № 4732645/15; appl. 08/22/1989; publ. 20.12.1996.

8. Pat. 2073390 Russian Federation IPC A01B 19/02. Flexible Harrow Bezdolny N.I. - № 4794251/15; appl. 01/02/1990; publ. 20.02.1997.

9. Pozniak S.S. Organic farming: monograph / S.S. Pozniak, Ch.A. Romanovsky; under the total. Ed. ksn SS Poznyaka.- Minsk ISEU. HELL. Sakharov, 2009.- 327 p.

10. Pogorily L.V. Modern Problems of Agricultural Mechanics and Machine in creating a new generation of agricultural machinery // Technology APC. - 2003. - №11. - S. 4-7.

JUSTIFICATION OF DESIGN PARAMETERS OF FLEXIBLE HARROWS

L.F. Babitsky, I.V. Sobolevsky, V.A. Kuklin

Summary

The article provides theoretical substantiation of design parameters of flexible harrows, created due to study of the earthworm biological structure as a prototype. Expressions for determining the radius of the harrow's rings, length and pitch of teeth arrangement, as well as the number of section rows have been obtained.

Key words: tillage, flexible harrow, hoeing, speed, number of teeth, biological prototype.

УДК 530.145:621.3:539.91

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛЕКУЛ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ

Червінський Л.С., д.т.н., проф., акад. МААО

Ковалишин Б.М., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

e-mail: lchervinsky@gmail.com

Анотація. Теоретично та експериментально обґрунтовано спосіб підвищення ефективності протікання хімічних окислювально-відновних реакцій через активацію молекул-реагентів шляхом їх переведення на метастабільні рівні збудження за допомогою різних енергетичних чинників. Представлені результати експериментальних досліджень, які підтверджують ефективність застосування активації молекул-реагентів реакції горіння пропану в повітрі високовольтним нерівномірним електричним полем

Ключові слова: окислювально-відновлювальні реакції, молекули-реагенти, активація молекул-реагентів, електричне поле.

Постановка проблеми. Основним джерелом енергетичних змін у живій і неживій природі є окислювально-відновні хімічні процеси. В залежності від поглинання чи виділення енергії при протіканні хімічних реакцій вони поділяються, відповідно, на ендотермічні та екзотермічні. Теплогенерування пов'язане саме з екзотермічними реакціями. На швидкість протікання і повноту реагування впливає велика кількість параметрів оточуючого середовища, типу та стану реагентів, наявності або відсутності каталізаторів чи інгібіторів. Одним із факторів, який визначає хід і швидкість реакції, є енергетичний вплив на молекули.

Мета дослідження - обґрунтування механізму енергетичного впливу на хід і розвиток хімічних реакцій. Для цього необхідно:

- обґрунтувати можливість і доцільність активації молекул для їх участі в хімічних реакціях;
- визначити джерела активації молекул-реагентів хімічних реакцій;
- вияснити механізм активації атомів і молекул;
- експериментально підтвердити отримані теоретичні результати щодо підвищення ефективності хімічних реакцій.

Основна частина. Окислювально-відновні екзотермічні реакції горіння лежать в основі процесів масоутворення і регуляції в живих організмах та в різноманітних процесах неживої природи, в тому числі при теплогенеруванні. Підвищення ефективності цих процесів є основним питанням хімічної кінетики і залежить від реакційних властивостей хімічної системи, її внутрішньої енергії і будови, атомно-молекулярного складу реагентів та зовнішніх чинників.

Основоположний закон хімічної кінетики Арреніус відкрив у 1889 році [1]. Він характеризує можливість протікання хімічних реакцій між молекулами-реагентами і зв'язує константу швидкості хімічної реакції з енергією активації (E_A).

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}, \quad (1)$$

де k_0 - передекспоненційна константа;

R - газова стала, рівна 1,987 кал/град·моль;

T - температура в градусах шкали Кельвіна;

e - основа натуральних логарифмів.

В рівнянні (1) є дві невідомі величини – k_0 і E_A . Прологарифмувавши обидві частини рівняння (1) отримаємо формулу:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{RT}, \quad (2)$$

В практиці, для більшої зручності розрахунків, використовуються не натуральні, а десяткові логарифми:

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{E_A}{4,575T}, \quad (3)$$

де число $1/4,575$ – модуль переводу натуральних логарифмів у десяткові, помножений на величину R .

За формулою (3) швидкість хімічної реакції залежить прямо пропорційно від температури та обернено пропорційно від енергії активації молекул. За нашою робочою гіпотезою активація молекул-реагентів, крім теплової енергії (термоактивація) може здійснюватись за допомогою інших енергетичних чинників, які дозволяють значно зменшити їх енергію активації.

У випадку подачі зовнішньої енергії у вигляді імпульсів або пульсуючих сигналів, частота яких співпадає з резонансною частотою складових (електронів) молекул реагентів, можна досягти ефекту переведення молекул-реагентів в активний стан із значно меншими енергетичними затратами [2, 3].

Для активації молекул, можуть також бути використана енергія:

- ультразвукових коливань;
- магнітного поля високої напруженості і певної частоти;
- хімічних речовин -каталізаторів;
- фотонів оптичного випромінювання;
- складових радіоактивного випромінювання;
- електричного поля високої напруженості і відповідної частоти та інші.

Процес активації молекулярної системи полягає у переведенні частини її електронів з нижчого на більш високий енергетичний рівень. В квантовій фізиці всі енергетичні електронні рівні молекули (атома) поділяються на стабільні, нестабільні і метастабільні. На стабільному рівні молекула може перебувати тривалий час, аж до моменту дії на неї певної порції (кванта) енергії, що переводить її на один з більш високих нестабільних або метастабільних енергетичних рівнів.

В деяких наукових джерелах нестабільні (резонансні) енергетичні рівні носять назву синглетних, а метастабільні – триплетних енергетичних рівнів [5,6].

Перехід атомно-молекулярної системи на вищий енергетичний рівень (активацію) можна пояснити енергетичним впливом достатньої величини на електрони, що дозволяє перевести їх зі стабільного рівня на певний вищий нестабільний або метастабільний рівень збудження або й навіть відірвати електрон від молекули (рівень іонізації).

Як відомо рівні збудження та іонізації є строго квантованими і для різних атомно-молекулярних структур різними [7,8]. Іонізовані атоми і молекули мають дещо інші фізичні і хімічні властивості, ніж первинні молекули. Активовані ж молекули за фізичними властивостями не відрізняються від незбуджених молекул, але, згідно закону Арреніуса, швидше можуть вступати в хімічну реакцію. Для активного протікання хімічних реакцій важливим є час перебування молекул у стані збудження, тобто час їх дисипації. На резонансних рівнях збудження молекули перебувають досить незначний час (в межах 10^{-8} – 10^{-10} с) [9]. Час дисипації атомів і молекул на метастабільних рівнях збудження як мінімум на кілька порядків більший ($\sim 10^{-4}$ ÷ 10^{-2} с і більше) [10].

Узагальнююча схема-діаграма можливих енергетичних переходів електронів молекули під впливом зовнішньої квантованої енергії та транспорту цієї енергії в молекулі показана на рисунку 1.

При дії на молекулу квантом первинної енергії $h\nu_1$, молекула зі стаціонарного (нульового) стану S_0 , при достатній інтенсивності кванта, може перейти на один із збуджених резонансних – R_1, R_2, R_3 ; метастабільних – M_1, M_2, M_3 рівнів; або подолати енергетичний рівень іонізації I .

Як приклад розглянемо первинний акт переходу молекули на резонансний рівень R_2 . На цей перехід витрачається енергія E_{SOR2} , яка залежить від коефіцієнта використання первинної енергії $h\nu_1$. Далі проходить дисипація молекули з переходом її на нижчий енергетичний рівень кількома можливими шляхами:

- на R_1 з виділенням кванта енергії e_{R21} ;
- на S_0 з виділенням енергії E_{R2S0} , рівної E_{SOR2} (ідеальна дисипація);
- з R_1 на S_0 з виділенням енергії E_{R1S0} ,
- з R_1 на метастабільний рівень M_2 з виділенням кванта світла e_{R1M2} та кванта енергії e_{CR1} , що служить характеристикою фотохімічної реакції з іншою молекулою або реструктуризації;

Двох– і більше ступенева енергетична дія вторинних фотонів ($h\nu_2$ і $h\nu_2^I$) на енергетичні рівні молекули може забезпе-

чити перехід на більш високі енергетичні рівні, відповідно, на R_3 за рахунок енергії E_{R1R3} і на M_3 – енергією E_{M1M3} [8].

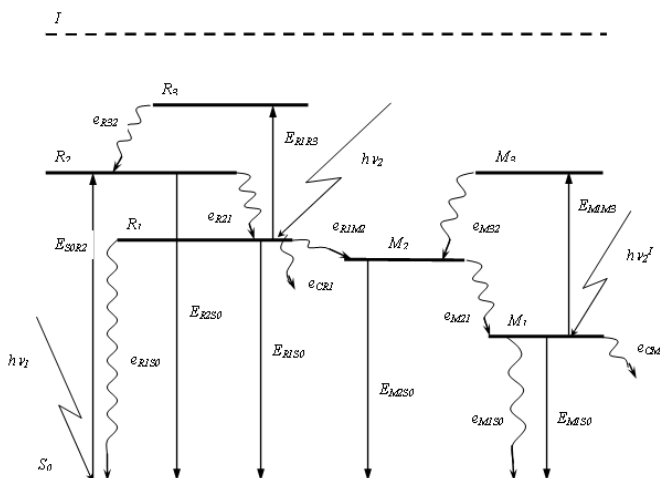


Рисунок 1 - Діаграма енергетичних рівнів та транспорту енергії в молекулі

Перехід молекули на нижчі енергетичні рівні може також супроводжуватись виділенням порцій енергії, відмінних від оптичної, –наприклад e_{CR1} і e_{CM1} . Ці порції енергії можуть використовуватись на стимулювання хімічних реакцій між молекулами або на їх реструктуризацію.

З вищесказаного можна зробити попередній висновок про можливість підвищення ефективності окислювально-відновних реакцій між молекулами за рахунок їх активації одним з вищеперахованих способів. Так як при горінні проходять окислювально-відновні реакції, то активація молекул-реагентів дозволяє підвищити ефективність процесу горіння. В реакції виділення тепла при горінні, як правило процес спалювання проходить на деякій відстані від місця активації молекул. Тому для реакції горіння найбільш сприятливим є переведення молекул-реагентів на метастабільні енергетичні рівні із часом дисипації, достатнім для їх транспортування від місця активації до пальника.

Експериментальна перевірка робочої гіпотези. Для перевірки робочої гіпотези за предмет дослідження вибрана реакція спалювання пропану в повітрі. Об'єкт дослідження – процес впливу електроактивації пропану і повітря на ефективність реакції горіння.

Методика експериментальних досліджень спалювання пропану в повітрі при їх активації високовольтним пульсуючим нерівномірним електричним полем полягає в наступному. Частота імпульсів електричного поля змінювалася в діапазоні 0-200 Гц. Ефективність дії імпульсного електричного поля різної частоти на молекули пропану і кисню повітря оцінювалися за зменшенням тривалості нагріву 0,7 л води від 20 до 40°C порівняно з варіантом їх спалювання без активації (контроль).

Варіанти дослідження:

1. Без випрямлення електричних імпульсів
2. З випрямленням: на електродну систему повітря подаються імпульси негативної напруги, а на електродну систему збудження пропану – імпульси позитивної напруги (– - на повітря, + - на пропан).
3. З випрямленням: + - на повітря, + - на пропан.
4. З випрямленням: + - на повітря, – - на пропан.
5. З випрямленням: – - на повітря, – - на пропан.
6. З випрямленням: + - на повітря, пропан - без випрямлення.

При цьому частота чередування електричних імпульсів змінювалась від 0 до 200 Гц.

За контрольний варіант прийнято варіант досліді горіння без подачі високовольтного імпульсного електричного сигналу на електродні системи. Результати експерименту показані на рис. 2.

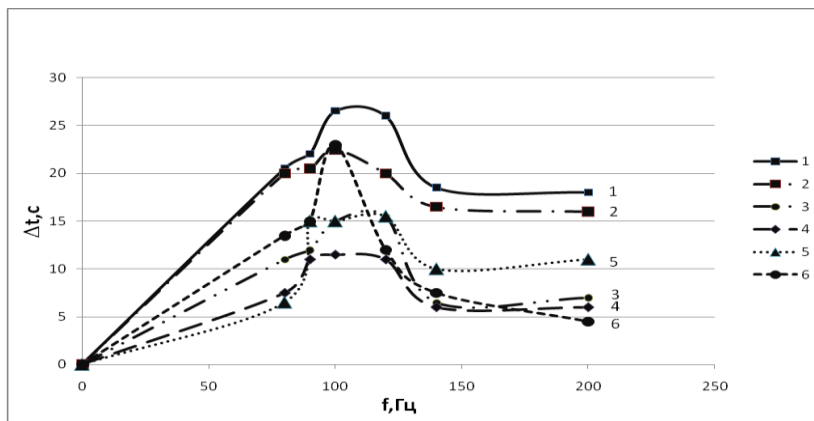


Рисунок 2 - Залежність скорочення часу нагрівання води від частоти імпульсів по варіантах спалювання пропану в повітрі порівняно з контролем

Як видно з рисунка 2 найбільший ефект зі скорочення часу нагрівання води відмічений при частоті імпульсів $100 \div 120$ Гц у варіанті без випрямлення ($19,0 \div 22,1$ %). На частоті $90 \div 120$ Гц у варіанті з випрямленням при подачі на електродну систему повітря імпульсів переважно негативної напруги, а на електродну систему пропану – імпульсів переважно позитивної напруги час нагрівання води скоротився на $14,5 \div 16,3$ %.

У варіанті експерименту з подачею імпульсів переважно позитивної напруги на електродну систему повітря, на пропан – без випрямлення скорочення часу нагрівання води на частоті 100 Гц склало 20,6 %.

Розрахована $HP_{0,05}=0,94$ дає підставу стверджувати про наявність значних відмінностей майже між усіма варіантами в діапазоні частот $100 \div 120$ Гц. Виключенням можна вважати варіанти 2 (– - на повітря, + - на пропан) і 6 (+ - на повітря, пропан - без випрямлення), між якими у вказаному діапазоні частот суттєвої різниці не виявлено.

Висновки:

1. Запропонована робоча гіпотеза підвищення ефективності протікання хімічних окислювально-відновних реакцій шляхом зменшення енергії активації молекул-реагентів додатковим фізичним впливом має практичне підтвердження в дослідженнях реакції горіння пропанової суміші.

2. Підтверджена можливість активації молекул-реагентів окислювально-відновних реакцій шляхом їх переведення на метастабільні рівні збудження за допомогою різних енергетичних чинників, зокрема електричними імпульсами високої напруги відповідної частоти.

3. Запропонована узагальнююча схема-діаграма можливих енергетичних переходів електронів молекули під впливом зовнішньої квантованої енергії та транспорту цієї енергії в молекулі. Проаналізовано можливі енергетичні стани молекули та напрямки обміну енергією між ними.

4. Приведені результати експериментальних досліджень підтверджують ефективність застосування активації молекул-реагентів реакції горіння пропану в повітрі високовольтним нерівномірним електричним полем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физическая химия (под редакцией К.С. Краснова).- М.: Высшая школа, 2001, 512 с.
2. Смирнов Б.М. Возбужденные атомы.-М.: Энергоиздат .-1982.-232 с.
3. Коган В.Е. Физическая химия. Часть 2. Химическая кинетика/ Коган В.Е. Зенин Г.С., Пенкина Н.В.-СПб.: СЗТУ, 2005.-226 с.
4. Рійвес Р.Б. Про вплив домішки срібла на генераційні характеристики лазера на парі міді / Р.Б. Рійвес, Ю.В. Жменяк, В.А. Кельман, Ю.О. Шпеник, О.О. Антонов.-Науковий Вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. № 20.-2007 р.- с. 107-118.
5. Червінський Л.С. Оптичні технології в тваринництві. К.: Наукова думка, 2005.-230 с.
6. Гайсак М., Гнатик М., Федорняк Ю. Енергія зв'язку синглетних і триплетних станів негативного іона мюонію.- Науковий вісник Ужгородського університету. Серія фізика. – Випуск 30.- 2011, с.240-245.
7. Yariv A. An Introduction to Theory and Applications of Quantum Mechanics.-California Institute of Technology.-1982, 180 pp.
8. Аликберова Л.Ю. Основы строения вещества. Методическое пособие/ Аликберова Л.Ю., Савинкина Е.В., Давыдова М.Н.- М., МИТХТ, 2004.- 468 с.
9. Каганов И.Л. Ионные приборы.- М.: «Энергия».- 1972, 528с.
10. Капцов Н.А. «Электроника». М.: «Гостехиздат».- 1954, 470 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Physical chemistry (under the editors K.S. Krasnov) .- М.: Higher School, 2001, 512 p.
2. Smirnov B.M. Excited atoms.-М.: Enerhoizdate.-1982.- 232 p.
3. Kogan V.E. Physical chemistry. Part 2. Hymycheskaya kinetics / Kogan V.E., Zenin G.S., Penkin N.V. St-Petersburg.: SZTU, 2005.-226 p.

4. Riyves R.B. The effect of impurities in silver lasing characteristics of a laser on a pair of copper / R.B. Riyves, Y. Zhmenyak, V.A. Kelman, Y. Shpenik, O.O. Antonov. and Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Physics Series. № 20.-r.-2007. –S.107-118.

5. Chervinsky L.S. Optical technology in animal husbandry. K .: Naukova Dumka, 2005.-230 p.

6. Haysak M. Hnatyk M. Yu. Fedornyak binding energy of the singlet and triplet states of the negative ion myuoniyu.- Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. A series of physics. - Issue 30.- 2011.- S.240-245.

7. Yariv A. An Introduction to Theory and Applications of Quantum Mechanics.-California Institute of Technology.-1982, 180 p.

8. Alikberova L.Y. Structure Fundamentals matter. Purpose-dycheskoe posobye / L.Y. Alikberova, E.V. Savynkyna - Davydova M.N.- M. MYTHT, 2004.- 468 p.

9. Kaganov I.L., Ionic devices.- M .: "Energy" .- 1972, 528p.

10. Kaptsov N.A. "Electronics". M .: "Hostehyzdat" .- 1954, 470 p.

USING MOLECULES' ENERGETIC PARAMETERS FOR RAISING OXIDATION-REDUCTION REACTIONS EFFICIENCY

L.S. Chervinsky, B. M. Kovalyshyn

Summary

The article gives theoretical and experimental justification for the method of rising efficiency of chemical oxidation-reduction reactions by activating molecules-reagents through their transportation on the metastable excitation levels by means of different power factors. The results of experimental researches confirm the efficiency of using molecules-reagents activated by propane burning reaction in the air with high-voltage uneven electric field.

Key words: oxidation-reduction reactions, molecules-reagents, molecules-reagents, activating, electric field.

УДК 631.3.06: 631.95

ВПЛИВ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РІВНЯ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМІВ РОБОТИ МТА

Мітков В.Б., к.т.н., доц. *

Кувачов В.П., к.т.н., доц.

Ігнат'єв Є.І., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619421265,

e-mail: tdatu-mvz@yandex.ru

Анотація. Запропоновано комплексний підхід до оцінки рівня екологічної безпеки машинно-тракторних агрегатів (МТА), який дозволить оцінювати його вплив на навколишнє середовище у вигляді прогнозного значення i -го фактору екологічної безпеки, до їх нормативних. За допомогою програми Microsoft Excel отримані формули, які визначають кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів (NO_x , CO , CH) в залежності від ступені завантаження трактора. Використовуючи теоретичні залежності отримана загальна кількість шкідливих викидів (NO_x , CO , CH) в залежності від потужності двигуна. Для визначення режимів роботи двигуна, при яких об'ємні викиди шкідливих речовин (NO_x , CO , CH) досягають максимальних значень побудована залежність рівня викидів, які покладені на регуляторну характеристику двигуна. Запропонована в роботі методика визначення рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів від режиму роботи дизельного двигуна трактора ХТЗ-170 дозволяє використовувати її і для інших марок тракторів сільськогосподарського призначення при оцінці рівня екологічної безпеки.

Ключові слова: енергетичний засіб, відпрацьовані гази, екологічна безпека, сільськогосподарський агрегат, комплексний коефіцієнт, теоретичні залежності, шкідливі викиди.

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО
Дідура В.А.

Постановка проблеми. Питання екологічної безпеки на теперішній час є одним з найбільш важливих і глобальних в розвитку людства. Вчені та практики відзначають, що вплив діяльності людини та роботи мобільної техніки на екосистему досягло такого масштабу, що природні регуляторні механізми вже не в змозі самостійно нейтралізувати виникаючі негативні явища [1].

Вагомою проблемою екологічної безпеки в аграрному секторі України є правильне (раціональне) комплектування машино-тракторних агрегатів з урахуванням режимів роботи дизельних двигунів. Це веде до зниження рівня шкідливих викидів в продуктах згорання. Частинна викидів відпрацьованих газів (ВГ) від роботи двигунів внутрішнього згорання не перевищує 60% від загального обсягу викидів в атмосферу забруднюючих речовин і понад 75% від усіх мобільних енергетичних засобів [2].

При згоранні 1 кг палива виділяється близько 80-100г токсичних компонентів: 20...30 г CO; 20...40 г NOx; 4...10 г CH; 10...30 г SOx; 0,8...1,0 г альдегідів; 3...5 г солей та ін. Вклад від роботи тільки дизелів мобільних енергетичних засобів в загальну концентрацію викидів азоту в атмосферу становить близько 20-26% [3]. Прийнято вважати що основними діагностичними показниками екологічної безпеки тракторів та іншої мобільної сільськогосподарської техніки є питомі викиди CO, CH, NOx у відпрацьованих газах [4]. Річні викиди шкідливих речовин від роботи тракторів та іншої мобільної сільськогосподарської техніки в аграрному секторі України наданні в табл. 1.

Таблиця 1 – Викиди шкідливих речовин від роботи мобільної техніки в аграрному секторі України за рік млн. т. [5]

Вид техніки	Види				
	Оксиди азоту	Оксид вуглецю	Вуглеводні	Оксиди сірки	Тверді частки
Трактори в сільському господарстві	1,50	0,80	0,15	0,10	0,06
Інші трактори та самохідні машини	1,20	0,64	0,12	0,08	0,03
Комбайни	0,3	0,16	0,03	0,01	0,01
Разом	3,00	1,60	0,30	0,19	0,10

З табл. 1 бачимо, що найбільший рівень шкідливих викидів перепадає на роботу тракторів.

Небезпеку для погіршення навколишнього середовища представляють не тільки токсичні викиди продуктів згорання палива, а також витоки (підтікання) паливно-мастильних та інших експлуатаційних матеріалів внаслідок зниження технічного стану (моторесурсу) двигуна.

Встановлено [6], що підтікання однієї краплі палива в секунду веде до втрати 3,5 кг за добу, а відсутність пробки на ємності – до 6 кг на добу. Загальний негативний вплив від роботи ДВЗ на забруднення навколишнього середовища представлений на рис. 1.

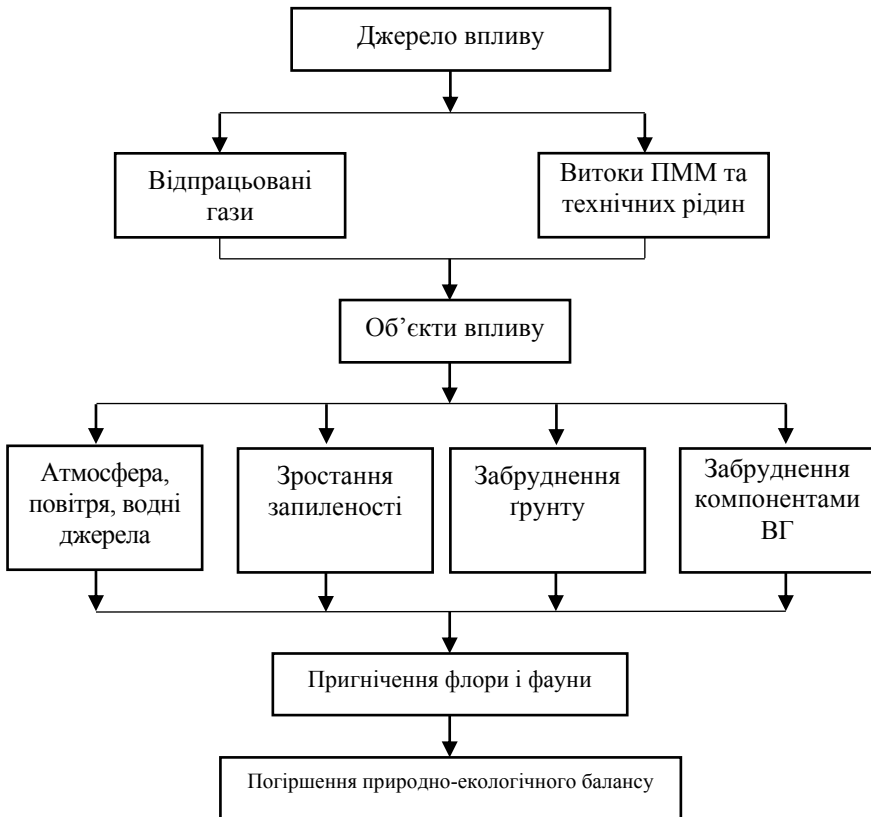


Рисунок 1 – Вплив роботи ДВЗ МТА на стан екосистеми

Вище перелічене вимагає комплексного рішення зазначеної проблеми, суть якої полягає у вивченні і оцінці впливу режи-

мів роботи дизельних двигунів на якісний рівень шкідливих викидів ВГ та оцінка рівня екологічної безпеки роботи МТА.

Аналіз останніх досліджень. При експлуатації МТА в результаті зниження технічного стану двигунів збільшується рівень шкідливих викидів у ВГ (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив технічного стану ДВЗ на рівень викидів (ВГ) [3]

Види несправностей	Змінення викидів, %				Витрата палива, %
	СО	СН	NOx	Димність	
Змінення у роботі паливної системи	+5...50	+5...25	-25...+25	+25...100	+5...25
Зміни у роботі кута початку впорскування палива	+5...50	0...25	-100...+100	-25...+50	+5...25
Знос основних деталей двигуна	+50	+100	-25	+100	+15
Несправність форсунок	+25...50	+50...100	-25	-25...+25	+10...20
Підвищення опору впускного повітря та виходу ВГ	+50...100	+50...100	-50	+100	+15
Підвищення опору руху	Збільшення до 20%				+5...20

На рівень шкідливих викидів впливає не тільки технічний стан двигуна, а також швидкісний та навантажувальний режим роботи дизеля. Характер зміни викидів СО, СН, NOx в залежності від ступені завантаження трактора та частоти обертання колінчастого валу дизеля показано на рис. 2 [7, 8].

$$\xi = \frac{N_{\dot{\alpha}\dot{o}}}{N_{\dot{\alpha}\dot{r}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де: N_{ef} – ефективна фактична потужність двигуна, яка витрачається на тягу і переміщення МТА при даному завантаженні з урахуванням витрати у трансмісії та буксування, кВт;

N_{en} – ефективна номінальна потужність двигуна, кВт.

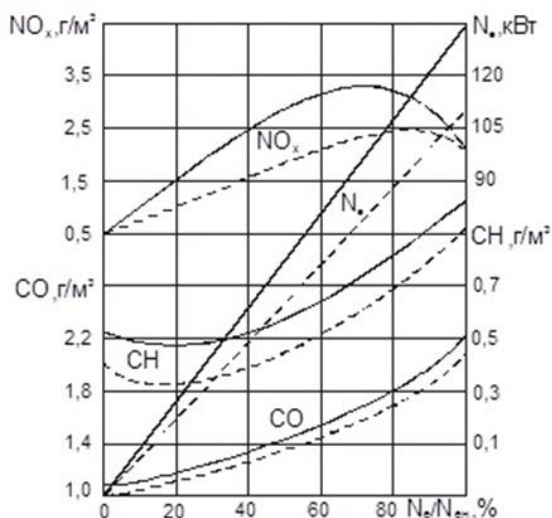


Рисунок 2 – Характер зміни агресивних речовин NO_x , CO , CH в залежності від режимів роботи дизелів: ——— - $n = 1800 \text{ хв}^{-1}$; - - - - $N = 1300 \text{ хв}^{-1}$

Аналіз характеру зміни шкідливих викидів дозволяє відмітити, що збільшення частоти обертання колінчастого валу, завантаження дизеля веде до росту рівня викидів.

Необхідно враховувати, що традиційні дизелі МТА працюють при повному завантаженні $\xi = 100\%$ тільки 3% часу, при завантаженні $\xi = 82 \dots 85\%$ – тільки 2% часу, при завантаженні $\xi = 70 \dots 75\%$ – до 5 % часу, а при завантаженні $\xi = 60 \dots 70\%$ - до 41 % часу і решту часу при завантаженні нижче 50 % [9, 10]. Тому при оцінці питомих викидів NO_x , CO , CH слід враховувати відносний час роботи дизельного двигуна МТА на різних режимах.

Метою дослідження є вивчення і оцінка впливу режимів роботи дизельних двигунів на якісний рівень шкідливих викидів відпрацьованих газів та оцінка рівня екологічної безпеки роботи МТА.

Основна частина. Відомо, що дизельні двигуни тракторів значну частину часу працюють на малих та середніх режимах завантаження. Виникає необхідність у встановленні впливу ступеня завантаження трактора на значення викидів NO_x , CO , CH були введені у програму Microsoft Excel і в результаті обробки

отримані формули, за допомогою яких можна розрахувати кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів (NO_x , CO , CH) в залежності від ступені завантаження трактора.

$$Y_{\text{CO}} = 8 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,0026 \cdot x + 1,1079 \quad (2)$$

$$Y_{\text{CH}} = -4,5717593 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1,4960317 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 - 0,0054223 \cdot x + 0,5227222 \quad (3)$$

$$Y_{\text{NO}_x} = -7,290392 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 + 4,6338164 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,0430257 \cdot x + 0,503476 \quad (4)$$

Оцінку рівня викидів (NO_x , CO , CH) було здійснено на прикладі трактора ХТЗ-170 з двигуном ЯМЗ-236-М2 по його регуляторній характеристиці, значення параметрів якої надані в табл. 3.

Таблиця 3 – Параметри та їх значення для побудови регуляторної характеристики двигуна ЯМЗ-236-М2

$n_d / n_{\text{шт}}, \text{хв}^{-1}$	1,06	1,03	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$n_d, \text{хв}^{-1}$	2226	2163	2100	1890	1680	1470	1260	1050
$N_e, \text{кВт}$	0	60,75	121,5	124,74	116,75	105,4	91,7	76,25
$M_k, \text{Н} \cdot \text{м}$	0	276,2	552,5	630,3	663,70	685,3	695,3	693,5
$G_T, \text{кг/год}$	6,38	13,8	21,26	21,06	19,41	17,63	15,73	13,67
$g_e, \text{г/кВт} \cdot \text{год}$	455	227,5	175,00	168,87	166,25	167,12	171,5	179,37

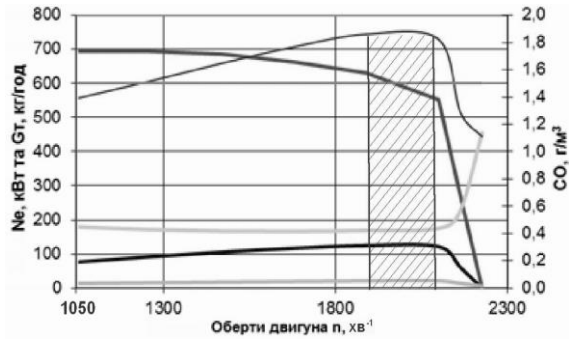
Використовуючи теоретичні залежності (1, 2, 3) отримана загальна кількість шкідливих викидів (NO_x , CO , CH) в залежності від потужності двигуна (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив потужності роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 на загальну кількість шкідливих викидів

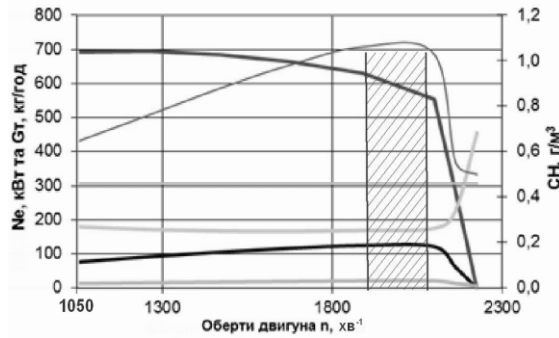
Потужність, кВт	0	47,2	94,4	96,9	90,7	82,0	71,3	59,3
$\text{CO}, \text{г/м}^3$	1,110	1,288	1,823	1,862	1,768	1,648	1,516	1,391
$\text{CH}, \text{г/м}^3$	0,523	0,620	1,230	1,272	1,171	1,036	0,885	0,738
$\text{NO}_x, \text{г/м}^3$	0,250	2,539	2,278	2,103	2,496	2,852	3,014	2,898

З табл. 4 слідує, що максимальний рівень викидів CO і CH відбувається при роботі двигуна в інтервалі потужностей 94,4...96,9 кВт, а для NO_x відповідно 59,3...79,3 кВт.

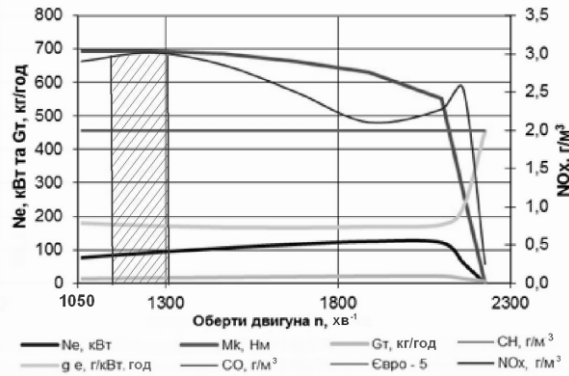
Для визначення режимів роботи двигуна, при яких об'ємні викиди шкідливих речовин (NO_x , CO , CH) досягають максимальних значень побудована залежність рівня викидів, які покладені на регуляторну характеристику двигуна (рис. 3).



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Залежність рівня шкідливих викидів від режимів роботи двигуна ЯМЗ-236-М2: а) CO; б) CH; в) NOx.



— діапазон максимальної кількості викидів

Діапазон оптимальної роботи трактора ХТЗ-170 з двигуном ЯМЗ-236-М2 з екологічної точки зору по загальним об'ємним викидам NOx, CO, CH наданий на рис. 4.

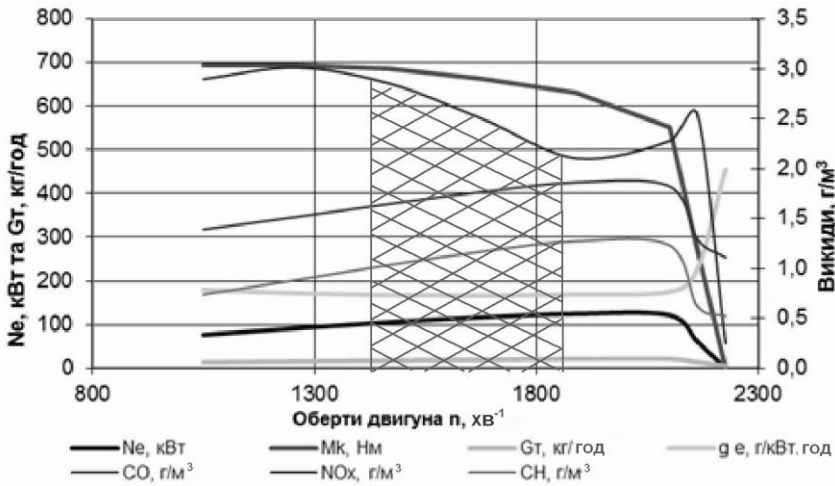


Рисунок 4 – Вплив режиму роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 на загальну кількість викидів NO_x , CO , CH .

 – оптимальний робочий діапазон трактора ХТЗ-170 з екологічної точки зору.

З рис. 4 випливає, що оптимальним режимом роботи двигуна ЯМЗ-236-М2 з екологічної точки зору можна вважати $1450 \dots 1850 \text{ хв}^{-1}$, на середній потужності і завантаженості трактора ХТЗ-170. При цьому режимі роботи витрати палива не збільшуються.

Висновки. 1. Зі збільшенням завантаженості та оборотів двигуна ЯМЗ-236-М2 до 1890 хв^{-1} відбувається зростання рівня викидів CO та CH , а NO_x навпаки зменшується.

2. В такому режимі роботи двигун ЯМЗ-236-М2 дозволяє отримати максимальну потужність $124,7 \text{ кВт}$, що складає $96,93\%$ від номінального значення $128,7 \text{ кВт}$.

3. Оцінку рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів можна визначити за допомогою регуляторної характеристики дизельного двигуна в залежності від режиму роботи.

4. Запропонована в роботі методика визначення рівня шкідливих викидів відпрацьованих газів від режиму роботи дизельного двигуна трактора ХТЗ-170 дозволяє використовувати її і для інших марок тракторів сільськогосподарського призначення при оцінці рівня екологічної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК : пособие / Л.В. Мисун, И.Н. Мисун, В.М. Грищук ; под ред. Л.В. Мисуна. – Минск : БГАТУ, 2007. – 302 с.
2. Ксенович И.П. О стабилизации параметров экологической безопасности тракторов / И.П. Ксенович, А.Я. Поляк, В.Г. Швецов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – №3. – С. 16 – 19.
3. Греков Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Греков, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – Москва : Издательство «Легион-Авторать», 2004. – 344 с.
4. Николаев Е.В. Экологическая диагностика тракторов и самоходных машин / Е.В. Николаев, Н.С. Нистрова // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №8. – С. 44.
5. Мітков В.Б. Аналіз забруднення довкілля мобільною сільськогосподарською технікою / В.Б. Мітков, К.Ю. Захаров // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, – 2015. – Вип. 15, Том 1. – С. 72 – 74.
6. Окоча А.І. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали: навч. посіб. / А.І. Окоча, А.Ю. Білоконь. – Київ : Український центр духовної культури, 2003. – 445 с.
7. Лопатин О.П. Влияние режимов эксплуатации дизелей на токсичность отработанных газов / О.П. Лопатин // Молодой ученый. – 2015. – №17. – С. 182 – 185.
8. Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотранспортных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработавших газов : дис. ... доктора техн. наук : 05.20.03 / В.А. Стрельников. – Саратов: СГАУ, 2004. – 381 с.
9. Костин А.К. Работа дизелей в условиях эксплуатации / А.К. Костин, Б.П. Пугачев, Ю.Ю. Кочинев. – Ленинград : Машиностроение, 1981. – 284 с.
10. Кужель В.П. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті / В.П. Кужель, С.М. Севастьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 105 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Misun L.V. Engineering ecology in the AIC: handbook / L.V. Misun, I.N. Misun, V.M. Grischuk; pod red. L.V. Misuna. – Minsk : BGATU, 2007. – 302 s.

2. Ksenevich I.P. Stabilization of the ecological safety indicators of tractors / I.P. Ksenevich, A.Ya. Polyak, V.G. Shvetsov // *Traktoryi i selhozmashinyi*. – 2007. – №3. – S. 16 – 19.

3. Grekov L.V. Fuel equipment and diesel control systems / L.V. Grehov, N.A. Ivaschenko, V.A. Markov. – Moskva : Izdatelstvo «Legion-Avtorat», 2004. – 344 s.

4. Nikolaev E.V. Ecological diagnosis of tractors and self-propelled machines / E.V. Nikolaev, N.S. Nistrova // *Traktoryi i selhozmashinyi*. – 2012. – №8. – S. 44.

5. Mitkov V.B. Analysis of environmental pollution of mobile agricultural machinery / V.B. Mstkov, K.Yu. Zaharov // *Naukoviy visnik TDATU*. – Melitopol, – 2015. – Vip. 15, Tom 1. – S. 72 – 74.

6. Okocha A.I. Fuel and lubricants and other operating supplies: Tutorial/ A.I. Okocha, A.Yu. Bilokon. – KiYiv : Ukrayinskiy tsentr duhovnoyi kulturi, 2003. – 445 s.

7. Lopatin O.P. Influence of operating conditions of diesel engines on the toxicity of exhaust gases / O.P. Lopatin // *Molodoy ucheniy*. – 2015. – №17. – S. 182 – 185.

8. Strelnikov V.A. Increase of ecological safety of motor transportation diesel engines by developing and improving methods and technical means exhaust gas purification: dis. ... doctor tehn. sciences : 05.20.03 / V.A. Strelnikov. – Saratov: SGAU, 2004. – 381 s.

9. Kostin A.K. Work of diesel engines under operating conditions / A.K. Kostin, B.P. Pugachev, Yu.Yu. Kochinev. – Leninograd : Mashinostroenie, 1981. – 284 s.

10. Kuzhel V.P. Ecology and resource conservation in road transport/V.P. Kuzhel, S.M. Sevastyanov.–Vinnitsya, 2013.–105 s.

INFLUENCE AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF HARMFUL SUBSTANCES LEVEL IN EXHAUST GASES OF DIESEL ENGINES DEPENDING ON THE WORKING MODES

V. B. Mitkov, V. P. Kuvachov, Ye. I. Ihnatiev

Summary

The authors suggest a comprehensive approach to assessing the environmental safety of machine and tractor units (MTU), which measures impact on the environment as a predicted i-th ecological safe-

ty factor. Microsoft Excel formulas that allow determining the amount of harmful exhaust emissions (NO_x, CO, CH) depending on the level of the tractor's loading were developed. Using the theoretical dependencies, the total amount of harmful emissions (NO_x, CO, CH) depending on engine power was obtained. In order to determine the modes of engine operation when volume of harmful substances emissions (NO_x, CO, CH) reach maximum values the authors have developed dependencies of harmful emissions level that are placed on the regulatory characteristic of an engine. The proposed method for determining the level of harmful exhaust emissions, depending on the diesel tractor HTZ-170 engine mode, allows using it for other brands of tractors for agricultural purposes in the assessment of environmental safety.

Key words: energy vehicle, exhaust gases, environmental safety, agricultural unit, complex coefficient, theoretical dependence, harmful emissions.

УДК 631.33

ТОЧНИЙ ВИСІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР КРОК ДО ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Васильковська К.В. к.т.н., *

Трикіна Н.М. викл.

Васильковський О.М. к.т.н., доц.

Кіровоградський національний технічний університет

м. Кіровоград, Україна

e-mail: VasilkovskaKV@ukr.net

Анотація. Основою технологій для виробництва сільськогосподарських культур є програмування врожаю, до якого відносяться система підтримання родючості та захисту ґрунтів, підготовка високоякісного насінневого матеріалу, механізація та автоматизація виробництва, захист рослин від хвороб, шкід-

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Пастухова В.І.

дників та бур'янів. Першочерговим кроком у програмуванні майбутнього врожаю є точний висів насіння, тобто забезпечення рівномірного розміщення насіння по площі живлення.

З метою підвищення ефективності точного висіву насіння просапних культур на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено і виготовлено дослідний зразок секції сівалки з пневмомеханічним висівним апаратом для точного висіву насіння просапних культур з периферійним розташуванням комірок на висівному диску та пасивним пристроєм для видалення зайвого насіння відцентровим способом.

Польові дослідження показали, що секція сівалки із запропонованим висівним апаратом дозволяє: отримати рівномірно розміщені в рядку насінини, дозувати насіння цукрових буряків, кукурудзи та сої без зміни диска у висівному апараті; зменшити використання посівного матеріалу при збереженні високої якості розміщення насіння в рядку.

Ключові слова: програмування врожаю, точний висів, насіння, пневмомеханічний висівний апарат

Постановка проблеми. Основне завдання агропромислового комплексу України – це вирішення проблеми задоволення потреб населення у продуктах харчування.

В останні роки у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України врожайність основних сільськогосподарських культур була не найвищою. Проте потенційні можливості цих та інших польових культур значно вищі. Тому постає питання ефективного використання та оптимізації умов вирощування, одним із дієвих способів яких є програмований метод вирощування сільськогосподарських культур.

Агротехнічна частина програмування передбачає розробку технологічного забезпечення програмованого урожаю. Найвища продуктивність посіву забезпечується оптимальною густотою рослин, яка в першу чергу, залежить від дотримання рекомендованої, для кожного окремо взятого сорту, норми висіву насіння. Для дотримання даного показника необхідно використовувати всі можливості новітніх розробок провідних сільськогосподарських виробників, і, зокрема, продуктивних

посівних агрегатів. Сучасні наукові розробки дозволяють оптимізувати висів сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень. Програмування врожайності є одним із важливих та перспективних напрямів у технології виробництва просапних культур [5, 7]. Сьогодні існують окремі напрями програмування врожайності, які допомагають аналізувати та оцінювати якість просапних культур, однак вони лише частково виконують завдання забезпечення якості та врожайності просапних культур. Існує низка проблем, які недостатньо вирішені. Серед них – точний висів.

З початку XX сторіччя почався пошук конструкцій висівних апаратів для пунктирної сівби насіння.

Одним із перших пневмомеханічних висівних апаратів є висівний апарат з дозатором барабанно-пальцевого типу, заявлений у 1904 році у США [1].

За конструктивним виконанням пневмомеханічні апарати можуть бути дисковими або барабанними, а за способом використання повітря їх розрізняють на вакуумні та апарати надлишкового тиску [2].

Перераховані висівні апарати мають недостатню дозуючу здатність, викликану обмеженістю колової швидкості висівного диска і випадковим неконтрольований перерозподілом інтервалів між насінинами в борозні, внаслідок великої відносної швидкості насіння.

Мета роботи. Першим кроком до програмування майбутнього врожаю є вибір вологозберігаючого, ґрунтозахисного та енергоощадного передпосівного обробітку ґрунту.

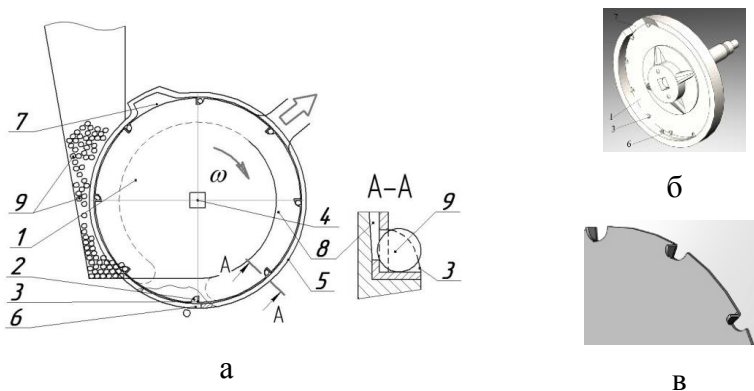
Другим кроком до програмування майбутнього врожаю є підготовка насіння до висіву, а саме:

- районування насіння;
- передпосівна підготовка;
- підвищення схожості;
- покращення розвитку рослин;
- протруєння насіння;
- обробка стимуляторами росту;
- інкрустування насіння мікродобривами;
- дражування насіння живильною оболонкою.

Для покращення проростання насіння проводиться якісний передпосівний обробіток, а висів насіння проводиться у встановленні агростроки, що впливає на умови появи рослин та їх подальший розвиток. Це пов'язано із вологістю та температурою верхнього шару ґрунту. При дотриманні агростроків висіву, отримується найкраща схожість, життєздатність та енергія проростання насіння.

Третім кроком до програмування врожаю, є забезпечення рівномірного розміщення насіння по площі живлення [2, 4]. Рівномірність висіву насіння, рівномірність його розташування в рядку є запорукою не тільки отримання дружніх сходів, а й в подальшому майбутнього врожаю. Із збільшенням рівномірності розподілу насіння по площі живлення, зменшується засміченість полям бур'янами.

Основна частина. З метою підвищення ефективності точного висіву виготовлено дослідний зразок нового пневмомеханічного дискового висівного апарата (рис. 1).



- 1 – висівний диск; 2 – комірка; 3 – лопатка; 4 – приводний вал; 5 – корпус; 6 – висівне вікно; 7 – пасивний пристрій (порожнина) для видалення зайвого насіння; 8 – вакуумна камера; 9 – насіння
 а – схема; б – тривимірна модель висівного апарата;
 в – тривимірна модель фрагмента висівного диска

Рисунок 1 – Пневмомеханічний висівний апарата

Форму комірок висівного диска виконано з розширенням в радіальному напрямку в бік нерухомої циліндричної по-

верхні корпуса. В зоні висіву, на циліндричній поверхні корпуса виконано висівне вікно 6, яке розкриває комірки диска і забезпечує вільне випадіння насіння.

Для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска, над зоною заповнення виконано пасивний пристрій 7, яким є спеціальна порожнина, в яку западають зайві насінини, відокремлюються від диска, а потім знову потрапляють (падають) в зону заповнення робочої камери.

Для визначення ефективності запропонованого пневмомеханічного висівного апарата розроблено та виготовлено зразок секції пневмомеханічної сівалки (рис. 2).

На полях ТОВ Агропромислової Групи «Фаворит» були проведені польові випробування експериментального зразка дослідного пневмомеханічного висівного апарата, встановленого на одну секцію серійної сівалки УПС-12, агрегатованої з трактором МТЗ-82 [4].



Рисунок 2 – Загальний вигляд дослідного зразка секції пневмомеханічної сівалки

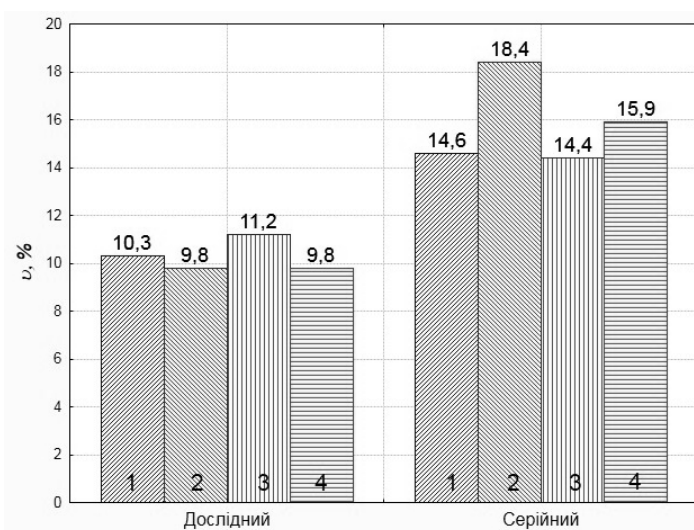
Висів насіння цукрових буряків сорту «Ялтушківський ЧС-72» проводився на 2 загінках, кожна площею 0,86 га, після оранки та передпосівного обробітку ґрунту. На першій загінці швидкість посівного агрегату становила 4,26 км/год, а на дру-

гій – 7,24 км/год. Норма висіву насіння становила 10,65 шт./пог.м.

Висів насіння кукурудзи сорту «Оржиця 237 МВ» проводився на загінці площею 0,43 га. Норма висіву насіння становила 7 шт./пог.м.

Висів насіння сої сорту «Ювілейна» проводився на загінці площею 0,43 га. Норма висіву насіння становила 10 шт./пог.м.

Перевірка якості висіву показала наступні результати: на першій загінці коефіцієнт варіації розміщення насіння цукрових буряків по довжині рядка становив 10,3% – для дослідного примірника та 14,6% – для серійного; на другій загінці коефіцієнт варіації розміщення насіння цукрових буряків по довжині рядка становив 9,8% – для дослідного примірника та 18,4% – для серійного (рис. 3).



- 1 – цукрових буряків при швидкості 4,26 км/год
- 2 – цукрових буряків при швидкості 7,24 км/год
- 3 – кукурудзи при швидкості 4,26 км/год
- 4 – сої при швидкості 4,26 км/год

Рисунок 3 – Варіація розміщення насіння досліджуваних просапних культур в рядку для дослідного та серійного висівних апаратів

Перевірка якості висіву насіння кукурудзи та сої проводилась показала наступні результати: коефіцієнт варіації розміщення насіння кукурудзи по довжині рядка становив 11,2%, - для дослідного зразка та 14,4% - для серійного; коефіцієнт варіації розміщення насіння сої по довжині рядка становив 9,8%, - для дослідного зразка та 15,9% - для серійного.

Висновки. Експериментальні дослідження секції пневмомеханічної сівалки для точного висіву з новим пневмомеханічним висівним апаратом з периферійним розташуванням комірок на висівному диску та пасивним пристроєм для видалення зайвого насіння відцентровим способом в ґрунтовому каналі підтвердили отримання більш рівномірно розміщених в рядку насінин. Також застосування нового пневмомеханічного висівного апарата надає змогу зменшити використання посівного матеріалу при збереженні високої якості розміщення насіння в рядку, тим самим здійснюється програмування майбутнього врожаю шляхом рівномірного розміщення насінин по площі живлення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Patent US of America №773205 [Text] / dated October 25, 1904, Seed-planting machine, George William Green
2. Васильковська, К. В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. С. 33-36.
3. Васильковська, К. В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11/ К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.
4. Васильковська, К. В. Польові випробування секції пневмомеханічної сівалки з запропонованим висівним апаратом [Текст] / К. В. Васильковська, О. М. Васильковський, С. М. Мороз // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2015. - Вип. 30. – С. 32-36.
5. Васильковська, К. В. Точний висів просапних культур – першочерговий крок у програмуванні майбутнього вро-

жаю [Текст] / К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 45. Ч. 1. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С. 160-166.

6. Виробництво основних сільськогосподарських культур у 2015 році [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

7. Мороз, Н. В. Програмування врожайності та якості зернових культур [Текст] / Н. В. Мороз // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі». – 2011. – №717. – С. 105–107.

8. Петренко, М. М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Т. 1 «Механізація сільськогосподарського виробництва» – 2011. – Вип. 107. – С. 359–363.

9. Петренко, М. М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2011. – Вип. 41, Ч. 1. – С. 288–293.

10. Програмування врожайності [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zhmenka.com/roslinnictvo/programuvannya-vrozhajnosti>

11. Рослинництво з основами програмування врожаю [Текст] / [О. Г. Жатов, Л. Т. Глущенко, Г.О. Жатова та ін.] – К.: Урожай, 1995.

BIBLIOGRAPHY

1. Patent US of America #773205 [Text] / dated October 25, 1904, Seed-planting machine, George William Green

2. Vasylykova, K. V. Vplyv formy i typu komirok vysivnoho dyska na yakist' dozuvannya nasinnya [Text] / K.V.

Vasyl'kovs'ka, O.M. Vasyl'kovs'kyy // Skhidnoyevropeys'kyy zhurnal novitnikh tekhnolohiy. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Kharkiv: Tekhnolohichnyy tsentr, 2014. S. 33-36.

3. Vasyl'kovs'ka, K. V. Obgruntuvannya parametriv universal'noho pnevmomekhanichnoho vysivnoho aparata tochnoho vysivu: [Text]: dys. ... kand. tekhn. nauk: spets. 05.05.11/ K.V. Vasyl'kovs'ka. – Kirovohrad, 2014.

4. Vasyl'kovs'ka, K. V. Pol'ovi vyprobuvannya sektsiyi pnevmomekhanichnoyi sival'ky z zaproponovanyim vysivnym aparatom [Text] / K. V. Vasyl'kovs'ka, O. M. Vasyl'kovs'kyy, S. M. Moroz // Zbirnyk naukovykh prats' Luts'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu: Sil's'kohospodars'ki mashyny, LNTU, Luts'k. - 2015. - Vyp. 30. – S. 32-36.

5. Vasyl'kovs'ka, K. V. Tochnyy vysiv prosapnykh kul'tur – pershocherhovyy krok u prohramuvanni maybutn'oho vrozhayu [Text] / K. V. Vasyl'kovs'ka // Konstruyuvannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya sil's'kohospodars'kykh mashyn. Zahal'noderzhavnyy mizhvidomchyy naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. Vyp. 45. Ch. 1. – Kirovohrad: KNTU, 2015. – S. 160-166.

6. Vyrobnytstvo osnovnykh sil's'kohospodars'kykh kul'tur u 2015 rotsi [Elektronnyy resurs] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

7. Moroz, N. V. Prohramuvannya vrozhaynosti ta yakosti zernovykh kul't [Text] / N. V. Moroz // Visnyk Natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnika» «Komp'yuterni systemy ta merezhi». – 2011. – #717. – S. 105–107.

8. Petrenko, M. M. Vdoskonalennya pnevmomekhanichnoho vysivnoho aparata dlya tochnoho vysivu nasinnya prosapnykh kul'tur [Text] / M. M. Petrenko, M. I. Vasyl'kovs'kyy, K. V. Vasyl'kovs'ka // Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. P. Vasylenka. T. 1 «Mekhanizatsiya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva» – 2011.– Vyp. 107. – S. 359–363.

9. Petrenko, M. M. Do obgruntuvannya parametriv pnevmomekhanichnoho vysivnoho aparata s peryferiynym roztashuvannyam komirok dlya tochnoho vysivu nasinnya prosapnykh kul'tur [Text] / M. M. Petrenko, M. I. Vasyl'kovs'kyy, K. V. Vasyl'kovs'ka // Konstruyuvannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya sil's'kohospodars'kykh mashyn: Zahal'noderzhavnyy

mizhvidomchyy naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. – 2011. – Vyp. 41, Ch. 1. – S. 288–293.

10. Prohramuvannya vrozhaynosti [Elektronnyy resurs] / Rezhym dostupu: <http://zhmenka.com/roslinnictvo/programuvannya-vrozhajnosti>

11. Roslynnystvo z osnovamy prohramuvannya vrozhayu [Text] / [O. H. Zhatov, L. T. Hlushchenko, H.O. Zhatova ta in.] – K.: Urozhay, 1995.

PRECISE SEEDING OF CULTIVATED CROPS AS A STEP TO THE HARVEST PROGRAMMING

K.V. Vasytkovska, N.M. Trykina, O.M. Vasytkovskiy

Summary

The basis of technologies for crop production is harvest programming, which includes the system of maintaining and protecting soil fertility, preparation of high-quality seeds, mechanization and automation of production, protection of plants from diseases, pests and weeds. The first priority step in programming future harvest is precise seeding that ensures uniform seed placement on the feed area. In order to increase the effectiveness of exact seeding of cultivated crops the staff of the Agricultural Engineering Department of Kirovohrad National Technical University have developed and made a prototype of the new pneumomechanical seed distribution vehicle for precise seeding of cultivated crops with a peripheral cells on a seed disk and a passive device for removing superfluous seeds by the centrifugal method. Field research have shown that the proposed device allows getting seeds uniformly placed in a seed row; dosing sugar beet, corn and soybeans seeds without changing the disk in the seeding machine; reducing the number of seeds used while maintaining high quality of seeds placement in a row. The tests have been carried out on sugar beet seed varieties "Yaltushkivskyy 72", soybean variety "Jubilee" and maize varieties "Orzhitsa 237."

Key words: harvest programming, exact seeding, seeds, pneumomechanical seed distribution vehicle

УДК 631.816.33

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ТА ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС РОЗПОДІЛУ ДОБРИВ ПО ШИРИНІ ЗАХВАТУ РОБОЧОГО ОРГАНА

Дейкун В.А., к.т.н, доц. *

Кіровоградський національний технічний університет

м. Кіровоград, Україна

Тел. +380522390472

e-mail: flora-84@mail.ru

Анотація. Проведена серія лабораторних досліджень експериментального комбінованого робочого органа оснащеного туконапрямником та розподільником для одночасного з основним безполицевим обробітком ґрунту внутрішньогрунтовым внесенням гранульованих мінеральних добрив з рівномірним їх розміщенням по площі в підлаповому просторі, визначено вплив швидкості гранул добрив на виході з туконапрямника, висоту розташування розподільника над поверхнею нижнього обрізу лапи, кута нахилу ребра призми та кута між її гранями на дальність поперечного польоту основної маси добрив та рівномірність їх розподілу по конструктивній ширині захвату робочого органа.

Конструкція нового робочого органа для внутрішньогрунтового внесення гранульованих мінеральних добрив з використанням обґрунтованого технічного забезпечення дозволяє суттєво знижувати існуючі дози без зниження врожайності, а при рівних дозах внесення забезпечує підвищення врожайності.

Запропонований комбінований робочий орган дозволяє рівномірно розмістити необхідну дозу мінеральних добрив з одночасною зарубкою їх на задану глибину, що значно знизить енерговитрати на виконання операцій.

Ключові слова: лабораторне обладнання, туконапрямник, розподільник, добрива, дальність польоту, концентрація до-

* Публікується по рекомендації: к.т.н., доц., чл-кор. МААО Караєва О.Г.

бров, впливові фактори, оптимальні параметри, критерії оптимізації.

Постановка проблеми. Розподіл гранул добрив на поверхні ґрунту в підлаповому просторі, після їх відбиття від поверхні розподільного пристрою, в значній мірі залежить від ряду значимих факторів.

Аналіз останніх досліджень. Внутрішньогрунтовий спосіб внесення добрив дозволяє більш раціонально використовувати задані дози мінеральних добрив, що знижує загальні витрати на виробництво продукції рослинництва. Застосування таких технологій стримується відсутністю відповідного технічного забезпечення. Тому обґрунтування параметрів універсального робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив є актуальною науково-практичною задачею.

З метою підвищення рівномірності розподілу гранул добрив по площі в підлаповому просторі стрілкової лапи на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено лабораторне обладнання для дослідження режимів та параметрів впливових факторів.

Основна частина. Для встановлення характеру впливу швидкості $V_{над}$ гранул добрив на виході з туконапрямника, висоти розташування розподільника над поверхнею нижнього обрізу лапи h , кута нахилу ребра призми φ та кута між її гранями θ на дальність поперечного польоту l_n^n основної маси добрив та рівномірність їх розподілу по конструктивній ширині захвату робочого органа [1, 2, 3, 4] використовували спеціальне лабораторне обладнання (рис. 1).

До його складу входить: штатив 1, дозуючий елемент (котушковий висівний апарат) 2, туконапрямник 3 для забезпечення транспортування гранул добрив до точки їх сходу, культиваторна лапа 4 зі стояком 5 та закріпленим на ньому розподільником 6. На площині нижнього обрізу лапи розміщується протвень 7 з вісьмома секторами шириною 4 см [3, 8, 9].

Дослідження проводили відповідно до методики пла-

нування експерименту. Послідовність виконання була наступною. В бункер з дозуючим елементом засипалася порція гранульованих добрив.

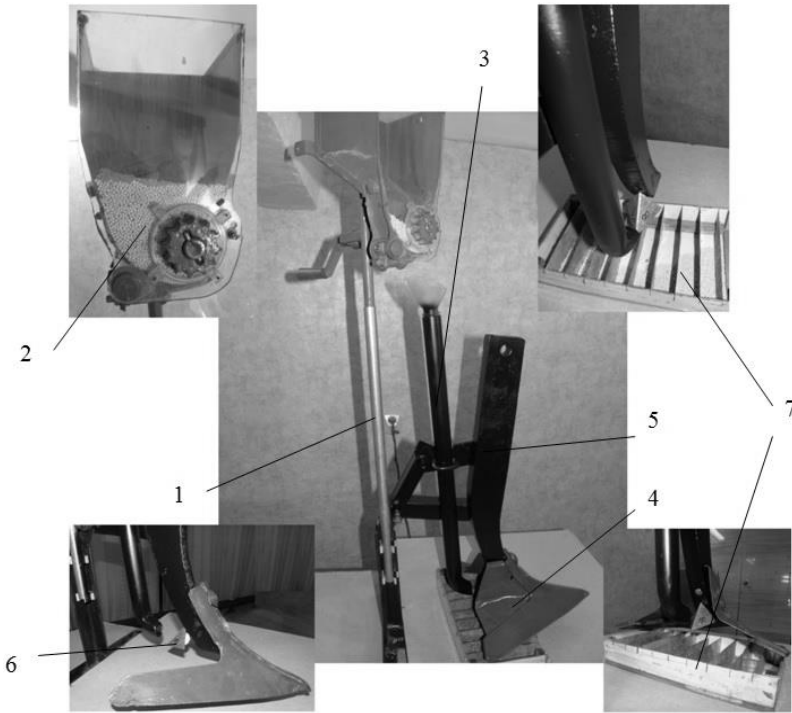


Рисунок 1 – Лабораторне обладнання для дослідження процесу розподілу гранул мінеральних добрив по конструктивній ширині захвату робочого органа

Після приведення в дію катушки висівного апарату гранули добрив проходили шлях: туконапрямник, розподільник і потрапляли в протвень (рис. 2). Після цього добрива, які потрапляли в різні сектори протвеня, зважувалися окремо і результати заносилися в журнал [3].

Згідно з обраною гіпотезою забезпечення рівномірності розподілу добрив по ширині захвату робочого органа на даному етапі експериментальних досліджень інтерес представляли два проміжних параметри – дальність поперечного польоту гранул l_n'' та концентрація основної маси добрив M на даній відстані від осі робочого органа [3, 7, 10].

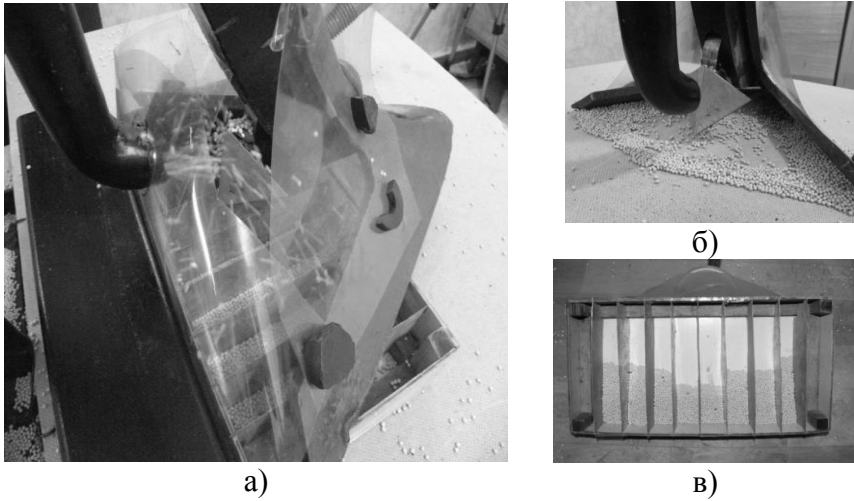


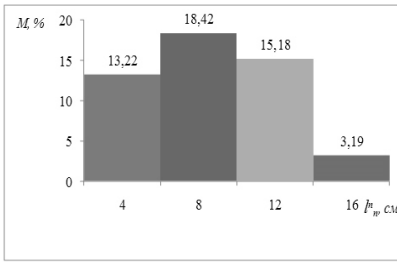
Рисунок 2 – Визначення рівномірності розподілу добрив в підлаповому просторі на стаціонарній установці:

а – загальний вигляд стаціонарної установки; б – розсів добрив на плоску поверхню; в – розсів добрив в протвень

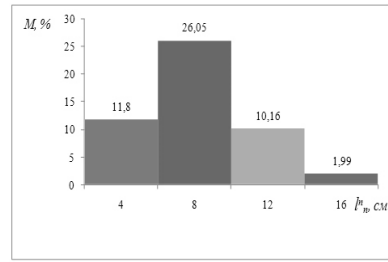
Реалізація матриці центрального композиційного плану 2^4 + зіркові точки дозволила встановити вплив основних факторів – швидкості польоту гранул добрив на виході з туюкона-прячника $V_{над.}$, кута нахилу ребра призми розподільника відносно горизонтальної площини φ° , кута між гранями призми Θ° , висоти поверхні відбивання відносно дна борозни h , на критерії оптимізації [4, 6, 10].

Необхідно зазначити, що вибрана схема подачі добрив у підлаповий простір та конструкція розподільника не дозволяють сформувати максимальну концентрацію матеріалу по центру робочого органа (рис. 3). Даний факт є більш позитивом ніж недоліком при підтвердженні правильності обраної гіпотези забезпечення заданої рівномірності розподілу добрив у ґрунті по ширині захвату робочого органа.

$$\begin{array}{ll}
 V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=34,1^\circ; \Theta=75^\circ; & V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=65^\circ; \Theta=23,6^\circ; \\
 h=0,05\text{м} & h=,05\text{м}
 \end{array}$$

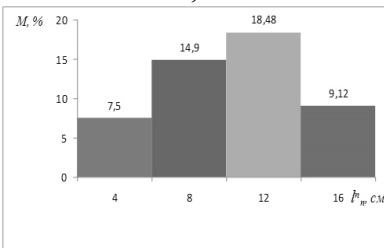


а



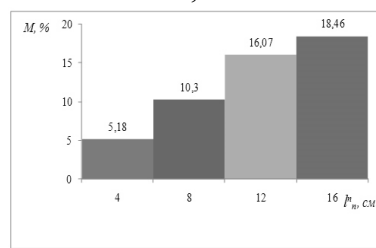
б

$V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=65^\circ; \Theta=75^\circ;$
 $h=0,05 \text{ м}$



в

$V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=80^\circ; \Theta=100^\circ;$
 $h=0,05 \text{ м}$



г

Рисунок 3 – Варіанти розподілу гранул мінеральних добрив по ширині захвату робочого органа відносно його осі при різних значеннях впливових факторів.

Вплив окремих факторів на критерій оптимізації має одну характерну особливість – наявність екстремуму [1, 6]. Дальність поперечного польоту гранул l_n^n зростає до максимальних значень при швидкості на виході з туконапрямника $1,0 \dots 1,2 \text{ м/с}$, а потім поступово знижується, в той же час показник концентрації M при даних швидкостях є мінімальним.

Зниження дальності польоту гранул зі збільшенням швидкості $V_{над}$ пояснюється перерозподілом гранул в результаті зіткнення з внутрішньою поверхнею ґрунтообробного робочого органа [2, 4, 5].

Максимальної дальності поперечного польоту гранул l_n^n можна досягти при куті нахилу ребра призми розподільника відносно горизонту в межах $70 \dots 80^\circ$, показник концентрації гранул в певній зоні підлапового простору M також є змінним

– мінімальне його значення знаходиться при куті $\varphi = 65 \dots 70^\circ$ [1, 4].

Значний вплив на дальність поперечного польоту основної маси гранул l_n'' має кут розхилу граней призми розподільника Θ . Так, показник l_n'' досягає максимуму при куті $\Theta = 95 \dots 100^\circ$, а потім дещо знижується. При цьому концентрація добрив M також змінюється, і при $\Theta \approx 23^\circ$ показник M є максимальним, при $\Theta = 100^\circ$ – мінімальним.

Висота розташування призми розподільника відносно дна борозни також суттєво впливає на дальність поперечного польоту l_n'' гранул та їх концентрацію M . Так, дальність поперечного польоту досягає максимуму при $h = 4,5 \dots 5,0$ см, після чого знижується, а концентрація добрив при таких же значеннях h є мінімальною і зростає, досягаючи максимуму при $h = 7,0$ см.

В даному випадку, значення дальності поперечного польоту гранул також пояснюється процесом перерозподілу в результаті контакту з тильною стороною робочого органа. Гранули відбиваються від поверхні і спрямовуються на горизонтальну площину на відстані, меншій ніж вони можуть пролетіти при оптимальній траєкторії, яка проходить між внутрішньою поверхнею робочого органа та площиною його нижнього обрізу чи дном борозни.

Висновки. Аналіз отриманих залежностей дозволяє відмітити, що як для дальності поперечного польоту основної маси гранул в підлаповому просторі встановлюються критерії оптимізації: $Y_1(l_n'')$ так і для показника концентрації та $Y_2(M)$, раціональні значення кута нахилу ребра призми розподільника відносно горизонтальної площини становить $\chi_2(\varphi) = 75 \dots 80^\circ$, при цьому кут між гранями призми (розподільника) $\chi_3(\Theta)$ становить 100° . Наведені показники попарного впливу підтверджуються отриманими при проведенні експериментів результатами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дейкун, В. А. Анализ дальности полета частиц минеральных удобрений в подлаповом пространстве / Дейкун В.А., Сало В.М., Гончаров В.В. // Motrol. Motorizacja i energetyka rolnictwa, Lublin, 2012, Tom 14 A. – P. 177-179.

2. Дейкун, В. А. Визначення початкової швидкості

руху часток добрив в місці їх виходу з туконапрямника / В.А. Дейкун // Розвиток наукових досліджень Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції. – Полтава: «ІнтерГрафіка», – 2012. – С. 30-33.

3. Дейкун, В. А. Вплив конструктивних параметрів тукопровода на швидкість потоку гранул добрив [Текст] / В. А. Дейкун, В. М. Сало, С. Я. Гончарова // Електронний збірник – К: Збірник праць НУБІП, 2012. – http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_7/12svm.pdf.

4. Дейкун, В. А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив: дис. канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» [Текст] / В. А. Дейкун. – Кіровоград, 2013.

5. Ковбаса, В. П. Визначення траєкторії руху частинки за заданого кінематичного режиму [Текст] / В. П. Ковбаса, В. А. Дейкун // Вісник Львівського національного аграрного університету: агро-інженерні дослідження. – Львів: ЛНАУ, 2008. – №12(2) – С. 539-551.

6. Ковбаса, В. П. Визначення умов розсіювання частинок мінеральних добрив у підлаповому просторі / В.П. Ковбаса, В.А. Дейкун. // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. – №12(2). – С. 180-188

7. Малев, М. К. Обоснование параметров рабочих органов сеялок-культиваторов для посева на почвах, подверженных ветровой эрозии [Текст] / М.К. Малев // Механизация возделывания зерновых культур на почвах, подверженных ветровой эрозии. – Алма-Ата: Кайнар, 1971. – С. 95-117.

8. Пастухов, В. І. Обґрунтування тукової машини для локального внесення сипучих мінеральних добрив конструкції шнекового робочого органу [Текст] / В. І. Пастухов, Г. В. Фесенко, Ю. В. Сівцов, В. С. Шерстюк // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. В. 103. – Харків, 2010. – С. 156-169.

9. Пат. 3724. Робочий орган для локального внесення мінеральних добрив / Дейкун В.А., Сало В.М., Васильковський О. М.; заявник і патентотримач Кіровоградський державний технічний університет. – №2004021299; заявл. 23.02.2004; опубл. 15.12.2004, Бюл. №12.

10. Перетятко, А. В. Теоретическое обоснование геометрических параметров направителя-распределителя семян лапового сошника [Текст] / А. В. Перетятко, С. А. Ивженко, А. Л. Брежнев // В кн. Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования. Сборник научных работ. – Самара: ФГОУ ВПО Самарская ГСХА, 2005. – С. 96-101.

BIBLIOGRAPHY

1. Deykun, V. A. Analiz dal'nosti poleta chastyts myneral'nykh udobrenny v podlapovom prostranstve / Deykun V.A., Salo V.M., Honcharov V.V. // Motrol. Motorizacija i energetyka rolnictwa, Lublin, 2012, Tom 14 A. – R. 177-179.

2. Deykun, V. A. Vyznachennya pochatkovoyi shvydkosti rukhu chastok dobryv v mistsi yikh vykhodu z tukonapryamnyka / V.A. Deykun // Rozvytok naukovykh doslidzhen' Materialy vos'moyi mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Poltava: «InterHrafika», – 2012. – S. 30-33.

3. Deykun, V. A. Vplyv konstruktyvnykh parametriv tukoprovoda na shvydkist' potoku hranul dobryv [Tekst] / V. A. Deykun, V. M. Salo, S. Ya. Honcharova // Elektronnyy zbirnyk – K: Zbirnyk prats' NUBIP, 2012. – http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_7/12svm.pdf.

4. Deykun, V. A. Obgruntuvannya parametriv robochoho orhana dlya vnutrishn'ogruntovoho vnesennya mineral'nykh dobryv: dys. kand. tekhn. nauk: spets. 05.05.11. «Mashyny i zasoby mekhanizatsiyi sil'skohospodars'koho vyrobnytstva» [Tekst] / V. A. Deykun. – Kirovohrad, 2013.

5. Kovbasa, V. P. Vyznachennya trayektoriyi rukhu chastynky za zadanoho kinematychnoho rezhymu [Tekst] / V. P. Kovbasa, V. A. Deykun // Visnyk L'vivs'koho natsional'noho ah-rarnoho universytetu: ahro-inzhenerni doslidzhennya. – L'viv: LNAU, 2008. – №12(2) – S. 539-551.

6. Kovbasa, V. P. Vyznachennya umov rozsiyuvannya chastynok mineral'nykh dobryv u pidlapovomu prostori / V.P. Kovbasa, V.A. Deykun. // Visnyk L'vivs'koho natsional'noho ah-rarnoho universytetu: ahroinzhenereni doslidzhennya. – L'viv: L'viv. nats. ahrar. un-t, 2008. – №12(2). – S. 180-188

7. Malev, M. K. Obosnovanye parametrov rabochykh orhanov seyalok-kul'tyvatorov dlya poseva na pochvakh, podver-

zhennykh vetrovoy erozyi [Tekst] / M.K. Malev // Mekhanyzatsyya vozdeystviya zernovykh kul'tur na pochvakh, podverzhennykh vetrovoy erozyi. – Alma-Ata: Kaynar, 1971. – S. 95-117.

8. Pastukhov, V. I. Obgruntuvannya tukovoyi mashyny dlya lokal'noho vnesennya sypuchykh mineral'nykh dobryv konstruktsiyi shnekovoho robochoho orhanu [Tekst] / V. I. Pastukhov, H. V. Fesenko, Yu. V. Sivtsov, V. S. Sherstyuk // Visnyk KhNTUS-H im. Petra Vasylenka. V. 103. – Kharkiv, 2010. – S. 156-169.

9. Pat. 3724. Robochyy orhan dlya lokal'noho vnesennya mineral'nykh dobryv / Deykun V.A., Salo V.M., Vasyly'kovskyy O. M.; zayavnyk i patentotrymach Kirovohrads'kyy derzhavnyy tekhnichnyy universytet. – №2004021299; zayavl. 23.02.2004; opubl. 15.12.2004, Byul. №12.

10. Peretyat'ko, A. V. Teoretycheskoe obosnovanye heometrycheskykh parametrov napravlytelya-raspredelytelya seyan lapovoho soshnyka [Tekst] / A. V. Peretyat'ko, S. A. Yvzhenko, A. L. Brezhnev // V kn. Aktual'nye problemy sel'skokhozyaystvennoy nauky y obrazovannya. Sbornyk nauchnykh rabot. – Samara: FHO VPO Samarskaya HSKhA, 2005. – S. 96-101.

DETERMINING FACTORS AND PARAMETERS THAT INFLUENCE THE PROCESS OF FERTILIZERS DISTRIBUTION ON CAPTURE WIDTH OF THE WORKING BODY

V.A. Deykun

Summary

The authors carried out a series of laboratory researches of the experimental combined working body equipped with a distributor for simultaneous with basic without a dump soil tillage with the interflow bringing of granular mineral fertilizers and their even placing areally in subpaw space. Influence of speed of fertilizers granules at the exit from fraction is defined, as well as height of location of the distributor above the surface of the lower edge, angle of slope of the prism rib and the corner between its verges on the distance of transversal flight of fertilizers bulk and evenness of their distribution on structural capture width of the working body.

The construction of the new working body for the interflow

bringing of granular mineral fertilizers with the use of reasonable hardware allows substantially reduction of the existent doses without the decline of the productivity, and at the equal doses of bringing provides the increase of the productivity. The offered combined working organ allows to evenly place the necessary dose of mineral fertilizers with a simultaneous putting them on the set depth that will bring down power expenses on operations.

Key words: laboratory equipment, fraction, distributor, fertilizers, distance of flight, concentration of fertilizers, influential factors, optimal parameters, criteria of optimization.

УДК 621.9.048.7:621.373.826:631.31

ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЗІ СТАЛІ 45

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц. *

Невзоров А.В., к.т.н., доц.

Дідур В.В., к.т.н.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: temp1405@mail.ru

Анотація. Розглянуто особливості структурних змін та фазових перетворень у процесі лазерної обробки сталі 45. Виявлено вплив швидкості охолодження на мартенситні точки та мікротвердість в процесі зміцнення даної сталі. Визначено, що високі швидкості охолодження сталі 45 та, відповідно, високі значення її мікротвердості та зносостійкості можуть бути досягнуті шляхом застосування лазерного зміцнення. Виявлено, що середнє значення мікротвердості зразків зі сталі 45 уздовж зміцненої лазером смуги вище, ніж поперек смуги. Після підбору оптимальних режимів лазерного впливу на дану сталь значення мікрот-

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Пастухова В.І.

вердості досягають високого рівня. Доведено, що застосування високочастотного сканування лазерного променя порівняно із зміцненням нерухомим променем призводить до підвищення зносостійкості деталей, виготовлених зі сталі 45.

Ключові слова: метод поверхневої лазерної обробки, лазерне випромінювання, зміцнення, гартування, сталь 45, зносостійкість, деталі сільськогосподарських машин.

Постановка проблеми. Забезпечення вищої міцності та зносостійкості деталей, які найбільше піддаються зносу та виходять з ладу, є однією із першочергових задач, що стоять перед виробниками сільськогосподарських машин. Одним із методів зміцнення деталей сільськогосподарської техніки є поверхнева лазерна обробка.

Різні деталі тракторів, комбайнів, засобів механізації тваринництва та інших сільськогосподарських машин виготовляються зі сталі 45 та повинні задовольняти відповідні вимоги щодо міцності та зносостійкості.

Тому необхідно мати чіткі уявлення про внутрішні процеси в поверхневому шарі даної сталі, що відбуваються внаслідок впливу лазерного випромінювання.

Аналіз останніх досліджень. Вирішення задач, пов'язаних з визначенням властивостей сталей, що зазнають впливу лазерного випромінювання, привертає увагу багатьох науковців та вчених. Зокрема, цими питаннями займалися О.Г. Григор'янц, В.П. Вейко, В.С. Черненко, І.М. Шиганов, М.В. Кіндрачук, В.С. Коваленко, Е.В. Харанжевский та інші, які вивчали вплив лазерного випромінювання на поверхню сталевих зразків у різних випадках та для різних матеріалів [5-6, 8-10].

Зміцненням різних деталей сільськогосподарської техніки за допомогою лазерного випромінювання в останні роки займалися В.М. Бобрицький, В.П. Бірюков, Т.С. Скобло, І.Ф. Буханова, О.Й. Мажейко та інші [1-4, 7].

Мета дослідження. Метою даної роботи є дослідження властивостей сталі 45 в результаті впливу лазерного випромінювання на її поверхню для забезпечення підвищення ресурсу виробітку відповідних деталей сільськогосподарської техніки.

Основна частина. Розглянемо особливості структурних змін та фазових перетворень у процесі лазерного зміцнення, властивих, зокрема, і сталі 45.

Внаслідок поглинання лазерного випромінювання поверхневим шаром оброблюваного матеріалу відбувається швидкий розігрів цих ділянок до високих температур. Після припинення дії випромінювання нагріта ділянка охолоджується з високою швидкістю, як правило, внаслідок тепловідводу у внутрішні шари матеріалу й частково за рахунок тепловіддачі з поверхні.

На відміну від відомих процесів термозміцнення (гартування струмами високої частоти, електронагрів, гартування з розплавом та інші способи), нагрівання при лазерному гартуванні є локальним, поверхневим процесом. При цьому час нагрівання й час охолодження незначний, практично відсутня витримка при температурі нагрівання. При лазерному гартуванні, як і при традиційних методах, на стадії нагрівання відбувається формування аустенітної структури, а потім на етапі охолодження – бездифузійне перетворення аустеніту з утворенням метастабільної фази – мартенситу. На відміну від повільного нагрівання, коли вся підведена теплота компенсується прихованою теплотою фазового переходу $\alpha - Fe$ в $\gamma - Fe$, тобто йде на перебудову кристалічної структури, при лазерному нагріванні ріст зерна аустеніту проходить у умовах постійного підвищення температури (рис. 1) [9].

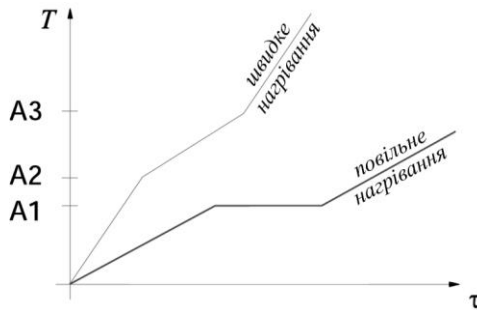


Рисунок 1 – Зсув критичної точки А при швидкому нагріванні.

Швидкість охолодження впливає на температуру початку мартенситного перетворення, а також на структуру мартенситу. У сталі 45 спостерігаються два мартенситні рівні. Після

гартування від 960°C мартенситна точка дорівнює 360°C для інтервалу швидкостей охолодження $(1-12) \cdot 10^3$ К/с. Зі збільшенням швидкості охолодження мартенситна точка стрибкоподібно знижується до 300°C і далі є незмінною (рис. 2) [9].

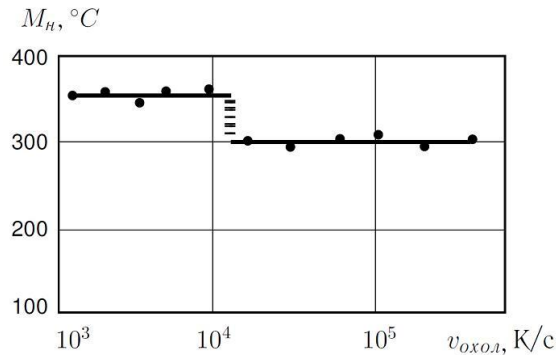


Рисунок 2 – Вплив швидкості охолодження $v_{охол}$ на мартенситні точки M_n сталі 45.

Структура мартенситу сталі 45 зазнає певні зміни при переході від верхнього рівня до нижнього. Ці зміни полягають у деякому диспергуванні мартенситних рейок і в утворенні пластин мартенситу, що містять двійники, які схожі на пластини більш високовуглецевого мартенситу. Особливості структуроутворення при лазерній обробці з високими швидкостями нагрівання й охолодження впливають на різні експлуатаційні властивості сталі. На рис. 3 показаний вплив швидкості охолодження на мікротвердість сталі 45 [9].

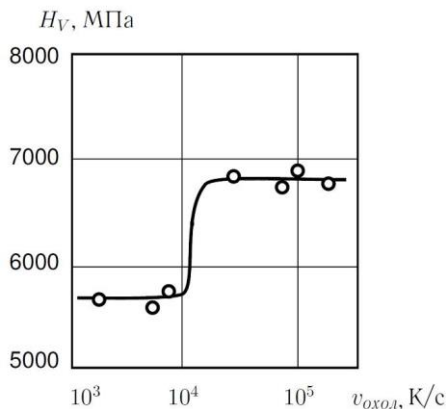


Рисунок 3 – Вплив швидкості охолодження $v_{охол}$ на мікротвердість сталі 45.

Стрибок мікротвердості сталі 45 відповідає швидкості охолодження, при якій відбувається стрибкоподібне зменшення мартенситної точки (див. рис. 2). Зміна структури мартенситу й призводить до збільшення мікротвердості.

Застосування лазерного зміцнення дає змогу забезпечити високі швидкості охолодження сталі 45 та, відповідно, високі значення її мікротвердості та зносостійкості.

В результаті досліджень було виявлено, що при лазерній обробці зразків зі сталі 45 середнє значення мікротвердості уздовж зміцненої смуги виявилося трохи вище, ніж поперек смуги [1].

Після підбору оптимальних режимів лазерного впливу на сталь 45 значення твердості сягали 57–61 HRC.

Випробування на знос зразків сталі 45 показали, що зносостійкість зразків, зміцнених при високочастотному скануванні лазерного променя, виявилася вище, ніж у зразків, загартованих нерухомим променем. При рівних площах зміцненої поверхні різниця склала 20–30%. При роботі скануючим променем було виявлено, що зносостійкість зростає зі збільшенням ширини смуги гартування. Залежність ця носить лінійний характер і при максимальній амплітуді зносостійкість збільшується на 15%. При збільшенні площі загартованої поверхні на 50% від номінальної площі зразка зносостійкість зростає в 2,5–3 рази в порівнянні зі зразками, що пройшли об'ємне гартування з високим відпуском. Подальше збільшення площі лазерного гартування до 100% підвищує зносостійкість на 30–50%, при цьому трудомісткість обробки зростає у два рази. Тому при виборі технологічних режимів зміцнення деталей машин необхідно керуватися умовами їхньої роботи та, виходячи з них, визначати оптимальну площу зміцнення. Для деталей, що працюють при малих і середніх навантаженнях, площа лазерного зміцнення може становити 40–60% від номінальної площі поверхні тертя при глибині шару 0,3–0,6 мм [1].

Застосування високочастотного сканування променя по нормалі до траєкторії руху деталі значно підвищує якість зміцнених шарів, а продуктивність процесу обробки – в 1,5–2 рази в порівнянні з обробкою нерухомим розфокусованим променем.

Висновки. Отже, високі швидкості охолодження сталі 45 та, відповідно, високі значення її мікротвердості та зносостійкості можуть бути досягнуті шляхом застосування лазерного

зміцнення. Також застосування високочастотного сканування лазерного променя порівняно із зміцненням нерухомим променем призводить до підвищення зносостійкості деталей, виготовлених із даної сталі.

Поверхнева лазерна обробка сталі 45 може ефективно застосуватися вітчизняними виробниками різних деталей сільськогосподарських машин, що забезпечить значне підвищення їх міцності та зносостійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бирюков В.П. Изменение структуры и свойств сталей при лазерном упрочнении / В.П. Бирюков // Фотоника. – 2012. – № 3. – С. 22–26.

2. Бирюков В.П. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственной техники и почвообрабатывающих орудий лазерным упрочнением и наплавкой / В.П. Бирюков // Лазерные технологии в сельском хозяйстве : Тематический сборник. – М.: Техносфера, 2008. – С. 256–264.

3. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.04 «Тертя та зношування в машинах» / В.М. Бобрицький. – К., 2007. – 20 с.

4. Буханова И.Ф. Применение лазерного излучения для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственного машиностроения / И.Ф. Буханова, В.В. Дивинский, В.М. Журавель // Лазерные технологии в сельском хозяйстве : Тематический сборник. – М.: Техносфера, 2008. – С. 264–270.

5. Вейко В.П. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Введение в лазерные технологии. / В.П. Вейко, А.А. Петров. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 143 с.

6. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.; под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664 с.

7. Мажейка О.Й. Модифікування технології лазерної обробки деталей сільськогосподарської техніки / Мажейка О.Й // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському

виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – вип. 21. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – С. 164–167.

8. Упрочнение деталей лучом лазера / В.С. Коваленко, Л.Ф. Головкин, Г.В. Меркулов, А.И. Стрижак; под ред. В.С. Коваленко. – К.: Техника, 1981. – 131 с.

9. Харанжевский Е.В. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество : Учеб. пособие / Е.В. Харанжевский, М.Д. Кривилёв; под ред. П.К. Галенко. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 187 с.

10. Черненко В.С. Промислові методи обробки : Навч. посібник / Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. – К.: Кондор, 2008. – 166 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Byryukov V.P. Changing structure and properties of steels at laser hardening / V.P. Byryukov//Photonics. – 2012. – № 3. – P. 22–26.

2. Byryukov V.P. Improving the durability of parts of agricultural machinery and tillers of laser hardening and cladding / V.P. Byryukov // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – P. 256–264.

3. Bobrytskiy V.M. Improving the durability of cutting elements of tillage machines work: Author. thesis. for obtaining sciences. degree candidate. sc. sciences specials. 05.02.04 "Friction and wear in machines" / V.M. Bobrytskiy. – K., 2007. – 20 p.

4. Bukhanova I.F. The use of laser radiation for hardening and restoring of Agricultural Engineering / I.F. Bukhanova, V.V. Dyvynskiy, V.M. Juravel // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – P. 264–270.

5. Veiko V.P. Reference abstract of lectures on "Laser Technology". Introduction to laser technology / V.P. Veiko, A.A. Petrov. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Information Technologies, 2009. – 143 p.

6. Hryhoryants A.G. Technological processes of laser processing: Proc. manual for schools / Hryhoryants A.G., Shyhanov I.N., Mysyurov A.I.; ed. A.G. Hryhoryantsa. – 2nd ed., Stereotype. – M.: Publishing House of the MSTU B.C. Bauman, 2008. – 664 p.

7. Mazheyka O.Y. Modification Technology Laser processing agricultural machinery parts / Mazheyka O.Y. //

Scientific Papers of Kirovohrad National Technical University. Technology in agriculture, industrial engineering, automation. – No. 21 – Kirovohrad: KNTU, 2008. – P. 164–167.

8. Hardening parts laser beam / V.S. Kovalenko, L.F. Golovko, G.V. Merkulov, A.I. Stryzhak; ed. V.S. Kovalenko. – K.: Engineering, 1981. – 131 p.

9. Haranzhevsky E.V. The physics of lasers, laser technology and methods of mathematical modeling of laser exposure to the substance : Proc. manual / E.V. Haranzhevsky, M.D. Krivilev; ed. P.K. Galenko. – Izhevsk: Publishing house "Udmurtia University", 2011. – 187 p.

10. Chernenko V.S. Radiation processing methods: Teach. manual / Chernenko V.S., Kindrachuk M.V., Dudka O.I. – K.: Condor, 2008. – 166 p.

LASER HARDENING OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS MADE OF STEEL 45

Y.O. Kovalchuk, A.V. Nevzorov, V.V. Didur

Summary

Specifics of structural changes and phase transformations in the process of laser treatment of steel 45 are considered in the article. It has been revealed that cooling rate affects the martensitic point and microhardness in the process of the steel hardening. The research proved that high cooling rate of steel 45 and, respectively, its highest microhardness values and wear resistance can be achieved by applying laser hardening. It has been found that the average microhardness of steel 45 samples along the fortified laser strip is higher than the one across the strip. After the selection of optimal regimes of laser effects on the steel, microhardness reaches the highest level. It has been proved that the use of high frequency scanning of the laser beam compared to a fixed beam hardening increases the wear resistance of parts made of steel 45.

Key words: method of surface laser treatment, laser radiation, hardening, tempering, steel 45, wear resistance, parts of agricultural machinery.

УДК 631.312

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧИЗЕЛЬНОЇ ЛАПИ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА НА ДЕФОРМАЦІЮ ГРУНТУ

Лещенко С.М., к.т.н., доц. *

Сало В.М., д.т.н., проф.,

Петренко Д.І., к.т.н., доц.

Кіровоградський національний технічний університет

м. Кіровоград, Україна

Тел. +380522390472

e-mail: serafsgm@ukr.net

Лісовий І.О., к.т.н.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Анотація. В роботі доводиться необхідність відмови від основного обробітку ґрунту у вигляді відвальної оранки. Це викликано руйнуванням біологічно цінних агрегатів, створенням ущільненої підорної підшви, загостренням проявів вітрової та водної ерозій тощо. Для усунення вказаних недоліків є необхідність проведення глибокого рихлення чизельними знаряддями. Основним робочим органом глибокорозпушувачів є чизельні лапи із прямою стійкою. При дослідженні роботи таких робочих органів не в повній мірі були враховані сили опору та конструктивні параметри лап на зміну зон деформації за різних ґрунтових умов. З метою встановлення раціональних конструктивних параметрів проведено аналітичне вивчення їх впливу на зони деформації ґрунту у вертикальній та горизонтальній площинах. Під час вивчення впливу конструкції чизельної лапи на інтенсивність дії на ґрунт враховано сили опору стояка та долота. Отримані теоретичні залежності зон деформації від глибини ходу чизельного робочого органу при різних умовах роботи та початковому стані ґрунту.

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Пастухова В.І.

Ключові слова: комбінований глибокорозпушувач, чизельна лапа, тяговий опір, зона деформації ґрунту

Постановка проблеми. Однією із найбільш важливих задач ефективної реалізації технологій вирощування сільсько-господарських культур є не лише отримання стабільних та високих врожаїв, а й збереження родючості, що неодмінно супроводжується створенням глибокого розпушеного ґрунтового горизонту, наявність якого дозволяє мінімізувати кількість наступних операцій обробітку ґрунту та забезпечити умови для накопичення гумусу [1]. Слід відмітити, що використання відомих ґрунтообробних робочих органів для основного обробітку ґрунту не дозволяє інтенсифікувати всі фактори, які забезпечують підвищення і відтворення ефективної родючості. Окремі види механічного обробітку, такі як традиційна полицева оранка, дискування, фрезерний обробіток та ін., взагалі призводять до інтенсивного руйнування біологічно цінних агрегатів ґрунту та загального обезструктурування та ущільнення ґрунтів. Зважаючи на необхідність проводити основний обробіток як за умов підвищеної вологості, так і пересушеного ґрунту, а особливо у районах із загрозою виникнення ерозій, відмова від традиційного основного обробітку є вимушеною, а ефективною альтернативою вказаних операцій є безвідвальний обробіток у вигляді глибокого розпушування [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень. Основними робочими органами, за допомогою яких можна ефективно проводити глибоке розпушування ґрунту, залишаються чизельні лапи різноманітних конструкцій [1-3]. Конструктивно чизельні лапи складаються із стояка і вузького долота, а останнім часом, для покращення якості кришення ґрунту і регулювання висоти гребенів на дні борозни, на стояк встановлюють закрilки (крила) різної форми, від глибини роботи і частоти розміщення яких змінюється не лише якість рихлення, а й енергоємність процесу. Причому, більшість чизельних лап, що встановлюються на серійні машини, виготовляються на основі прямого стояка. Використання стояків криволінійних форм обмежується через складність їх виготовлення та відсутність чітких переваг у якості чи енергоємності процесу, що дозволило б виправдати більш складну конструкцію таких лап та підвищені затрати на їх виробництво.

Встановлено [5-10], що при роботі чизельної лапи на глибині більше 250...300 мм відбувається два види деформації ґрунту: перший – до певної критичної глибини, під час якого спостерігається розширення зони деформації, під дією внутрішнього і зовнішнього тертя; другий – в нижній частині робочої поверхні лапи утворюється щілина без відділення ґрунту з боків лапи, в цій зоні ґрунт зминається та ущільнюється, в результаті чого утворюється ядро, яке періодично руйнується і відновлюється знову. Таким чином, критична глибина обробки залежить від типу ґрунту та ширини захвату лапи. Саме виходячи із положення зон деформації ґрунту під час глибокого рихлення, їх геометричних розмірів і інтенсивності сколювання, можна провести раціональне розміщення чизельних лап на рамі глибокорозпушувача. За існуючими аналітичними методиками [5, 6], розрахунок зон деформації ґрунту чизельними лапами не в повній мірі враховує конструктивні особливості лап та зміну тягового опору знаряддя. Тому, питання вивчення впливу конструктивних параметрів чизельної лапи глибокорозпушувача є актуальним та дозволить знайти не тільки раціональні параметри робочого органу, але й найбільш ефективну компоновку знаряддя з точки зору як якості обробки, так і енергоефективності.

Мета дослідження. Метою даної роботи є аналітична оцінка впливу конструктивних параметрів чизельної лапи глибокорозпушувача із прямою стійкою на зони деформації ґрунту у поперечному та поздовжньому напрямку під час основного безвідвального обробітку.

Основна частина. Чизельну лапу можна охарактеризувати наступними параметрами (рис. 1) [5]: a – глибина обробки; β – кут установки долота до дна борозни; d – ширина захвату долота; b – ширина зони рихлення долотом; R_{xi} , R_{zi} – горизонтальні і вертикальні сили, що діють на чизельний робочий орган.

Відомо, що тяговий опір чизельної лапи складається із сил, які витрачаються на підрізання скиби ґрунту лезом долота і ножем стояка, на тертя часток ґрунту по долоту і стояку робочого органу та на підіймання і розпушування ґрунту. Цілком очевидно, що значення цих сил залежить від конструктивних параметрів долота і стояка.

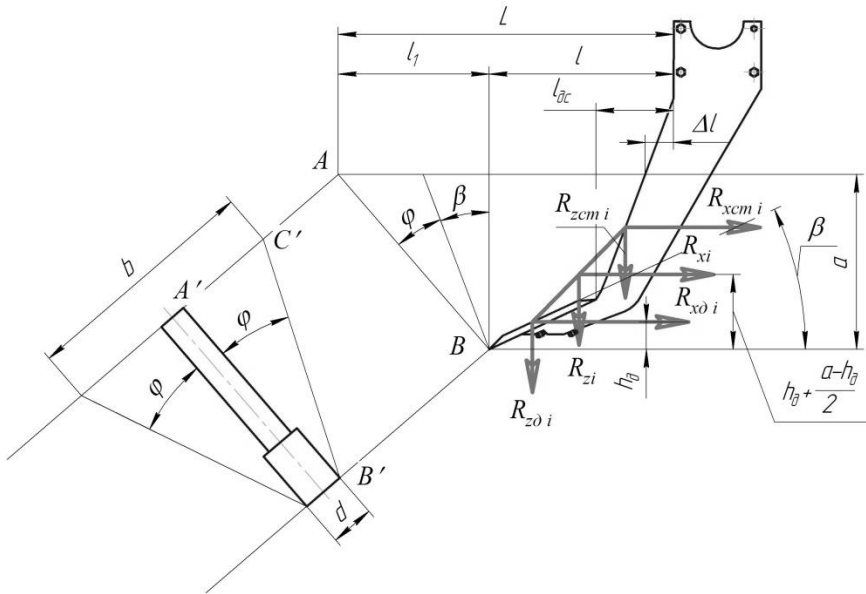


Рисунок 1 – Схема зон деформації ґрунту чизельною лапою у вертикальній та горизонтальній площинах та схема дії сил опору

Горизонтальну силу опору чизельного робочого органу можна знайти за формулою [6]:

$$R_{xi} = R_{xcm i} + R_{xdi}, \quad (1)$$

де $R_{xcm i}$ – сила опору стояка чизельної лапи, кН;

R_{xdi} – сила опору долота, кН.

Точки прикладання сил опору стояка та долота чизельної лапи знайдено графоаналітичним методом (рис. 1).

В практичних цілях для знаходження горизонтальної сили опору використовується вираз:

$$R_{xi} = \frac{k \cdot a \cdot b}{2}, \quad (2)$$

де k – питомий опір чизельного робочого органу, $k = 20 \dots 120$ кН/м²;

a – глибина обробки, $a = 0,27 \dots 0,45$ м;

b – ширина зони рихлення чизельною лапою на поверхні поля, м.

Вертикальна сила опору чизельної лапи складається із наступних складових:

$$R_{zi} = R_{zcm\ i} + R_{z\partial\ i} = R_{xi} \cdot \delta, \quad (3)$$

де δ – коефіцієнт пропорційності, який є змінним для різних умов роботи та залежить від властивостей ґрунту, швидкості руху, глибини обробки і стану робочого органу. Експериментально встановлено, що для умов важкого та середнього суглинку $\delta = 0,35 \dots 0,65$.

З метою визначення ширини зон розпушування слід розглянути зону деформації ґрунту перед і збоку від чизельної лапи. Знайдемо зону деформації ґрунту перед чизельною лапою наступним чином:

$$L = l_1 + l - \Delta l, \quad (4)$$

де l – виліт долота відносно прямолінійної частини стояка, м;

$$l = l_o \cdot \cos \beta + l_{oc},$$

l_{oc} – зміщення краю долота відносно стояка (рис. 1) у горизонтальній площині, м;

l_o – довжина долота, м;

Δl – відстань від прямолінійної частини стояка лапи до місця контакту стояка із поверхнею ґрунту, м;

l_1 – довжина зони деформації ґрунту перед чизельною лапою, м

$$l_1 = a \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi). \quad (5)$$

Тоді

$$L = a \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi) + (l_o \cdot \cos \beta + l_{oc}) - \Delta l. \quad (6)$$

Зона деформації ґрунту збоку від чизельної лапи визначається за формулою:

$$b = d + 2 \cdot A'C' = d + 2 \cdot A'B' \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (7)$$

$$\text{З врахуванням того, що } A'B' = AB = \frac{a}{\cos(\beta + \varphi)}$$

$$b = d + \frac{2 \cdot a \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\cos(\beta + \varphi)}, \quad (8)$$

де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, $\varphi = 30^\circ$.

Значення зон рихлення L і b при $d = 0,05$ м і глибині обробки чизельною лапою $a = 0,27 \dots 0,45$ м, представлені на рис. 2. Інші конструктивні параметри дорівнювали: $l_d = 0,25$ м; $\beta = 25^\circ$; $l_{oc} = 0,22$ м.; при $a = 0,27 \rightarrow \Delta l = 0,02$ м, при $a = 0,45 \rightarrow \Delta l = 0,007$ м.

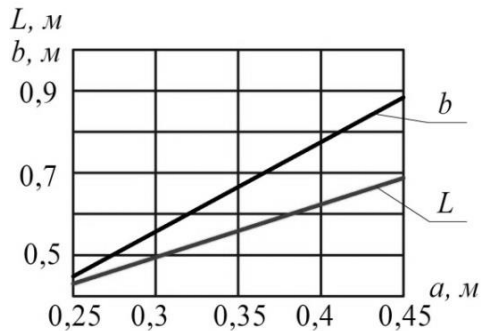


Рисунок 2 – Залежність зон деформації L і b від глибини обробітку чизельною лапою для важкого суглинку

Після визначення зон деформації при різних глибинах обробітку ґрунту за залежностями (2) та (3) можна розрахувати сили опору, які діють на чизельну лапу в різних площинах. Результати розрахунків представлені у вигляді графіків на рис. 3 та 4.

На основі отриманих розрахункових значень горизонтальної та вертикальної сил опору, які знаходяться, виходячи із зон деформації ґрунту, можна проводити обґрунтування інших конструктивних параметрів.

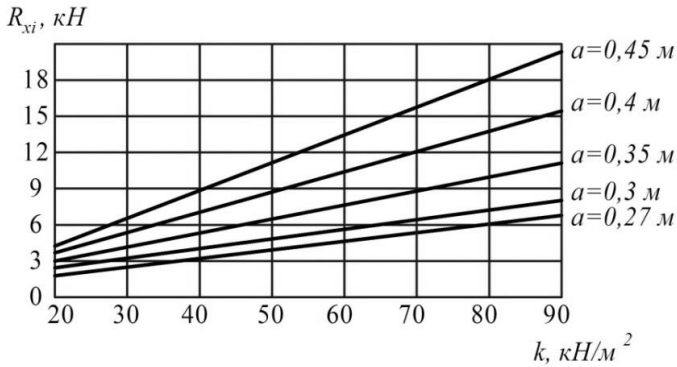


Рисунок 3 – Залежність горизонтальної сили опору R_{xi} від питомого опору ґрунту k при різних глибинах обробки чизельною лапою

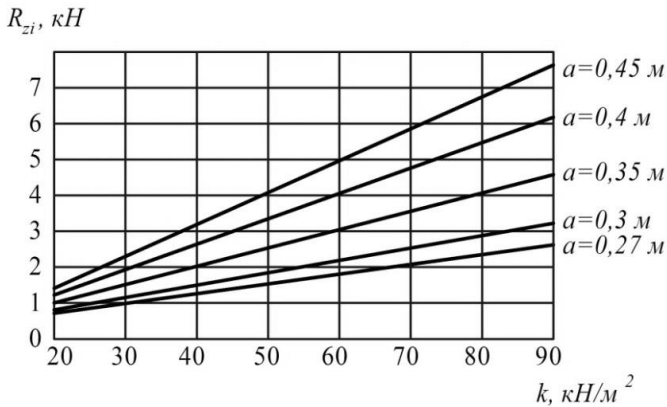


Рисунок 4 – Залежність вертикальної сили опору R_{zi} від питомого опору ґрунту k при різних глибинах обробки чизельною лапою ($\delta = 0,4$)

Висновки. Керуючись сучасною концепцією реалізації системи відновлення та підвищення родючості ґрунту, робиться висновок про необхідність впровадження основного обробітку ґрунту у вигляді глибокого розпушування чизельними знаряддями із прямим стояком.

Під час аналізу зміни зон деформації ґрунту в різних площинах, з врахуванням сил опору, стану ґрунту і конструктивних параметрів чизельної лапи, отримані аналітичні залежності, що дозволять провести раціональну компоновку чизельного знаряддя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лещенко С. Состояние вопроса и перспектива интенсификации работы чизельных орудий с целью сохранения естественного плодородия / С. Лещенко, В. Сало, А. Васильковский // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16 - №2, Lublin – Rzeszów: Polish Academy of Sciences, 2014. – P. 195-201.
2. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков – К.: Нора-Прінт, – 1999.– 280 с.
3. Лещенко С.М. Адаптація операцій чизельного обробітку до складних ґрунтово-кліматичних умов центральної України / Лещенко С.М., Сало В.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І., Дейкун В.А. // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 3. – Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2015. – С. 102-110.
4. Сало В. Технічне забезпечення процесів глибокого розпушування ґрунту / В. Сало, С. Лещенко // Пропозиція: український журнал з питань агробізнесу. Інформаційний щомісячник. – 2015. – № 10. – С.122-124.
5. Руденко Н.Е. Механизация обработки почвы: Учебное пособие. / Руденко Н.Е. – Ставрополь: «АГРУС». – 2005. – 112 с.
6. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рілництва / Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. за ред. Черновола М.І. – К.Урожай, 2001. – 384 с.
7. Leschenko S., Salo V., Petrenko D.. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2014. – Вип. 44 – С. 237-243.
8. Лещенко С.М. Експериментальна оцінка якості роботи комбінованого чизеля з додатковими горизонтальними та вертикальними деформаторами / Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 156. Механізація сільського господарства – С. 25-34.
9. Лещенко С.М. Обґрунтування доцільності проведення глибокого чизельного рихлення на переуцільнених та ерозійно-

небезпечних ґрунтах/ Лещенко С.М., Сало В.М. //Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип.28.–Кіровоград, 2015р.–С.181-186.

10. Сало В.М. Формалізація процесу глибокого рихлення ґрунту комбінованими чизельними знаряддями / В.М. Сало, С.М. Лещенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 15. Том 4 – Мелітополь, 2015. – С. 39-46.

BIBLIOGRAPHY

1. Leshchenko S., Salo V., Vasylovskyy A. Situation and prospect of intensifying the work of chisel tools to preserve the natural fertility. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16 - №2, Lublin – Rzeszów: Polish Academy of Sciences, 2014. – P. 195-201.

2. Gukov J.S. The cultivation of the soil. Technology and engineering – С.: Nora-Print – 1999. – 280 p. (in Ukrainian).

3. Leshchenko S.M., Salo V.M., Vasylovskyy O.M., Petrenko D.I., Deykun V.A. Adapting operations chyzelnoho cultivation to difficult soil and climatic conditions of central Ukraine. Bulletin of the Ukrainian branch of the International Academy of Agricultural Education – Vol. 3. – Melitopol: Copy Shop «Document service», 2015. – P. 102-110. (in Ukrainian).

4. Salo V., Leshchenko S. Technical support processes of deep soil loosening. Offer: Ukrainian magazine on agribusiness. Information Monthly. – 2015. – № 10. – P. 122-124. (in Ukrainian).

5. Rudenko N.E. Mechanization of soil tillage: Textbook. – Stavropol: Izd SSAU "Agrus". – 2005. – 112 p. (in Russian).

6. Sysolin P.V., Salo V.M., Kropivnyy V.M. Farm equipment, theoretical foundations, construction, design, Book 1. Arable farming machines. K.Urozhay, 2001. – 384 p. (in Ukrainian).

7. Leshchenko S., Salo V., Petrenko D. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil. Design, production and operation of agricultural machinery. A national interdepartmental scientific and technical collection. – Kirovograd, 2014. – Vol. 44 – P. 237-243. (in Ukrainian).

8. Leshchenko S., Salo V., Petrenko D. Experimental evaluation of the quality of chyzelya combined with optional horizontal

and vertical drivers. Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture. – Kharkiv, 2015. – Vol. 156. Agricultural Engineering – P. 25-34. (in Ukrainian).

9. Leschenko S., Salo V. Justification chyzelnoho feasibility of deep loosening on compaction and erosion-hazardous soils. Proceedings of Kirovograd National Technical University. Technology in agriculture, industrial engineering, automation. Vol. 28. – Kirovograd: KNTU, 2015 – P. 181-186. (in Ukrainian).

10. Salo V., Leshchenko S. The formalization process of deep soil loosening combined chyzelnymy tools. Labor Tauride Agrotechnological State University. Vol. 15. Volume 4 – Melitopol, 2015. – P. 39-46.

INFLUENCE OF DESIGN SPECIFICATIONS OF CHISEL SHANK OF A DEEP TILLER ON SOIL DEFORMATION

S.M. Leshchenko, V.M. Salo, D.I. Petrenko, I.O. Lisovyy

Summary

The article proves the necessity to refuse from basic soil cultivation in the form of moldboard plowing. It is due to the destruction of biologically valuable aggregates, creation of compacted subsoil layer, exacerbation of wind and water erosions. To solve these problems it is necessary to use deep tillage with chisel equipment. The main working parts of a deep tiller are chisel sweeps with a straight shank. While analyzing the operation of such working parts we did not take into consideration to the full extent the traction resistance and design specifications of the sweeps on the change of area deformations in different soil conditions. In order to determine rational design specifications we held analytical study of their influence on the areas of soil deformations in vertical and horizontal planes. While studying the influence of the construction of chisel sweep on the intensity of impact on soil we took into consideration the resistance force of the shank and sweep. We received theoretical dependences of the deformation areas on the depth of operating working part of the chisel in different working conditions and the initial condition of soil.

Key words: combined deep tiller, chisel shank, traction resistance, area of soil deformation

УДК 631.878

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ҐРУНТУ З УРАХУВАННЯМ ЦИКЛІЧНОСТІ ЇХ РОБОТИ

Невзоров А.В., к.т.н., доц. *

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. У запропонованій авторами даній статті розглядаються питання аналізу ефективності роботи машинно-тракторних агрегатів для обробітку ґрунту з урахуванням циклічності їх роботи та основні шляхи її підвищення. Проаналізовано ефективність роботи згаданих агрегатів в залежності від груп властивостей машин та основних існуючих експлуатаційних факторів – продуктивності, технічного потенціалу підприємства, ґрунтово-кліматичних умов експлуатації, кваліфікації обслуговуючого персоналу, системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Побудовано математичну модель ефективності машинно-тракторних агрегатів та проведено її аналіз, визначено зв'язки типу надійність-продуктивність. Доведено, що ефективність роботи таких агрегатів напряму залежить від їх показників надійності, продуктивності, коефіцієнта технічного використання.

Ключові слова: надійність, ефективність, продуктивність, агрегування, енергомодуль, експлуатаційний потенціал.

Постановка проблеми. Проблема підвищення ефективності сільськогосподарських машин, зокрема, агрегатів для обробітку ґрунту, здобуває все більше значення в економіці України. Росте енергооснащеність, збільшуються робочі швидко-

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Дідура В.А.

сті, робочі процеси інтенсифікуються, однак одночасно збільшуються терміни простоїв внаслідок недостатньої для таких процесів надійності машин.

Ефективність використання агрегатів для обробітку ґрунту визначається чотирма групами властивостей машини й експлуатаційних факторів:

1. Властивості, що характеризують виробничі можливості машини (виробничий потенціал) – продуктивність машини, її швидкість, економічні показники.

2. Властивості, що формують надійність конструкції машин (технічний потенціал [8]).

3. Фактори, що визначають умови експлуатації, які не залежать від організації експлуатації сільськогосподарських машин [1 – 3] (ґрунтово-кліматичні умови).

4. Фактори умов експлуатації, обумовлені організацією й культурою експлуатації (кваліфікація оператора, обслуговування, ремонт).

В результаті формується комплекс властивостей, які назовемо експлуатаційним потенціалом машини, що характеризує виробіток машини протягом тривалого проміжку часу. Експлуатаційний потенціал і експлуатаційна надійність машини визначають ефективність роботи агрегатів для обробітку ґрунту – найважливіший показник якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для побудови математичної моделі ефективності машинно-транспортних агрегатів для обробітку ґрунту необхідно розглянути систему «машини – оператор – ґрунтовий фон – експлуатаційний фон – режим роботи – навантажувальний режим – стан». Аналіз цієї системи здійснимо, розглянувши вираз [8]:

$$E = F \left\{ \begin{matrix} f_1(K_n, M, T, Q_n), f_2(V, P_n, D, A), \\ f_3(\Gamma_\phi, \Pi_m, K_v), f_4(K_o, E_M, \Pi_B, B) \end{matrix} \right\}, \quad (1)$$

де E – ефективність агрегату;

F – функція, що характеризує роботу агрегату;

f_1 – технічний потенціал, зумовлений конструктивними особливостями агрегату K_n , матеріалами конструкції M , техно-

логією виготовлення T , обмеженнями діючих на агрегат робочих навантажень Q_H ;

f_2 – властивості агрегатів, що зумовлені виробничим потенціалом і режимом навантаження – швидкість агрегату V , номінальне тягове зусилля P_H , тип силового агрегату D , наявність засобів автоматизації технологічного процесу A ;

f_3 – ґрунтові умови – ґрунтовий фон Γ_Φ , характеристика поверхні поля Π_m , кліматичні умови K_y ;

f_4 – умови експлуатації агрегатів для обробітку ґрунту – кваліфікація механізатора (оператора) K_o , експлуатаційні матеріали E_m , технічне обслуговування та профілактика $Пв$, ремонт і відновлення B .

Метою дослідження є підвищення ефективності машинотракторних агрегатів шляхом створення багатофункціональних технологічних модулів.

Основна частина. Аналіз робочих процесів технологічних модулів проводимо для агрегатів для обробітку ґрунту, вважаючи, що вони підлягають циклічним умовам експлуатації, режим навантаження яких змінюється в досить широких межах залежно від часу циклу $t_{\text{ц}}$ [8].

Імовірність безвідмовної роботи агрегату, що працює в циклічному режимі, може бути визначена з диференціала:

$$m_x = \varphi(t, u).$$

З даного диференціала впливає:

$$dm_x = \frac{\partial \varphi}{\partial t} dt + \frac{\partial \varphi}{\partial u} du = -dn_x, \quad (2)$$

де m_x – кількість агрегатів, що вийшли з ладу (відмовили);

n_x – кількість агрегатів, що продовжили працювати;

u – кількість циклів роботи за час t .

Розділивши вираз (2) на n_x одержимо:

$$-\frac{dn_x}{n_x} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \frac{1}{n_x} \cdot dt + \frac{\partial \varphi}{\partial u} \cdot \frac{1}{n_x} \cdot du. \quad (3)$$

Проінтегруємо отриманий вираз (3) і відповідних межах:

$$\int_{t_0}^{t_x} \frac{dn_x}{n_x} = \int_{t_0}^{t_x} \lambda(t) dt - \int_0^u \lambda(u) du, \quad (4)$$

де

$$\lambda(t) = \frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \frac{1}{n_x}; \quad \lambda(u) = \frac{\partial \varphi}{\partial u} \cdot \frac{1}{n_x}.$$

В результаті проведених перетворень отримуємо вираз для імовірності безвідмовної роботи агрегату для обробітку ґрунту:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \{ - [\lambda(t) \cdot t + \lambda(u) \cdot u] \}. \quad (5)$$

В (5) винесемо час роботи t за дужки:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \left\{ -t \left[\lambda(t) + \lambda(u) \cdot \frac{u}{t} \right] \right\}. \quad (6)$$

Питома кількість циклів роботи $n_{\text{ц}} = \frac{u}{t}$ (кількість циклів за одиницю часу) характеризує продуктивність, виражену через число циклів. Інакше цю величину можна визначити таким чином [4, 5]:

для агрегатів з плугами:
$$n_{\text{ц}} = \frac{\Pi}{v \cdot n \cdot p} = \frac{2 \cdot \Pi \cdot \kappa_p}{B \cdot H^2}; \quad (7)$$

для агрегатів з культиваторами
$$n_{\text{ц}} = \frac{\Pi}{V_{\text{к}}} \cdot \frac{\kappa_p}{\kappa_{\text{н}}},$$

де Π – погодинна ефективність агрегату;

κ_p – коефіцієнт розпушення ґрунту;

$\kappa_{\text{н}}$ – коефіцієнт занурення робочого органу;

B і H – ширина і глибина борозни відповідно;

$V_{\text{к}}$ – ширина захвату сільгоспмашини.

Таким чином, визначена імовірність безвідмовної роботи агрегату для обробки ґрунту – один з основних показників ефективності. Наприклад, для агрегатів з культиваторами [7, 9]:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \left\{ -t \left[\lambda(t) + \lambda(u) \cdot \frac{\Pi \cdot \kappa_p}{V_k \cdot \kappa_n} \right] \right\}. \quad (8)$$

Висновки. Ефективність машинно-тракторних агрегатів для обробітку ґрунту може бути визначена його наробітком протягом року [8, 10, 11]:

$$E_p = \Pi \cdot n_{зм} \cdot T_{зм} \cdot P(t), \quad (9)$$

де Π – погодинна продуктивність агрегату;

$n_{зм}$ – число робочих змін у році;

$T_{зм}$ – тривалість зміни у годинах;

$P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи агрегату.

Підвищуючи показники безвідмовності та продуктивності одним з відомих методів, ми тим самим підвищуємо ефективність застосування самого агрегату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аникин Н.В. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н.В. Аникин, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, А.Б. Пименов, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. XII Международная научно-практическая конференции – Владимир, 2010. – С. 319-322.

2. Дидманидзе, О. Н. Автотранспортные и тракторные перевозки. Учебник для сельскохозяйственных вузов / О. Н. Дидманидзе и [др.] – М.: УМЦ «ТРИАДА», 2005. – 552 с.

3. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Бышов Н.В. [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева – 2012. - № 4 (16). – С. 84-87

4. Измайлов, А.Ю. Повышение уровня использования транспорта в сельском хозяйстве / А. Ю. Измайлов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. - №2. – С. 8-10.

5. Измайлов, А.Ю. Резерв ресурсосбережения на производстве зерна / А.Ю. Измайлов // Новые технологии и техника для ресурсосбережения и повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. докл. XIII науч.-практ. конф. – М.: ГНУ ВИМ, 2006. – Т.1. – С. 34-48.

6. Измайлов, А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК / А. Ю. Измайлов – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.

7. Измайлов, А.Ю. Типаж и структура транспортных погрузочно-разгрузочных средств АПК / А. Ю. Измайлов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. - №4. – С. 20- 23.

8. Ничке В.В. Надежность прицепного и навесного оборудования тракторов / В.В. Ничке. – Харьков: Вища школа. 1985 – 152 с.

9. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / И.А. Успенский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины - 2011 - №9. – С.18-19

10. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / И.А. Юхин [и др.] // Нива Поволжья - 2010 - №2 (15). – С.48-50

11. Шилова, Е.П. Автомобили, прицепы и полуприцепы / Е.П. Шилова и [др.] // Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2003. – Ч.1. – С. 106-193.

BIBLIOGRAPHY

1. Anikin N.V. Reducing the level of damage to agricultural products transported through the use of devices to stabilize the vehicle / N.V. Anikin, S.N. Borychev, N.V. Byshov, A.B. Pimenov, I.A. Assumption, I.A. Yukhin // Fundamental and applied problems of perfection of piston engines. XII International scientific-practical conference - Vladimir, 2010. - P. 319-322.

2. Didmanidze O.M. Road and tractor transportation. The textbook for agricultural colleges / O.M. Didmanidze and [et al.] - М.: UMTS "triad", 2005. - 552 p.

3. Foreign vehicles for modern agricultural production / Byshov N.V. [Et al.] // Bulletin Agrotechnological Ryazan State University. PA Kostychev - 2012. - № 4 (16). - S. 84-87

4. Izmailov A.Y. Increased transport use in agriculture / A.Y. Izmailov // Technique in agriculture. - 2006. - №2. - S. 8-10.

5. Izmailov A.Y. reserve resource in the production of grain / A.Y. Izmailov // New technologies and equipment for resources and increase productivity in agriculture: Sat. scientific. rep. XIII scientific-practical. Conf. - M.: GNU VIM, 2006. - T.1. - S. 34-48.

6. Izmailov A.Y. technologies and technical solutions to improve the efficiency of transport systems APC / A.Y. Izmailov - M.: Federal State "Rosinformagroteh", 2007. - 200 p.

7. Izmailov A.Y. Description and structure of the transport handling equipment APC / A.Y. Izmailov // technique in agriculture. - 2006. - №4. - P. 20-23.

8. Nitschke V.V. The reliability of the trailer and tractor attachments / V.V. Nitschke. - Kharkov: Vishcha school. 1985 - 152 p.

9. Tow the vehicle for the transport of agricultural goods / I.A. Uspenskij [et al.] // Tractors and farm machinery - 2011 - №9. - S.18-19

10. The device for storing the straightness of the vehicle / I.A. Yukhin [et al.] // Volga Niva - 2010 - №2 (15). - S.48-50

11. Shilov E.P. Motor vehicles, trailers and semi-trailers / E.P. Shilov [et al.] // Handbook of mechanical engineer in agricultural production: Textbook. allowance. - M.: Federal State "Rosinformagroteh". - 2003 - Part 1. - S. 106-193.

EFFECTIVENESS ANALYSES OF TRACTOR UNITS FOR SOIL TILLING WITH CONSIDERING CYCLICITY OF THEIR WORK

A.V. Nevzorov, Y.O. Kovalchuk

Summary

The proposed article provides the analysis of the efficiency of the machine and tractor units for cultivation with taking into account cyclicity of their work. The authors suggest basic ways for its improvement. The efficiency of these units has been analyzed depending on the groups of machines properties and the main existing operation-

al factors, such as performance, technical capacity of the company, soil and climatic conditions, training of service personnel, systems of maintenance and repair. The mathematical model of machine-tractor units' efficiency has been constructed and its analysis has been carried out. The relationships of the type 'reliability – productivity' have been determined. It has been proved that the efficiency of these units depends on their reliability, performance and technical use factor.

Key words: reliability, efficiency, productivity, aggregation, power module, operational capacity.

УДК 631.362-192

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ

Невзоров А.В., к.т.н., доц. *

Пушка О.С., к.т.н., доц.

Кутковецька Т.О., викл.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. У запропонованій статті проаналізовано, який вплив мають структурні засоби резервування на показники надійності сільськогосподарської техніки. В цьому розрізі побудовано моделі станів і переходів об'єктів сільськогосподарської техніки як систем із ненавантаженим (пасивним) резервуванням її елементів і систем, так і як системи з навантаженим (активним) резервуванням. Також проаналізовано інші існуючі шляхи підвищення показників надійності сільськогосподарської техніки як складних технічних механічних об'єктів. В результаті їх порівняння з методами резервування вказано на складність та часом

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Дідюра В.А.

неможливість їх застосування. Внаслідок такого аналізу у статті зроблено висновок, що саме структурне резервування є одним з найбільш перспективних шляхів підвищення показників надійності сільськогосподарської техніки як складного механічного об'єкта та вказано на доцільність його широкого застосування не дивлячись на окремі його недоліки, основним з яких є підвищення загальної вартості експлуатації техніки.

Ключові слова: пасивне резервування, активне резервування, інтенсивність відмов, інтенсивність відновлень, граф станів.

Постановка проблеми. Ускладнення сільськогосподарської техніки і надання їй багатофункціональності одночасно зі зниженням енергоємності операцій, які вона виконує, вимагає проведення заходів щодо забезпечення високого рівня надійності машин [1, 6 – 8, 10].

Для механічних систем, якими в основному і є агрегатні вузли сільськогосподарських машин, підвищити рівень надійності можна двома шляхами [5, 6]. Перший з них пов'язаний з підвищенням показників надійності деталей. Цей напрямок реалізований в основному у пошуку і впровадженні нових, більш міцних, зносостійких і корозійностійких матеріалів, методів і технологій зміцнення, розробці нових технологій виготовлення і обробки деталей.

Другий шлях передбачає структурні зміни в конструкційних рішеннях вузлів і агрегатів. Слід зауважити, що цей напрямок не має поширеного застосування в механічних системах, в тому числі сільськогосподарських машинах, що викликано рядом об'єктивних та суб'єктивних причин. По-перше, структурні зміни передбачають використання додаткових елементів, що, в свою чергу, підвищує масо-габаритні характеристики машин і вимагає додаткових площ для зберігання запасних деталей. По-друге, структурне резервування потребує нових рішень в побудові конструкцій, що в свою чергу потребує нових підходів до проектування та конструювання сільськогосподарської техніки (СГТ) та необхідності аналізу її показників надійності на всіх стадіях життєвого циклу [2 – 4].

Мета дослідження. Метою даної роботи є аналіз впливу структурного резервування (структурної надлишковості) на пока-

знижки надійності СГТ з урахуванням процесів її зносу та старіння.

Основна частина. Структурне резервування для будь-яких технічних систем (в тому числі і СГТ) поділяється на навантажене (активне) та ненавантажене (пасивне). В залежності від конкретного типу техніки та поставлених задач кожен з цих типів має свої переваги та недоліки, а у деяких випадках якийсь з них взагалі неможливо застосовувати. Так, наприклад, комплектування машинно-тракторного парку комплектом запасного інструменту і приладдя (ЗІП) можна розглядати як ненавантажене (пасивне) резервування [3, 9]. З цієї точки зору слід включити необхідність розрахунку визначеної номенклатури і кількості деталей, нормованих в запасні частини, ресурс яких менший за загальний ресурс СГТ. До цього виду резервування також відносяться різні можливі регулювання, передбачені конструкцією машини і зумовлені спрацюванням деталей, вібрацією і зміною їх взаємного розташування в процесі експлуатації. Таким чином, необхідність пасивного резервування викликана процесом експлуатації СГТ і втратою працездатності агрегатів і вузлів внаслідок прояву раптових чи поступових пошкоджень.

СГТ в основі своїй відноситься до механічних відновлюваних систем. Періоди її роботи змінюються періодами відновлень у разі відмов тих чи інших деталей і вузлів. Відновлення нормального функціонування СГТ залежить не лише від конструкційно передбаченої її ремонтпридатності і наявності запасних елементів, але також від технічного оснащення, використання передових методів діагностування і кваліфікації персоналу ремонтних органів і самої організації системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Таким чином, підтримка СГТ у працездатному стані є комплексною задачею, успішне вирішення якої залежить від багатьох різних факторів (соціальних, економічних, технічних, організаційних тощо).

В реальних умовах експлуатації машини завжди зношуються і старіють, що призводить до зростання інтенсивності відмов λ [1, 2]. Одночасно з цим і сама база ТОіР СГТ може знаходитись як у стані зменшення потенціалу і можливостей (старіння), так і у стані розвитку завдяки впровадженню новітніх технологій і методик ТОіР.

Для комплексної оцінки стану і тенденцій змін в зага-

льному рівні забезпечення надійної роботи СГТ необхідно розглянути цілісну систему «машина – технічне обслуговування» в динаміці прояву їх характеристик. Однією з поширених ситуацій еволюції розвитку системи можуть бути події, коли при загальному природному старінні техніки база ТОiP залишається на високому технічному рівні. Тоді в умовах наявності пасивних резервувань окремих вузлів і деталей, граф станів і переходів цієї системи матиме схему, зображену на рис. 1.

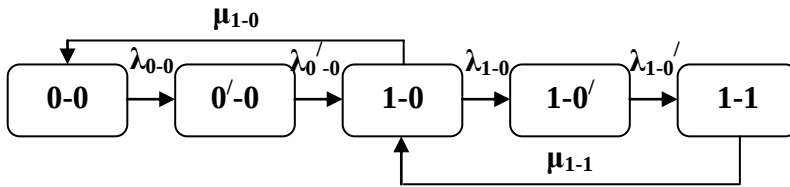


Рисунок 1 – Граф станів і переходів об'єкта сільськогосподарської техніки як системи з пасивним (ненавантаженим) резервуванням і старінням

Система починає роботу з працездатного стану «0-0», поки основний елемент, включений в роботу, і додатковий резервний є працездатними. В процесі експлуатації навантажений включений елемент може відмовити, і тоді система переходить в стан «1-0». Він характеризується тим, що перший (основний) елемент відмовив, а другий (резервний) працездатний, і вся система залишається також працездатною. Однак такий перехід можливий через проміжний стан «0'-0», який штучно вводиться в опис системи як фіктивний для спрощення вирішення завдання математичної формалізації функціонування системи, коли інтенсивності її переходів із стану в стан є величинами змінними [3].

Із стану «1-0», коли система може працювати лише на резервному елементі, вона перейде в стан повної відмови «1-1» через другий проміжний стан «1-0'».

В результаті відновлення елементів система з непрацездатного стану «1-1» переходить в працездатний «1-0» при відновленні одного з елементів, або в повністю працездатний початковий «0-0» при відновленні обох елементів (основного і

резервного).

На графі (рис. 1) стрілками показано можливі переходи, які відбуваються з відповідними інтенсивностями відмов λ і інтенсивностями відновлень μ . Таким чином, система за пасивного резервування має два працездатних стани - «0-0» і «1-0» і один непрацездатний «1-1».

Навантажене резервування в механічних технічних системах менш поширене. Найбільше прикладів його ефективного застосування можна знайти в радіоелектроніці, комп'ютерній техніці, електротехніці, системах автоматики [1, 4, 5].

Проведенню досліджень з виявлення впливу поступового старіння СГТ на показники її надійності при застосуванні активного резервування можливе шляхом системного аналізу та моделювання процесів переходів досліджуваної системи в різні можливі стани і виявлення ймовірностей знаходження її в тому чи іншому стані [2, 3].

Графічний опис поведінки дубльованої системи з навантаженим резервом можна представити графом, представленим на рис. 2

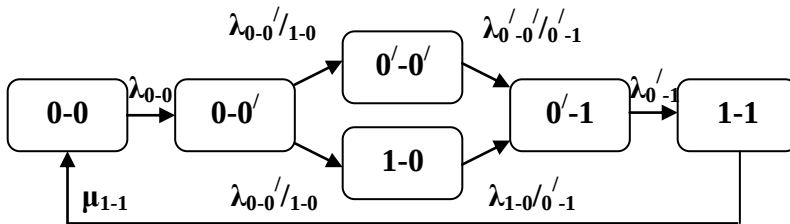


Рисунок 2 – Граф станів і переходів об'єкта сільськогосподарської техніки як системи з навантаженим (активним) резервуванням

Як видно з рисунка, граф має більш розвинуту структуру, ніж для випадку ненавантаженого резервування. В ньому міститься шість станів, об'єднаних відповідними зв'язками переходів системи із стану в стан.

Як і у попередньому випадку, робота системи починається з положення «0-0», що відповідає працездатному стану системи, коли обидва елементи (основний і резервний) знахо-

дяться в працездатному початковому стані. У випадку паралельного (з точки зору надійності) з'єднання рівнозначних елементів за активного резервування немає різниці між основним і дублюючим – вони рівноправні і рівнозначні для підтримки загальної надійності системи.

Припустимо, що після включення в роботу за поступового старіння навантажений основний елемент системи накопичує пошкодження і вся система переходить в проміжний стан «0-0'». З цього положення може бути два напрямки розвитку подій. Або, продовжуючи роботу у встановленому режимі, система переходить в стан, коли навантажений (працюючий) елемент відмовляє «0-1», або в роботу більш підключається і навантажується резервний елемент, який внаслідок накопичувальних процесів пошкоджень переводить систему в стан «0'-0'». З цього стану, так само як із стану «0-1», система у разі продовження експлуатації в будь-якому випадку переходить в стан «0'-1», який характеризується відмовою одного з елементів і накопиченим пошкодженням іншого. Таке положення попереджує про можливу повну відмову системи – як основного, так і резервного елементів. Ця ситуація описується станом «1-1», виходом з якої може бути лише відновлення системи шляхом її технічного обслуговування або ремонту з переведенням в початковий стан «0-0».

Характерним для системи з активним резервуванням, наявністю старіння техніки і прийнятою незмінною базою технічного обслуговування є висока її «живучість» незважаючи на постійне накопичення пошкоджень. Це означає, що за певного правильно вибраного рівня надійності системи, вона може залишатися працездатною протягом тривалого часу експлуатації. Тому особливістю відображення на графі є те, що єдиним положенням, коли система втрачає працездатність, є стан «1-1». Решта можливих станів вказує на працездатність системи. Однак доцільно зауважити, що виявлені працездатні стани нерівноцінні за запасом надійності, а часом і за функціональними їх можливостями. В останньому випадку все залежить від конкретного конструкційного рішення системи і її призначення.

Висновки. Таким чином можна стверджувати, що для досягнення необхідного рівня надійності технічних систем, особливо складних, слід більше уваги приділяти структурним засобам

резервування. Розв'язання проблеми ефективного їх використання набуває особливої актуальності для аналізу відмов СГТ з урахуванням реальних умов її використання. Крім того, визначення динаміки зміни показників надійності в залежності від стану бази ТОiР СГТ має велике практичне значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азарсков В.Н. Надежность систем управления и автоматизации: учебное пособие. / В.Н. Азарсков, В.П. Стрельников – К.: НАУ. 2004. – 164с.

2. Бойко А.І. Дослідження функції готовності механічних систем при накопичуванні пошкоджень / А.І. Бойко, К.М. Думенко // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. пр. ДНУ. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – Вип. 14. – С. 72-78.

3. Бойко А.І. Математична формалізація опису станів і переходів пасивного резервування технічних систем / А.І. Бойко, О.В. Бондаренко, В.М.Савченко – Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Випуск 133, 2013. – С. 216 – 219.

4. Гаек Я. Теория ранговых критериев / Я. Гаек, З. Шидак– М.: Наука, 1971. – 376 с.

5. Модели и методы оптимизации надежности сложных систем / [В.Л. Волкович, А.Ф. Волошин, В.А. Заславский, И.А. Ушаков], под ред. В.С. Михалевича – К.: Наукова думка, 1993. – 311 с.

6. Надежность технических систем и техногенный риск: электронное учебное пособие. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.obzh.ru/nad/index.html>.

7. Надежность технических систем: справочник. / Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 606 с.

8. Надійність тракторів і автомобілів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://imetal.in.ua/uk/remont-traktoriv-i-avtomobiliv/nadijnist-traktoriv-i-avtomobiliv>.

9. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надежность) / В.И. Нечипоренко. – М.: Советское радио, 1977. – 214 с.

10. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів [Текст]: навч. посіб. / О. М. Нечипоренко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 240 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Azarskov V.N. Reliability of control and automation systems: a tutorial. / V.N. Azarskov, V.P. Strelnikov - K.: NAU. 2004. – 164 p.
2. Boyko A.I. Research tool readiness mechanical systems with accumulation of damages / A.I. Boyko, K.M. Dumenko // Problems computing mechanics and strength of structures: Coll. Science. pr. DNU. - Dnepropetrovsk: Science and Education, 2010. - Vol. 14. - P. 72-78.
3. Boyko A.I. Mathematical formalization description of states and transitions passive redundancy technical systems / A.I. Boyko A.V. Bondarenko V.M. Savchenko – Bulletin KNTUA them. P.Vasylenka. Issue 133, 2013. – P. 216 – 219.
4. Hajek J. Theory of rank tests / J. Hajek, Z. Shidak- M.: Nauka, 1971. – 376 p.
5. Models and methods of optimization of reliability of complex systems / [V.L. Volkovich, A.F. Voloshin, V.A. Zaslavsky, I.A. Ushakov], ed. V.S. Mikhalevich - K.: Naukova Dumka, 1993. – 311 p.
6. Reliability of technical systems and technological risks: an electronic textbook. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.obzh.ru/nad/index.html>.
7. Reliability of technical systems: a handbook. / Ed. I.A. Ushakov. - M.: Radio and Communications, 1985. - 606 p.
8. Reliability tractors and cars. [Electronic resource]. – Access mode: <http://imetal.in.ua/uk/remont-traktoriv-i-avtomobiliv/nadijnist-traktoriv-i-avtomobiliv>.
9. V.I. Nechiporenko Structural analysis systems (efficiency and reliability) / V.I. Nechiporenko. – M.: Soviet Radio, 1977. – 214 p.
10. Nechiporenko O.M. Fundamentals of reliability of aircraft [Text]: teach. guidances. / A.N. Nechiporenko. - K.: NTUU "KPI", 2010. – 240 p.

IMPROVING AGRICULTURAL MACHINERY RELIABILITY INDEX BY USING STRUCTURAL REDUNDANCY

A.V. Nevzorov, O.S. Pushka, T.O. Kutkovetska

Summary

The article analyzes the impact of structural redundancy

means on backup reliability of agricultural machinery. In this context the models of states and transitions of agricultural machinery objects have been built for both systems with unloaded (passive) redundancy of components and systems of load (active) backup. Other existing ways of increasing the reliability indices of agricultural machinery as complex mechanical engineering objects have been analyzed. As a result of their comparison with the backup methods the complexity and impossibility of their application with the times are specified. Due to this analysis, the article concludes that structural redundancy is one of the most promising ways to improve the reliability indices of agricultural machinery as a complex mechanical object. It indicates the feasibility of its widespread use despite some of its imperfections, the main of which is increase in the total cost of the operating machinery.

Key words: passive redundancy, active redundancy, failure rate, redundancy rate.

УДК 631.3

САМОХІДНА ПЛАТФОРМА – ТЕХНОЛОГІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА НЕОБХІДНІСТЬ

Адамчук В.В., д.т.н., проф. *

Третяк В.М., к.т.н., доц.

Третяк М.В., к.т.н, с.н.с.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

смт. Глеваха, Васильківський район, Україна

e-mail: victor_tretyak@mail.ru

Оляднічук Р.В., к.т.н., викладач

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: olyadnichukr@gmail.com

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО
Пастухова В.І.

Анотація. В статті розглянуті існуючі типи плодозбиральних платформ, їх конструкційні особливості та технологічні схеми. Досліджено шляхи зменшення затрат енергії під час експлуатації самохідної платформи. Обґрунтовано технологічну та економічну необхідність використання платформ в пальметних садах з плоским формуванням крони.

Ключові слова: самохідна плодозбиральна платформа, моторно-трансмісійна установка, ефективність використання.

Постановка проблеми. Затрати трудових і матеріальних ресурсів у садівництві у 15 – 20 разів більші, ніж у зерновому господарстві. На кожний гектар плодово-ягідних насаджень при відповідному догляді й сучасному рівні механізації в середньому витрачається 80 – 100 люд.-годин. Необхідною умовою підвищення продуктивності праці та зниження собівартості продукції є послідовна інтенсифікація садівництва на базі комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів.

Одним з найбільш трудомістких процесів в садівництві є збір врожаю. Збір врожаю включає декілька операцій, основними з яких є підбір падалиці, вивезення тари в міжряддя саду, збір плодів, навантаження заповненої тари в транспортні засоби та транспортування плодів на склад. Затрати праці лише на знімання плодів в залежності від їх розміру становлять 26 – 42% від загальних затрат праці в саду, тому невинноварово роботи по механізації збирання плодів широко ведуться як в Україні, так і за кордоном. Для виконання великого обсягу робіт під час збирання плодів необхідно використовувати високопродуктивні збиральні засоби, такі як багатомісні самохідні платформи. Застосування платформ дозволяє отримати економію затрат праці 40 – 70%, в порівнянні з технологією де використовуються малі засоби механізації. При цьому, знімання плодів з дерев виконується вручну. Крім того, є можливість використовувати самохідні платформи на формуванні крони при застосуванні відповідного обладнання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Плодозбиральні платформи розробляють та виготовляють в Італії, Франції, Англії, Данії, Білорусії, Польщі та інших країнах. При цьому, для об'ємних садів виготовляють складні повністю гід-

рофіковані платформи, а для пальметних садів – багатомісні, простіші за конструкцією. Пальметні сади характеризуються великою щільністю посадки (ширина міжрядь 3 – 5 м, відстань між деревами в ряду 1 – 2,5 м). Висота та розмір дерев в ряду залежать від способу формування крони. При плоскому формуванні ширина крони в ряду не перевищує 1,5 м, висота 3,2 м. При об'ємному способі формування діаметр крони складає 3 – 4 м, висота 5 – 5,5 м.

Фірма «Строччі» (Італія) виготовляє гідропневматичну причіпну платформу, на робочих площадках якої розміщується чотири або шість працівників. Кожен збирач індивідуально, за допомогою гідросистеми, може довільно змінювати положення робочої площадки. Передні площадки піднімаються на висоту до 3,8 м, задні – до 6 м.

Фірма «Рафор» (Італія) виготовляє причіпні одномісні платформи з двома верхніми та двома нижніми площадками, керування якими здійснюється індивідуально за допомогою гідросистеми. Боковий виніс платформ складає 2,9 – 4,3 м та дозволяє збирати плоди з дерев висотою 2,5 – 5,75 м. Дана модель платформи також випускається в самохідній модифікації з енергоживленням від двигуна внутрішнього згорання потужністю 13,5 к.с., найбільша висота підйому площадок 3 м. Маса платформи біля 800 кг.

Агрегат садовий АС-2 призначений для вибіркового збирання плодів з середнього та верхнього ярусів. Всі механізми навішуються на раму самохідного шасі Т-16М. На підйом однієї робочої площадки затрачається потужність 3,2 к.с., на привід компресора – 6,1 к.с. Максимальна висота підйому площадки 4,4 м та вантажопідйомність 200 кг.

Напівпричіпна машина КПП-1,6 призначена для безперервного поярусного збирання плодів в садах з плоским формуванням крони і шириною міжрядь 3,5 – 5 м при висоті дерев до 4 м. Під час виконання робіт по формуванню крони машина комплектується пневматичним механізованим і ручним інструментом. Під час збирання плодів трапи розташовують таким чином, щоб збирачі могли знімати руками плоди з двох напіврядів дерев. Зняті плоди збирачі вкладають на приймальні лотки підручних транспортерів, якими вони подаються в задню частину машини на поперечні сортувальні транспортери.

Далі плоди рухаються в приймальний лоток наповнювача контейнерів. Для забезпечення м'якої укладки плодів наповнювач оснащений укладальним механізмом. В процесі заповнення контейнера плоди можна ущільнювати за допомогою вібрації, що забезпечує більш оптимальне використання тари і зменшує пошкодження плодів при транспортуванні. Для приведення в дію вертикального та сортувального транспортерів, заповнювача ящиків та віброплощадки, що обладнані електроприводом, на машину встановлено генератор.

Універсальна самохідна платформа АСУ-6 (Білорусь) оснащена шістьма робочими місцями для збирання врожаю з трьох ярусів. Робітники знімаючи плоди вкладають їх на транспортер, по якому плоди надходять у контейнер. Під час догляду за деревами транспортери складаються, а до пневмонасоса підключаються чотири пневмосекатори або пневмопилки.

Самохідна платформа фірми «BLOSI» (Італія) модель Zip 30 випускається з гідравлічним регулюванням висоти підйому (від 105 до 250 см) та ширини робочої платформи (від 1,42 до 2,85 м), гідравлічними підйомниками контейнерів спереду та ззаду платформи вантажопідйомністю 500 кг. Платформа оснащена дизельним двигуном потужністю 28 к.с. та системою автоматичного керування для руху в ряду без водія.

Загальною особливістю європейських платформ для збирання врожаю в пальметних садах з плоским формуванням крони є наявність чотирьох висувних робочих площадок – двох нижніх та двох верхніх. На одній платформі працюють 6 – 8 збирачів (один із яких за сумісництвом водій) та два вантажники. Самохідні платформи оснащують двигунами внутрішнього згорання потужністю 14 – 28 к.с., мають чотири ведучих колеса, швидкість руху регулюється в значних межах та в більшості мають гідравлічний або електрогідравлічний привод робочих органів. Перспективним напрямом розвитку енергетичних засобів в сільськогосподарському виробництві є їх побудова на основі гібридних моторно-трансмісійних установок [1, 2, 3]. Застосування гібридних систем енергоживлення з електроприводом та накопичувачами електричної енергії дозволяє стабілізувати роботу ДВЗ в режимі найменшої питомої витрати палива.

Мета дослідження. Знаходження шляхів зниження витрат енергії при використанні плодозбиральних платформ.

Основна частина. Роботу плодозбиральної платформи можна поділити на декілька енергетичних процесів: піднімання та висування робочої площадки, привод робочих органів платформи (транспортерів, вібраторів, підйомників тари), рух самохідної платформи, привод пневмо- та електроінструменту.

Затрати енергії на піднімання робочої площадки залежить від характеристики саду (схема посадки, характеристика та врожайність саду), в якому буде працювати машина. На піднімання робочої площадки вантажопідйомністю 200 кг затрачається від 3 до 4 к.с. Залежно від конструкційних особливостей платформи процес піднімання-опускання робочої площадки може виконуватись на початку міжрядь або при заповненні тари.

Переміщення робочих площадок здійснюється різними простими способами, при цьому може використовуватись механічний, гідравлічний або електрогідравлічний привод та переміщення площадки вручну.

Для приводу робочих органів також можуть застосовуватись різні способи передачі енергії. Через складність передачі механічної енергії на частину платформи, що підіймається, такі системи використовуються досить рідко. Завдяки високому ККД передачі енергії, електричний привод робочих органів є більш ефективним ніж гідравлічний.

В реальних умовах експлуатації навантаження плодозбиральних платформ постійно змінюється. Наприклад, при збиранні яблук в сучасних садах платформа з робітниками рухається з перервами на виконанні операцій – в режимі «старт-стоп», при цьому вага зібраного врожаю змінюється та періодично приводяться в дію допоміжні робочі органи. При такому русі платформи роботу ДВЗ неможливо стабілізувати в економічному режимі, що в свою чергу призводить до перевитрат пального.

Електричні двигуни в таких режимах набагато кращі. Їх не потрібно заводити, мати муфту зчеплення та витрачати енергію на холостих обертах. Але електрокари та електронавантажувачі з неефективними акумуляторними батареями необхідно заряджати певний час, а кількість циклів заряд-розряд обмежена кількома сотнями. Дорогі сучасні акумулятори також мають обмежену кількість циклів зарядки. Ці фактори стримують поширення акумуляторних енергетичних засобів.

Згідно досліджень [4] для переміщення самохідної платформи вагою у 2 тони з технологічною швидкістю 1 м/с необхідно мати джерело енергії потужністю 5,5 к.с. (для ідеальних умов). При порівнянні двох варіантів моторно-трансмісійної установки: з простим двигуном та гібридну моторно-трансмісійну установку, отримали суттєве зменшення витрати палива та розширили функціональні можливості платформи з гібридною трансмісією.

Таким чином, використання гібридних моторно-трансмісійних установок є перспективним напрямом при створенні нових енергетичних засобів та модернізації існуючих агрегатів сільськогосподарського призначення.

Висновок. Аналіз балансу потужності самохідної плодозбиральної платформи показав, що моторно-силову установку доцільно будувати по гібридній схемі. Застосування комбінованої системи енергоживлення з електроприводом та накопичувачами електричної енергії дозволить стабілізувати роботу ДВЗ в режимі найменшої питомої витрати палива та підвищити економічність транспортно-технологічного засобу. Також застосування потужних джерел електроенергії у сукупності з інверторними перетворювачами (з постійного струму у змінний) дозволить спростити підключення інструменту для проведення операцій із догляду за садами та використовувати побутові інструменти (електропилки, зварювальні апарати, електрокосарки) на віддаленні від стаціонарних джерел електроенергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рославцев А.В. Применение в сельскохозяйственном производстве экологически безопасных тягово-транспортных средств с минимальными затратами энергии / А.В. Рославцев, О.Н. Дидманидзе // Збірник наукових праць «Сучасні технології в машинобудуванні». – Харків НТУ «ХШ», 2008. – Вип. 1. – 9 с.
2. Шидловський А.К. Возможности создания машин сільськогосподарського призначення з електротрансмісією та комбінованими системами енергоживлення / А.К. Шидловський, В.Б. Павлов, М.В. Третьяк // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 1. – С. 46 – 48.

3. Павлов В.Б. Бустерная система питания в электротранспортных средствах сельскохозяйственного назначения / В.Б. Павлов, М.В. Третьак, В.Е. Павленко // Технічна електродинаміка. Спец. вип. «Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит». – 2013. – Т. 2. – С. 192 – 194.

4. Третьак В.М. Гібридні «самоходи» / В.М. Третьак // Плантатор. – 2016. – № 1. (25) – С. 107 – 108.

BIBLIOGRAPHY

1. Roslavtsev A.V. Application in agricultural production of ecologically safe traction vehicles with a minimum expenditure of energy / A.V. Roslavtsev, O.N. Dydmanydze // Scientific works «Modern technologies of machine building». – Kharkiv NTU «KhSh», 2008. – № 1. – 9 p.

2. Shydlovskiyi A.K. Opportunities for agricultural purpose machines with systems electric transmission and combined power supply system / A.K Shydlovskiyi, V.B Pavlov, M.V Tretyak.//Technical elektrodynamic.–2012.–№ 1.–P. 46 – 48.

3. Pavlov V.B. Cumulative power supply system in electric transport vehicles for agricultural purposes./V.B Pavlov, M.V Tretyak, V.E. Pavlenko //Technical elektrodynamic. Spets. vyp. «Energy saving. Energy. Energy audyt».–2013.–Vol. 2.–P.192–194.

4. Tretyak V.M. Hybrid «self-propelled» / V.M. Tretyak // Plantator. – 2016. – № 1. (25) – P. 107 – 108.

SELF-PROPELLED PLATFORM AS A TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC NECESSITY

V.V. Adamchuk, V.M. Tretyak, M.V. Tretyak, R.V. Olyadnichuk

Summary

The article considers the existing types of harvesting platforms, their structural features and technological flow charts. The ways to reduce energy costs when operating the self-propelled platform have been studied. Reasonable technological and economic necessity of using the platforms in gardens with flat crown formation.

Key words: self-propelled harvesting platform, engine-transmission setting, efficiency of use.

УДК 631.333.52

ПЕРСПЕКТИВНІ РОЗРОБКИ АДАПТИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ФРЕЗЕРНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ

Непочатенко В.В., асп.^{1*}

Мелентьев О.Б., к.п.н., доц.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел.+380964563878

e-mail: melo2009@meta.ua

Анотація. Метою статті є дослідження з розробки адаптивних робочих органів фрезерних культиваторів, обґрунтування геометричних параметрів робочого органу для виконання технологічної операції культивації на різних ґрунтах.

Інтенсифікація аграрного виробництва передбачає вирішення завдань обробітку ґрунту комплексно, з урахуванням усіх вагомих чинників для повного задоволення потреб вирощуваних сільськогосподарських культур.

Застосування фрез з регульованими гнучкими ріжучими елементами дозволяє швидко, якісно і точно регулювати ріжучі елементи, підвищити якість обробітку ґрунту і надійність роботи за рахунок наявності механічного регулювання, а також суцільно ріжучих елементів та відгортаючих ґрунт лопаток.

Використання фрез з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками дозволяє формувати точний профіль валка ґрунту, зменшити енергозатрати агрегату, обробляти валки без пошкодження коренів рослин та самих рослин як на рівнинах, так і на схилах.

Ключові слова: адаптивні робочі органи, фрезерний культиватор, механіко-технологічні властивості, фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами, ґрунти, робочі органи.

¹ Науковий керівник: к.п.н., доцент О.Б. Мелентьев

* Публікується по рекомендації: к.т.н., доц., чл.-кор. МААО, Караєва О.Г.

Постановка проблеми. В Україні створено систему ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Для її втілення потрібен комплекс відповідних агрегатів — культиваторів. Вони випускаються провідними агромашиновиробними компаніями світу у різних модифікаціях, які можна підібрати під будь-яке господарство і практиковану у ньому технологію. Деякі з них можна комбінувати з сівалками, що підвищує загальну ефективність виробництва і зменшує кількість проходів техніки по полю.

Окрім традиційних вимог надійності й ефективності нової техніки, нині на передній план виступають їх комбінованість, універсальність та адаптивність до різних природно-виробничих умов. Серед найважливіших можна виділити: зміни кліматичних умов і супутні результати глобального потеплення; необхідність застосування консервуючого і ґрунтозахисного обробітку ґрунту, захисту ґрунтів від ерозії і переущільнення; врахування умов місцевості і типу ґрунтових відмінностей, а також структури і складу ґрунту; можливість проведення експрес-аналізу ґрунтів і реалізації отриманих даних через систему глобального позиціонування (GPS); економічні аспекти, що посилюються, з урахуванням зростаючої вартості палива і необхідності дотримання вимог екології.

Метою дослідження є огляд перспективних розробок адаптивних робочих органів фрезерних культиваторів обґрунтування їх геометричних параметрів та конструктивних особливостей.

Аналіз останніх досліджень. Перші дослідження фрезерних ґрунтообробних машин відносяться до 20-х років минулого століття. Найбільш глибокі дослідження таких машин і фрезерної обробки лучно-болотних ґрунтів проводив, починаючи з 1925 р. професор А. Д. Далін. У своїх роботах [2, 3] він наводить відомості, що включають існуючі конструкції зарубіжних фрез, докладно зупиняється на головних етапах розробки перших вітчизняних болотних фрез. В. В. Куликов [4, 5], приблизно в цей же час докладно аналізує досвід виготовлення перших вітчизняних фрез, аналізуючи їх переваги та недоліки.

На початковому етапі оцінка роботи фрез проводилася на основі агрономічних даних.

Тільки при розробці фрези ФБ-1,9 інженером І.В.Павловим було проведено експериментальне дослідження з визначення сил, діючих на робочі органи, потрібної потужності і характеру впливу фрези на ґрунт [6].

Роботами А.Н. Зеленіна був уточнений метод розрахунку опору різання ґрунтів, заснований на теорії Кулона-Мора. За А.Н. Зелениним основну частину зусиль різання являє зусилля на проникнення в ґрунт ріжучої кромки леза робочого органу, яке зростає в міру її зношування і утворення на ній ущільненого ядра з оброблюваного ґрунту [1].

Основна частина. На сучасному етапі розвитку агротехніки основними завданнями механічного обробітку ґрунту для забезпечення сприятливих умов розвитку культурних рослин є:

- створення у ґрунті оптимальних водно-повітряного та теплового режимів;
- забезпечення та адаптація у часі й просторі умов раціонального живлення вирощуваних рослин;
- боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин;
- раціональне переміщення шарів ґрунту, органічних і мінеральних добрив та рослинних решток;
- попередження вітрової та водної ерозій на посівних площах, забезпечення загальної та локальної екологічної безпеки агротехнічних прийомів.

Інтенсифікація аграрного виробництва передбачає вирішення завдань обробітку ґрунту комплексно, з урахуванням усіх вагомих чинників для повного задоволення потреб сільськогосподарських культур що вирощуються [10].

Розглянемо ближче деякі сучасні розробки адаптивних робочих органів фрезерних культиваторів, зокрема сферичної фрези для обробки ґрунту (див. рис.1.).

Суттєвим недоліком даної сферичної фрези для обробки ґрунту є те, що для утворення по кінцях ґрунтових ножів необхідної криволінійної поверхні, необхідно провести кропітке регулювання вручну кожного ножа з можливою зміною в разі необхідності взаємного місцеположення ножів, тому вся дана робота є трудомісткою і займає багато часу. Консольне розташування кожного ножа окремо, на певній відстані один від од-

ного підвищує ймовірність їх поломки при зустрічі з твердими перепонами, а також сприяє утворенню огріхів під час роботи.

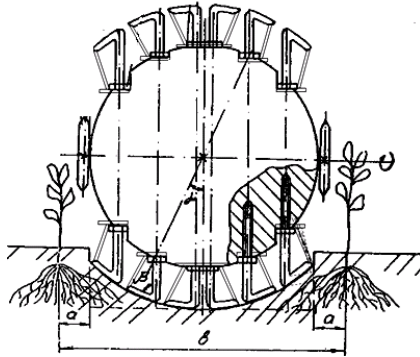


Рисунок 1 – Сферична фреза для обробки ґрунту

Тому авторами була розроблена фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами для обробки ґрунту, на яку був отриманий патент (пат. 83610 UA, МПК A01B33/08 «Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами» / В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьєв, А.В.Войтік, О.С.Пушка С.Ф.Вольвак.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201300015; заявл. 02.01.13.; опубл. 25.09.2013, бюл. №18). В основу винаходу фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами для обробки ґрунту поставлено завдання полегшення і прискорення регулювання зміни положення ріжучої поверхні фрези відносно ґрунту, підвищення точності регулювань і обробітку ґрунту без механічного травмування коренів рослин, підвищення міцності, і надійності в експлуатації шляхом спрощення конструкції [7].

Поставлене завдання вирішується таким чином:

фреза з регульованими ріжучими елементами (див. рис. 2) містить чотири гнучкі ріжучі елементи 6, які виготовлені у вигляді пластин з гнучкої ресорно-пружинної сталі (аналог – 45ХГНМФА) з трубчастими вушками на кінцях для кріплення в отворах 4, 7 верхньої 8 і нижньої 9 хрестовин за допомогою гвинтів. Між верхньою 8 і нижньою 9 хрестовиною встановлена компенсуюча пружина 5, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, задаючи жорсткість конструкції.

Зміна положення ріжучих елементів відбувається за рахунок гайки-баранця 3, та контргайки 2, яка фіксує положення гайки-баранця 3.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами закріплюється за вал 1 у шпинделі машини культиваторного типу з вертикальної віссю обертання.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами обертається під дією привода з вертикальної віссю.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами працює у складі машини культиваторного типу таким чином: до початку роботи робітник виставляє необхідне положення і форму ріжучих елементів 6 відкручуючи (або закручуючи) контргайку 2, та обертаючи у потрібному напрямі регульовальну гайку - баранець 3, яка обертається по різьбі 11 вала 1, який нероз'ємно з'єднаний з нижньою хрестовиною 9, а верхня хрестовина 3 в центрі має отвір, в якому вільно ковзає вал 1. Між нижньою хрестовиною 9, та верхньою хрестовиною 8 встановлена компенсуюча пружина 5, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, за рахунок того, що верхня хрестовина 8 через шайбу 10 утримується гайкою - баранцем 3.

Верхня і нижня хрестовини мають отвори 4 і 7, до яких через трубчасті вушка кріпляться кінці гнучких ріжучих елементів 6.

При закручуванні гайки – баранця 3 по різьбі 11 вала 1, положення гнучких ріжучих елементів 6 змінюється, надаючи фрезі в перерізі форму розтягнутого еліпса (при обертанні - еліпсоїда), при викручуванні, фреза набуває форму кола (при обертанні - сфери).

Під час проходження по міжряддю фрези з гнучкими ріжучими елементами відбувається її обертання і здійснюється роторна культивация, яка не руйнує коренів рослин.

Для стабілізації курсового напрямку руху роторного агрегату з використанням фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами, їх застосовують парами із зустрічним або протилежним обертанням одна до одної.

Застосування фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами дозволяє швидко, якісно і точно регулювати ріжучі елементи, підвищити якість обробітку ґрунту і надій-

ність роботи за рахунок наявності механічного регулювання, а також суцільно ріжучих елементів.

Використання даної фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами дозволяє збільшити ширину смуги ґрунту, що обробляється без пошкодження коренів рослин та самих рослин як на рівнинах, так і на схилах, зменшити енергозатрати агрегату.

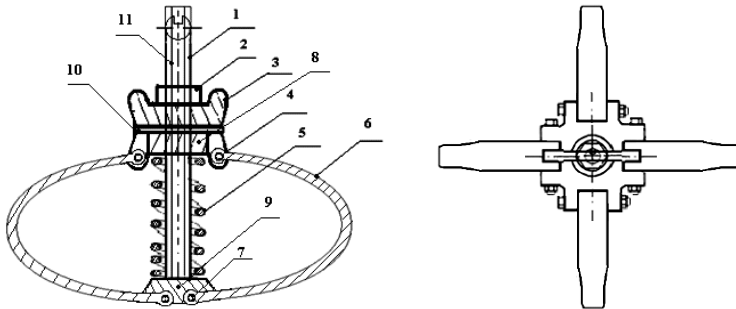


Рисунок 2 – Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками

Наступна фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками була розроблена авторами як модифікація, що дозволяє формувати точний профіль валка ґрунту, обробляти валки без пошкодження коренів рослин та самих рослин формуючи валки маточних рослин у вигляді напівкола з одночасним відкриттям маточних голівок рослин (пат. 84119 UA, МПК A01B33/08 «Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками» / В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьєв, А.В.Войтік, О.С.Пушка С.Ф.Вольвак .; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201304664; заявл. 15.04.13.; опубл. 10.10.2013, бюл. №19). В основу винаходу фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками для обробки ґрунту поставлено завдання полегшення і прискорення регулювання зміни положення ріжучої поверхні фрези відносно ґрунту, підвищення точності регулювань і обробітку ґрунту без механічного травмування коренів рослин, підвищення міцності, і надійності в експлуатації шляхом спрощення конструкції [8].

Поставлене завдання вирішується таким чином:

фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками (див. рис. 3.) містить чотири гнучкі ріжучі елементи з лопатками 8, які виготовлені у вигляді пластин з гнучкої ресорно-пружинної сталі (аналог – 45ХГНМФА) з трубчастими вушками на кінцях для кріплення в отворах 7, верхньої 6 і нижньої 10 хрестовин за допомогою гвинтів 11. Між верхньою 6 і нижньою 10 хрестовиною встановлена компенсуюча пружина 9, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, задаючи жорсткість конструкції.

Зміна положення ріжучих елементів відбувається за рахунок гайки-баранця 3, та контргайки 2, яка фіксує положення гайки-баранця 3.

Фреза з регульованими гнучкі ріжучі елементи і лопатками закріплюється за вал 1 у шпинделі машини культиваторного типу з вертикальної віссю обертання і обертається під дією привода.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками працює у складі машини культиваторного типу таким чином: до початку роботи робітник виставляє необхідне положення і форму ріжучі елементи з лопатками 8 відкручуючи (або закручуючи) контргайку 2, та обертаючи у потрібному напрямі регулювальну гайку - баранець 3, яка обертається по різьбі 5 вала 1, який нероз'ємно з'єднаний з нижньою хрестовиною 10, а верхня хрестовина 6 в центрі має отвір, в якому вільно ковзає вал 1. Між нижньою хрестовиною 10, та верхньою хрестовиною 6 встановлена компенсуюча пружина 9, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, за рахунок того, що верхня хрестовина 10 через шайбу 4 утримується гайкою - баранцем 3.

Верхня і нижня хрестовини мають по чотири отвори 7, до яких через трубчасті вушка 12, кріпляться кінці гнучких ріжучих елементів з лопатками 8.

При закручуванні гайки – баранця 3 по різьбі 11 вала 1, положення гнучких ріжучих елементів з лопатками 8 змінюється, надаючи фрезі в перерізі форму гіперболи, при викручуванні, змінює кривизну гіперболи (вона стає меншою).

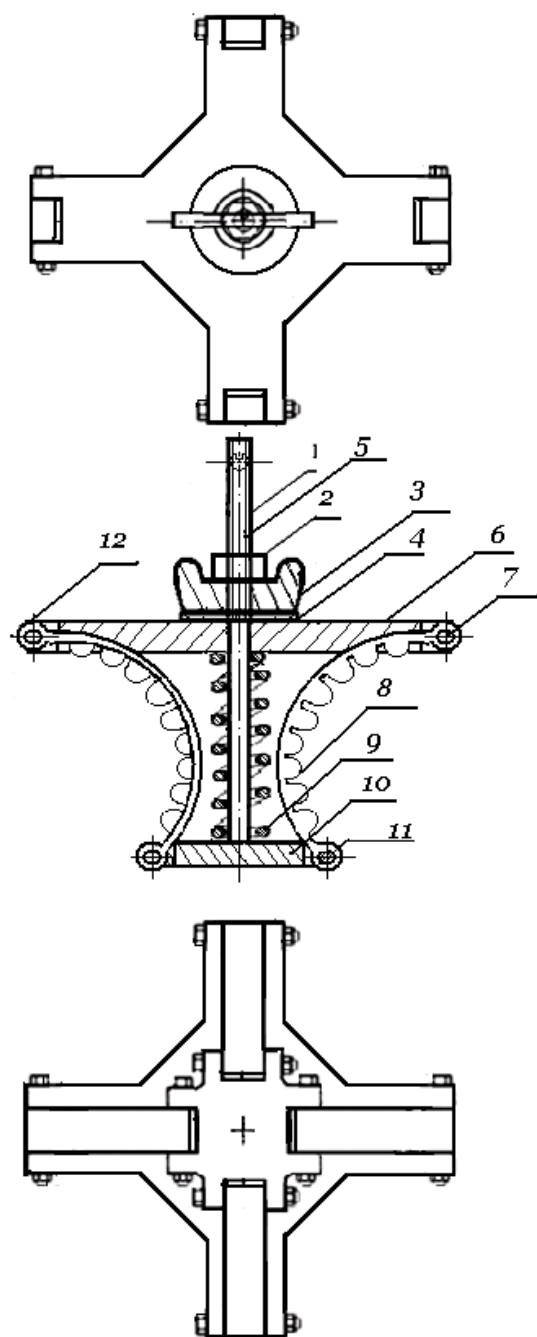


Рисунок 3 – Фреза з горизонтальною віссю обертання, регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками

Дві фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками закріплюються у правий і лівий шпинделі машини культиваторного типу з вертикальною віссю обертання.

При проході агрегату по рядках маточних рослин, утворюється напівкруглий у перерізі валок, з відкритими маточними голівками. При проході фрези по міжряддю, лопатки гнучких ріжучих елементів виконують відгортання ґрунту і здійснюється формування валків маточних рослин у вигляді напівкола.

Для стабілізації курсового напрямку руху роторного агрегату з використанням фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками, їх застосовують парами із зустрічним або протилежним обертанням одна до одної.

Застосування фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками дозволяє швидко, якісно і точно регулювати ріжучі елементи, підвищити якість обробітку ґрунту і надійність роботи за рахунок наявності механічного регулювання, а також суцільно ріжучих елементів та відгортаючих ґрунт лопаток.

Використання даної фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками дозволяє формувати точний профіль валка ґрунту, обробляти валки без пошкодження коренів рослин та самих рослин як на рівнинах, так і на схилах, зменшити енергозатрати агрегату.

Наступна фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками була розроблена авторами як модифікація попередньої розробки (пат. 91295 UA МПК А01В33/08 «Фреза з горизонтальною віссю обертання, регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками» В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьев, О.С.Пушка А.В.Войтік, С.Ф.Вольвак; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201304664.; заявл 14.02.14.; опубл. 25.06.2014.; бюл. №13).

В основу винаходу фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками для обробки ґрунту поставлено завдання полегшення і прискорення регулювання зміни положення ріжучої поверхні фрези відносно ґрунту, підвищення точності регулювань і обробітку ґрунту без механічного

травмування коренів рослин, підвищення міцності, і надійності в експлуатації шляхом спрощення конструкції [9].

Поставлене завдання вирішується таким чином:

фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками (див. рис. 4.) містить чотири гнучкі ріжучі елементи з лопатками 8, які виготовлені у вигляді пластин з гнучкої ресорно-пружинної сталі (аналог – 45ХГНМФА) з трубчастими вушками на кінцях для кріплення в отворах 7, правої 6 і лівої 10 хрестовин за допомогою гвинтів 11. Між правою 6 і лівою 10 хрестовиною встановлена компенсуюча пружина 9, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, задаючи жорсткість конструкції.

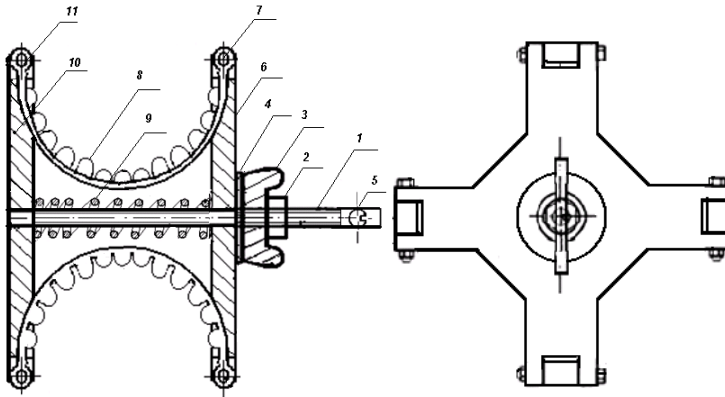


Рисунок 4 – Фреза з горизонтальною віссю обертання, регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками

Зміна положення ріжучих елементів відбувається за рахунок гайки-баранця 3, та контргайки 2, яка фіксує положення гайки-баранця 3.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками закріплюється за вал 1 у шпинделі машини культиваторного типу з горизонтальною віссю обертання і обертається під дією привода.

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками працює у складі машини культиваторного типу з горизонтальною віссю обертання таким чином. До початку роботи робітник виставляє необхідне положення і форму ріжу-

чих елементів з лопатками 8 відкручуючи (або закручуючи) контргайку 2, та обертаючи у потрібному напрямі регулювальну гайку - баранець 3, яка обертається по різьбі 5 вала 1, який нероз'ємно з'єднаний з лівою хрестовиною 10, а верхня хрестовина 6 в центрі має отвір, в якому вільно ковзає вал 1. Між лівою хрестовиною 10, та правою хрестовиною 6 встановлена компенсуюча пружина 9, яка утримує всю конструкцію у напруженому стані, за рахунок того, що ліва хрестовина 10 через шайбу 4 утримується гайкою - баранцем 3.

Права і ліва хрестовини мають по чотири отвори 7, до яких через трубчасті вушка 12, кріпляться кінці гнучких ріжучих елементів з лопатками 8.

При закручуванні гайки – баранця 3 по різьбі 11 вала 1, положення гнучких ріжучих елементів з лопатками 8 змінюється, надаючи фрезі в перерізі форму гіперболи, при викручуванні, змінює кривизну гіперболи (вона стає меншою).

Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками закріплюються у шпинделі машини культиваторного типу з горизонтальною віссю обертання. При проході агрегату по рядках маточних рослин, утворюється напівкруглий у перерізі валок, з відкритими маточними голівками. Під час проходу фрези по валку, лопатки гнучких ріжучих елементів виконують відгортання ґрунту і здійснюється формування валків маточних рослин у вигляді напівкола з одночасним відкриттям маточних голівок рослин.

Застосування фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками дозволяє швидко, якісно і точно регулювати ріжучі елементи, підвищити якість обробітку ґрунту і надійність роботи за рахунок наявності механічного регулювання, а також суцільно ріжучих елементів та відгортаючих ґрунт лопаток.

Використання даної фрези з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками дозволяє формувати точний профіль валка ґрунту, обробляти валки без пошкодження коренів рослин та самих рослин формуючи валки маточних рослин у вигляді напівкола з одночасним відкриттям маточних голівок рослин.

Фреза може зменшити енергозатрати агрегату, застосовуватись як на рівнинах, так і на схилах.

Висновки. Розроблені робочі органи добре впливають на систему ресурсозберігаючих технологій обробки ґрунту. Для її втілення потрібен комплекс відповідних агрегатів — культиваторів. Вони випускаються провідними виробниками сільськогосподарської техніки. Суттєво розширити палітру адаптивних робочих органів фрезерних культиваторів і дозволяє наше дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атакишев Т. С. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 3 т. Т. 3. / Т. С. Атакишев, П. У. Бахтин, А. М. Борисов и др. — М. : Машиностроение, 1964. — 836 с.
2. Далин А. Д. Ротационные грунтообрабатывающие землеройные машины / А. Д. Далин, П. В. Павлов. — М.: — Машгиз, 1950. — 258 с.
3. Донцов Б. В. К решению некоторых технических вопросов при конструировании почвофрезы для предпосевной обработки чеков в условиях Кубани / В. Б. Донцов, А. И. Ткаченко; труды Кубанского СХИ. Вып. 29 (57). Улучшение использования машинотракторного парка. — Краснодар, 1969. — С. 137–142.
4. Зенин Л. С. Определение затрат энергии на отбрасывание почвы при фрезеровании / Л. С. Зенин, Ф. С. Любимов, Л. П. Шутов [и др.] // Механизация и электрификация социалист. сел. хоз-ва. 1973. — № 4. — С. 53–54.
5. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. 270 с. ил.
6. Попов Г. Ф. Исследование технологических режимов и обоснование конструктивных параметров рабочих органов пропашных фрезерных культиваторов: автореф. дис. канд. техн. наук / Г. Ф. Попов. — М., 1970. — 23с.
7. Пат. 83610 UA, МПК A01B33/08 «Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами» / В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьев, А.В.Войтік, О.С.Пушка С.Ф.Вольвак.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201300015; заявл 02.01.13.; опубл. 25.09.2013, бюл. №18.
8. Пат. 84119 UA, МПК A01B33/08 «Фреза з регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками» /

В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьєв, А.В.Войтік, О.С.Пушка С.Ф.Вольвак .; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201304664; заявл 15.04.13.; опубл. 10.10.2013, бюл. №19.

9. Пат. 91295 UA МПК A01B33/08 «Фреза з горизонтальною віссю обертання, регульованими гнучкими ріжучими елементами і лопатками» В.В.Непочатенко, О.Б.Мелентьєв, О.С.Пушка А.В.Войтік, С.Ф.Вольвак; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201304664.; заявл 14.02.14.; опубл. 25.06.2014.; бюл. №13.

10. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскарьов, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010.– Вип. 93. – С. 40-47.

BIBLIOGRAPHY

1. Atakishiyev T.S. Reference Design agricultural machinery. The 3 t. T. 3 / T.S. Atakishiyev, P.V. Bakhtin, A.M. Borisov, etc. - M.: Engineering, 1964. - 836 p.

2. Dalin A.D. Rotary Ground manufacturing digging / A.D. Dalin, P. Pavlov. - M.: - Mashgiz, 1950. -258 p.

3. Dontcov B.V. To address some technical issues in the design and rototillers for pre-processing checks in a Kuban / V.B. Dontsov, A.I. Tkachenko; works Kuban Agricultural Institute. Vol. 29 (57). Improving the use of machines and tractors park. - Krasnodar, 1969. - P. 137-142.

4. Zenin L.S. Determination of energy consumption on the soil dropping during milling / L.S. Zenin, F.S. Lyubimov, L.P. Shutov [et al.] // Mechanization Electrification and Socialist. pos. households Islands. 1973. -№ 4. - P. 53 -54.

5. Initial requirements for basic machine manufacturing operations in crop - M.: FGNU Rosinformagroteh, 2005. - 270 p.

6. Popov G.F. Research and technological modes of study design parameters of working bodies milling row cultivators: Author. Dis. cand. tehn. Science / G.F. Popov. - M., 1970. -23 p.

7. Pat. UA RU 83 610, IPC A01V33 / 08 «Cutter with adjustable flexible cutting elements» / V.V.Nepochatenko, O.B.Melentyev, A.V.Voytik, O.S.Pushka, S.F.Volvak .; the appli-

cant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201300015; 02.01.13 appl.; publ. 09.25.2013, Bull. №18.

8. Pat. UA RU 84119, IPC A01V33 / 08 «Cutter with adjustable flexible cutters and blades» / V.V.Nepochatenko, O.B.Melentyev, A.V.Voytik, O.S.Pushka, S.F.Volvak.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201304664; 04.15.13 appl.; publ. 10.10.2013, Bull. №19.

9. Pat. 91295 UA A01V33 IPC / 08 «Cutter with a horizontal axis of rotation, adjustable flexible cutters and blades» V.V.Nepochatenko, O.B.Melentyev, O.S.Pushka, A.V.Voytik, S.F.Volvak; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201,304,664.; 02.14.14 appl.; publ. 06.25.2014.; Bull. №13.

10. Shepherds V.I. Laboratory and field studies of arable unit with different variants of linkage / V.I. Pastukhov, S.M. Skofenko, G.V. Fesenko, A.N. Piskarev, V.V. Kachanov // Mechanization of agricultural production: Herald HNTUSG them. Peter Vasilenko. - Kharkiv, 2010.- Vol. 93. - P. 40-47.

IMPROVING ADAPTIVE MILLING CULTIVATORS

V.V. Nepochatenko, O.B. Melentyev

Summary

The purpose of this article is a research on designing adaptive working bodies of milling cultivators, justification of geometrical parameters of the working body for implementation of technological processing operations on different soils. Intensification of agricultural production includes solving the tasks of complex tillage with considering all the significant factors for full satisfaction of the grown crops' needs. Cutter with adjustable vanes and flexible cutting elements allows quick, efficient and accurate adjustment of the cutting elements, improvement of tillage quality and reliability due to mechanical regulation. Using a cutter with adjustable blades and cutting elements allows creating an accurate profile of the ground, reducing energy consumption, causing no damage to plant roots and plants themselves both on plains and slopes.

Key words: adaptive working bodies, milling cultivator, mechanical and technological properties, cutter with adjustable cutting flexible working bodies, soils, working bodies.

УДК 631.333.52

**ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ПЛОСКОРІЗУЮЧОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ПІД ЧАС
ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОРАНКИ
НА ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ҐРУНТАХ**

Непочатенко В.В., асп.^{2*}

Мелентьев О.Б., к.п.н., доц.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел.+380964563878

e-mail: melo2009@meta.ua

Анотація. Метою статті є дослідження з обґрунтування геометричних параметрів плоскорізуючого робочого органу для виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

Одним з шляхів зменшення опір руху плуга є встановлення антифрикційних пристосувань. Аналіз конструкцій таких плугів виявив цілий ряд недоліків.

Результати проведених досліджень лягли в основу розробки оригінальних технічних рішень при конструюванні ґрунтообробних знарядь, які захищені патентами.

Впровадження у виробництво удосконаленого корпусу плуга дасть можливість економити паливе при оранці за рахунок менших енергозатрат, використання економічних, менш енергонасичених тракторів, спростити і здешевити технологію виготовлення плугів, усунути недоліки конструкції корпусу

² Науковий керівник: к.п.н., доцент О.Б. Мелентьев

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО, Пастухова В.І.

плуга за рахунок зміни форми отворів та захисту їх від забивання ґрунтом.

Ключові слова: механіко-технологічні властивості, опір ковзанню, ґрунти, (адгезія) пласта, робочі органи, опір руху плуга.

Постановка проблеми. Академік В.П. Горячкин вважав, що в основу загальної теорії всіх сільськогосподарських машин повинні бути покладені теорія руйнування матеріалів, їх фізико-механічні властивості і теорія клина. Він вважав, що основним видом деформації ґрунту при утворенні стружки є зрушення. На думку Г.М. Сінеокова, середньосуглинисті ґрунту, оптимальної для розпушування вологості, деформуються відривом. Ю.Ф. Новіков встановив, що деформації зсуву і відриву різновірогідні і, в залежності від параметрів клина і стану ґрунту, деформація ґрунту клином має статистичний характер, тим самим підтвердив передбачену В.П. Горячкина вірогідну схему утворення стружки. Найбільшу увагу В.П. Горячкин надавав гранулометричному складу обробленої ґрунту, так як, на його думку, в подальшому підтверджену Н.А. Качинським, І.Б. Ревуть, В.В. Медведєвим та іншими, ступінь дисперсності ґрунту визначає комплекс фізико-хімічних і агробіологічних процесів, які сприяють підвищенню врожайів.

Метою дослідження є обґрунтування геометричних параметрів плоскоріжучого робочого органу під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень. Значний внесок у теорію різання ґрунту внесли роботи Г.Н. Сінеокова. На відміну від теорії клина В.П. Горячкина, Г.Н. Сінеоков до розрахунку загального зусилля різання додатково ввів зусилля динамічного тиску ґрунту на клин, обумовлене інерцією шару, а також привернув увагу до зусилля проникнення ріжучої кромки в ґрунт [4].

Роботами А.Н. Зеленина був уточнений метод розрахунку опору різання ґрунтів, заснований на теорії Кулона-Мора. За А.Н. Зеленину основну частину зусиль різання являє зусилля на проникнення в ґрунт ріжучої кромки леза робочого органу, яке зростає в міру її зношування і освіти на ній ущільненого ядра з оброблюваної ґрунту. [9,10].

Роботами В.І. Виноградова, М.Д. Подскребко, А.С. Кушнар'ова, А.Н. Гудкова, Л.В. Погорілого, В.В. Кацигіна і багатьох інших доведено, що на відміну від моделі ґрунту у вигляді суцільного середовища з ізотропними властивостями, прийнятої В.П. Горячкіна, природно складена ґрунт є нелінійна пружно-пластично-в'язке середовище з анізотропними характеристиками, зі статистично розподіленими дефектами у вигляді мікро- і макротріщин, пустот і сторонніх включень. Цей факт значно ускладнює моделювання процесу деформування ґрунту з метою проектування знарядь.

Відомі математичні моделі взаємодії робочого органу з ґрунтом, внаслідок значної складності фізичних процесів, які відбуваються в ґрунті під дією робочих органів, пов'язані зі значними спрощеннями, часто моделюють певний тип робочого органу або можуть бути віднесені до моделі типу "чорний ящик", внаслідок чого не розкривають фізичну картину процесу [2,3].

Основна частина. Зацікавлення викликає дослідження Белоусова С. В., Белоусової А. И. Так вони стверджують, що у плугів польова дошка притискається до стінки борозни із зусиллям, рівним поперечної складової опору ґрунту. Пропорційно цьому зусиллю і з'являється опір тертю ковзання. Встановлення ж додаткової плоскоріжучої бритви, як дзеркальне відображення лемеша плуга, викликає поперечний опір по знаку протилежний поперечний складовій опору ґрунту лемеша і відвалу плуга. Це призводить до зменшення результуючої поперечних напрямку руху сил, а так само і до зменшення сил опору тертю польовий дошки по ґрунтовій стінки борозни.



Рисунок 1 – Плоскоріжучий робочий орган з прорізами розташовані в області робочого органу

Так вони наводять результати дослідження. Технічним результатом пропонованої конструкції є плоскоріжучі робочий орган з додатковим кутом атаки, з обґрунтованими ділянками розміщення по всій площі прорізів, що забезпечують зниження тягового опору і якості обробки ґрунту - повноти підрізання ґрунту і поліпшення якісних показників роботи по всій ширині обробки ґрунту до повного зносу плоскоріжучі робочого органу. Вищевказаний технічний результат досягається тим, що прорізи плоскоріжучого робочого органу розташовані в області робочого органу, що враховує знос деталі в процесі її експлуатації, і гранично допустиму загальну площу прорізів, при якій зберігається необхідна міцність конструкції, забезпечується більш висока стійкість роботи орного агрегату. При цьому технічному рішенні поліпшуються кількісні та якісні показники обробки пересушені ґрунтів, а при обробці вологих або перезволожених ґрунтів обробка відбувається без налипання і як наслідок зниження тягового опору орного агрегату [1].

За висновком А.Кулен і Х.Куіперс залежність характеристик ґрунту і матеріалу з умов налипання ґрунту на диск можна виразити виразом нормальної складової σn загальної напруги P .

$$\sigma n < a - c / \operatorname{tg} \varphi - \mu, \quad (1)$$

де a - адгезія; c - когезія; φ - кут внутрішнього тертя; μ' - коефіцієнт тертя ґрунту по поверхні плоскоріжучого робочого органу (сталь). Отже, просуванню ґрунту без налипання сприятиме зростання σn . Тому в зв'язку з цим доцільно застосування плоскоріжучого робочого органу з прорізами, які збільшують σn , так як

$$\sigma n = Pn / S \quad (2)$$

де S - загальна площа контакту ґрунту з поверхнею робочого органу, Pn - нормальна складова загальної напруги P . Тертя ґрунту при ковзанні її по робочій поверхні і прилипання - явища різні, але вони проявляються одночасно. Зауважимо при цьому, що, якщо опір тертю ковзання не залежить від площі їх прилягання один до одного тобто $F = fN$, то опір

ковзанню від прилипання залежить від площі їх контакту S , що викликає ними загальний опір ковзанню T , який характеризується наступним рівнянням [4].

$$T = F + T_{np} = fN + p_0 S + pNS \quad (3)$$

де F - опір ковзанню ґрунту по сталі (об поверхню плоскоріжучого робочого органу);

T_{np} - опір ковзанню від прилипання; p_0 - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання при відсутності нормального тиску; f - коефіцієнт тертя ковзання; S - площа контакту ґрунту з поверхнею поверхню плоскоріжучого робочого органу; p - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання, що викликається нормальним тиском.

Аналіз виразу (3) теж показує, що загальний опір T можна знизити шляхом зменшення площі можливого прилипання. Тому з точки зору зниження тягового опору необхідно підвищувати площу прорізів поверхні плоскоріжучого робочого органу і при цьому межею збільшення площі вирізу може бути тільки збереження необхідної міцності поверхні робочого органу. Розташування прорізів плоскоріжучого робочого органу з рекомендованими геометричними параметрами забезпечить зниження тягового опору орного агрегату, підвищить його прохідність при обробці ґрунту, знизить тяговий опір, забезпечить стійкий рух пласта ґрунту та підрізання бур'янів по всій ширині обробки, тобто забезпечить досягнення технічного результату [4].

Аналіз робіт свідчить про те, що розробка додаткових робочих органів для вдосконалення процесу основного обробітку ґрунту, дає можливість поліпшити якісні і кількісні показники даної технологічної операції. Дані якості обробки ґрунту підтвердилися при проведенні польових дослідів, а основні конструктивні елементи запатентовані. Використання додаткових органів заявленої конструкції дозволяє виробляти основний обробіток ґрунту з меншими витратами на ПММ і як наслідок домагатися більш якісних показників по виробуванню сільськогосподарської продукції [6].

З метою досягнення розв'язання поставлених задач нами була розроблена корисна модель «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту». Для розробки корисна модель «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту» нами був проведений патентний пошук з теми дослідження [7,8].

Відомий робочий орган культиватор-плоскоріз, що містить стійку з лапою, яка має крила з ріжучими кромками, виконаними у вигляді пари відрізків логарифмічних спіралей; заокруглень виконані у вигляді кривих з переходом від параболи до прямої SU 1614767, A01B 35/20; 35/26, 1990 р.

Недоліками даного винаходу є відкидання ґрунту в сторону, а це призводить до погіршення просівання ерозійно-небезпечних частинок на дно борозни; ущільнення дна борозни, також таке виконання робочої поверхні не сприяє якісному подрібненню ґрунту.

Найбільш близьким до заявленого об'єкту по технічній сутності є винахід робочого органу знаряддя для безвідвальної обробки ґрунту, що включає стійку і закріплену на ній плоскоріжучу лапу, робоча поверхня якої виконана двоякою гауссовою опуклістю вгору кривизною: негативною - в зоні різання і позитивною - у зоні кришення, причому головний горизонтальний нарис поверхні має змінну за знаком кривизну з меншим кутом загострення лапи на носку SU 49692, A01B 35/20; 39/20, 1974 р. Недоліками даного робочого органу є низька якість обробки ґрунту і значна енергоємність розпушування, ущільнення дна борозни, утворення гребенів. Пропонована лапа з такою робочою поверхнею має малу зону деформації ґрунту, а геометрична форма робочої поверхні лапи не спроектована з урахуванням заданих деформацій і фізико-механічних властивостей ґрунту.

Метою створеною нами корисної моделі, є зменшення тертя та налипання ґрунту на поверхні плоскорізного плуга, за рахунок оптимізації його геометричних параметрів, підвищення якості обробітку ґрунту на перезволожених ґрунтах та підвищення протиерозійного захисту оранки.

Зазначений технічний результат досягається тим, що плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями (див. рисунок

1.), має плоскоріжучу лапу 3, що закріплена на кований стійці 1 гвинтами 6 робоча поверхня якої вкрита отворами та зносостійкими наплавленнями 8 і подрібнюючу частину відвала 2 робоча поверхня якої вкрита отворами 4 та зносостійкими наплавленнями 7, закріплену на стійці 1 гвинтами 5.

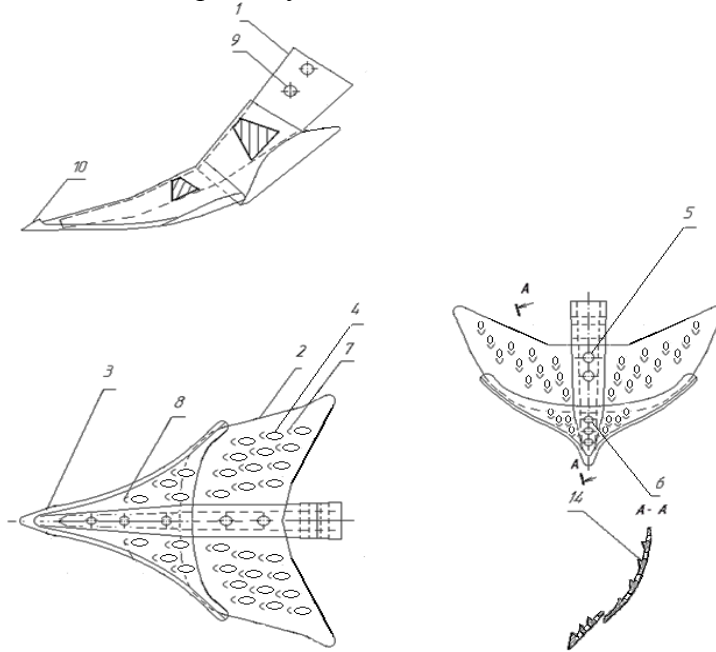


Рисунок 2 – Робочий орган плоскорізного плуга підвищеної стріловидності

Сам плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями кріпиться до рами (не показано) через отвори 9 у стійці 1.

Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями працює наступним чином:

при русі пласта по поверхні плоскоріжучої лапи 3 з підвищеною стріловидністю та клиновидністю, робоча поверхня якої вкрита отворами 8, виникає мінімальне тертя за рахунок того, що повітря з під наскрізних отворів потрапляє між пластом і плоскоріжучою лапою. Це зменшує силу прилипання (адгезію) пласта і тим самим тертя пласта по поверхні плоскоріжучої лапи. Підвищена стріловидність а також збільше-

на клиновидність суттєво знижує опір різанню пласта ґрунту, це дозволяє використати подрібнюючу частину відвалу 2, робоча поверхня якого вкрита отворами 4, та зносостійкими наплавленнями 7, для зменшення тертя між пластом і подрібнюючою частиною-відвалу 2. Пласт ґрунту ковзаючи по подрібнюючій частині відвалу 2 падає з певної висоти без обороту пласта у вигляді розламаних смужок і розпадається під час падіння, не утворюючи великих скиб, що підвищує якість обробки ґрунту і знижує енерговитрати машинотракторного агрегату. Крім того така конструкція плоскоріжучої лапи 3 і подрібнюючої частини відвалу 2 є технологічна у виготовленні і виготовляється за один удар штампом, разом із прошивкою отворів.

Підвищена стріловидність та клиновидність суттєво підвищує міцність всього робочого органу. Криволінійна форма ріжучої кромки плоскоріжучої лапи 3, дозволяє працювати їй у передній частині як долото – проникач, а на периферії як плоскоріз із гвинтовими поверхнями, які забезпечують направлення підрізаного пласта на подрібнюючу частину-відвалу 2.

Висновки. Застосування кованої стійки 1 з трапецієвидним перерізом, забезпечує підвищену міцність на згин та збільшує її жорсткість, а закріплення на ній гвинтами 6 плоскоріжучої лапи 3 і гвинтами 5 робочої поверхні відвала 2, дозволяє обслуговувати ці робочі органи (для загострювання, загартування тощо). Плоскорізнний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту був впроваджений у виробництво, і показав високі показники зменшення тягового опору машинотракторного агрегату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белоусов С. В. Конструкція комбінованого лемішного плуга і дослідження його тягового опору в складі машинотракторного агрегату / С. В. Белоусов, А. І. Лепшина // Молодий вчений. - 2015. - № 5. - С. 217-221.
2. Бойко А.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / А.І. Бойко, М.О. Свірень, С.І. Шмат, М.М. Ножнов. – К., 2003. – 203 с.
3. Ветохін В.І. Проектування та результати випробувань робочого органу для глибокого розпушення міжрядь цукрових буряків / В.І. Ветохін, П.О. Кутя // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосп. машин: Загально-

державний міжвідомчий наук. - техніч. зб. – Кіровоград, 2009. - Вип. 39. – С. 423-433.

4. Ветохин В.И. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / В.И. Ветохин, И.М. Панов, В.А. Шмонин, В.А. Юзбашев. - К.: Феникс, 2009. – 264 с.

5. Кулен А., Куиперс Х., Современная земледельческая механика/ А. Кулен, Х. Куиперс. – М., Агропромиздат, 1986, с. 132–133.

6. Панов И.М. Физические основы механики почв: монография / И.М. Панов, В.И. Ветохин. – К.: Феникс, 2008. - 266 с.

7. Пат. 102878. UA, МПК A01B35/20 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та клиновидності з антифрикційними пристосуваннями і зубцями для подрібнення ґрунту» / О.Б. Мелентьев, В.В.Непочатенко, О.С. Пушка, А.В. Войтік ; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201504759; заявл. 18.05.2015; опубл. 25.11.15, бюл. №22

8. Пат. 103875. UA, МПК A01B15/00 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями»/О.Б. Мелентьев, С.П.Жорницький, В.В.Непочатенко, О.С. Пушка, А.В. Войтік; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 20150692; заявл. 20.04.2015; опубл. 12.01.16, бюл. №1

9. Пастухов В.І. Теоретичне дослідження кінематичного зв'язку між елементами системи «трактор – начіпний пристрій – ґрунтообробна машина» / В.І. Пастухов, В.П. Ольшанський, Г.В. Фесенко, С.М. Скофенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2008.– Вип. 75, Т. 2. – С. 5-11.

10. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскарьов, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010.–Вип. 93.– С. 40-47.

BIBLIOGRAPHY

1. Belousov S.V. Plow blade design combined research and its traction resistance in machine-part unit / S.V. Belousov, A.I. Lepshyna // Young scientists. - 2015. - № 5. - P. 217-221.

2. Boyko A.I. New designs tillage and sowing machines / A.I. Boyko, M.O. Sviren, S.I. Pieces, N.M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 p.

3. Vetohin V.I. Design and test results of the working body for deep loosening of rows of sugar beets / V.I. Vetohin, P.A. Kutya // Construction, agricultural production and operation. machines: A national interdepartmental science. - Technical. Coll. - Kirovograd, 2009. - Vol. 39. - P. 423-433.

4. Vetohin V.I. Trailer drive combined tillage machines: theory, calculations, test results: the monograph / V.I. Vetohin, I.M. Panov, V.A. Shmonin, V.A. Yuzbashev. - K.: Phoenix, 2009. – 264 p.

5. Kulen A., H. Kuipers. Modern agricultural mechanics / A. Kulen, H. Kuipers. - M. Agropromizdat, 1986, P. 132-133.

6. Panov I.M. Physical bases of mechanics of soils: a monograph / I.M. Panov, V.I. Vetohin. - K.: Phoenix, 2008. – 266 p.

7. Pat. 102878. UA, IPC A01V35 / 20 "Flat plow powerful sweep and wedge devices against friction and teeth for crushing the soil" / O.B.Melentyev, V.V.Nepochatenko, A.S.Pushka, A.V.Voytik; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201504759; appl. 05/18/2015; publ. 11.25.15, Bul. №22

8. Pat. 103875. UA, IPC A01V15/00 "Flat plow powerful sweep and wedge devices against friction and wear-resistant surfacing" / O.B.Melentyev, S.P.Zhornitsky, V.V.Nepochatenko, A.S.Pushka, A.V.Voytik; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 20150692; appl.04/20/2015; publ.01.12.16, Bul.№1

9. Pastukhov V. Theoretical studies kinematic connection between the elements of the "Tractor - mounted device - Tillage Machine" / V.I. Shepherds, V.P. Olshansky, G.V. Fesenko, S.N.Skofenko // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2008.- Vol. 75, T. 2. - P. 5-11.

10. Shepherds V.I. Laboratory and field studies of the arable unit with different options nachipky / V.I.Shepherds, S.M.Skofenko, G.V.Fesenko, O.M.Piskarev, V.V.Rocking // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2010.- Vol. 93. - P. 40-47.

JUSTIFICATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE FLATLY CUTTING WORKING BODY DURING MANUFACTURING OPERATIONS OF PLOWING ON WATERLOGGED SOILS

V.V. Nepochatenko, O.B. Melentyev

Summary

The objective of the article is justification of geometrical parameters of the flatly cutting working body during manufacturing operations of plowing on waterlogged soils. One of the ways to reduce the plow movement resistance is installation of anti-friction devices. The analyses of such plows' design has identified a number of imperfections. The results of the study formed the basis for finding original technical solutions in designing tillage implements protected by patents. Introduction of the advanced tools for plowing will save fuel while plowing by reducing energy consumption; will use effective, less power consuming tractors; will simplify and reduce the cost of plows manufacturing technology; will help to eliminate disadvantages of plow design by changing the shape of the holes and protecting them from being cluttered by ground.

Key words: mechanical and technological properties, slip resistance, soils, layer adhesion, working bodies, plow movement resistance.

УДК 163.311:631

ПЕРЕДУМОВИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ РОЗТЯГУВАННЯ-ВИГИНУ І ЗСУВУ

Сірий І.О., асп. *

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь

Тел. +380619421265

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Кувачов В.П.

Публікується по рекомендації: чл.-кор НААНУ, д.т.н., проф.
Кушнарєва А.С.

Анотація. Найбільш раціональною та науково обґрунтованою в ґрунтово-кліматичних умовах півдня України є безвідвальна плоскорізна обробка ґрунту. На підставі проведеного аналізу існуючих конструкцій плоскорізних робочих органів, вивчення публікацій і літературних джерел визначено, що основним напрямком їх вдосконалення є використання додаткових елементів. Крім цього, деформації стиснення що створюються існуючими робочими органами необхідно максимально замінити деформаціями розтягування-вигину і зсуву, що дозволить знизити енерговитрати і підвищити якість кришення ґрунту.

Ключові слова: основна обробка, плоскоріз - глибоко-розпушувач, додаткові елементи, деформації «розтягування-вигину і зсуву».

Постановка проблеми. Щорічна і повсюдна відвальна оранка із застосуванням різних типів плугів для основної обробки ґрунту тягне за собою ряд негативних явищ. По-перше, механічна обробка ґрунту поглинає близько 40 % енергетичних і понад 25 % трудових витрат у землеробстві. По-друге, зростаючий механічний тиск на ґрунт як внаслідок зростання маси рушіїв, так і частоти руху агрегатів по полю різко посилює деградацію ґрунту: щільність ґрунту та його опір обробці різко зросли, вміст гумусу в ґрунті за останні 60 років знизився на 25 - 30 %, також посилилися ерозійні процеси (від водної та вітрової ерозії страждають 70% від загальної площі чорноземів). По-третє, хоча механічна дія на ґрунт за останні 20 років зросла в 3,5 рази, врожайність культур від переущільнення ґрунтів знизилась на 12 — 30 %. Загроза небезпечного зниження ефективності рослинництва стала реальною [5].

Питання відновлення природної родючості ґрунтів при врахуванні необхідності мінімізації обробітку, а також розробка нових прийомів і методів обробки ґрунтів та робочих органів для їх виконання, виходячи з природоподобних, екологічних та ґрунтозахисних технологій та систем обробки ґрунту – є однією з найважливіших глобальних задач. Однак особливу актуальність це питання має для України, де чорноземи покривають більшу частину території країни, складаючи

70% ґрунтового покриття. Це становить 30% площ чорноземних ґрунтів світу [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із засновників дослідження процесу взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин з ґрунтом з позицій створюваних робочим органом деформацій є академік А.С. Кушнар'єв. Подальший розвиток даний напрямок отримав в працях С.Г. Мударісова, В.И. Ветохина В. А. Улексина, Л.Ф. Бабицького та інших.

Вдосконаленням плоскорізних робочих органів для основної безвідвальної обробки ґрунту займалися: Р.С. Рахімов, А.Н. Хмура, С.В. Петриченко, В.Ю. Блау, І.І. Максимов, І.А. Шевченко, А. Г. Марченко, З.М. Шаніна.

Мета статті. Аналіз існуючих конструкцій робочих органів для основного обробітку ґрунту, а також обґрунтування необхідності розробки нових робочих органів що здійснюють основний обробіток ґрунту шляхом створення деформацій розтягування-вигину і зсуву.

Основна частина. Під основною обробкою розуміють першу найбільш глибоку обробку ґрунту (на глибину 25-30 см) після культури попередника. Основний обробіток ґрунту в ґрунтово-кліматичних умовах України здійснюється двома способами: відвальною оранкою та безвідвальним обробітком, класифікація робочих органів для основного обробітку приведена нижче (рис. 1).

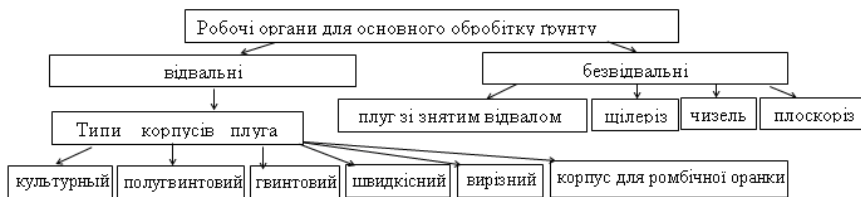


Рисунок 1 – Класифікація робочих органів для основного обробітку ґрунту

Витрати на основну обробку ґрунту становлять значну частку (до 40%) у собівартості сільськогосподарської продукції, що в основному визначає конкурентоспроможність кінцевого продукту [6]. Особливо важливим є те, що якість ос-

новного обробітку суттєво впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Мета основного обробітку ґрунту — підготовка ґрунту для створення умов щодо проведення якісної сівби, стимулювати ріст і розвиток кореневої системи, забезпечити доступ до неї поживних речовин і максимально зберегти вологу.

Оранка ґрунту відвальними плугами - сама енерговитратна операція, на яку витрачається 15-20% всіх енерговитрат на виробництво продукції. На думку основоположника землеробської механіки академіка В. П. Горячкина (1968), оранка як найбільш поширений захід основного обробітку ґрунту є самою, найтривалішою, дорогою і важкою працею. В залежності від властивостей ґрунту, призначення обробки і швидкості руху застосовуються плуги різних конструкцій [5].

Однак всі використовувані в даний час плуги різноманітних конструкцій мають істотні недоліки, серед яких основними є:

- ущільнення підорного шару (дна борозни), що погіршує перебіг водних і повітряних процесів у ґрунті, та руйнування поверхневого шару що призводить до зростання ерозійних процесів;

- утворення після оранки ґрунту звальних гребенів і розвальних борізд вимагає проведення додаткових ґрунтообробних операцій по підготовці ґрунту, що збільшує енергетичні витрати на сектор обробленого ґрунту;

- висока енергоємність технологічного процесу змушує агрегатувати плуги з енергонасиченими тракторами, що мають велику масу, що призводить до ущільнення ґрунтів і руйнування верхніх шарів ґрунту;

- при здійсненні основного обробітку плугами різних конструкцій існує протиріччя між обертом пласта ґрунту та якістю кришення ґрунту;

- низький ККД, так як механічна енергія в основному витрачається на тертя між поверхнею робочих органів і ґрунтом.

Сучасна теорія обґрунтовує, а практика підтверджує можливість і доцільність застосування інших, крім оборотної оранки, способів обробітку ґрунту [5]. Т.С. Мальцев (1971) писав: «Щорічно переорюючи ґрунт, вивертаючи його нижні ша-

ри наверх, а верхні опускаючи донизу, ми тим самим порушуємо закони природи».

Безвідвальний спосіб обробки ґрунту здійснюється плугами зі знятими відвалами, щілерізом, чизелем або плоскорізами.

Щілеріз використовується для щілювання багаторічних трав, глибокого розпушування ґрунту, усунення «плужної підшви» та обробки ґрунтів на схилах з метою усунення водної ерозії. Щілювання ґрунту являє собою прорізання у ґрунті поперек схилу щілин зазвичай глибиною 40-60 см на відстані 100-150 см для регулювання поверхневого стоку і більш повного поглинання ґрунтом талих і зливових вод. Для нарізання щілин використовують рами п'ятикорпусних плугів з прикріпленими на місці 1-го і 5-го корпусів ножами-щілерізами [1].

Чизельний робочий орган призначений для основної безвідвальної обробки ґрунту, застосовується для розушільнення та поглиблення орного горизонту, а при обробці поперек схилу захищає ґрунт від водної та механічної ерозії. Чизель розпушує ґрунт, відриваючи його від моноліту, але не ущільнює підорний шар, не утворює «плужної підшви» і не залишає розвальних борізд і звальних гребенів. Це найсприятливішим чином впливає на стан ґрунту, після такої обробки і волога, і відповідно мінеральні та органічні добрива легко проникають в кореневий шар ґрунту. Рослинні залишки при чизельній обробці не закладаються, як при оранці, а перемішуються з орним шаром і є як би мульчуючим матеріалом [4].

Однак чизельна обробка не є досконалою і має ряд істотних недоліків. Чизель виконує пряму функцію – розушільнення нижньої частини орного шару і поглиблення орного горизонту, але при цьому чизель не забезпечує заданої якості кришення ґрунту, що обумовлює необхідність здійснення додаткової обробки, і як наслідок збільшує загальні витрати на обробіток ґрунту. Крім того, чизелювання ґрунту є більш енергоємним способом безвідвальної обробки ґрунту порівняно з плоскорізною обробкою.

У ґрунтових умовах південної зони України найбільш раціональною і науково обґрунтованою є безвідвальна плоскорізна обробка ґрунту. Що обумовлено насамперед тим, що більшість ґрунтів знаходяться в умовах сприятливих до ро-

звитку вітрової ерозії. Однак існуючі технології та робочі органи плоскорізів не повністю відповідають агротехнічним вимогам, а іноді виявляються й зовсім непрацездатними [2].

Плоскорізна обробка – прийом безвідвальної обробки ґрунту, що забезпечує кришення та розпушування ґрунту, підрізання підземних органів рослин на глибину 27-30 см плоскорізами - глибокорозпушувачам із збереженням на поверхні ґрунту до 90% стерні.

Розроблена так звана ґрунтозахисна система землеробства, яка базується на плоскорізній обробці, що забезпечує збереження на поверхні поля пожнивних залишків. Збереження і розташування у верхньому шарі ґрунту післяжнивних і кореневищних залишків сприяє розкладанню їх не у всьому орному горизонті, а в поверхневому, де відбувається активація потенційної родючості ґрунту. Стерня та пожнивні залишки створюють сприятливі умови для накопичення осінньо-зимових опадів, виключають вітрову ерозію ґрунту, сприяють накопиченню ґрунтової вологи, ці чинники в умовах степових регіонів регулюють врожай [8].

За результатами проведеного аналізу існуючих плоскорізних робочих органів розроблена класифікація. Плоскорізні робочі органи можливо розділити на дві групи: за способом з'єднання деталей, і за конструктивними особливостями (рис. 2).

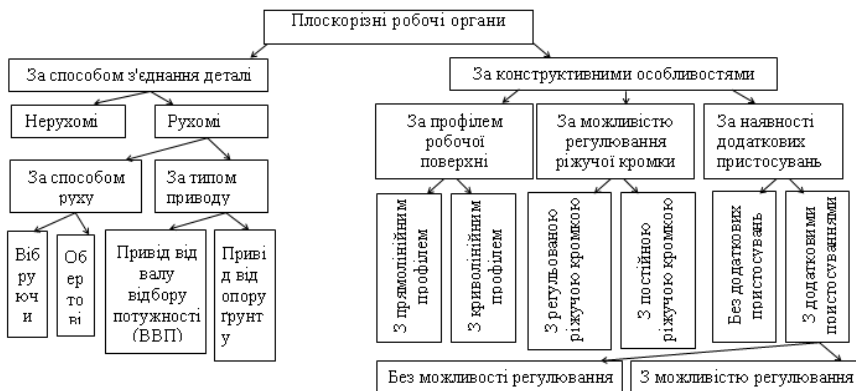


Рисунок 2 – Класифікація плоскорізних робочих органів

В даний час розробляються і застосовуються активні робочі органи, що приводяться в рух від вала відбору потужності (ВВП). Знаряддя з активними робочими органами має перевагу по інтенсивності кришення пласта ґрунту. З іншого боку, обробка ґрунту плоскорізом з активними робочими органами внаслідок надмірного подрібнення ґрунту призводить до збільшення кількості ерозійно-небезпечних часток в обробленому шарі, при цьому істотно збільшуючи енергетичні витрати на обробіток ґрунту.

Існують конструкції плоскорізів з активними робочими органами, що приходять до руху від опору ґрунту. Застосуванням робочих органів, що приходять в коливання в поздовжньо-вертикальній площині внаслідок їх виглублення при зростанні опору ґрунту, досягається самоочищення робочих органів від бур'янів, а також від каменів у процесі безперервної роботи без необхідності зупинок і переведення в транспортне положення. Однак при цьому відбувається нерівномірність глибини обробки ґрунту, значний її розкид і перемішування. Робочі органи з деталями, що здійснюють автоколивання в горизонтальній площині, також краще самоочищаються від бур'янів у процесі роботи порівняно з нерухомими, але при їх експлуатації часто відбувається забивання ґрунту між рухомими елементами, що знаходяться під землею, це збільшує нерівномірність ходу знаряддя.

Ще одним конструктивним рішенням є робочі органи з прямолінійним або криволінійним профілем робочої поверхні. Використання плоскорізних робочих органів з криволінійним профілем робочої поверхні дозволяє здійснювати більш якісне кришіння ґрунту порівняно з прямолінійним профілем.

Найбільш ефективними є робочі органи з криволінійними робочими поверхнями, профіль яких виконаний за увігнутою кривою в передній частині, тобто в зоні різання і за опуклою кривою в задній частині, тобто в зоні кришення ґрунтового пласта. Недоліком більшості наявних робочих органів з криволінійним профілем робочої поверхні є низька технологічність у виготовленні внаслідок нерозгортюємості утворюючої поверхні.

Існують плоскорізні робочі органи з постійним або змінним кутом нахилу ріжучої кромки щодо поздовжньої осі в

горизонтальній площині. Застосування робочих органів зі зменшуваним до країв кутом нахилу ріжучої кромки дозволяє зменшити розкид ґрунту і обволікання робочого органу рослинними залишками, однак при цьому знижується якість зрізання бур'янів, так як коріння рослин зісковзують по ріжучій кромці.

При використанні робочих органів із зростаючим до країв кутом нахилу ріжучої кромки поліпшується якість підрізання бур'янів, але при цьому відбувається обволікання робочих органів рослинними залишками.

Для поліпшення якості обробки ґрунту, поряд з основними плоскоріжучими елементами на робочий орган встановлюють додаткові пристосування. Існують робочі органи плоскорізів з додатковими вертикальними ножами, встановленими на різну глибину обробки. В якості додаткових пристосувань використовують особливі допоміжні пристрої: штанги, батареї різних дисків, щілерізи, розпушуючі прутки, шнеки, лемеші різної довжини. Допоміжні пристрої, виконують свої функції і покращують якість обробки, однак при цьому істотно збільшують тяговий опір.

На підставі проведеного аналізу існуючих конструкцій плоскорізних робочих органів, вивчення публікацій і літературних джерел зроблено висновок, що основним напрямком їх вдосконалення є застосування додаткових пристосувань, які зможуть забезпечити зниження енергоємності процесу обробки, із забезпеченням необхідного по агровимогам до плоскорізної обробки якості кришення ґрунту.

Сучасні конструкції плоскорізів при взаємодії з ґрунтом створюють деформації стиснення, що зумовлює високі енерговитрати при обробці. Заміна деформацій стиснення на деформації розтягування-вигину і зсуву забезпечить зменшення опору при обробці і як наслідок загальну енергоємність, а також дозволить поліпшити якість кришення ґрунту.

Вивчення міцнісних властивостей ґрунту дозволяє намітити шляхи і методи зниження енергоємності її механічної обробки: вірно розрахувати і спроектувати робочі органи і визначити раціональні умови їх застосування. Оціночним показником є гранична міцність ґрунту при його опорі деформаціям різного виду [1].

На міцнісні властивості ґрунту впливає вологість. Мінімальна межа міцності відповідає деформації розтягування (рис. 3). При вологості ґрунту 18...24% вона в 3...9 разів нижче, ніж межа міцності при опору деформацій інших видів. При зміні вологості на 8 ... 10% від зазначених значень межа міцності при її опорі деформації одного і того ж виду зменшується або збільшується в кілька разів [7]. Отже, для розпушування ґрунту з мінімальними витратами енергії до неї потрібно докласти деформації розтягування при певній її вологості.

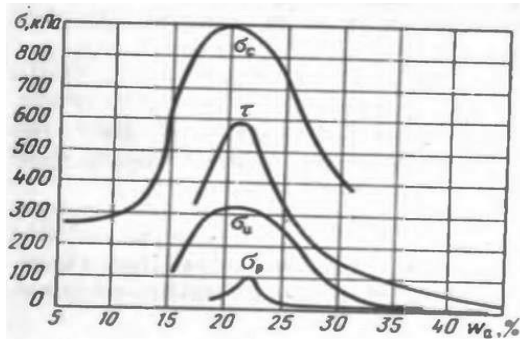


Рисунок 3 – Залежності міцності глинистого ґрунту від вологості W_a (за даними А. Гарсія): σ_c - межа міцності на стиск; σ_u - те ж, на вигин; σ_p - те ж, на розтягування; τ - те ж, на зсув.

Висновки. Підводячи підсумок, можна сформулювати наступне завдання при проектуванні робочого органу: деформації стиснення, що створюють існуючі конструкції робочих органів плоскорізів - глибокорозпушувачів, необхідно максимально замінити деформаціями розтягування-вигину і зсуву, це дозволить значно зменшити опір при обробці і як наслідок загальну енергоємність, а також дозволить поліпшити якість кришення ґрунту. Що зумовило подальший напрямок досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини: підручник для студ. вищих навч. закл. / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк. - 2-е вид. - К. : Каравела, 2008. - 552 с.

2. Грунтознавство з основами рослинництва: навчальний посібник за однойменним курсом для студентів спеціальностей 1-31.01.01-02 - Біологія, 1-33.01.01 - Біоекологія / Т. П. Марчик, А. Л. Єфремов. - Гродно: 2006. - 248 с.

3. Петриченко С. В. Обґрунтування параметрів робочих органів культиватора-плоскоріза для основного обробітку пересушених ґрунтів: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Петриченко Сергій Володимирович – Мелітополь, 1996. – 173 с.

4. Потрібен не плуг, а господар [Електронний ресурс] / - Режим доступу: http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlya-kormilitsa_ne_oskudeet_li_ee_daryaschaya_ruka_nuzhen_ne_plug,_a_hozyain.html

5. Рахімов І. Р. Вдосконалення робочих органів машин для основного обробітку ґрунту на основі моделювання процесу взаємодії клина з ґрунтом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.20.01. / Рахімов Ільдар Раисович – Челябинск, 2006. – 29 с.

6. Розвиток та сучасний стан наукових основ обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / - Режим доступу: http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie_sovremennoe_sostoyanie_nauchnyh_osnov_obrabotki_pochvy

7. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.

8. Технологічні властивості ґрунту [Електронний ресурс] / - Режим доступу: <http://traktor-t-16.ru/selskoe-khozyajstvo/118-tekhnologicheskie-svojstva-pochvy>

9. Хмура О. М. Вдосконалення конструкції робочого органу плоскоріза-глибокорозпушувача : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.20.01 / Хмура Олександр Миколайович – Оренбург, 2012. – 22 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Voytyuk D.G. Agricultural machinery: a textbook for students. Higher teach. bookmark. / D.G. Voytyuk, G.R. Havryliuk. - 2nd ed. - K., Caravel, 2008. - 552 p.

2. Soil with the basics of crop: a tutorial on the same course for students majoring 1-31.01.01-02 - Biology, 1-33.01.01 - bioecology / T.P. Marchik, A.L. Yefremov. - Grodno, 2006. - 248 p.

3. Petrychenko S.V. Justification working parameters of flat-cultivator for basic soil ne-resushenyh soil: Dis. candidate. Sc. Sciences: 05.20.01 / Petrychenko Sergey - Melitopol, 1996. - 173 p.

4. Need not plow, and the owner [electronic resource] / - Access: http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlyakormilitsa_ne_oskudeet_li_ee_daryaschaya_ruka_nuzhen_ne_plug_a_hozyain.html

5. Rakhimov I.R. Improving the working of machines for basic tillage based modeling process interaction with soil wedge: Author. Dis. on competition sciences. degree candidate. Sc. Sciences specials. 05.20.01. / Rakhimov Yldar Raysovyich - Chelyabinsk, 2006. - 29 p.

6. The development and present state of scientific bases cultivation [electronic resource] / - Access: http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie_sovremennoe_sostoyanie_nauchnyh_osnov_obrabotki_pochvy

7. Plant: Textbook / O. Zinchenko V.N. Salatenko, M.A. Bilonozhko - K.: Agricultural Education, 2001. - 591 p.

8. Technological properties of soil [electronic resource] / - Access: <http://traktor-t-16.ru/selskoe-khozyajstvo/118-tehnologicheskie-svoystva-pochvy>

9. Hmura A. Improving the design of the working-op Ghana flat-hlybokorozpushuvacha: Author. Dis. candidate. Sc. Sciences.: 05.20.01 / Hmura Alexander - Orenburg, 2012. - 22 p.

BACKGROUND OF BASIC SOIL TILLAGE BY CREATING DEFORMATIONS OF STRETCHING- BENDING AND SHEAR

I.O. Siryi

Summary

The most rational and scientifically sound in soil and climatic conditions of southern Ukraine is flatly cutting no-moldboard tillage. Based on the analysis of existing structures of flatly cutting working bodies, as well as publications and literature study, the author determines that the main focus of their improvement is using additional elements. Moreover, the compression deformation generated by the existing working bodies should be replaced by

stretching-bending and shear deformations, which will reduce energy costs and improve the quality of soil crumbling.

Key words: tillage, flatly cutting and deeply raising device, additional elements, "stretching-bending and shear" deformations.

УДК 004.451

РАСШИРЕНИЕ ЛИНЕЙКИ АДАПТЕРОВ УКРАИНСКОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Масленников В.В., инж. *
г. Мелитополь, Украина
тел. 0619-41-18-13, (096) 029-63-54
e-mail: ValmasPLHM@yandex.ua

Аннотация. В статье рассматриваются преимущества применения в технологии уборки зерновых культур уборочных агрегатов с модулем очесывающего типа на примере МОН-4.

Ключевые слова: зерноочёсывание, зерноочёсывающий модуль, полевая уборочная машина, травмирование зерна, свободное зерно.

Постановка проблемы. Человечество вплотную подошло к пониманию коллективных мероприятий по обеспечению продовольственной безопасности сообщества. В настоящее время приобретают распространение антикризисные технологии выращивания зерновых, которые в первую очередь, обеспечивая влагонакопление, влагосохранение и возобновление плодородия почвы, а непосредственно во время уборки урожая значительно уменьшают количественные и качественные потери зерном при существенной экономии энергии и ресурсов.

Мелитопольский регион имеет уникальные возможности внедрения в сельскохозяйственное производство иннова-

Публікується по рекомендації: чл.-кор НААНУ, д.т.н., проф.
Кушнарєва А.С.

ционных технологий уборки урожая зерновых на корню методом зерноочёсывания растений. Это, во-первых, особенность расположения агроформирований в соответствующей агроклиматической зоне. Во-вторых, наличие машиностроительных предприятий, имеющих опыт изготовления конструкций зерноочёсывающего модуля. В-третьих, всесторонняя информационная поддержка специалистов колыбели разработок, которая приобрела всемирно известное имя Мелитопольской технологии сбора урожая риса, зерновых колосовых и технических культур на корню методом зерноочёсывания растений с применением зерноочёсывающего модуля МОН-4.0.

Подробнее о преимуществах применения уборочных агрегатов с МОН-4.0 можно ознакомиться из источника "Методика оценки эффективности использования зерноочёсывающего модуля МОН-4.0" [1].

В сельском хозяйстве Украины инновационные процессы находятся в глубоком кризисе, что выражается не только в глубоком моральном и физическом износе сельскохозяйственной техники, но и в технико-технологической деградации и деиндустриализации производственных сил, ухудшения технической оснащённости сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Внутри страны это сказывается низким уровнем рентабельности производимой продукции, а экспорт несет ощутимые убытки из-за слабой конкурентоспособности многих видов товаров агропромышленного комплекса страны потому, что практически во всех отраслях используются устаревшие технологии и малоэффективная организация производства.

Цель исследования. Обосновать возможность применения зерноочёсывающего модуля как в агрегате с комбайном для прямого комбайнирования, так и в полевой уборочной машине для селекционных и зерноводческих целей, а также для трехфазной уборки зерновых колосовых, риса и технических культур методом зерноочёсывания растений на корню. Полученный таким методом стерневой агрофон является необходимым условием для применения технологий беспашотного земледелия. При этом увеличивается производительность уборочных агрегатов в 1,5...2 раза, при существенной (до 40%) экономии жидкого топлива, снижаются

количественные потери зерна до 1%, в комбайновом варианте чистота бункерного зерна увеличивается до 98% (сравнительно с серийной жаткой – 93%), снижается дробление – 1%, а также макро- и микроповреждение, в полевой уборочной машине дробление и повреждение зерна отсутствует. Немаловажно отметить увеличение эффективности технологического процесса зерноочёсывания в сложных агрометеорологических условиях, а именно: в случае кущения яровых, полеглости хлебостоя, повышенной влажности стеблей растений, засоренности.

Основная часть. Притяжение к европейскому сообществу экспортируемого украинского зерна, при анализе информации официальных порталов, свидетельствует, что наряду с неурядицами в решающихся вопросах дипломатии, квотирования, разночтения в стандартизации классов остается вопрос качества, который напрямую связан с применяемыми украинскими хлеборобами технологиями уборки зерновых. Даже не смотря на согласованные и недолговременные льготы, добытые с человеческими потерями внутри страны, экспорт зерновых имеет чувствительные финансовые потери.

Немаловажно отметить в отечественной технологии уборки то, что веками существовавшая уборочная страда превратилась в битву за урожай. И вот какие повсеместные потери зерна пшеницы в этой битве [2]: 25% – количественные потери; 3% – дробление; 3% – макроповреждение; 33% – микроповреждение; 36% – целое зерно.

Такая ситуация давно определена всеми исследователями государственных учреждений зерносеющих регионов планеты, заслуживающих доверия и что следует отметить, практически не меняется. Разработки лидерами зарубежного комбайностроения в применении возможностей ИТ-технологий позволяют в режиме реального времени, всего лишь, оперативно реагировать на протекание технологического процесса зерноуборочного комбайна с целью определения компромисса между качеством зерна и количеством его потерь.

В Украине официально оценивается только, довольно таки внушительные, количественные потери зерна, а как видно, финансовых потерь от качества убираемого зерна столько

же, если не больше. Следует добавить, что даже в посевном зерне целым является только пятая его часть.

Поэтому ведущие комбайностроители мира постоянно находятся в режиме поиска наиболее эффективных конструкций зерноуборочных машин. И всегда в зоне внимания зарубежных конструкторов, согласно заключениям патентных порталов, находятся конкурирующие между собой однобарабанные и двухбарабанные зерноочесывающие приставки. Лидером количества разработок является Великобритания.

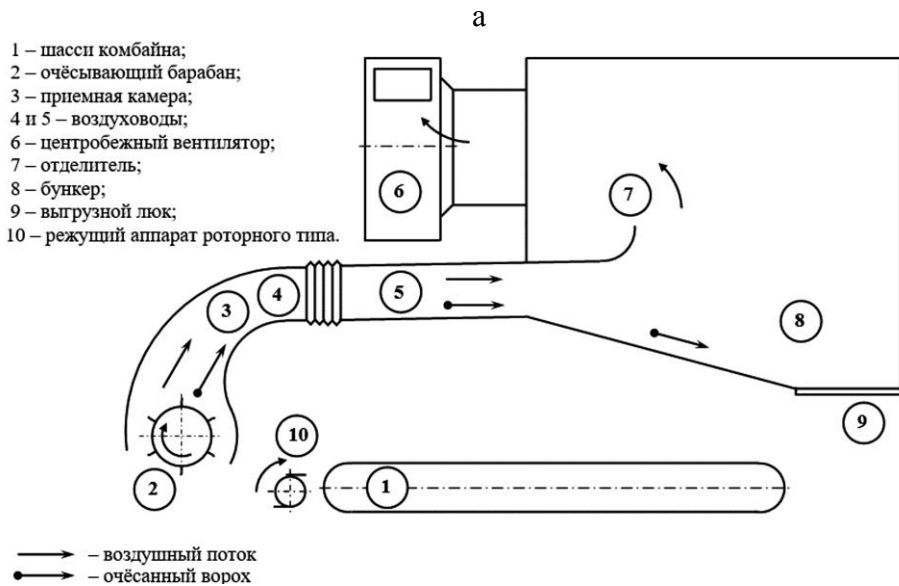
На фоне потерь зерновых колосовых, потери зерна риса, как самой сложной для механизированного выделения зерна сельскохозяйственной культуры, при уборке в хозяйственных условиях достигают 10...12%, суммарное травмирование зерна 3...13%, а микроповреждения 50...70%, что недопустимо по агротехническим требованиям [3].

Совместно разработанная технологическая схема (рис.1,б) экспериментальной установки, согласно рекомендациям селекционеров и рисоводов, исключает дополнительное механическое воздействие на зерновку риса, кроме воздействия гребенок зерноочесывающего рабочего органа и силы всасывающего воздушного потока пневмотранспорта (рис.1а).

Одновременно с уборкой станционного конкурсного сортоиспытания посевов проводились и поисковые исследования по обоснованию основных параметров и режимов работы однобарабанного устройства для зерноочесывания риса на корню.

Использование данной установки на уборке селекционных посевов показало, что её качественные показатели работы значительно выше показателей существующих рисоуборочных комбайнов. Так, дробление, обрушивание и трещиноватость семян отсутствует. Потери зерна составляли 1,5...3%. Данный способ уборки исключает повторный обмолот. Важным преимуществом данной установки является полная и быстрая очистка уборочной машины от остатков семян, что исключает смешивание семян различных сортов.

Особое мнение рисоводов заключалось в том, чтобы всем селекционным и семеноводческим хозяйствам целесообразно иметь уборочные машины для зерноочесывания на корню с применением пневмотранспорта очесанного вороха.



б

Рисунок 1 - Экспериментальная установка УРАГАН-2: а – общий вид; б – технологическая схема

Состав очёсанного вороха представлял собой: свободное зерно 65...70%; зерно в метелках и веточках 20...22%; листья и солома 8...15%.

Такие показатели очень нужны и важны для селекционеров и рисоводов (Табл. 1).

Таблица 1 – Всхожесть зерна риса по двум сезонам уборки [4].

Воздействие на зерно	лабораторная		полевая	
	I	II	I	II
Ручное выделение зерна	98,6	97,0	56,3	54,8
Зерноочёсывание	98,0	96,5	54,0	52,6
Прямое комбайнирование	95,5	96,0	32,5	30,2
Раздельное комбайнирование	95,1	95,1	24,6	22,1

Как видно из таблицы 1, при двухфазной уборке посевов риса (при влажности зерна – 19...20%, влажности стеблей – до 60%) полевая всхожесть самая низкая из-за прогрессирующей трещиноватости зерна, которая усугубляется затем воздействием молотильного барабана комбайна даже в "мягком режиме". В отличие от этого зерно, полученное зерноочёсыванием, имеет такие же показатели всхожести, как и полученное "околачиванием".



Рисунок 2 - МПУ-5 на базе энергосредства КПС-5Г

Отказ в технологической схеме однобарабанного зерноочёсывающего устройства от применения всасывающего

пневмотранспорта очесанного вороха с заменой на механический транспорт, вызванный необходимостью его агрегатирования с серийным зерноуборочным комбайном привел к значительному снижению всех показателей работы.

И только переход на двухбарабанную технологическую схему вернул и улучшил показатели работы зерноочесывающего устройства таким образом, что даже в настоящее время они остаются непревзойденными. Неоднократными технологическими сравнениями на государственном уровне в машиноиспытательных станциях нескольких зерносеющих регионов и на уборке различных сельскохозяйственных культур это было подтверждено по основным показателям (рис.3...5) [5].

Двухбарабанное зерноочесывающее устройство целесообразно использовать в агрегате с комбайном при прямом комбайнировании и в полевой уборочной машине (МПУ) в технологии уборки зерновых культур с совместным сбором зерна и соломы "невейка" и доработкой его на стационаре. Имея во фракционном составе очесанного вороха незначительную часть невымоленного зерна, технологический процесс самого комбайна значительно снижает показатели качества, имеющегося в очесанном ворохе значительной части свободного зерна (рис.4).

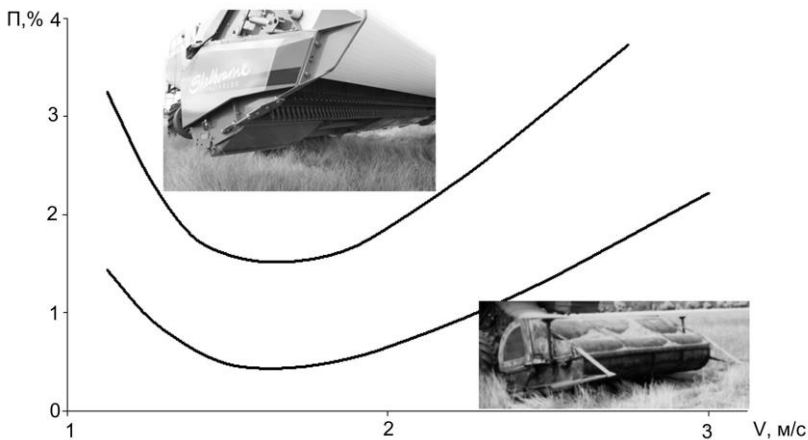


Рисунок 3 - Зависимость общих потерь от скорости движения машины

Установление причин появления несвободного зерна в технологическом процессе зерноочёсывания и их устранение с использованием новейших IT-технологий неизбежно потребует изменения концепции технологического процесса разделения, теперь уже, только свободного зерна и незерновой части урожая, а также его очистки непосредственно в самом комбайне.

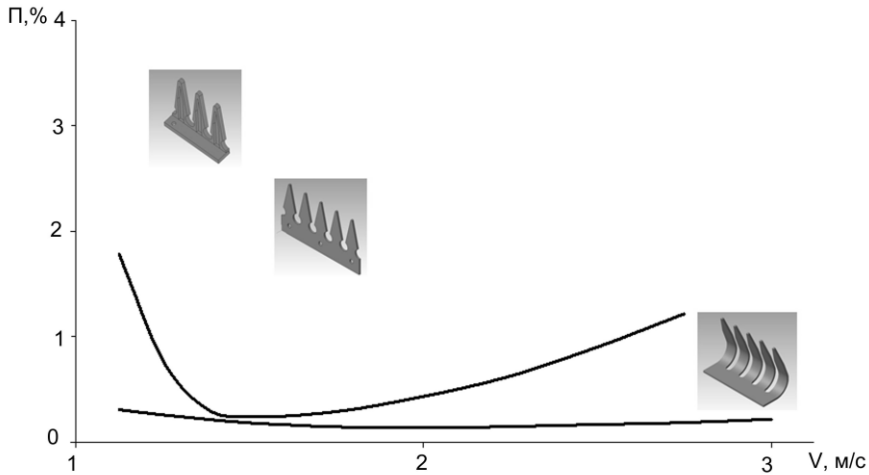


Рисунок 4 - Зависимость потерь неочесом от скорости движения машины

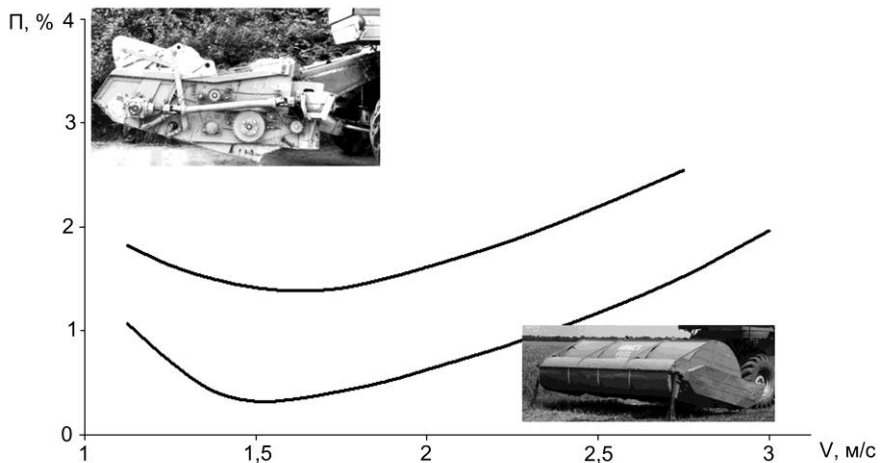


Рисунок 5 - Зависимость потерь осыпью от скорости движения машины

Использование в агрегате с комбайном как сменяемого, по насущным потребностям, модуля в линейке приставок наряду с валковой жаткой, подборщиком, рапсовым столом и т.д. рассматривается как значительная модернизация по многим показателям эффективности работы самого комбайна. Отсюда и строгое обобщающее техническое название – модуль, и пусть зерноочесывающее устройство будет называться приставкой, адаптером, очесывателем, зерноуборкой (колосоуборкой), но только не "очесывающей жаткой". Иначе искажается генезис понятия "жатва" и вносятся смятения в восприятия механизаторами возможностей зерноочесывающего устройства как зерноочесывающего модуля.



Рисунок 6 - Фракционный состав очесанного вороха

Вариантов использования зерноочесывающего модуля в агрегате с другими энергетическими средствами, в виде полевой уборочной машины (МПУ), не исключая и переоборудованный комбайн, с комбинированной (механической и пневматической) транспортировкой очесанного вороха множество и, что характерно, они незначительно снижают показатели каче-

ства зерна, в отличии от серийного комбайна с любой технологической схемой. Устранение в зерносоломистой смеси несвободного зерна, в виде оборванных метелок или колосьев, а также удаление из неё длинной фракции соломы повышают эффективность транспортировки на стационар.

Стационар необязательно должен ассоциироваться с наличием капитальных строений. Это, скорее всего место, куда с наиболее выгодным плечом перевозок транспортируется очесанный ворох, и где имеется возможность выделения свободного зерна, а также утилизация остальных фракций.

Найденное инновационное техническое решение полевой уборочной машины, в технологической схеме которой отсутствует возможность механического травмирования зерна, предлагается в использование для селекционных работ.



Рисунок 7 - МПУ-4 на базе зерноуборочного комбайна СК-5

По результатам представления действующих образцов 1986 года на центральной машиноиспытательной станции в 1988 году была утверждена родина разработок – город Мелитополь [6], а по результатам государственных приемочных испытаний зерноочёсывающего модуля в 1996 году [7] принято решение секцией НТР УкрЦИТ о постановке на промышленное производство.

Выводы

1. Применение бесподпорного удара при механизированном выделении зерна имеет преимущество.

2. Выходом из кризиса в сельском хозяйстве являются технологии "фактора четыре – затрат вполтину, выгоды вдвое", к которым относятся безпахотные технологии земледелия напрямую близко согласующиеся с применением зерноочёсывающих адаптеров.

3. Уборка урожая зерновых на корню методом зерноочёсывания с применением пневмотранспорта очёсанного вороха, при имеющейся сравнительной возможности интенсификации технологического процесса, отличается от существующих способов обмолота отсутствием дробления и микроповреждения зерна при сравнительно меньших его потерях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масленников В. В. Методика оценки эффективности использования зерноочесывающего модуля МОН-4.0 [Электронный ресурс] / В. В. Масленников // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. - 2014. - Вип. 2. - С. 217-229. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vuvmaao_2014_2_26.pdf

2. Фадеев Л. В. Зерно нельзя бить – оно основа жизни человека. - Режим доступа: http://mausp.org/struktura_akademii/sekcii_mausp/sekcija_prodoval_stvennoj_bezopasnosti_i_novyh_tehnologij_v_proizvodstve_produktov_pitaniya/sel_scoe_hozyajstvo_podgotovka_semyan/zerno_nel_zya_bit_ono_osnova_zhizni_cheloveka/

3. Голубев И. К. Обоснование основных параметров и режимов работы двухбарабанного устройства для очёсывания риса на корню : дисс. канд. техн. наук : 05.20.01 / И. К. Голубев ; ВСХИЗО. – М., 1989. – 185 с

4. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню : дисс. докт. техн. наук : 05.20.01 / П.А. Шабанов ; МИМСХ. - Мелитополь, 1988. – 308 с

5. Шабанов П.А. Современный уровень развития способа уборки зерновых культур на корню / П.А. Шабанов, Н.П. Шабанов, А.Н. Машков А.Н. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: наукове фахове видання / ТДАТА. — Мелітополь : ТДАТА, 2003 — Вип. 16, / відп. за вип. чл.-кор. УААН, д.т.н., проф. Кушнарьов — 2003. — с 58-65.

6. Дранишников А. Галлы на уборке [Электронный ресурс] / А. Дранишников // Журнал "Зерно" - Режим доступа: <http://www.zerno-ua.com/?p=1366>

7. Модуль очесывающий навесной МОН-4.0. Протокол государственных приемных испытаний № 01-28-96/4062996 п.г.т. Дослідницьке. 1996г.

BIBLIOGRAPHY

1. Maslennikov V.V. Methods of assessing the efficiency of the module zernoochesyvayushchego MON-4.0 [Electron resource] / V.V. Maslennikov // News Ukrayinsky viddilennya Mizhnarodnoï osviti Agrarian Academy. - 2014. - Vip. 2. - P. 217-229. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vuvmaao_2014_2_26.pdf

2. Fadeev L. V. GRAIN impossible to beat - It is the basis for human life. - Access: http://mausp.org/struktura_akademii/sekcii_mausp/sekciya_prodoval_stvennoj_bezopasnosti_i_novyh_tehnologij_v_proizvodstve_prod_pitaniya/sel_skoe_hozyajstvo_podgotovka_semyan/zerno_nel_zya_bit_ono_osnova_zhizni_cheloveka/

3. Golubev I.K. Substantiation of key parametres and operating modes of double-drum apparatus ochёsyvaniya rice Growing: diss. cand. tehn. Sciences: 05.20.01 / I.K. Golubev; VSKHIZO. - Moscow, 1989. - 189 with

4. Shabanov P.A. Mechanics and technological bases of threshing of grain crops in the bud: diss. Doctor. tehn. Sciences: 05.20.01 / P.A. Shabanov; MIMSKH. - Melitopol, 1988. - 336

5. Shabanov P.A. The modern level of cleaning methods on the roots KLTUR GRAIN / P.A. Shabanov, N.P. Shabanov A.N. Mashkov AN // Pratsi Tavriyskoï derzhavnoï agrotehniknoï Academy Naukova fahove Vidanov / TDATA. - Melitopol: TDATA, 2003 - VIP. 16 / vidp. for VIP. tsp ..- core. UAAN, prof. Kushnarev - 2003 - to 58-65.

6. Dranishnikov A. Gauls harvesting [Electron resource] / A. Dranishnikov // Magazine "Grain" - Access: <http://www.zerno-ua.com/?p=1366>

7. The module mounted stripper MON-4.0. Minutes of public acceptance tests № 01-28-96 / 4062996 urban village Doslidnytske. 1996.

EXTENSION OF THE ADAPTERS' LINE OF UKRAINIAN COMBINE HARVESTERS

V.V. Maslennikov

Summary

The article considers advantages of application of combine harvesters with the module of grain stripper-header (like MOH-4) in technologies of grain harvesting.

Key words: grain stripping, module of grain stripper-header, combine harvester, grain injury, free grain.

УДК 631.363

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАСІННЯ ПЛОДОВИХ КІСТОЧКОВИХ КУЛЬТУР ПО РЕШЕТУ УСТАНОВКИ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ

Караєв О.Г., к.т.н., доц., чл.-кор. МААО

Бондаренко Л.Ю., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +3806192422436

Анотація. Наведено результати досліджень швидкості переміщення насіння плодкових кісточкових культур по решету із круглими отворами, що здійснює коливальний рух в горизонтальній площині за допомогою ексцентрика.

Ключові слова: коливальний рух, швидкість переміщення матеріалу, калібрування, плоске решето.

Постановка проблеми. Якість протікання процесу сортування на плоских решетах, що здійснюють коливальний рух, залежить від швидкості переміщення насіння по решету. Середня швидкість разом із начальним навантаженням і об'ємною вагою матеріалу, що сортується визначає собою такий важли-

вий з технологічної точки зору фактор, як товщина слою матеріалу на решеті. Разом з цим, середня швидкість руху матеріалу залежить від кута нахилу решета, коефіцієнта тертя насіння по решету та кінематичних параметрів решета.

Приймаючи до уваги, що насіння плодових кісточкових культур має підвищену шорсткість у порівнянні із насінням сільськогосподарських культур, треба відшукати нові підходи до визначення швидкості переміщення кісточок, що дозволить найбільш ефективно обґрунтувати і підібрати розміри решіт.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженнями впливу різних факторів на швидкість переміщення матеріалу по решету займалися багато вчених [1-10], серед них треба відмітити роботи Півня, Терского, Бикова, Кожуховського, Сергєєва [1-5]. У роботах наведених авторів матеріал, що сортується розглянуто як матеріальну точку, що рухається по ідеально рівній поверхні, але насіння плодових кісточкових культур доцільно розглядати як деякий об'єм сипучого матеріалу, що рухається по площині, яка коливається без відриву від решета. При цьому товщина шару на решеті змінюється від початку руху по довжині решета.

Мета досліджень. Визначити значення середньої швидкості переміщення насіння плодових кісточкових культур по похилій плоскій поверхні, що здійснює коливальний рух в горизонтальній площині.

Основна частина.

При проведенні досліджень було прийнято наступні припущення:

- 1 Робоча поверхня здійснює поступальний рух, що підкоряється законам гармонічних коливань;
- 2 Коефіцієнт тертя кісточок по решету є величина постійна і залежить від виду обробляемого матеріалу;
- 3 Робоча поверхня являє собою ідеальну площину.

Дослідження проводили для таких культур як вишня, черешня, абрикос, алича і мигдаль на плоскій поверхні із круглими отворами, для яких раніше було встановлено значення динамічних коефіцієнтів зовнішнього тертя по перфорованій поверхні за допомогою лінійки проф. В.А. Желіговського[11] (рис. 1).



Рисунок 1 – Значення динамічних коефіцієнтів зовнішнього тертя насіння кісточкових культур по перфорованій поверхні

При проведенні досліджень було прийнято за головні фактори: кут нахилу решіт, коефіцієнт тертя по решету, а також амплітуду та частоту коливань. Діаметри отворів решіт для кожної культури встановлено в роботі [12].

Досліди для насіння кожної культури проводились при значеннях параметрів, що наведені в таблиці 1, використовуючи розроблену нами установку для калібрування насіння плодових кісточкових культур [13].

Таблиця 1 – Значення параметрів при проведенні досліджень

Параметр	Мигдаль	Абрикос	Алича	Черешня	Вишня
Частота коливань n , об/хв	400	400	440	420	440
Амплітуда коливань A , мм	6	7	5	5	5
Кут нахилу α , град	7	6	4	7	7

Конструктивно-технологічна схема установки для калібрування наведена на рисунку 2. Вона складається із

решітної частини 1, яка підтримується двома передніми 7 і двома задніми 8 стояками і встановлена на рамі 3. При цьому на задніх стояках 8 передбачено механізм регулювання кута нахилу решіт.

Решітна частина отримує привод від електродвигуна 4 через пасову передачу 5, вал із регулюванням амплітуди коливань 6 і шатун 2. Над решітною частиною встановлено бункер 9 із розподільною скатною дошкою 10, за допомогою якої здійснюється подача насіння на робочій орган. Для виведення фракцій насіння решітна частина має два жолоби 11, 13 і один похилий лоток 12. Для збору фракцій передбачено три приймальні лотки 14, які виконано із пластмаси, для попередження руйнування кістянки.

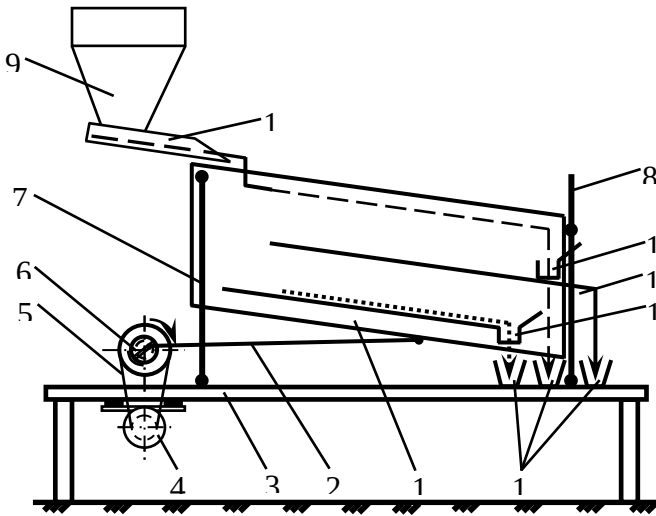


Рисунок 2 - Конструктивно-технологічна схема установки для калібрування: 1 – решітна частина; 2 – шатун; 3 – рама; 4 – електродвигун; 5 – пасова передача; 6 – вал із регулюванням амплітуди коливань; 7 – передні стояки; 8 – задні стояки з механізмом регулювання кута нахилу решіт; 9 – бункер для насіння; 10 – розподільна скатна дошка; 11, 12, 13 лотки для виведення фракцій; 14 – приймальні лотки

Рама установки має зварну конструкцію, на якій кріпляться основні вузли. Решітна частина є дерев'яним каркасом, в який вставляються дві рамки з сортувальними решетами і два кулькові очисники та монтується на передні і задні металеві стояки, які шарнірно опираються на раму.

Швидкість переміщення насіння по решету v визначали як відношення його шляху переміщення по решету s до часу t , за який насіння, що знаходиться на коливній поверхні, пройде заданий шлях.

Досліди проводили для насіння кожної культури у трьох повтореннях. Результати досліджень наведено в табл. 2.

При цьому продуктивність роботи решіт при заданих режимах приблизно складала:

- для вишні й черешні – 55 кг/год,
- абрикоса й аличі – 80 кг/год,
- мигдалю – 105 кг/год.

Таблиця 2 – Результати визначення середньої швидкості переміщення насіння по похилій плоскій поверхні, що здійснює коливальний рух в горизонтальній площині

Параметр		Повторення			середнє
		I	II	III	
Мигдаль	s, м	0,6	0,55	0,65	
	t, с	6,34	5,38	7,58	
	v, м/с	0,095	0,102	0,086	0,0694
Абрикос	s, м	0,45	0,4	0,4	
	t, с	9,57	7,16	8,42	
	v, м/с	0,047	0,056	0,048	0,050
Алича	s, м	0,45	0,55	0,50	
	t, с	7,26	7,29	7,23	
	v, м/с	0,062	0,075	0,069	0,069
Черешня	s, м	0,40	0,40	0,40	
	t, с	2,96	2,68	2,78	
	v, м/с	0,135	0,149	0,144	0,143
Вишня	s, м	0,45	0,40	0,45	
	t, с	3,88	3,35	3,65	
	v, м/с	0,116	0,0119	0,123	0,120

Слід зазначити, що найбільш повільно рухається насіння черешні і вишні, при чому кісточки не скочуються, а ковзають по поверхні. Кісточки мигдалю, абрикоса й аличі розвертаються гострим частиною уперед і ковзають у напрямку руху загального потоку, при чому крупніші кісточки просипаються крізь отвори на початку руху, а дрібніші проходять довший шлях. Порівняльний аналіз середньої швидкості кісточок плодових культур наведено на рисунку 3.

Незважаючи на те, що всі кісточки мають здерев'янілу поверхню, у кісточок аличі найбільш сильніше зчеплення з торцями отворів, тому доцільно використання кулькових очисників решіт, які мають достатню енергію вибивання застряглого насіння з отвору.

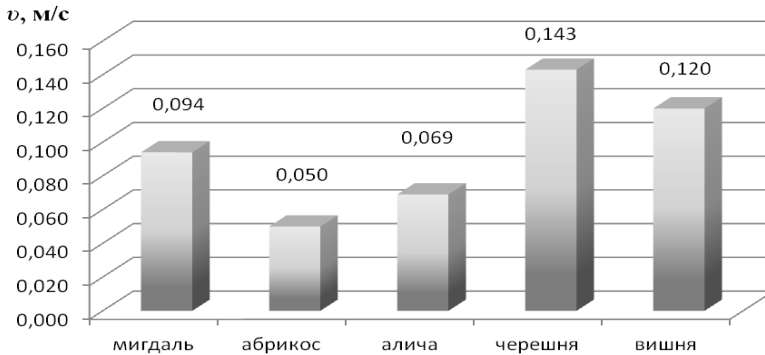


Рисунок 3 – Порівняльний аналіз середньої швидкості кісточок плодових культур

Висновки.

1. За результатами досліджень визначено середні швидкості переміщення кісточок по решету з круглими отворами, а саме: мигдаль – 0,0694м/с; абрикос – 0,050м/с; алича – 0,069м/с; черешня – 0,143м/с; вишня – 0,120м/с.

2. Отримані дані дозволили встановити розміри полотна решета для сортування кожної культури, що забезпечить якісне протікання процесу розділення кісточок на однорідні за розмірами фракції. Встановлено, що ширина полотна має бути 0,268м, а довжина полотна – 0,655м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Півень М.В. Обґрунтування параметрів процесу решітного сепарування зернових сумішей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М.В. Півень; Харків. нац. техн. ун-т сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2006. – 21с.
2. Терсков Г.Д. О влиянии скорости движения и кинематических факторов на пропускную способность решет с круглыми отверстиями / Г.Д. Терсков // Земледельческая механика. – М., 1967. – Т.7. – С. 306-326.
3. Быков В.С. Определение скорости виброперемещения сыпучего материала / В.С. Быков // Техника с сельском хозяйстве. – 2000. – №2. – С. 21-23.
4. Кожуховский И. Е. Исследование работы плоских решет / И.Е. Кожуховский // Труды ВИМ. – М., 1960. – Т.28. – С. 5-40.
5. Сергеев А.С. Влияние скорости перемещения сепарируемого материала по поверхности решета на процесс сепарации / А.С. Сергеев, В.М. Соловьёв, Г.Н. Павлихина. – М., 1971. – Т. 8, вып. 1. – С. 113-120.
6. Баженов Ю.И. Влияние скорости относительного движения семян на их просеивание в отверстия решета / Ю.И. Баженов // Сб. науч. тр. МИИСП. – М., 1975. – Т.Х11, вып. 1. – Ч.1. – С. 149-155.
7. Тищенко Л.Н. К исследованию движения зерновой смеси на решетке под действием вибрации / Л.Н. Тищенко, М.В. Пивень // Науковий вісник НАУ. – К., 2002. – Вип.49. – С. 329 - 336.
8. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Под ред. Е.С. Босого – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1978 – 568 с.
9. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев. – 3-е изд. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1955. – 764 с.
10. Сельхозмашины. Теория и технологический расчет / Под.ред. Б. Г. Турбина. – Л.: Машиностроение, 1967. – 583 с.
11. Зайдлер М. Я. Фізико – механічні властивості насіння кісточкових культур / М.Я. Зайдлер, Л.Ю.Бондаренко // Садівництво. – 2005. – Вип. 57. – С. 529-533.
12. Бондаренко Л.Ю. Дослідження форми і розмірів отворів решіт для калібрування посівного матеріалу плодкових кісточкових культур / Л.Ю. Бондаренко, В.І.Цимбал // Механі-

зація та електрифікація сільського господарства / ІМЕСГ. – Глеваха, 2008. – Вип. 92. – С. 176-180.

13. Пат. № 48097 Україна, МПК⁷ B07B13/04. Установка для калібрування посівного матеріалу плодкових кісточкових культур / О.Г. Караєв, Л.Ю. Бондаренко (Україна). – № u200908583; заявл. 06.08.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.– 6с.

BIBLIOGRAPHY

1. Piven M.V. Justification of process parameters reshitnoho separation of grain mixtures: Author. Dis. ... Candidate. Sc. Science / M.V. Piven; Kharkiv. nat. Sc. Univ of Agriculture. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2006.– 21p.

2. Terskov H.D. The effect of velocity and kinematic factors in the capacity of sieves with round holes / H.D. Terskov // Zemledelcheskaia me-khanyka. – M., 1967. – T.7. – S. 306-326.

3. Быков V.S. Determination of bulk material vibro speed / V.S. Быков // Technology in Agriculture. – 2000. – №2. – S. 21-23.

4. Kozhukhovskiy Y. E. Research work flat sieves / Y.E. Kozhukhovskiy // Труды ВУМ. – М., 1960. – Т.28. – S. 5-40.

5. Serheev A.S. Effect of the speed of movement of the separating material on the sieve surface in the separation process / A.S. Serheev, V.M. Solovëv, H.N. Pavlykhyna. – M., 1971. – Т. 8, вып. 1. – S. 113-120.

6. Bazhenov Yu.Y. The impact velocity of the relative motion of seeds in their sieving in the sieve openings / Yu.Y. Bazhenov // Sb. nauch. tr. MYYSР. – М., 1975. – Т.Кh11, вып. 1. – Ch.1. – S. 149-155.

7. Tyshchenko L.N. On the study of the movement of grain mixture on a sieve under vibration / L.N. Tyshchenko, M.V. Pyven // Naukovyi visnyk NAU. – K., 2002. – Vyp.49. – S. 329 - 336.

8. The theory, design and calculation of agricultural machinery/ Pod red. E.S. Bosoho – 2-e yzd. – M.: Mashynostroenye, 1978 – 568 p.

9. Letoshnev M.N. Agreecultural machines. Agreecultural equipment. Theory, calculation, design and testing / M.N. Letoshnev. – 3-e yzd. – M.-L.: Selkhozghyz, 1955. – 764 p.

10. Agricultural machines. Theory and technology

calculation / Pod.red. B. H. Turbina. – L.: Mashynostroenye, 1967. – 583 p.

11. Zaidler M. Ya. Physical - mechanical properties of stone fruit crops seeds / M.Ia. Zaidler, L.Iu.Bondarenko // Sadivnytstvo. – 2005. – Vyp. 57. – S. 529-533.

12. Bondarenko L. Yu. Study the shape and size of holes to calibrate sieves seed stone fruit crops / L. Yu. Bondarenko, V.I.Tsymbal // Mechanization and electrification of agriculture/ IMESH. – Hlevakha, 2008. – Vyp. 92. – S. 176-180.

13. Pat. № 48097 Ukraina, MPK7 V07V13/04. Installation for calibration seed stone fruit crops / O. G. Karaiev, L.Iu. Bondarenko (Ukraine). – № u200908583; zaiavl. 06.08.2009; opubl. 10.03.2010, Biul. № 5.– 6p.

DEFINING THE STONE FRUIT SEEDS CONVEYING SPEED ALONG THE SIEVE OF THE CALIBRATION DEVICE

O. G. Karaiev, L.Yu. Bondarenko

Summary

The results of stone fruit seeds conveying speed researching along the sieve with round holes making swinging motion in the horizontal plane by means of eccentric have been given.

Key words: swinging motion, material conveying speed, sizing, flat sieve.

УДК 631.300

РЕЄСТРАЦІЯ ТА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ПРИ АНАЛІЗІ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ В САДІВНИЦТВІ

Караєв О.Г., к.т.н., доц., чл.-кор. МААО
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. +3806192422436

Анотація. Наведено класифікацію основних шкал вимірів, їх аналіз і застосування до процесів реєстрації та обробки технологічної інформації щодо витрачання ресурсів при виробництві плодів у зрошуваному садівництві, а також визначено способи семантичного переходу від інформаційно-пізнавальної мови технологічної системи до мови виробничої.

Ключові слова: шкали вимірів, технологічна інформація, класифікація шкал, виробництво плодів, зрошуване садівництво, енергоємність ресурсів, оцінювання роботи машин.

Постановка проблеми. Першим етапом при проектуванні механізованих технологічних систем в садівництві є отримання і реєстрація знань (інформації) про системи, обробка інформації та її аналіз. Визначальними тут є поняття виміру і шкал вимірів [1,2]. Недооцінка значимості шкал вимірів може привести або до втрати корисної інформації, або до попадання в аналізовану модель фіктивної інформації. Оскільки механізовані технологічні системи є складовою економічних систем, у яких, як відомо, відсутній надійний вимірник витрат і результатів їх функціонування, то при прийнятті економічних рішень виникає потреба враховувати показники, які не виражені у грошовому виді. Одним з таких вимірників є енергетичний еквівалент ресурсів [5], з використанням якого нами запропоновано метод енергетичного аналізу технологічних процесів у садівництві, який наведено в роботі [3]. Для поліпшення даного методу доцільно його доповнити системою шкал, що адекватно відображають їх кількісну визначеність.

Мета дослідження. Надати характеристику шкал вимірів та визначити їх адекватну застосовність до виміру витрат ресурсів в механізованих технологічних системах садівництва та розсадництва.

Основна частина. У загальному вигляді процес виміру являє собою гомоморфне відображення $J:W \rightarrow \{S,O\}$, де J – вимірювання, W – множина об'єктів виміру, $\{S,O\}$ – шкала вимірів, S – числова вісь, O – відображення. Структуру шкал, що дозволяє вимірювати і всебічно оцінювати механізовані технологічні системи, а також відображати множину показників

аналізованих систем при формуванні комплексів машин, можна представити класифікацію, яка наведена в табл.1.

Таблиця 1 – Класифікація і позначення шкал вимірів витрат в механізованих технологічних системах

Типи шкал	Назви шкал	Позначення
Якісні	Найменувань	H ₁
	Порядку	H ₂
	Гіперпорядку	H ₃
Кількісні	Інтервалів	H ₄
	Різницеви	H ₅
	Відношення	H ₆
	Абсолютна	H ₇

Надамо коротку характеристику шкал та їх застосовність до адекватного виміру кількісної визначеності в механізованих технологічних системах садівництва.

Група якісних шкал представлена шкалою найменувань H₁, порядку H₂ і гіперпорядку H₃, які допускають тільки логічні дії над об'єктами (находження *max* і *min*, однозначне позначення, ідентифікація, упорядкування, класифікація, об'єднання й ін.). У даних шкалах, як правило, носієм інформації є людина (експерт).

Шкала найменувань H₁. Числові виміри в даній шкалі дозволяють установлювати відношення еквівалентності (рівності) між об'єктами, об'єднаних в одну категорію (визначеної якості), тобто несуть інформацію про належність об'єкта до відповідного класу. В цій шкалі відображають види ресурсів, витрати яких плануються до аналізу.

Шкала порядку H₂. Числові виміри в даній шкалі дозволяють упорядкувати об'єкти виміру відносно один одного. Шкала дозволяє знаходити найбільший і найменший об'єкт по вимірюваній властивості, медіану упорядкованого ряду спостережень, як середню величину вимірюваної властивості. У шкалі порядку можуть бути відображені упорядковані інтервали витрат ресурсів на виконання технологічних операцій і рангові ряди коефіцієнтів вагомості ресурсів та процесів виробництва продукції при їхньому визначенні експертним методом

[4] у функціонально-енергетичному аналізі [3]. Шкала не має точки відліку й одиниці виміру, тобто вимір розриву між об'єктами в шкалі порядку не мають фізичного змісту.

Шкала гіперпорядку H_3 . Числові виміри в даній шкалі дозволяють упорядкувати інтервали (відстані) між об'єктами, а також знаходити найближчий і найбільш віддалений об'єкт стосовно даного об'єкта, середню величину вимірюваної властивості (медіана ряду). У наших дослідженнях [3] властивості даної шкали дозволяють відновити чотиримісне відношення виду $J(R_1) - J(Z_1) > J(R_2) - J(Z_2) \dots$, де R_i – ресурс, який витрачається, Z_i – значимість ресурсу.

Група кількісних шкал представлена шкалами інтервалів (H_4), різницевою (H_5), відносин (H_6) й абсолютною (H_7). З вимірами в даних шкалах допускається робити не тільки логічні, але й арифметичні/алгебраїчні перетворення.

Шкала інтервалів H_4 . Числові виміри в даній шкалі дозволяють кількісно визначити наявність у об'єкта визначеної якості. Алгебраїчні й арифметичні перетворення в даній шкалі описуються лінійною функцією $y_4(x) = ax + b$,

де x – числовий вимір об'єкта ($x > 0$); a – одиниця виміру; b – точка відліку ($b \in S$) і можливі тільки за умови їхнього припустимого відображення у відносну безрозмірну шкалу $[0,1]$ через операцію нормування

$$y_4(x_b) = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (1)$$

де $[x_{\max}, x_{\min}]$ – область припустимих значень числового виміру, при цьому $x_{\min} = 0$, $x_{\max} = 1$.

Обернене відображення в шкалу числового виміру можливо за допомогою виразу:

$$y_4(x) = 2x_b(x_{\max} - x^s) + 2x^s - x_{\max}, \quad (2)$$

де x^s – середня величина числового виміру ($x_{\min} + x_{\max} / 2$).

Вимір у даній шкалі сукупності витрат і значимості ресурсів у технологічних процесах енергетичним вимірником з наступним їх відображенням у відносну безрозмірну шкалу дозволяє кількісно визначити ступінь енергоємності R_i ресурсу і відповідну йому ступінь значимості Z_i , тобто кількісно ви-

значити ступінь наявності якості ресурсу безвідносно до одиниці виміру і точки відліку.

Шкала різницева Н₅. Числові виміри в даній шкалі містять інформацію про те, на яку величину один об'єкт більше/менше іншого по вимірюваній якості. Арифметичні й алгебраїчні перетворення описуються функцією зрушення: $u_5(x) = x + b$. Перетворення реалізуються зміною точки відліку (параметр b) при заданій одиниці (масштаб) виміру ($a = 1$) і можливі тільки за умови відображення у відносну шкалу $[0, (x_{\max} - x_{\min})]$, де реалізуються властивості шкали зберігати різницю $u_5(x) = x - x_{\min}$ і де $x_{\min} = 0$. Також можливе відображення у відносну шкалу $[x_{\min}, x_{\max}]$, де точкою відліку є мінімальний числовий вимір.

Властивості даної шкали дозволяють відобразити упорядковані інтервали між витратами ресурсів R_i та їхніми значимостями Z_i (шкала Н₃) у шкалу Н₅ і отримати шкалу з кількісно вираженою енергоємністю аналізованих ресурсів.

Шкала відносин Н₆. Числові виміри в даній шкалі містять інформацію про те, у скількох разів величина одного об'єкта більше/менше іншого. Довільні алгебраїчні й арифметичні перетворення над вимірами описуються функцією $u_6(x) = ax$, де $a > 0$. Точка відліку $b = 0$, а перетворення реалізуються зміною одиниці виміру параметра за умови відображення в безрозмірну шкалу

$[1, x_{\max}/x_{\min}]$, де реалізуються властивості шкали зберігати подібність: $u_6(x) = x/x_{\min}$ і де $x_{\min} = 1$.

У нашому випадку [3] дана шкала дозволяє вести мову про співвідношення (пропорції) $R_i:Z_i$ для їх значень R_i і Z_i у шкалі гіперпорядку Н₃ і відмінностей Н₅.

Абсолютна шкала Н₇. Числові виміри в даній шкалі дозволяють кількісно визначати абсолютні величини об'єкта, з якими можливі будь-які алгебраїчні й логічні перетворення: $u_7(x) = x$, де точка відліку $b = 0$ і одиниця (масштаб) виміру $a = 1$.

У даній шкалі зручно відображати абсолютні величини енергії, що характеризують витрати на технологічний процес, а також відповідні їм значимості.

Запропонований нами метод функціонально-енергетичного аналізу механізованих технологій у садівництві [3] дозволяє визначати витратно-значущу домірність витрачених ресурсів, вагомість яких визначається експертним мето-

дом. Однак для одержання більш точних результатів експертним методом необхідно застосовувати заходи для зменшення суб'єктивності методу [4], що пов'язано зі значними витратами часу і засобів. До того ж не завжди представляється можливим сформувати комісію з висококваліфікованих фахівців. Розширити можливості методу дозволяє розглянута система шкал, а підвищити його точність можливо за рахунок одержання коефіцієнтів вагомості ресурсів методом, заснованим на застосуванні фактичних вихідних даних.

За такий метод пропонується використання часткового питомого показника енергоємності R_i ресурсу, що характеризує його вагомість, МДж/га

$$Z_i = \mu_{Ri} \cdot R_i^3 / 10^2, \quad (3)$$

де μ_{Ri} – нормоване значення i -го ресурсу, % :

$$\mu_{Ri} = \frac{10^4 R_i^3}{P_9 [\sum_{i=1}^n R_i^3 \cdot 10^2 / P_9]} \quad , \quad (4)$$

де P_9 – енергія кінцевої продукції, МДж/га:

$$P_9 = U \cdot e_1 - \sum_{i=1}^n R_i \cdot e_2 \quad ,$$

де U – обсяг кінцевої продукції (плодів), кг/га;

e_1 – енергетична цінність продукції, МДж/кг;

R_i – витрата i -го ресурсу, НО/га (НО – натуральні одиниці);

R_i^3 – витрата i -го ресурсу, МДж/га;

e_2 – енергетичний еквівалент i -го ресурсу, МДж/НО;

n – кількість ресурсів.

Показник енергоємності Z_i дає можливість кількісно відобразити в шкалі абсолютів H_7 часткову значимість ресурсу R_i у формуванні енергії кінцевої продукції, що шляхом їх об'єднання ($\cup$) у шкалі гіперпорядку H_3 дозволяє відновити чотиримісне відношення виду:

$$J(R_6^3 - Z_6) - J(R_5^3 - Z_5) \geq J(R_5^3 - Z_5) - J(R_4^3 - Z_4) \geq J(R_4^3 - Z_4) \geq J(R_4^3 - Z_4) - J(R_3^3 - Z_3) \geq J(R_3^3 - Z_3) - J(R_2^3 - Z_2) \geq J(R_2^3 - Z_2) - J(R_1^3 - Z_1),$$

тобто упорядкувати інтервали між енергією витраченого R_i – ресурсу й енергією його технологічної значимості Z_i , що, у свою чергу, відкриває можливість представлення R_i і Z_i у групі кількісних шкал, що допускають комбінації теоретико-множинних операцій об'єднання і перетинання ($\cup, \cap$), а значить і їх логічних (max, min) і арифметичних (Σ, Π) аналогів. Організовані в такий спосіб шкали H_2, H_7 через (3), (4) і H_3 допускають взаємно однозначне відображення числових характеристик витрачених ресурсів у безрозмірну шкалу $[0,1]$ та інтервалів H_4 через (1), що характеризує ступінь належності R_i ресурсу у формуванні енергії кінцевої продукції P_3 .

Приклад застосування розглянутих шкал. Застосування розглянутих шкал вимірів наведемо на прикладі аналізу ресурсів, необхідних для закладання й догляду за інтенсивним яблуневим садом в дослідному господарстві «Мелітопольське» (сорт – Голден Рейндерс на підщепі М9, середня врожайність – 27272 кг/га, система утримання ґрунту - чорний пар, зрошення краплинне з удобрювальними поливами). Розрахунок повної енергоємності технології проведено відповідно до ДСТУ [5] за виробничими технологічними картами, а енергетичні еквіваленти для розрахунків затрат енергії прийняті згідно з [6,7] і наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахунок повної енергоємності основних видів ресурсів, витрачених на 1 га закладки і догляду за яблуневим садом, та енергії, отриманої з урожаєм

Вид і позначка R_i ресурсу		Одиниця виміру R_i ресурсу, НО	Витрати R_i ресурсу, НО/га	Повна енергоємність ресурсу e_{i2} , МДж/НО	Повна енергоємність продукції R_i^3 , МДж/га
Праця	R_6	люд-год	1839,9	1,3	2392
Техніка	R_5	год	47,5	65,6	3119

Продовження табл. 2

Паливо	R_4	л	226	47,6	10759
Пестициди (інсектициди, фунгіциди)	R_3	кг	13,4	257,5	3447
Добриво (гній)	R_2	кг	0,49	20000	9815
Матеріали (у тому числі вода)	R_1	—	—	—	18747
Усього	ΣR_i	—	—	—	48279
Плоди (яблука)	R_p	кг	27272 (U)	2,2 (e_1)	60000 ($U \cdot e_1$)

На підставі даних, наведених у таблиці 2, що представлені агрегованими показниками витрат ресурсів, отриманих шляхом розподілу їх істотних ознак за однорідними угрупованнями, а також на підставі викладеної системи шкал, сформовано комбінаційну таблицю 3, що представляє собою логічну структуру організації й аналізу витрат ресурсів. Для наочності дана логічна структура аналізу може бути представлена графічно.

Таблиця 3 – Послідовність відображення в системі шкал даних повної енергоємності витрат ресурсів тех-нологічного процесу виробництва яблук (згідно з табл.2)

Шкали виміру											
Найменування Н	Порядку Н _i	Абсолютні Н		Абсолютні Н, значущості Z		Порядку Н _i значущості Z	Порядку Н _i значущості H (K) з H (Z) _i	Інтервальні Н _i , H _i (R, Z) → H _i → [0,1], значення (1)		Різницеві Н _i , значення (2), МДРета	Відношення Н _i
		Табл. 1, МДРета	Значення (4) μ _{ij} , %	Значення (3) Z', МДРета	R ¹			Z ¹			
									$X = (R' - Z') \cdot \frac{R^2}{Z^2} + 0,00650077$		
Матеріали	R	18747	38,8	6998	Z	R - Z	1	0,3691812	-11749	2,6	
Паливо	R	10759	22,2	2278	Z	R - Z	0,571114	0,1157383	8481	4,67	
Добриво	R	9815	20,3	1871	Z	R - Z	0,5204295	0,093906	7944	5,24	
Пестициди	R	3447	7,14	246	Z	R - Z	0,1785234	0,0066577	3201	14,0	
Техніка	R	3119	5,6	206	Z	R - Z	0,1609127	0,00451	2913	15,1	
Праця	R	2392	5	122	Z	R - Z	0,121879	0,00650077	2270	19,6	
Коротка характеристика результатів вимірів	Упорядкований ряд ресурсів, що аналізується	Питома енергоємність R-го ресурсу	Нормовані значення частки ресурсу у формуванні енергії P ₃	Частка питомої енергоємності R-ресурсу в енергії P ₃	Упорядкований ряд значущості ресурсів	Упорядкований інтервально-значущий ряд значущості R-ресурсу його питомої значущості Z	Степінь належності R-го ресурсу до енергії P ₃		Питома енергоємність R-го ресурсу	У скільки разів енергоємність R-го ресурсу перевищує його частку в енергії P ₃	

Висновки. Наведений аналіз системи шкал і їхня адаптація до проблем виміру, реєстрації й обробки знань у технологічних системах садівництва дозволяє на дослідницькому етапі з достатньою точністю (для рівня технологічних систем) надати різнобічну кількісну енергетичну оцінку механізованим технологіям, що характеризує їх ресурсоощадність та ресурсоємність, а також забезпечує семантичний перехід від інформаційно-пізнавальної мови технологічної системи до мови виробничої, а саме до задач інвестиційного проектування механізованих технологічних систем в садівництві та розсадництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Супес П., Зинес Дж. Общая теория измерений// Психологические измерения.-М.: Мир, 1967.-С.9-110.
2. Орлов А.И. Прикладная теория измерений// Прикладной многомерный статистический анализ.-М.: Наука,1978.- С.68-138.
3. Караев А.И. Метод системного анализа механизированных технологий в орошаемом садоводстве // Техніка АПК.-2000.-№2.-С.6-8.
4. Гличев А.В. и др. Определение коэффициентов весо-мости// Прикладные вопросы квалитетрии.-М.: Издательство стандартов, 1983.-С.51-59.
5. ДСТУ 3682-98 (30583-98). Енергозбереження. Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг.-К.: Держстандарт України, 1998.-11с.
6. Бондаренко С.Г. Методические и энергетические проблемы виноградарства.- Кишинев, 1999,-269с.
7. Жученко А.А. и др. Энергетический анализ в сельском хозяйстве.- Кишинев: Штиинца, 1983.-80с.

BIBLIOGRAPHY

1. Supes P., Zynes Dzh. The general theory of measurement // Psychological Measurement.-М.: Myr, 1967.-S.9-110.
2. Orlov A.Y. Applied theory of measurements // Applied multivariate statistical analysis.-М.: Nauka,1978.- S.68-138.
3. Karaev A.Y. System Analysis Method of mechanized technology in irrigated horticulture // APK Tehnika.-2000.-№2.-S.6-8.
4. Hlychev A.V. y dr. Determination of weighting coefficients // Applied kvalimetrii. M .: Publisher standards, 1983.-S.51-59.

5. DSTU 3682-98 (30583-98). Energy saving. Method of determining the full Energoatom-ness of products, works and posluh.-K .: State Standard of Ukraine, 1998.-11p.

6. Bondarenko S.H. Methodical and energy problems of viticulture.- Kyshynev, 1999,-269p.

7. Zhuchenko A.A. y dr. Energy analysis in agriculture.- Kyshynev: Shtyyntsa, 1983.-80p.

INFORMATION RECORDING AND PROCESSING UNDER TECHNOLOGICAL HORTICULTURE SYSTEMS ANALYSIS

O.G. Karaiev

Summary

The classification of major measurements scales, their analysis and adaptation to the processes of information registration and processing of technological expenses and resources importance for fruit production in horticulture has been given as well as the necessity has been substantiated and semantic transition means from informational and cognitive language of technological system to production system language.

Key words: scales of measurement, technological information, scales classification, fruit production, irrigated horticulture, resource consumption.

УДК 631.362.23

УДОСКОНАЛЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХ- НІЧНОГО СЕРВІСУ В МЕЛІТОПОЛЬСЬКОМУ РЕГІОНІ

Дідур В.А., д.т.н., проф., акад. МААО

Сорваніді Ю.Г., к.т.н., доц.

Новік О.Ю. інж

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619422074

e-mail: tsapk@tsatu.edu.ua

Анотація. Досвід роботи з підтримки техніки в працездатному стані показує, що раціональна організація цієї роботи дозволяє скоротити простій машин на 20-30%, витрати запасні частини на 25-30%, скоротити витрати ГСМ на 10%.

Роль технічного сервісу підтримувати технічні об'єкти в працездатному стані весь період її експлуатації та мінімізувати кошти на покупку й експлуатацію, оскільки це впливає на собівартість продукції.

Щоб визначити, які з цих послуг мають найбільший попит у сільськогосподарського виробника була проведена експертна оцінка необхідності в цих послугах.

Технічне обслуговування і ремонт техніки в господарствах різних груп характеризується достатньо складним сплетінням використання технічного сервісу з самообслуговуванням для досягнення мінімуму витрат на підтримку техніки в працездатному стані.

Практично всі види ТО техніки господарства здійснюють самостійно. Створення пересувної лабораторії для експрес аналізу стану робочих масел з метою більш повного використання їх ресурсу.

Ключові слова: технічний сервіс, працездатний стан, номенклатура послуг, технічне обслуговування і ремонт техніки, експертна оцінка.

Постановка проблеми. Комплексного технічного сервісу в Україні ні, його необхідно створювати. Технічного сервісу характеризується значним різноманіттям його організаційних форм і методів. Проте в основі цього різноманіття перебуває ряд загальних принципів, які зложилися в практиці організації технічного сервісу. Треба визначити, які з послуг мають найбільший попит у сільськогосподарського виробника

Метою дослідження є удосконалювання розвитку технічного сервісу в мелітопольському регіоні.

Основна частина. У Мелітопольський регіон умовно включили Мелітопольський, Приазовський, Якимівський і Веселівський райони. Наявність техніки й земельна площі господарств представлені тільки по Мелітопольському району. За-

гальна площа земель Мелітопольського району складає 90587,7 га. В тому числі :

89243,9 га - с.-г. угіддя;

1075,5 га - сіножаті;

81817,6 га - рілля;

3922,8 га - пасовища;

2429,6 га - багаторічні

544,3 га - ліси.

насадження;

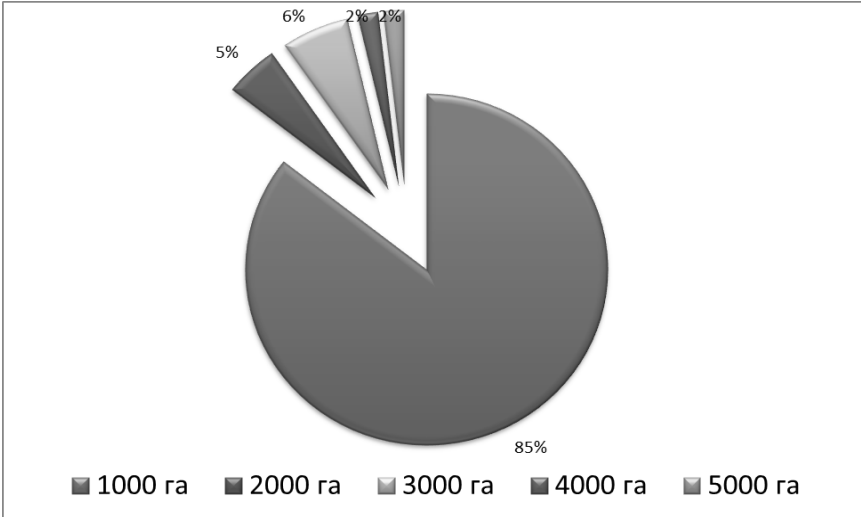


Рисунок 1 - Кількість господарств за площею сільсько-господарських угідь, шт

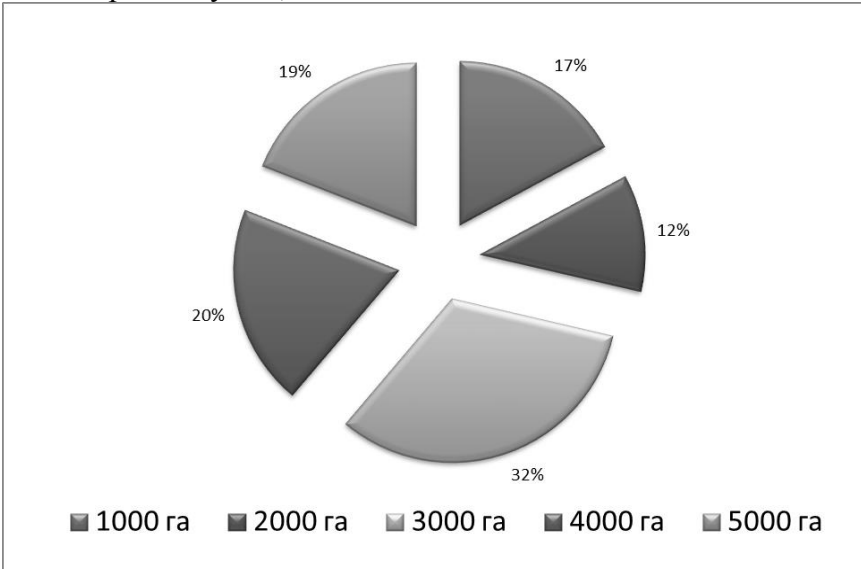


Рисунок 2 - Кількість тракторів в цих господарствах

Роль технічного сервісу підтримувати технічні об'єкти в працездатному стані весь період її експлуатації та мінімізувати кошти на покупку й експлуатацію, оскільки це впливає на собівартість продукції.

Таблиця 1 – Кількість техніки в господарствах за площею сільськогосподарських угідь

Кількість	Усього	До 1000га	До 2000га	До 3000га	До 4000га	До 5000га
Господарств	166	142	8	10	3	3
Тракторів	363	62	42	118	72	69
Комбайнів	73	12	12	21	21	7

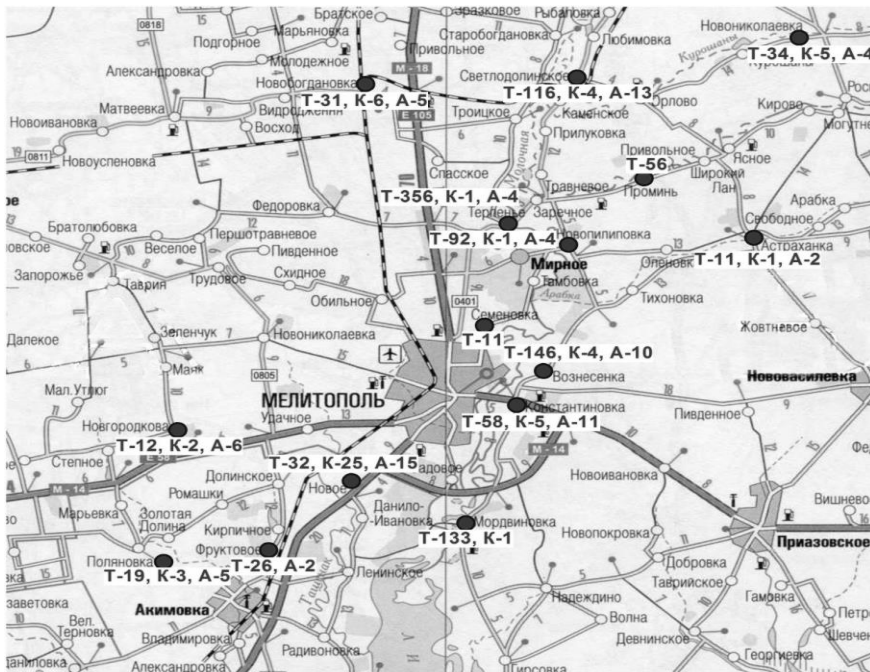


Рисунок 3 - Техніка за географічним розташуванням по сільрадам

Досвід роботи з підтримки техніки в працездатному стані показує, що раціональна організація цієї роботи дозволяє скоротити простій машин на 20-30%, витрати запасні частини на 25-30%, скоротити витрати ГСМ на 10%.



Рисунок 4 – Номенклатура послуг технічного сервісу

В інженерній діяльності часто потрібно здійснювати ранжування напрямків виробничої діяльності за їх значущістю. З численних методів упорядкування множин найбільш придатними для встановлення пріоритетів у інженерії є експертні методи попарного порівняння.

Технічний сервіс машин на стадії експлуатації включає послуги:

1. Організація й виконання ремонту машин у гарантійний і після гарантійний періоди експлуатації;
2. Зберігання машин;
3. Відновлення деталей;
4. Утилізація машин;
5. Доставка машин у ремонт і з ремонту;
6. Організація використання машин у споживача;
7. Навчання персоналу споживача правилам експлуатації машин;
8. Забезпечення споживачів нормативно-технічною документацією й ремонтно-технологічним устаткуванням;
9. ТО.

Щоб визначити, які з цих послуг мають найбільший попит у сільськогосподарського виробника була проведена експертна оцінка необхідності в цих послугах. П'ять експертів оцінили значущість кожної з послуг в відсотках. Результати наведені в табл. 2

Таблиця 2 - Анкета опитування фахівців по визначенню значущості послуг технічного сервісу.

Послуги технічного сервісу	Позначення	Фахівці					Сума відсотків	Середній відсоток
		1	2	3	4	5		
Ремонт	X ₁	40	30	34	46	45	195	21,7
Зберігання машин	X ₂	3	8	10	4	6	31	3,4
Відновлення деталей	X ₃	30	40	35	29	27	161	17,9
Утилізація машин	X ₄	3	3	2	1	1	10	1,1
Доставка машин у ремонт і з ремонту	X ₅	1	2	5	3	6	17	1,9
Організація використання машин у споживача	X ₆	3	4	3	2	6	18	2,0
Навчання персоналу споживача правилам експлуатації машин	X ₇	5	4	3	5	3	20	2,2
Забезпечення споживачів нормативно-технічною документацією й ремонтно-технологічним устаткуванням	X ₈	5	5	3	4	4	21	2,3
ТО	X ₉	10	4	5	6	2	27	3,0
Разом		100	100	100	100	100	500	100

Графічно результати опитування фахівців показані на діаграмі (рис. 5).

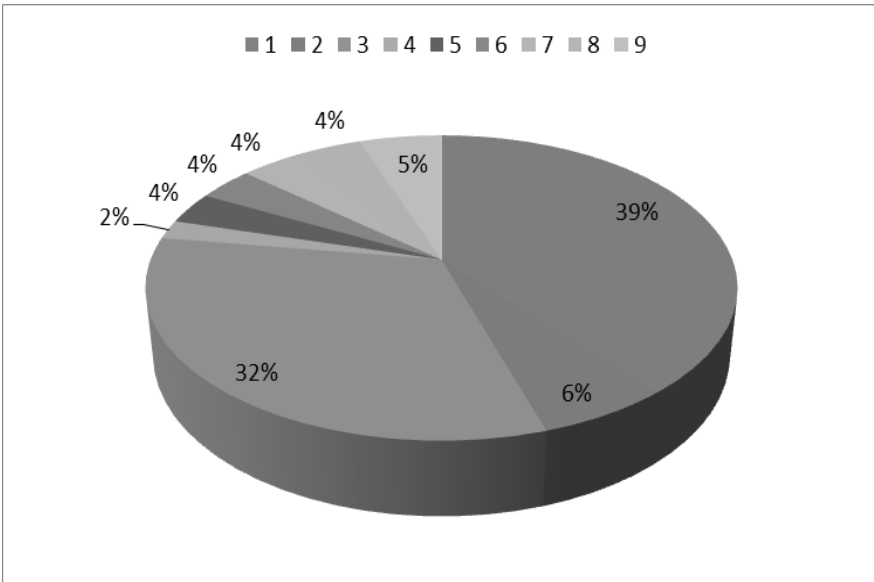


Рисунок 5 – Розподіл значущості послуг технічного сервісу

Встановлення пріоритетів на основі незалежних експертних оцінок є суб'єктивним, зумовленим неадекватною оцінкою ситуації, вольовими чинниками, упередженістю та особистими інтересами.

Для отримання об'єктивних результатів використаємо метод попарного порівняння. Цей метод дає можливість здійснити не лише ранжування критеріїв, але й встановити числові значення коефіцієнтів їх значущості.

Достатню точність оцінок забезпечує встановлення пріоритетів за шкалою коефіцієнтів:

$$k_{ij} = 1,5 \Rightarrow a_i \succ a_j; k_{ij} = 1,0 \Rightarrow a_i \approx a_j; k_{ij} = 0,5 \Rightarrow a_i \prec a_j; \quad (1)$$

При попарному порівнянні будується матриця, в якій на перетині рядка і стовпчика проставляють коефіцієнти переваг k_{ij} елемента і-го рядка (a_i) у порівнянні з елементом j-го стовпчика (a_j). Параметр P_i визначається як сума добутків кожного елемента і-го рядка на елементи вектор-стовпчика $\sum k_{ij}$,

Ф-я	Коефіцієнт переваг										ΣК	Р	Л	Ранг
		21,7	3,4	17,9	1,1	1,9	2,0	2,2	2,3	3,0				
X ₁	21,7	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	13	115	0,17	1
X ₂	3,4	0,5	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	11	91	0,14	3
X ₃	17,9	0,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	12	102	0,15	2
X ₄	1,1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	43	0,06	9
X ₅	1,9	0,5	0,5	0,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	6	48	0,07	8
X ₆	2,0	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	7	55	0,08	7
X ₇	2,2	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1	0,5	0,5	8	62	0,09	6
X ₈	2,3	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0,5	9	71	0,11	5
X ₉	3,0	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	10	80	0,12	4

Для наочності зображення результатів будемо діаграму рангів значущості послуг технічного сервісу для сільськогосподарського робітника.

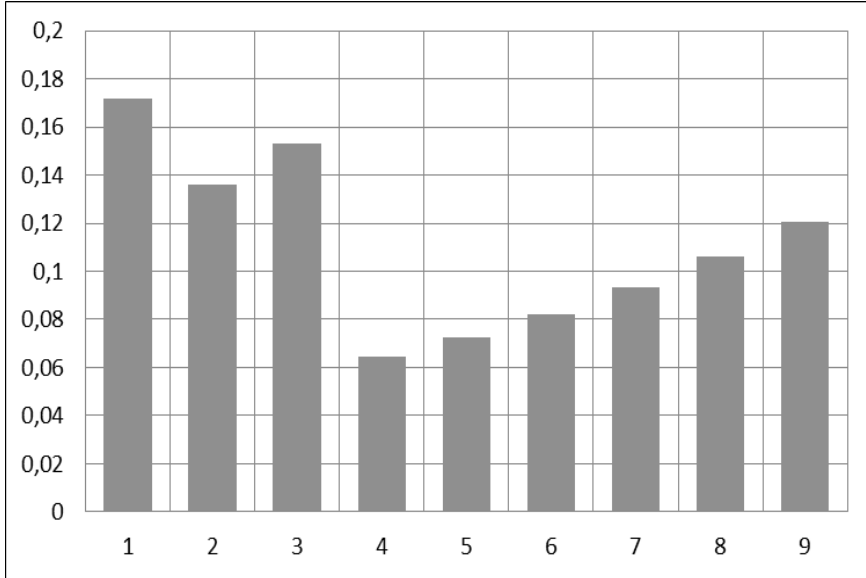


Рисунок 6 – Діаграма значущості послуг технічного сервісу

Таблиця 4 - Встановлення пріоритетів

Послуги ТС	Ф-ція	Л	Ранг
Ремонт	X1	0,17	1
Відновлення деталей	X3	0,15	2
Зберігання машин	X2	0,13	3
ТО	X9	0,12	4
Забезпечення споживачів НТД й ремонтно-технологічним устаткуванням	X8	0,11	5
Навчання правилам експлуатації машин	X7	0,09	6
Організація використання машин у споживача	X6	0,08	7
Доставка машин у ремонт і з ремонту	X5	0,07	8
Утилізація машин	X4	0,06	9

Стан ТС у регіоні. В Мелітополі і районі працює багато (до 90) підприємств різних форм власності. Вони займаються виробництвом деталей, вузлів та агрегатів до різних моделей тракторів, виробляють деталі та вузли до різних с.-г. машин; ремонт і ТО машин та тракторів с.-г. призначення (сервісні).

На ТОВ Укрсельхозмаш створена й функціонує служба гарантійного обслуговування по всіх виробниках техніки. «БЕЛОЦЕРКОВМАЗ» «Херсонский машиностроительный завод» та інш. Окремою групою виступають торгові підприємства (дилери), які займаються продажем готової (тобто повнокомплектної) продукції та запасних частин до тракторів, сівалок, культиваторів тощо.

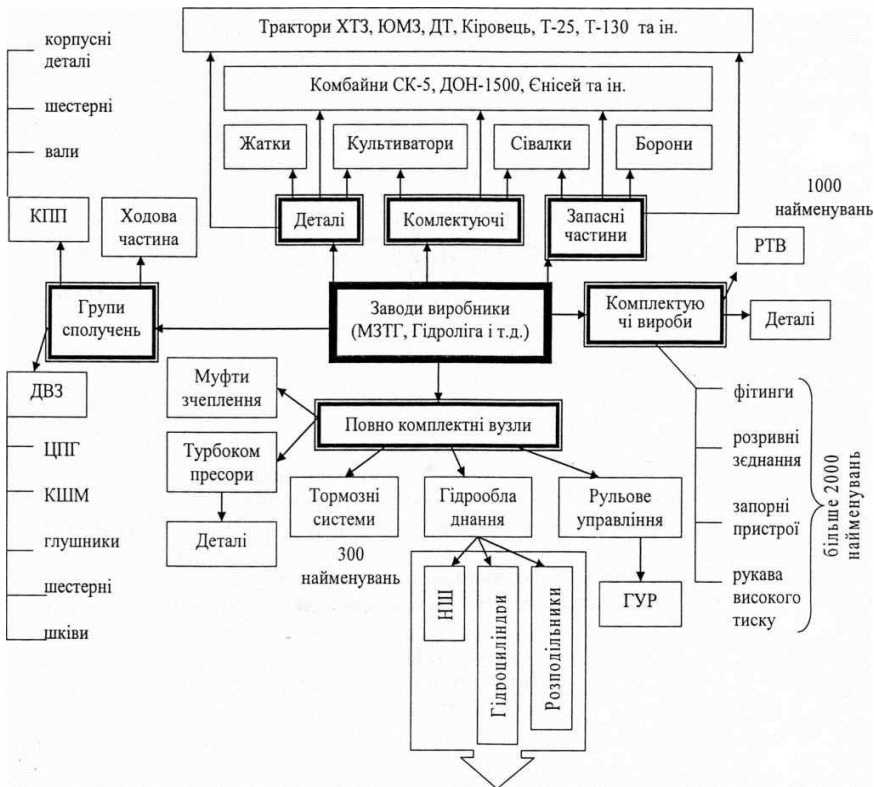


Рисунок 7 - Спеціалізація підприємств м. Мелітополя та району

Технічне обслуговування і ремонт техніки в господарствах різних груп характеризується достатньо складним сплетінням використання техсервісу з самообслуговуванням для досягнення мінімуму витрат на підтримку техніки в працездатному стані. Найбільш розповсюдженим методом ремонту техніки після гарантії у господарств - агрегатний. Відремонтовані вузли чи нові купують у сервісних підприємств, а дефектні здають за залишковою вартістю. Практично всі види ТО техніки господарства здійснюють самостійно.

Висновок. Таким чином на підставі виконаних досліджень можливо сформулювати слідуючі напрямки розвитку технічного сервісу в Мелітопольському районі:

- здійснити детальний аналіз потреб послуг ТС;
- вивчити досвід ремонту й лізингу відновленої техніки;
- освоїти перспективні ТП ремонту: балансування, відновлення швидкозношуваних деталей(робочих органів), шліфування, розточення й тд., застосування полімерів, напилування;
- вивчити питання з утилізації миючих розчинів при постановці на зберігання техніки працюючої з отрутохімікатами; утилізації техніки; створення ТОП на базі утилізаційних майданчиків.
- створити пересувну лабораторію для експрес аналізу стану робочих масел з метою більш повного використання їх ресурсу; устаткування мобільних діагностичних транспортних засобів, що дозволяють проводити складні види ТО.
- вивчити можливість використання комплектів комп'ютерних додатків для діагностики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз технологічний систем і обґрунтування рішень. Практикум: навч. посіб./ Нагірний Ю.П., Бендера І.М., Вольвак С.Ф., Грубий В.П., Бахарєв Д.М.- Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013.-240 с.
2. Нагірний Ю.П. Аналіз технологічний систем і обґрунтування рішень/ Ю.П. Нагірний, І.М. Бендера, С.Ф. Вольвак//За ред. Ю.П. Нагірного. - Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013.-264 с.
3. Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса /В.Я. Лимарев и др. – М.: Известия, 2004.- 624 с.

4. Варнаков В.В. Организация и технология технического сервиса машин/ В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов– М.: Колос, 2007. – 277с.

5. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 2001.- 168 с.

6. М.В. Молодик. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві. Кіровоград: КОД,2009.-180 с.

7.Конкин Ю.А. Экономика ремонта сельскохозяйственной техники. М.: Агропромиздат, 1990 – 366 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Analysis of technological systems and inform decisions. Praktykum: navch. posib./ Nahirnyi Yu.P., Bendera I.M., Volvak S.F., Hrubyi V.P., Bakhariev D.M.- Kamianets-Podilskyi: FOP Sysyn O.V., 2013.-240 p.

2. Nahirnyi Yu.P. Analysis of technological systems and inform decisions / Yu.P. Nahirnyi, I.M. Bendera, S.F. Vol-vak//Za red. Yu.P. Nahirmoho. - Kamianets-Podilskyi: FOP Sysyn O.V., 2013.-264 p.

3. Logistical support of agroindustrial complex /V.Ia. Lymarev y dr. – М.: Yzvestiya, 2004.- 624 p.

4. Varnakov V.V. Organization and technology of technical service machines/ V.V. Varnakov, V.V. Streltsov, V.N. Popov– М.: Kolos, 2007. – 277p.

5. Technical servicing of machines and repair of agricultural system. – М.: HOSNYTY, 2001.- 168 p.

6. M.V. Molodyk. Scientific bases of maintenance and repair of machines in agriculture. Kirovohrad: KOD,2009.-180 p.

7.Konkyn Yu.A. Economy repair of agricultural machinery. М.: Ahropromyzdat, 1990 – 366 p.

IMPROVEMENT AND PROSPECTIVE OF MAINTENANCE DEVELOPMENT IN MELITOPOL REGION

V.A. Didur, Yu.G.Sorvanidi, O.Yu. Novik

Summary

Experience of agricultural machines maintenance shows that rational organization of this work allows to reduce downtime

of these machines on 20-30%, expenses on spare and ware parts on 25-30%, fuel costs on 10%. The role of maintenance is to keep technical objects in working conditions during the whole period of their exploitation and minimize costs on buying and operation. In order to determine the services that are mostly demanded by agricultural producers we carried out expert evaluation of the necessity of such services.

Technical maintenance and machines repair in households of different groups is characterized by a pretty complex plexus of using technical services and self-services in order to keep agricultural machines in a good working condition.

The most widely spread method of agricultural machines repair after the expiry of guarantee period is the aggregate one. Repaired or new parts are bought from the service companies, and defective ones are sold by the residual value.

Key words: maintenance, working condition, range of services, technical inspection, equipment repair, expert evaluation.

УДК 631.3.004.67

КАПИТАЛЬНЫЙ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТЫ МАШИН В СИСТЕМЕ ТЕХСЕРВИСА АПК

Серый И.С., к.т.н., проф. *

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь Украина

Тел. +380619422074

e-mail: tsapk@tsatu.edu.ua

Аннотация. Раскрываются особенности текущего и капитального ремонта машин и доказывается необходимость капитального ремонта машин и агрегатов, как важного пути экономии живого овеществленного труда и ресурсосбережения.

Публікується по рекомендації: чл.-кор НААНУ, д.т.н., проф.
Кушнарєва А.С.

Ключевые слова: работоспособность, безотказность, фактор времени, долговечность, остаточный ресурс, восстановление деталей, ресурсосбережение.

Постановка проблемы. Принято считать, что деление ремонтов на текущий и капитальный достаточно условно.

При плановой экономике в период до 1990 года разница была закреплена финансово. Расходы на текущий ремонт относились к статье «содержание техники», а расходы на капитальный ремонт оплачивались по статье «реновация и приобретение техники». Однако, на практике это различие было зачастую формальным.

Цель исследования. На заводах, производящих ремонт дизельных тракторных двигателей на вопрос «какой ремонт вы производите?» ответ всегда был один: «мы производим промышленный ремонт, то есть производим разборку, дефектацию, замену изношенных деталей, сборку и испытание. А по какой статье будет оплачиваться ремонт нас не интересует».

В условиях рыночной экономики, когда на содержание и ремонт техники планируют 10% от ее стоимости ежегодно, владельца техники тем более не интересует как называется ремонт. Ему важно получить отремонтированную технику с гарантированным сроком надежной работы.

Предпочтение отдается текущему ремонту в хозяйствах с последовательной заменой агрегатов, узлов и деталей, которые исчерпали свой ресурс на новые или заранее отремонтированные [6]. При этом умалчивается и какому ремонту подвергались заменяемые агрегаты, узлы и детали.

Основная часть. В чем же разница текущего и капитального ремонта, если и в одном и в другом случае производится полная разборка машины или агрегата? Чтобы дать точное определение содержания текущего и капитального ремонта, надо четко сформулировать их цели и задачи.

Целью текущего ремонта является восстановление работоспособности и безотказности работы машины или агрегата путем быстрой замены неисправных деталей или агрегатов. Очень важным при этом является факт времени. Выход из строя техники не позволяет выполнять сельскохозяйственные

работы в оптимальные агротехнические сроки, что приводит к потере урожая. Поэтому определение текущего ремонта можно сформулировать так:

«Текущий ремонт это устранение неисправностей, поддержка работоспособности и безотказности машины путем замены неисправных деталей, соединений или агрегатов с учетом фактора времени».

Цель капитального ремонта – восстановление работоспособности машины с обеспечением долговечности и с максимальным использованием остаточного ресурса работавших и вновь поставленных деталей.

У поступающих на капитальный ремонт тракторов заменяется деталей составляющих лишь 15% массы машины [3]. Поэтому использование остаточного ресурса деталей составляющих 85% массы машины является чрезвычайно важным с точки зрения экономии живого и овеществленного труда, а также ресурсосбережения.

Одно из последних определений капитального ремонта машин [2] такое: «Ремонт, выполняемый для восстановления и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые». Главное, что в этом определении есть ключевые слова, характеризующие капитальный ремонт и отличающие его от текущих ремонтов. Это «восстановление» и «базовые детали».

При работе машины в первую очередь изнашиваются активные детали, которые входят в кинематическую цепь, передающую энергию от двигателя к рабочим органам. Но также изнашиваются или деформируются и неподвижные в процессе работы детали, которые поддерживают и направляют движение активных деталей.

Работоспособность и эффективность работы машины зависят от сохранения посадок, установленных конструкторами при изготовлении машины. Величина зазоров и натягов в соединениях должна быть строго определенных размеров. При ремонте разными методами восстанавливаются эти посадки. Восстановления посадок для несложных деталей, таких как втулки, вкладыши и т.п. достаточно.

Когда же необходимо восстанавливать базовые, более сложные по конструкции детали, то восстановления только посадок недостаточно, потому что базовые детали определяют положение осей и поверхностей деталей, которые входят с ними в контакт. А от этого положения в решающей степени зависят темпы изнашивания, а, следовательно, и ресурс деталей сопрягаемых с базовыми.

При восстановлении базовых деталей необходимо не только обеспечить точность размеров, но и форму и расположение поверхностей, сопрягаемых с другими деталями, обеспечивающими их надежную и долговечную работу.

Особо важное значение имеет дефектиция базовых деталей, при которой необходимо определять все изменения размеров, формы и расположение поверхностей, влияющих на надежность и долговечность дальнейшей работы самой базовой детали и всех сопрягаемых с ней деталей.

Исследованиями [4] установлено, что смещение шатунной шейки коленчатого вала относительно оси цилиндра более чем на 0,5 мм вызывает значительное ускорение износа деталей цилиндро-поршневой группы и в первую очередь гильз цилиндра.

Если при ремонте коробки перемены передач заменить все изношенные детали, но не восстановить базовую деталь корпус коробки, ресурс такой КПП составит от 20% до 45% от новой [5]. Это объясняется тем, что из-за разнонаправленного износа посадочных мест под подшипники качения образуется непараллельность и перекос первичного и вторичного вала.

Исходя из этого при разработке технологического процесса восстановления базовых деталей необходим анализ всех размерных связей (пространственных размерных цепей), определяющих надежность и долговечность работы агрегата и машины в целом.

При дефектации базовых деталей особо важное внимание необходимо уделять скрытым, не ярко выраженным изменениям размеров и формы, влияющих на долговечность работы деталей, входящих в кинематические связи с базовыми. Например, незначительный на первый взгляд износ посадочных мест подшипников качения, скручивание шатунов, ко-

ленчатых валов, деформация опорной поверхности головки блока.

Без восстановления размерных цепей, определяющих кинематические связи, долговечность работы механизма значительно снижается, хотя его работоспособность может сохраняться.

Таким образом, можно прийти к выводу, что восстановление базовых деталей является абсолютно необходимым при капитальном ремонте машин и их агрегатов.

Без восстановления поверхностей базовых деталей ремонт не может быть назван капитальным, это текущий ремонт разной степени сложности.

Можно ли обойтись без капитального ремонта? Практика показывает, что можно. Но при этом количество расходуемых запасных частей, количество ремонтов и, соответственно, затраты на содержание техники возрастают от 2 до 5 раз.

Но старая крестьянская психология сохранилась: лучше я заплачу 5 рублей 20 раз, чем один раз 20 рублей. Именно поэтому в сельском хозяйстве наблюдается постоянный дефицит запасных частей.

В условиях рыночной экономики дефицита нет, но запасные части продаются втридорога. Бесконечные текущие ремонты сродни «ямочному ремонту дорог»: деньги вкладываются громадные, а состояние дорог ужасное.

Глобальное требование к любой технологии – это ресурсосбережение.

Капитальный ремонт, включающий полное восстановление базовых деталей является наиболее эффективным путем экономии живого овеществленного труда и ресурсосбережения. Но использовать эти преимущества в полной мере возможно лишь при условии, что требования ремонтнопригодности будут соблюдаться при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте машины.

Ремонтнопригодность требует от конструкции деталей, особенно базовых, наличие измерительных баз для дефектации. Причем, за измерительную базу могут быть использованы только поверхности не изнашиваемые в процессе эксплуатации. Без этого восстановление размерных цепей, определяющих надежность и долговечность, становится невозможным.

В принципе, правильно сконструированная машина производственного назначения должна работать без списания в утиль до морального износа или по причине усталости материала.

Замена машины может производиться только на более производительную, более экономичную, более эргономичную. Замена машины и списание ее в утиль для приобретения такой же новой, это неоправданная растрата человеческого труда и природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серий І.С. Енергозбереження – найактуальніша задача сучасного сільськогосподарського виробництва.
2. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 2001.
3. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. – М.: Колос, 2004. – 253 с.
4. Серый И.С. Влияние осевых смещений коленчатого вала на износ цилиндров тракторного двигателя. Сборник «Научные записки записки МИМСХ. Выпуск Ш. Мелитополь, 1959 – 8с.
5. Серый И.С. Проблемы ресурсосбережения при ремонте сельскохозяйственной техники в Украине. Вісник Українського відділення Міжнародної академії агроосвіти. Випуск 1. Запоріжжя, 2013.
6. Черноиванов В.И. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ, 2002. – 772с.

BIBLIOGRAPHY

1. Seryi I.S. Energy conservation - the most topical task of modern agriculture.
2. Technical servicing of machines and repair of agricultural system. – М.: GOSNITI, 2001.
3. Varnakov V.V. Technical service machines for agricultural purposes. – М.: Kolos, 2004. – 253 p.
4. Seryiy I.S. Influence of axial displacement of the crankshaft wear tsilind-ing of the tractor engine. The collection "Scientific Notes MIMSKH note. Issue Sh Melitopol, 1959 – 8p.

5. Seryi I.S. Resource problems in the repair of agricultural machinery in Ukraine. Bulletin of the Ukrainian branch of the International Academy of agricultural education. Volume 1. Zaporozhye, 2013.

6. Chernoiivanov V.I. Resource with the technical operation of agricultural machinery / V.I. Chernoiivanov. – M.: GOSNITI, 2002. – 772s.

OVERHAUL AND MAINTENANCE OF MACHINERY IN TECHNICAL SERVICE OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

I.S. Seryi

Summary

The article reveals specifics of the overhaul and maintenance of agricultural machines. The author proves the necessity of machines and aggregates overhaul as an important way for saving live materialized labor and resources.

Key words: operability, infallibility, time factor, durability, residual life, reconditioning of parts, conservation of resources.

ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

УДК 635.649.8.037.53

ДИНАМИКА ВИТАМИНА С В ПЕРЦЕ СЛАДКОМ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ХРАНЕННІ І ДЕФРОСТАЦІІ

Загорко Н.П., к.т.н., доц., член-кор. МААО

Коляденко В. В., ст. преподаватель

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел. +38061944-81-03

e-mail: zagorko.n@mail.ru

Аннотация. Рассматривается проблема хранения растительной продукции, богатой биологически активными веществами, с целью сохранения ее исходных качеств методом замораживания.

Ключевые слова: витамин С, хранение, перец сладкий, потери, замораживание, дефростация.

Постановка проблемы. В последней четверти двадцатого столетия было доказано, что витамин С является важнейшим природным веществом, которое принимает участие почти во всех химических реакциях, протекающих в нашем организме, способен помогать организму преодолевать почти все его болезни и недуги. Он сильный антиоксидант и играет важную роль в регулировании окислительно-восстановительных процессов, принимает участие в синтезе коллагена и проколлагена, обмене фолиевой кислоты и железа, стероидных гормонов и катехоламинов. Он является фактором защиты организма от стрессов, усиливает репаративные процессы, устойчивость к инфекциям, сердечно-сосудистым заболеваниям, регулирует сворачиваемость крови, регулирует проницаемость капилляров,

улучшает кровоторную деятельность, имеет противовоспалительное и противоаллергическое действие[4]. Основным поставщиком витамина С есть растительная продукция, которая имеет сезонную выраженность потребления.

Основным заданием для достижения цели есть увеличение сроков потребления такой продукции путем разработки новых и усовершенствования существующих способов хранения с наименьшими потерями исходного качества. Один из таких способов – хранение при низких отрицательных температурах.

Вопрос оптимизации ассортимента замороженной продукции состоит в подборе наиболее богатых продуктов жизнедеятельными веществами: углеводами, клетчаткой, пектиновыми веществами, витаминами, минеральными и дугими. К их числу относится перец сладкий (семейство Solanacea Pers, вид *Capsicum annuum* Z). Основное достоинство перца состоит в том, что он является поставщиком большой группы витаминов: витамина Р (140-170 мг/100г продукции), являющегося синергистом витамина С (усиливает биологический эффект, задерживая его окисление), рибофлавина (0,02-0,1 мг/100г), фолиевой кислоты (0,1-0,17 мг/100г), никотиновой кислоты (0,5-0,6 мг/100г), Р-активные вещества представлены флавонолами, катехинами, антоцианами. По содержанию витамина С перец сладкий превосходит все овощные культуры и содержит в зависимости от условий выращивания и степени зрелости в среднем от 100 до 300 мг/100 г сырого вещества, а у некоторых сортов - до 400 мг/100 г. Приятный специфический аромат определяется наличием в нем эфирных масел (0,1-1,25 мг/100 г с.в.)

Анализ последних исследований. Наиболее лабильным компонентом биохимического состава растительной продукции, по мнению многих исследователей, является аскорбиновая кислота. Уменьшение ее количества с давних пор считалось индикатором окислительной порчи продукта. Вымерзание влаги путем сублимации увеличивает поверхность окисления наружных слоев. Во время хранения отмечается окислительное превращение аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую и дикетогулоновую. Исследованиями многих авторов показано [1], что превращения аскорбиновой кислоты обусловлены ферментативными процессами, катализируемыми, в частности, аскорбиназами, фенолазами, тканевыми пероксидаза-

ми или же химическими процессами, происходящими особенно интенсивно в среде с повышенным рН. По мнению некоторых исследователей [2] скорость окисления витамина С пропорциональна в квадрате содержанию воды в продукте. Бланширование перед замораживанием не только снижает потери витамина С (15-17% исходного содержания), чем в овощах не бланшированных (от 40 до 64%), но и ухудшает их вкус.

Потери аскорбиновой кислоты в овощах в процессе замораживания достаточно высокие и составляют от 18 до 34%. Высокая сохраняемость его в перце сладком обусловлена довольно высоким содержанием в нем каротиноидов и Р-активных веществ, которые владеют антиоксидантной активностью.

По данным авторов работ [3] потери витамина С в плодах перца технической стадии зрелости после замораживания и последующего хранения составили 5,7%; в плодах биологической зрелости – 19,7% по сравнению с исходным. Результаты исследований показали, что при замораживании и хранении в замороженном виде в течение 8 месяцев содержание аскорбиновой кислоты уменьшилось соответственно на 84 и 39%. При этом отмечено, что сохраняемость витамина С в плодах биологической стадии зрелости выше на 20%, чем в плодах технической стадии зрелости.

Авторы работы [4] отмечают, что аскорбиновая кислота коррелирует с рядом физико-химических и биохимических показателей и может служить в качестве тест-показателя влияния температуры замораживания и длительного хранения.

Цель исследований. Изучение динамики аскорбиновой кислоты в процессе замораживания, длительного низкотемпературного хранения и дефростации перца сладкого. Для исследования были взяты пять сортов перца, районированных в юго-восточной части Украины: Атлант, Антей, Айвенго, Ласточка и Солнышко в технической стадии зрелости. Замораживание перца производили сухим способом и в маринадной заливке, расфасованым в пластиковую тару.

По результатам наших исследований содержание аскорбиновой кислоты в свежем виде во всех пяти сортах высокое. Наиболее богаты сорта Атлант и Солнышко, содержание в которых составляет 220,10 и 214,00 мг/100 г сырой массы. У

сорта Антей – 189,51 мг/100 г, Айвенго – 187,01 мг/100 г, Ласточка – 162,80 мг/100 г. Наибольшие потери аскорбиновой кислоты отмечены на стадии замораживания: сорт Солнышко – 18,5%; Антей – 17,5%; Атлант – 14,2%; Ласточка – 13,2%; Айвенго – 12,7% (рис. 1).

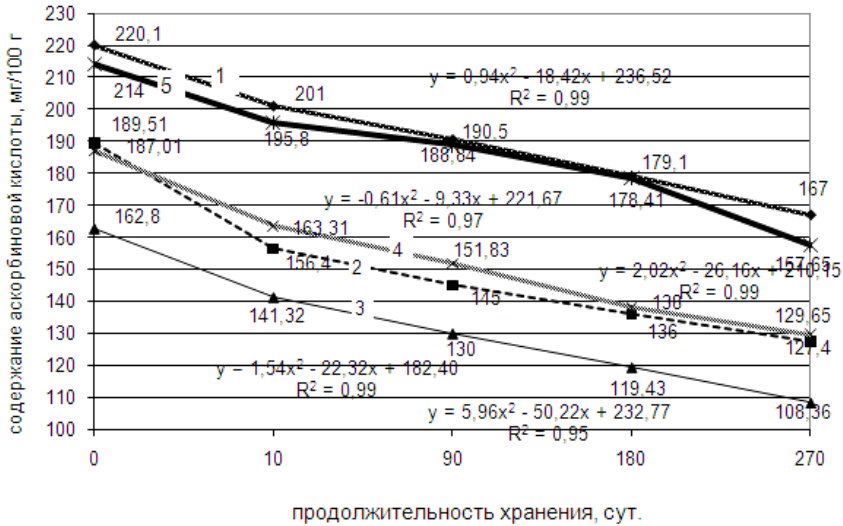


Рисунок 1 - Динамика аскорбиновой кислоты в период длительного низкотемпературного хранения в сортах: 1 – Атлант; 2 – Антей; 3 – Ласточка; 4 – Айвенго; 5 – Солнышко

Через девять месяцев хранения сохраняемость аскорбиновой кислоты составила соответственно вышеперечисленных сортов 73,6; 68,2; 75,0; 66,5; 69,3%.

По мнению авторов [1, 2] превращение аскорбиновой кислоты в замороженных плодах сводится к ее окислению до дегидроаскорбиновой, а затем до 2,3-дикетогулоновой. Первое соединение физиологически активно, второе – в диетическом плане не эффективно.

Несмотря на потери аскорбиновой кислоты плодами перца в процессе замораживания и длительного хранения, его остаточное количество высоко. По сравнению с другими, даже свежими овощами, его количество превосходит в десятки раз. Это подтверждает уникальность хранения ценной растительной сельскохозяйственной продукции, такой как перец слад-

кий, при низких температурах с целью сохранения ее высоких пищевых достоинств.

Проведенный дисперсионный анализ позволил выявить влияние сорта и срока хранения на содержание показателей пищевой ценности плодов перца.

Так, на содержание сухих веществ и сахара большое влияние оказывал сорт перца, на содержание витамина С – как влияние сорта так и срока хранения.

В результате регрессионного анализа выведены линейные зависимости всех показателей и построены графики по пяти сортам.

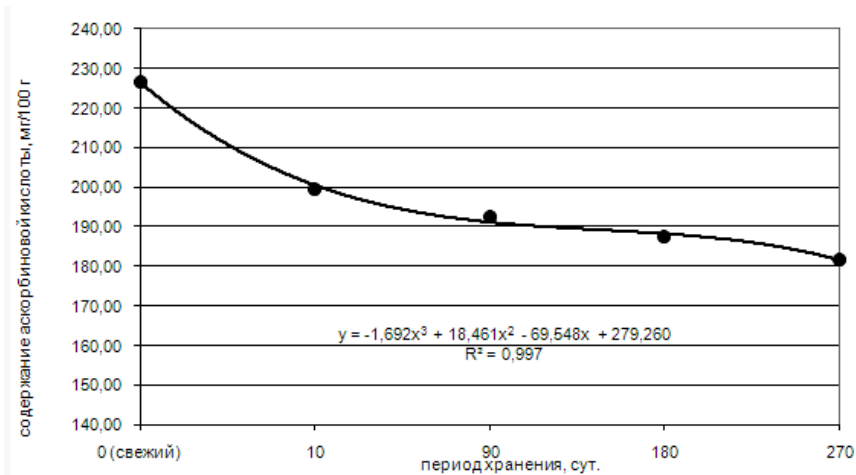


Рисунок 2 - Динамика содержания аскорбиновой кислоты в перце, замороженном в маринаде

По результатам исследований перца сладкого, замороженного в маринаде, выявлено, что содержание аскорбиновой кислоты остается высоким (сохраняемость 80,1%), хотя она и является водорастворимым и очень лабильным соединением (рис. 2). Однако, предотвращающая роль маринада для доступа кислорода воздуха и применение упаковки с герметизацией продукции, способствовали сохранению аскорбиновой кислоты - важного химического элемента в период всего срока хранения. Сказалось также высокое содержание каротиноидов и фенольных веществ, как естественных антиоксидантов.

Содержание биологически активного вещества, такого, как витамин С, в перце, замороженном в маринаде, подчиняется общим законам динамики при замораживании. Но количество его остается более стабильным на протяжении всего периода хранения и потери его значительно меньше, чем у перца, замороженного россыпью воздушным способом.

В подтверждение правильности выбранных способов замораживания перца сладкого нами было исследовано влияние периода дефростации и хранения в размороженном виде в воздушной среде на динамику содержания аскорбиновой кислоты, как индикатора этого процесса.

Наличие аскорбиновой кислоты исследовали через 0, 2, 4, 6 и 10 часов после начала дефростации. Причем, варианты повторяли сразу после замораживания, а также трех, шести и девяти месяцев хранения в замороженном виде (рис. 3).

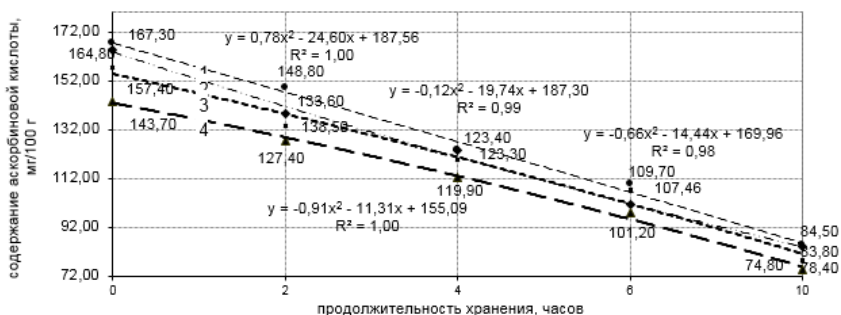


Рисунок 3 - Изменение содержания аскорбиновой кислоты в период дефростации и хранения в размороженном виде в плодах перца, замороженных россыпью: 1 – сразу после замораживания; 2 – после 3 месяцев хранения; 3 – после 6 месяцев хранения; 4 – после 9 месяцев хранения

Исходя из средних показателей динамики аскорбиновой кислоты в процессе размораживания, существенной разницы в потере по вариантам хранения в замороженном состоянии, не выявлено. После двух часов хранения при температуре 20°C дефростированных плодов потери витамина С составили от 11,1 до 16,0% по всем вариантам хранения (от 10 суток до 270).

Несколько иное состояние динамики аскорбиновой кислоты наблюдалось в перце, замороженном в маринаде (рис. 4). После двух часов хранения в размороженном виде сохраняемость составила от 97,00 до 93,25%.

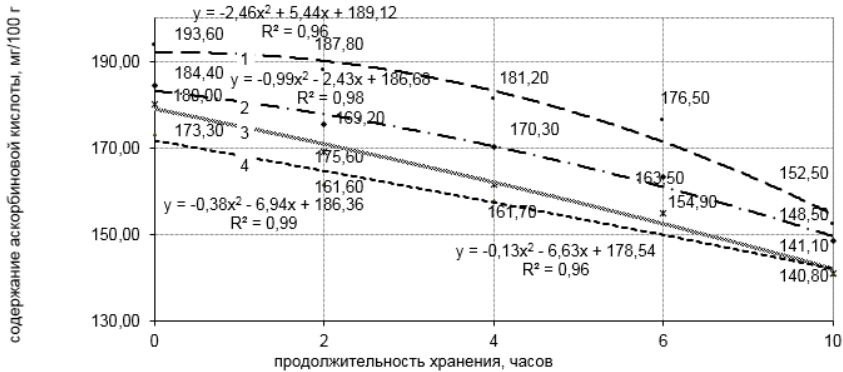


Рисунок 4 - Изменение содержания аскорбиновой кислоты в период дефростации и хранения в размороженном виде в плодах перца, замороженных в маринаде: 1 – сразу после замораживания; 2 – после 3 месяцев хранения; 3 – после 6 месяцев хранения; 4 – после 9 месяцев хранения

Еще через два часа снижение составило от 6,41 до 10,17%. Через 10 часов хранения размороженного в воздушной среде перца в маринаде при температуре 20°C сохраняемость витамина С составила 81,2-78,4%.

Таким образом, установлено, что жидкая среда предохраняет доступ кислорода воздуха к плодам перца сладкого, оказывая защитное действие. Сохраняемость витамина С в перце, замороженном в маринаде, в сравнении с перцем, замороженным россыпью, при дефростации и десятичасовом хранении была на 40-50% выше. Эти показатели подтверждаются результатами статистического анализа.

Установлено, что содержание витамина С в перце обратно пропорционально продолжительности хранения в дефростированном виде. Коэффициент детерминации плодов перца, замороженных россыпью и в маринаде составляет соответ-

ственно 0,96 и 1,00. Влияние срока хранения в замороженном состоянии по вариантам мало существенно.

Выводы: установлено, что в плодах перца сладкого, замороженного россыпью, после дефростации остаточное количество аскорбиновой кислоты составляет 74,84-84,50 мг/100 г. Т.е. этого количества достаточно для удовлетворения суточной потребности человеческого организма в этом витамине. Но в таком виде перец не употребляется в пищу, а требует термической кулинарной обработки. Следовательно, происходит дальнейшее снижение содержания аскорбиновой кислоты примерно на 30-50%.

Перец, замороженный в маринаде, можно употреблять сразу же после дефростации до требуемой температуры (8-10°C), как готовый продукт без последующей кулинарной обработки. Это позволит сократить потери в 1.3 – 1.5 раза БАВ и полностью удовлетворить суточную потребность в аскорбиновой кислоте и других витаминах без существенных потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Білашенко М. Комора вітамінів – перець овочевий // Дім, сад, город.-1999.-№5. - С. 8-9
2. Бархатов В.Ю. Изменение качества сладкого перца при замораживании / В.Ю. Бархатов, Т.Н. Прудникова, Т.В. Фрам-польская, - Межвузовский сб. науч. тр. СПбТИХП, 1993 - С. 10-14
3. Загорко Н.П. Зміни біохімічного складу перцю за різних способів тривалого низькотемпературного зберігання / Зб. наук. пр. Полтавської ДАА, - Т. 4 - 2005. -С.198-203
4. Витамин С (аскорбиновая кислота) [электронный ресурс] / Все о витаминах.- режим доступа: <http://www.vitamini.ru/vitamin-21html>

BIBLIOGRAPHY

1. Bilashenko M. Pantry vitamins - vegetable pepper // Home and Garden, horod.-1999.-№5. - S. 8-9
2. Barhatov V.U. Changing quality pepper at freeze/ V.U. Barhatov, T.N. Prudnykov, T.V. Frampolskaya - Intercollegiate Sat scientific. tr. SPbTIHP, 1993 - S. 10-14

3. N.P. Zahorko Changes in biochemical composition of pepper for different ways to prolonged low temperature storage / Coll. Science. pr. Poltava SAA - Vol 4 - 2005 - S.198-203

4. Vitamin C (ascorbic acid) [Electron resource] / All about vitaminah.- access mode: [http // www.vitamini.ru / vitamin-21.html](http://www.vitamini.ru/vitamin-21.html)

DYNAMICS OF VITAMIN C IN SWEET PEPPER IN LOW TEMPERATURE STORAGE AND DEFROSTATION

N.P. Zagorko, V.V. Kolyadenko

Summary

The article considers the problem of storage of vegetable products, rich in biologically active substances with the aim of preserving their original quality by freezing.

Key words: vitamin C, storage, sweet pepper, losses, freezing, defrostation.

УДК 636.085.52:66.099.4

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНВЕРСІЇ ВІДХОДІВ ПИВОВАРІННЯ НА КОРМОВІ ЦІЛІ

Філіппов П. Д., студент *

Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с.

Запорізька державна інженерна академія (ЗДІА)

м. Запоріжжя, Україна

Тел/факс +38061-212-38-87

Бакарджієв Р.О., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619422341

* Публікується по рекомендації: к.т.н., доц., чл.-кор. МААО Караєва О.Г.

Анотація. У статті представлена екологічно безпечна технологія конверсії відходів пивоваріння на кормові цілі. Технологія консервування пивної дробини у плівкових рукавах дозволяє зберігати будь-яку її кількість на протязі тривалого часу та отримати поживний корм. Приведені результати експериментальних досліджень з визначення втрат поживних речовин в процесі зберігання консервованої пивної дробини та визначена загальна енергетична поживність отриманого корму.

Ключові слова: втрати поживних речовин, екологічна безпека, консерванти, кормові цілі, пивна дробина, технологія консервування.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку екологічної ситуації та економіки, вторинні ресурси і відходи рослинництва, промислового виробництва, переробної промисловості і тваринництва все у більшій мірі стають одними з важливіших елементів відтворювального процесу, а їх залучення у господарчий обіг представляє собою значне джерело виробництва матеріальних ресурсів, що дозволяє ефективно вирішувати проблеми раціонального використання всіх видів природної сировини та запобігання забруднення довкілля [1].

Наприклад, цінність відходів переробної промисловості щорічно складає біля 14 млн. т корм. од. із вмістом протеїну 2,5 млн. т перетравного протеїну. Для виробництва такої кількості кормів необхідно мати 8,8 млн. га посівів зернофуражних культур, а якщо використовувати ці відходи для відгодівлі сільськогосподарських тварин, то можливо одержати додатково 1,8-2,0 млн. т м'яса [2, 4].

Резервами надходження сировини для виробництва кормів є відходи й залишки від пивоваріння, винокуріння, спиртової промисловості, виробництва крохмалю, цукру та інші. Це високовологі матеріали (70-90 %), які при певній обробці є джерелом додаткових поживних речовин при виробництві кормів, але вони швидко псуються і не можуть раціонально використовуватися у натуральному вигляді. Тому, існує проблема розробки ефективних технологій її переробки, які б дозволяли зберігати кормові переваги сировини і продовжити терміни зберігання. Пивоваріння відноситься до тих галузей переробної промисло-

вості, у яких використовується велика кількість біологічно-цінної сировини. Зі 100 кг біосировини, що переробляється у пивоварінні утворюється 125 - 170 кг сирої пивної дробини. Вона утворюється в процесі фільтрування затору як осад після відділення рідкої фази (пивного сусла). Свіжа дробина являє собою вологонасичену масу світло-коричневого кольору зі солодкуватим смаком і ароматом солоду [3].

В нашій державі багато пивзаводів було введено до експлуатації без урахування проблеми утилізації відходів. Наприклад, ВАТ «Пиво-безалкогольний комбінат «Славутич» (м. Запоріжжя) шведського концерну Baltic Beverages Holding стикається із проблемою утилізації пивної дробини (особливо влітку, коли об'єми виробництва пива значно зростають, а сира пивна дробина у натуральному вигляді практично не знаходить збуту). За умов не залучення пивної дробини до господарчого використання, вона утилізується на відкритих майданчиках і в котлованах звалищ та вже на другий-третій день виділяє в біосферу отруйні продукти гідролізу і гниття. Виділяються два основні напрямки пролонгації термінів зберігання пивної дробини: сушка та консервування. Висока вартість енергоносіїв робить процес сушіння до вологості 15 - 17 % настільки витратним, що навіть реалізація її як сухого концентрованого корму не окупає виробничих витрат. Найбільш раціональним виходом з ситуації, що склалася, фахівці вважають консервування свіжої пивної дробини [3, 4].

Отже, розробка науково-обґрунтованих технологій переробки цих високопоживних відходів на корми та їх подальший трансфер у виробництво дозволить вирішити низку екологічних, енергетичних і економічних проблем.

Аналіз останніх досліджень. Джерела інформації свідчать про те, що в багатьох країнах вторинні матеріальні ресурси пивоваріння використовуються більшою частиною для годівлі тварин, медицини, харчової промисловості, як у чистому вигляді, так і після сушіння, консервування, термоферментування, гідролізу, екстрагування, додавання вітамінно-мінеральних преміксів та ін. [2].

Так наприклад, у США запатентовано кормовий продукт «Мальт-Лаге» в якому дробина – основний компонент відходів пивоваріння, збагачується вітамінно-мінеральними

добавками. У Англії пивну дробину піддають кислотному або ферментативному гідролізу з метою пролонгації часу зберігання. У США на спеціалізованому заводі сушену солодову дробину змішують із сухими залишковими пивними дріжджами та відходами від полірування солоду, одержуючи при цьому комбікорм [3].

За даними болгарських і німецьких науковців, які займаються консервуванням пивної дробини, існує багато способів консервування вказаної сировини. Фахівці ТОВ «Цитрон-агро», яке виготовляє біологічні закваски для консервування силосу, та науковці кафедри годівлі сільськогосподарських тварин і технології кормів ім. П. Д. Пшеничного НАУ провели дослідження з консервування зразків свіжої пивної дробини натуральної вологості (77 %) амілолітичним молочнокислим стрептококом (АМС). Після шестимісячного зберігання у законсервованій пивній дробині збереглась достатня кількість поживних речовин порівняно зі свіжою, а ще вона мала доволі високу енергетичну цінність, навіть дещо вищу проти кукурудзяного силосу [2, 3]. Але корм, одержуваний при консервуванні за допомогою спеціальних заквасок необхідно згодовувати протягом короткого терміну. Дослідження процесу консервування пивної дробини у плівкових рукавах, проведені у 2009 – 2010 рр. в ІМТ НААН, надали можливість обґрунтувати раціональну вологість дробини при закладанні на тривале зберігання [4].

У патенті України (23963) запропоновано спосіб, який дозволяє використовувати пивну дробину вологістю 75-80% у якості корму для сільськогосподарських тварин, який передбачає обробку відходів пивоваріння у вакуумному котлі на протязі 1 години при $t\ 100^{\circ}\text{C}$ та наступне сушіння у цьому ж котлі до вмісту води у кормі - 8-10%. Крім того, термічна обробка суміші забезпечує тривале зберігання корму, але енерговитратність процесу досить значна [2]. Відомий спосіб (а.с. 648192 Україна) комплексної переробки відходів пивоваріння, який включає послідовне проведення термічного та ферментативного гідролізу вихідної сировини із наступним вирощуванням на гідролізаті кормових дріжджів [2]. Заявка № 1418936 (Англія) пропонує спосіб виробництва корму для ВРХ та свиней, який передбачає зневоднення сирової пивної дробини шляхом змішування

дробини із вуглеводистими матеріалами (кукурудза, пшениця, ячмінь, овес) та мінеральними добавками так, щоб кінцева суміш містила 35-58% вологи [2, 3].

Все вище викладене свідчить, що на теперішній час не існує універсальної, простої екологічної та економічної технології комплексної переробки відходів пивоваріння. Тому, розробка раціональних і екологічно безпечних технологій конверсії відходів пивоваріння є досить актуальним напрямом досліджень, який сприяв би максимальному використанню ресурсів, покращенню санітарних умов виробництва пива, позитивному впливу на екологічний стан навколишнього середовища за рахунок повної утилізації відходів та запобіганню викидів біогенних речовин у довкілля.

Метою дослідження є ознайомлення з екологічно безпечною технологією конверсії відходів пивоваріння на кормові цілі та результатами експериментальних досліджень з визначення втрат поживних речовин в процесі зберігання консервованої пивної дробини у плівкових рукавах.

Основна частина. Працюючи над розробкою екологічно безпечної технології конверсії відходів пивоваріння на кормові цілі, виходили з передумов, що застосування технології консервування пивної дробини у плівкових рукавах, дає змогу зменшити втрати поживних речовин в процесі зберігання та отримати якісний, поживний корм. В якості консервантів необхідно використовувати такі речовини, які б забезпечували надійне збереження поживної якості пивної дробини, не містили компонентів подразнюючої дії для організму тварин, були екологічно безпечними для тварин і довкілля, а також відносно недорогими й легко доступними. В якості консервантів використовувалися екологічно безпечні речовини: сечовина та поварена сіль [4].

Технологічна схема консервування пивної дробини у плівкових рукавах, включає наступні технологічні операції: нативна пивна дробина поступає у бункер і шнеками переміщується до вхідного отвору плівкового рукава, одночасно здійснюється дозоване внесення сухого консерванту за наступною схемою (табл. 1).

Після заповнення плівкові рукави щільно запаковують і закладають на зберігання.

Таблиця 1 – Схема дослідів

Варіант дослідів	Вологість законсервованої пивної дробини, %	Щільність законсервованої пивної дробини, кг/м ³	Умови та термін зберігання у плівкових рукавах
Контроль – законсервована нативна пивна дробина	72,79	540	при t від +30 до +42°C, вологості повітря від 50 до 80%, термін - 3 міс.
Варіант 1 - Законсервована пивна дробина (доза внесення сечовини 1% від маси)	72,90	541	-//-
Варіант 2 - Законсервована пивна дробина (доза внесення сечовини 2% від маси)	71,47	540	-//-
Варіант 3 - Законсервована пивна дробина (доза внесення NaCl 1 % від маси)	71,26	538	-//-
Варіант 4 - Законсервована пивна дробина (доза внесення NaCl 2 % від маси)	70,98	540	-//-
Варіант 5 - Законсервована пивна дробина (доза внесення сечовини 1% від маси)	74,27	541	-//-
Варіант 6 - Законсервована пивна дробина (доза внесення сечовини 2% від маси)	75,56	540	-//-
Варіант 7 - Законсервована пивна дробина (доза внесення NaCl 1 % від маси)	73,91	538	-//-
Варіант 8 - Законсервована пивна дробина (доза внесення NaCl 2 % від маси)	74,09	540	-//-

Результати хімічного аналізу пивної дробини законсервованої у плівкових рукавах після 3-х місяців зберігання надані у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати хімічного аналізу законсервованої пивної дробини

Показники	Конт- роль	Пивна дробина законсервована у плівкових рукавах після 3 місяців зберігання							
		вологістю 70-73%				вологістю 74-76%			
		сечовиною від маси		сіллю від маси		сечовиною від маси		сіллю від маси	
		1%	2%	1%	2%	1%	2%	1%	2%
У натуральному вигляді,%									
Волога	72,79	72,90	71,47	70,98	71,26	74,27	75,56	73,91	74,09
Суша речовина	27,21	27,10	28,53	29,02	28,74	25,73	24,44	26,09	25,91
«Сирий» протеїн	8,05	14,3	15,13	8,60	8,94	10,95	9,48	7,83	8,30
Білок	6,98	5,25	6,77	7,16	6,92	6,25	6,20	5,27	6,4
«Сирий» жир	2,16	1,97	2,21	1,95	1,97	2,06	1,96	1,93	2,08
«Сира» клітковина	4,91	4,92	5,18	4,50	4,96	4,01	4,48	4,95	5,02
«Сира» зола	1,09	1,07	1,08	3,26	3,23	0,91	1,00	2,27	2,20
БЕР	11,0	4,84	4,93	10,7	9,64	7,80	7,52	9,11	8,31
Розчинні вуглеводи	0,11	0,13	0,13	0,15	0,14	0,42	0,21	0,12	0,14
Перетравний протеїн, г/кг	60,37	107,2	113,5	64,5	67,05	82,13	71,1	58,73	62,25
Кальцій	0,013	0,012	0,013	0,012	0,013	0,011	0,010	0,012	0,011
Фосфор	0,166	0,168	0,163	0,176	0,175	0,140	0,160	0,170	0,180
У перерахунку на абсолютно суху речовину,%									
Суша речовина	100	100	100	100	100	100	100	100	100
«Сирий» протеїн	29,58	52,51	53,03	29,63	31,11	42,54	38,79	30,01	32,03
Білок	25,65	19,37	23,73	24,67	24,08	24,28	25,37	20,20	24,7
«Сирий» жир	7,94	7,27	7,75	6,72	6,85	8,01	8,02	7,40	8,04
«Сира» клітковина	18,04	18,15	18,16	15,51	17,26	15,58	18,33	18,97	19,37
«Сира» зола	4,00	3,95	3,79	11,23	11,24	3,54	4,09	8,70	8,49
БЕР	40,43	17,86	17,28	36,9	33,54	30,33	30,77	34,92	32,07
Розчинні вуглеводи	0,40	0,48	0,46	0,52	0,49	1,63	0,86	0,46	0,54
Кальцій	0,048	0,044	0,046	0,041	0,045	0,043	0,041	0,046	0,042
Фосфор	0,61	0,62	0,57	0,61	0,61	0,54	0,65	0,65	0,69
Загальна енер- гетична пожи- вність у корм. од. в 1 кг	0,110	0,120	0,120	0,115	0,120	0,104	0,103	0,104	0,104

За результатами біохімічного аналізу визначено втрати основних поживних речовин і мікроелементів при зберіганні консервованої пивної дробини на протязі 3-х місяців зберігання у плівкових рукавах (табл. 3).

Таблиця 3 - Втрати основних поживних речовин при зберіганні законсервованої у плівкових рукавах пивної дробини

Показники	Вихідний вміст	Втрати поживних речовин після 3-х місяців зберігання,%									
		У конт-ролі	вологістю 70-73%				вологістю 74-76%				
			карбамідом від маси		сіллю від маси		карбамідом від маси		сіллю від маси		
			1%	2%	1%	2%	1%	2%	1%	2%	
«Сирий» протеїн	34,13	13,4	53,8*	55,4*	13,2	8,9	24,6*	13,6*	12,07	6,15	
Білок	32,13	20,2	39,7	26,1	23,2	25,1	24,4	21,1	37,13	23,1	
«Сирий» жир	8,17	2,8	11,0	5,14	17,7	16,2	1,96	1,84	9,43	1,6	
«Сира» клітковина	21,70	16,9	16,4	16,3	28,5	20,5	28,2	15,5	12,6	10,7	
«Сира» зола	4,70	14,9	15,9	19,4	38,9*	39,1*	24,6	12,9	85,1*	80,6*	
БЕР	31,29	29,2*	42,9	44,8	17,9*	7,2*	3,1	1,7	11,6*	2,5*	
Розчинні вуглеводи	8,79	95,45	94,5	94,8	94,1	94,4	81,5	90,13	94,77	93,86	
Кальцій	0,057	15,8	22,8	19,3	28,1	21,1	24,6	28,1	19,3	26,3	
Фосфор	0,781	21,9	20,6	27,0	21,9	21,9	30,86	16,8	16,8	11,7	

Примітка: зірочками (*) позначенні показники, які не зменшилися, а зросли.

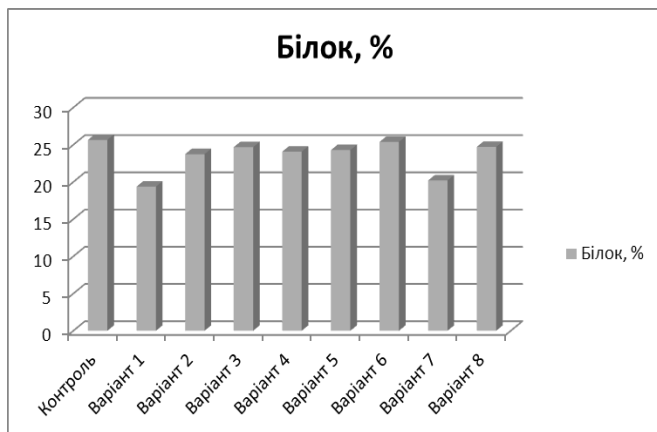


Рисунок 1 - Втрати білку при зберіганні консервованої пивної дробини на протязі 3 місяців у плівкових рукавах

При порівнянні втрат поживних речовин на кінець зберігання, відмічено, що втрати білку (рис. 1) були найбільшими у варіанті вологістю 70-73% законсервованого карбамідом у дозі 1% (39,7%) і у варіанті вологістю 74-76% законсервованого сіллю у дозі 1% (37,13%). Всі інші варіанти втратили білок приблизно однаково (21-26%).

Втрати жиру були найбільшим у варіантах вологістю 70-73% законсервованих сіллю у дозі 1-2% (17,7 і 16,2% відповідно). Втрати розчинних вуглеводів у всіх варіантах були значними від 81,5% до 95%.

За результатами хімічного аналізу пивної дробини законсервованої у плівкових рукавах після 3-х місяців зберігання визначена загальна енергетична поживність кожного з варіантів отриманого корму. Визначено, що найбільшу енергетичну поживність після 3 місяців зберігання в плівкових рукавах мали варіанти з вологістю пивної дробини 70-71%, законсервованої карбамідом і сіллю у дозі 2 % від маси. Загальна енергетична поживність цього корму складала 0,120 корм. од. в 1 кг, тоді як аналогічно законсервована та зберігаема пивна дробини вологістю 74-76% мала загальну енергетичну поживність – 0,104 корм. од. в 1 кг.

Висновки. За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки: технологія, що досліджувалася дозволяє зберігати необхідну кількість пивної дробини на протязі тривалого часу до згодовування, забезпечуючи загальну енергетичну поживність корму 0,11-0,12 корм. од. в 1 кг.

Однак, за втратами основних поживних речовин не визначено однозначно найкращого варіанту, тому в подальших дослідженнях необхідно допрацювати екологічно безпечну технологію закладання консервованої пивної дробини на зберігання у плівкові рукави у напрямку кращого збереження поживних речовин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мануйлова Т.А., Панков Н.Ф. Экологические проблемы в отраслях пищевой промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 7. – С. 18-22.

2. Данченко О.С. Рациональное использование отходов пивоваренного производства. – Минск, 1970. – С. 134.

3. Кривенюк М. Пивна дробина в годівлі тварин. – 2006. – №8. – С. 108-109.

4. Створити наукові основи глибокої переробки та використання біосировини для енергетичного і кормового забезпечення виробництва тваринницької продукції: Звіт про НДР (заключний) / Інститут механізації тваринництва НААН. – УкрІНТЕІ; № ДР 0108U005350; Інв. № 0211U000689 / В.А. Дідур, Р.І. Безпалов, В.О. Ткаченко, О.О. Троїцька, Л.Г. Шапаренко, С.Ж. Панов, С.М. Луц // Запоріжжя. - 2010. - С. 100.

BIBLIOGRAPHY

1. Manuylova T.A., Pankow N.F. Environmental problems in the food industries // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2005. - № 7. - S. 18-22.

2. Danchenko O.S. Rational use of the brewing industry waste. - Minsk, 1970. - 134 p.

3. M. Krivenyuk spent grains in godivli tvarin. - 2006. - №8. - S. 108-109.

4. New scientific basis of deep processing and use of bio energy and raw materials for feed livestock production provision: research report (final) / Institute of mechanization of livestock NAAS. - UkrISTEI; DR number 0108U005350; Inv. № 0211U000689 / VA Didur, RI Bezplov, VA Tkachenko, AA Trinity, LG Shapa-Renca, S.ZH. Panov, SM Lutz // Zaporozhye. - 2010. - 100 p.

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGY OF CONVERSION OF BREWING WASTE FOR FEEDING PURPOSES

P.D. Filipov, O.O. Troicka, R.O. Bakardgiev

Summary

The article presents the environmentally friendly technology of brewing waste conversion for feeding purposes. Technology of preservation of spent grains in film sleeves allows storing any

amount of it for a long time and getting nutritious feed. The results of experimental studies that determine nutrient losses during storage of canned beer pellet are provided. Total energy nutritiousness of the received feed is determined.

Key words: nutrient losses, environmental safety, preservatives, feed purposes, sparging, canning technology.

УДК 664.834

АБСОРБЦИОННАЯ СУШИЛКА ДЛЯ СОЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Стручаев Н.И., к.т.н.

Григоренко Е.В., к.т.н.

Загорко Н.П., к.т.н., член-кор. МААО

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел. +380619448103; +380619420001

Аннотация. В работе рассмотрена подготовка сушильного агента, повышающая эффективность процессов сушки сочных растительных продуктов с использованием абсорбционной сушилки. Предложена методика определения количества воды, которое предварительно удаляется из воздуха, используемого для сушки, и расчета количества энергии, необходимой для её удаления, с помощью энергоэффективной сушильной установки. Даны основные конструктивные параметры энергоэффективной сушильной установки на базе абсорбционной холодильной машины.

Ключевые слова: абсорбционная сушилка для сушки сочных растительных продуктов, сушка, дополнительный охладитель-осушитель, испаритель абсорбционной холодильной машины, конденсатор абсорбционной холодильной машины, пищевая ценность продукции.

Постановка проблемы. В настоящее время вопрос экономии энергоресурсов является весьма актуальным. Использование в качестве установки для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов элементов абсорбционной холодильной машины приобретает важное значение, учитывая, что, например, холодильный коэффициент составляет 2,5...5, а у лучших установок – до 8 [3]. Это означает, что можно сэкономить 60...80 % тепловой энергии, затрачиваемой на сушку.

Для продолжительной сохранности овощей, фруктов и другой сочной растительной продукции необходима специальная обработка с целью предупреждения их порчи. Есть много способов сохранения – это консервирование, замораживание, сушка [1, 4, 6].

В свежих овощах и фруктах содержится до 80 % влаги. Конечная влажность в высушенном продукте регулируется в зависимости от его вида и технологии сушки: в плодах допускается влажность до 10...25 %, овощах – до 14 %. Высушенные фрукты и овощи занимают меньший объем, имеют меньший вес и, следовательно, более выгодны при перевозке на большие расстояния [2, 5, 7].

В процессе сушки растительных продуктов частично теряются содержащиеся в них питательные вещества, и это приводит к уменьшению пищевой ценности продукции. С целью сохранения витаминов и других биологически ценных компонентов плодов, овощей и других сочных растительных продуктов, температура сушки их должна быть значительно ниже, чем при сушке зерна или других менее влажных продуктов, а именно, 40...45 °С [2, 5, 7].

Поэтому, одной из основных предварительных операций перед сушкой является удаление влаги из сушильного агента и снижение его температуры. Это можно достичь последовательным пропусканием атмосферного воздуха через испаритель и конденсатор абсорбционной холодильной машины.

Анализ последних исследований и публикаций. Работа посвящена рассмотрению вопроса подготовки сушильного агента путем снижения его влагосодержания и температуры. Поскольку дополнительный охладитель-осушитель выполняет технологический прием снижения влагосодержания сушильного агента, влияющий на последующие операции и их ре-

зультат, то его роль связана с основным технологическим процессом сушки.

Существуют разнообразные конструкции сушильных аппаратов для растительного сырья, выпускаемых мировым машиностроением [2, 4, 5, 7], однако, они не охватывают всего диапазона изменения параметров сушильного агента.

К настоящему времени, достаточно полно охвачены высокотемпературные сушильные установки, что касается сушильных установок щадящей сушки, то они в литературных источниках представлены незначительно.

Цель исследования. Основная цель статьи – показать последовательность расчета процесса подготовки сушильного агента путем снижения его влагосодержания и температуры для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов.

Задача работы состоит в том, чтобы предложить методику определения количества воды, которое предварительно удаляется из воздуха, используемого для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов, и расчета количества энергии, необходимой для её удаления, путем использования энергоэффективной сушильной установки. Дать основные конструктивные параметры энергоэффективной сушильной установки на базе абсорбционной холодильной машины, позволяющие выполнить технологический процесс сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов.

Основная часть. Абсорбционная сушилка для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов позволяет получать высококачественные сушеные продукты с последующим использованием полученных сухофруктов для непосредственного употребления или в качестве полуфабрикатов для изготовления широкого ассортимента пищевых продуктов.

Плоды сушатся без использования химических препаратов с помощью запатентованной нами абсорбционной сушилки для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов. Она состоит из вентилятора, дополнительного охладителя-осушителя, патрубка для отвода конденсата, воздухопровода для подсоединения дополнительного охладителя-осушителя к воздухоподогревателю, воздухоподогревателя,

патрубка; диффузора; решетчатой основы и корпуса сушильной камеры (рис. 1).

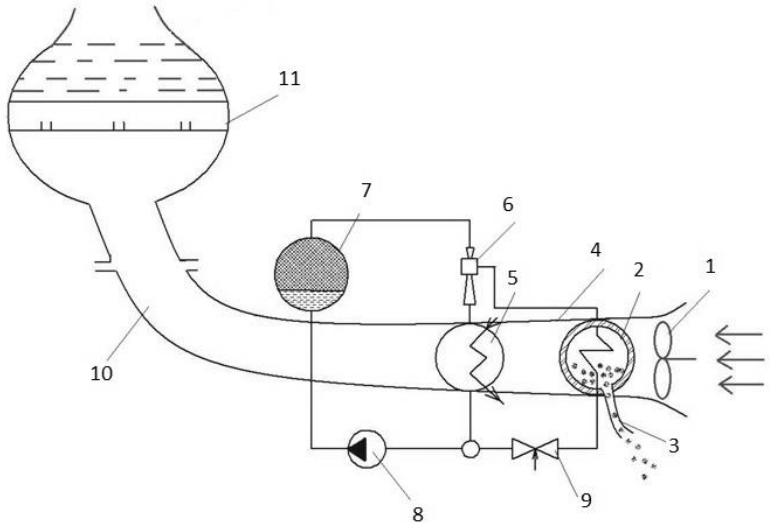


Рисунок 1 – Схема абсорбционной сушилки для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов: 1 - вентилятор, 2 - дополнительный охладитель-осушитель (испаритель холодильной машины), 3 - патрубок для отвода конденсата, 4 - воздухопровод для подсоединения дополнительного охладителя-осушителя к воздухоподогревателю, 5 - воздухоподогреватель (конденсатор холодильной машины), 6 - генератор; 7 - абсорбер; 8 - насос, 9 - терморегулирующий вентиль, 10 - патрубок; 11 - решетчатая основа сушильной камеры

Абсорбционная сушилка для сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов работает таким образом. Воздух, под действием вентилятора 1, через дополнительный охладитель-осушитель 2 движется в воздухоподогреватель 5, дополнительный охладитель-осушитель выполнен в виде испарителя абсорбционной холодильной машины. При снижении температуры ниже точки росы, после дополнительного охладителя-осушителя 2, избыточная влага выпадает в виде конденсата водяных паров и отводится при помощи патрубка для отвода конденсата 3, который расположен в нижней точке воздухопровода 4, служащего для подсоединения дополнительного охладителя-

осушителя 2 к воздухоподогревателю 5. Воздух, из которого удалена часть влаги, попадает в воздухоподогреватель 5, выполненный в виде конденсатора абсорбционной холодильной машины, подогретый в воздухоподогревателе 5 воздух с низкой относительной влажностью поступает по патрубку 10 через диффузор под решетчатую основу 11 корпуса сушильной камеры, где, благодаря низкой относительной влажности воздуха, из фруктов и овощей удаляется часть влаги и отводится потоком воздуха.

Абсорбционная сушилка предназначена для непрерывной сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов. Эксплуатация сушилки производится в закрытых помещениях с установкой вентиляционного дымо-отсасывающего оборудования. Агентом сушки является горячий воздух. Нагрев сушильного агента производится в теплогенераторе, в качестве которого используется конденсатор абсорбционной холодильной машины.

При использовании холодильной машины, работающей в режиме теплового насоса для подогрева сушильного агента, появляется возможность использовать тепловую энергию, выделяющуюся при конденсации паров воды, содержащихся в исходном воздухе, которая суммируется с энергией паров холодильного агента в генераторе холодильной машины. Высушенный материал удаляется через разгрузочное отверстие.

Для определения количества воды, которое удаляется из воздуха, используемого для сушки сочных растительных продуктов в дополнительном охладителе-осушителе, и расчета уменьшения количества энергии, необходимой для сушки фруктов и овощей путем использования абсорбционной сушильной установки, по сравнению с обычной, необходимо задаться следующими условиями: для сушки используем атмосферный воздух при начальной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и влажности $\varphi_1 = 60$. Дальнейший расчет выполняем по *Hd*-диаграмме влажного воздуха.

1. По *Hd*-диаграмме (рис. 2) находим точку «1» на пересечении линий $t_1=20^\circ\text{C}$ и $\varphi_1=60\%$ и для неё определяем влагосодержание (содержание воды в кубометре воздуха) равное $d_1 = 10$ граммов на кг воздуха и энтальпию $H_1=42$ кДж/кг.

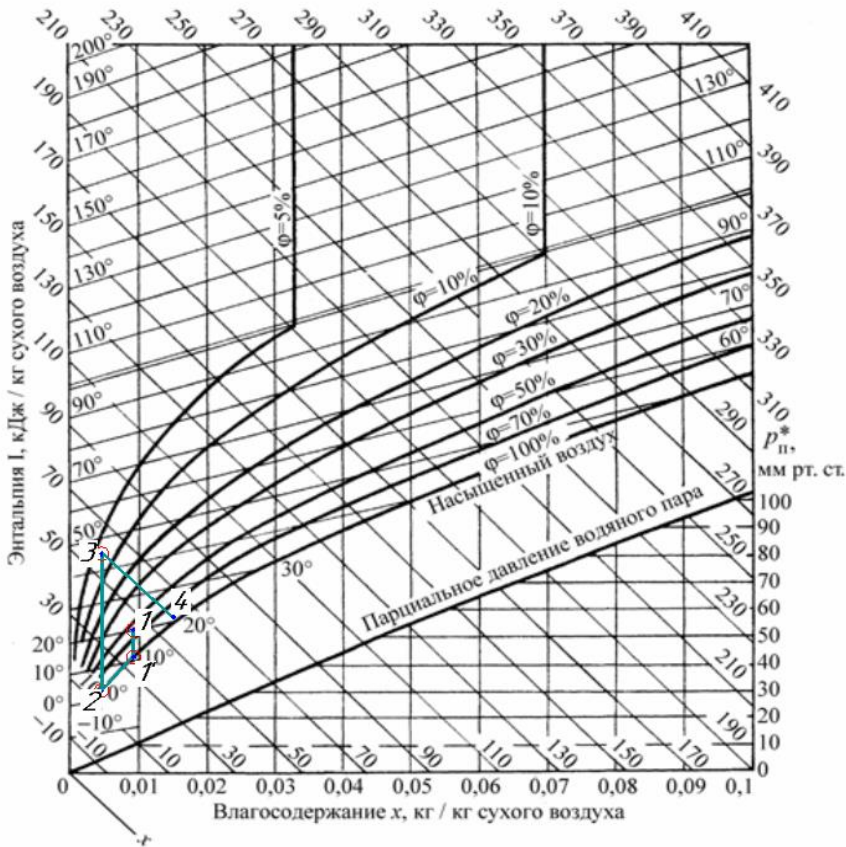


Рисунок 2 – Расчет процесса сушки сочных растительных продуктов по Nd – диаграмме Рамзина

2. Из точки «1» проводим линию $d_1 = \text{const}$ до пересечения с линией $\varphi = 100\%$. Это будет точка росы $1'$. От точки $1'$ по линии $\varphi = 100\%$ опускаемся до пересечения с изотерой $t_2 = 3^\circ\text{C}$ получим точку «2». Точка пересечения «2» характеризует состояние воздуха на выходе из дополнительного охладителя-осушителя. В дополнительном охладителе-осушителе, выполненном в виде испарителя абсорбционной холодильной машины, воздух охлаждается ниже точки росы до температуры $t_2 = 3^\circ\text{C}$, влажность его повышается до $\varphi_2 = 100\%$. При этом его влагосодержание будет равно $d_2 = 4,7 \text{ г/кг}$, а энтальпия $H_2 = 18 \text{ кДж/кг}$.

Уменьшение влагосодержания составит

$$\Delta d = d_1 - d_2 = 10 - 4,7 = 5,3 \text{ г/кг.} \quad (1)$$

То есть, при прохождении одного килограмма воздуха через дополнительный охладитель-осушитель, выполненный в виде испарителя абсорбционной холодильной машины, из него удаляется 5,3 г воды в виде конденсата.

3. Из точки «2» проводим линию $d_1 = 4,7 \text{ г/кг} = \text{const}$ до пересечения с изотермой $t_3 = 45^\circ\text{C}$, получим точку «3». Точка пересечения «3» характеризует состояние воздуха на выходе из теплогенератора, в качестве которого используется конденсатор абсорбционной холодильной машины. Для неё определяем влагосодержание равное $d_3 = 4,7 \text{ г на кг воздуха}$ и энтальпию $H_3 = 58 \text{ кДж/кг}$, влажность воздуха понижается до $\varphi_3 = 7,5 \%$.

4. Из точки «3» проводим линию $H_3 = 58 \text{ кДж/кг} = \text{const}$ до пересечения с линией постоянной относительной влажности $\varphi_4 = 95 \%$, получим точку «4». Точка «4» характеризует состояние воздуха на выходе из сушильной камеры. При этом его влагосодержание будет равно $d_4 = 15 \text{ г/кг}$, а энтальпия $H_4 = 58 \text{ кДж/кг}$.

Определяем изменение влагосодержания влажного воздуха, относительно 1 кг сухого воздуха в процессе сушки плодов

$$\Delta d = d_4 - d_3 = 15 - 4,7 = 12,3 \text{ г/кг.} \quad (2)$$

То есть, 1 кг воздуха может забрать из плодов 12,3 г воды и удалить её в виде водяного пара (очень важно, чтобы пар не сконденсировался в сушилке или на её выходе, и не увлажнил полученные сухофрукты, поэтому его относительная влажность должна быть не выше $\varphi_4 = 95 \%$).

Аналогично выполняем расчеты для процесса сушки плодов в сушилках без предварительного осушения воздуха.

Результаты расчетов процесса сушки плодов, овощей и других сочных растительных продуктов в сушилках без предварительного осушения воздуха и в предлагаемой абсорбционной сушилке с предварительным осушением воздуха представим в виде табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета процесса сушки плодов в сушилках без предварительного осушения воздуха и в предлагаемой абсорбционной сушилке с предварительным осушением воздуха

Величины	Температура, $t, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, $\varphi, \%$	Влагосодержание, $d, \text{г/кг}$	Изменение влагосодержания, $\Delta d, \text{г/кг}$	Энтальпия, $H, \text{кДж/кг}$	Изменение энтальпии, $\Delta H, \text{кДж/кг}$
Номер точки						
1 Сушилка с осушением	20	60	10	нет	42	нет
2 Сушилка с осушением	3	100	4,7	5,3	18	-24
3 Сушилка с осушением	45	7,5	4,7	нет	58	+ 40
4 Сушилка с осушением	22	95	15	12,3	58	нет
1 Сушилка без осушения	20	60	10	нет	42	нет
2 Сушилка без осушения	нет	нет	нет	нет	нет	нет
3 Сушилка без осушения	45	15	10	нет	63	+21
4 Сушилка без осушения	24	95	18	8	63	нет

5. Определяем увеличение производительности по отобранной из плодов влаге в абсорбционной сушилке с предварительным осушением воздуха по сравнению с обычной сушилкой:

$$k = \frac{d_{\text{новый}} - d_{\text{обычный}}}{d_{\text{новый}}} * 100 = \frac{12,3 - 8}{12,3} * 100 = 35\% \quad (3)$$

6. Определяем расход теплоты на нагрев 1 кг воздуха в сушилке без предварительного осушения

$$q_{\text{обычн}} = \Delta H_{\text{обычн}} = H_{3\text{обычн}} - H_{1\text{обычн}} = 63 - 42 = 21 \text{ кДж / кг.} \quad (4)$$

7. Определяем расход теплоты на нагрев 1 кг воздуха в абсорбционной сушилке с предварительным осушением

$$q_{\text{новый}} = \Delta H_{\text{новый}} = H_{3\text{новый}} - H_{2\text{новый}} = 58 - 18 = 40 \text{ кДж / кг.} \quad (5)$$

8. Определяем количество тепловой энергии отобранной у исходного воздуха в дополнительном охладителе-осушителе, выполненном в виде испарителя абсорбционной холодильной машины

$$q_{\text{новый отобр}} = \Delta H_{\text{доп охлад}} = H_{1\text{новый}} - H_{2\text{новый}} = 42 - 18 = 24 \text{ кДж / кг.} \quad (6)$$

9. Определяем количество энергии, затрачиваемой в генераторе абсорбционной холодильной машины

$$q_{\text{генерат}} = h_2 - h_1 = 570 - 540 = 30 \text{ кДж / кг.} \quad (7)$$

10. Определяем количество энергии, отдаваемой нагреваемому воздуху в конденсаторе абсорбционной холодильной машины

$$q_{\text{конд}} = h'_2 - h_1 = 560 - 430 = 130 \text{ кДж / кг.} \quad (8)$$

11. Определяем количество тепловой энергии, идущей на сушку плодов.

$$q_{\text{сушки}} = q_{\text{генерат}} + q_{\text{конд}} = 30 + 130 = 160 \text{ кДж / кг.} \quad (9)$$

12. Определяем долю энергии, затрачиваемой в генераторе абсорбционной холодильной машины

$$r = I_{\text{компр}} / q_{\text{сушки}} = 30 / 160 = 0,19. \quad (10)$$

13. Определяем расход энергии затрачиваемой в генераторе абсорбционной холодильной машины для нагрева 1 кг воздуха в сушилке с предварительным осушением

$$q_{\text{новый}} = \Delta H_{\text{новый}} = \Delta H_{\text{новый}} * r = 40 * 0,19 = 7,6 \text{ кДж / кг.} \quad (11)$$

14. Определим экономию энергии, затрачиваемой на сушку плодов в сушилке с предварительным осушением воздуха по сравнению с обычной сушилкой

$$q_{\text{экономию новый}} = (q_{\text{обычн}} - q_{\text{новый}}) / q_{\text{обычн}} * 100 = (12,8 - 7,6) / 12,8 * 100 = 40,6 \%. \quad (12)$$

Пищевая ценность свежих плодов сливы и сушеных в абсорбционной сушилке с предварительным осушением воздуха представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Пищевая ценность свежих и сушеных слив

Сорт	Венгерка Итальянская	Стенлей	Нектар	Легенда	Венгерка Кавказская
Средняя масса свежего плода, г	23,8	34,2	35,9	34,1	29,2
Содержание в свежих плодах, %					
сухих веществ	18,2	19,0	20,2	19,8	23,1
сахаров	10,7	13,6	14,6	12,8	14,2
кислот	0,75	0,73	0,47	0,47	0,48
Средняя масса сухого плода, г	4,5	7,6	7,3	6,3	5,8
Количество мякоти, %	72,3	88,5	89,3	88,0	76,0
Содержание в черносливе, %					
сухих веществ	78,2	83,5	81,2	79,2	84,2
сахаров	38,0	48,0	51,5	50,0	48,0
кислот	4,61	3,12	2,14	2,47	1,82
Дегустационная оценка, баллы	4,1	4,3	4,5	4,5	4,7

Выводы.

1. Предложенная методика может быть использована для практического применения при расчете подготовительных операций перед сушкой плодов, овощей и других сочных растительных продуктов.

2. Увеличение производительности по отобранной из плодов влаги в абсорбционной сушилке с предварительным осушением воздуха по сравнению с обычной сушилкой составляет около 35 %.

3. Экономия энергии, затрачиваемой на сушку плодов, овощей и других сочных растительных продуктов в сушилке с предварительным осушением воздуха по сравнению с обычной сушилкой составляет более 40 %. Пищевая ценность сушеных плодов сохраняется на достаточно высоком уровне.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григоренко О.В. Оптимізація елементів технології заморожування плодів сливи: автореф. дис. к.т.н.: спец. 05.18.03 «Первинна обробка та зберігання продукції рослинництва» / О.В. Григоренко. – Херсон: ХНТУ. – 2005. – 20 с.
2. Дикий Н.П. Некоторые особенности термовакuumной сушки / Н.П. Дикий, А.М. Егоров, В.А. Кутовой и др. // Вопросы атомной науки и техники. – 2007. – №4. – С. 53-57.
3. Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 155 с.
4. Наместников А.Ф. Хранение и переработка овощей, плодов и ягод / А.Ф. Наместников. – М.: Высшая школа, 1972. – 312 с.
5. Попова И.В. Совершенствование технологии и средств сушки овощного сырья: автореф. дис. к.т.н.: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / И.В. Попова. – Мичуринск: МичГАУ. – 2009. – 21 с.
6. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпрятков, О.В. Завадська. – К.: НАУ. – 2006. – 204 с.
7. Скрипников Ю.Г. Инновационные технологии сушки растительного сырья / Ю.Г. Скрипников, М.А. Митрохин, Ю.В. Родионов и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – №3(41). – 2012. – С. 371-376.

BIBLIOGRAPHY

1. Grigorenko O.V. Optimization of freezing fruits plums technology elements: Abstract Dis. PhD: specialty 05.18.03 "The primary processing and storage of crop products" / O.V Grigorenko. - Kherson: KhNTU. - 2005. - 20 s.
2. Dikiy N.P. Some features of the thermal vacuum drying / N.P. Dikiy, A.M. Egorov, V.A. Kutovoj et al. // Problems of Atomic Science and Technology. - 2007. - №4. - S. 53-57.
3. Machinery and equipment of processing production / O.V. Datsyshyn et al. - K. : Higher Education, 2005. - 155 p.

4. Namestnikov A.F. Storage and processing of vegetables, fruits and berries / A.F. Namestnikov. - M.: Higher School, 1972. - 312 p.

5. Popova I.V. Perfection of technology and means of drying vegetable raw materials: Abstract. Dis. PhD: specialty 05.20.01 "Technology and means of mechanization of agriculture" / I.V. Popova. - Michurinsk: MichGAU. - 2009. - 21 p.

6. Skaletska L.F. Bases of scientific researches at storage and processing of plant-grower products / L.F. Skaletska, G.I. Podpryatov, O.V. Zavads'ka. - K.: NAU, 2006. - 24 p.

7. Skripnikov Y.G. Innovative drying technology of plant raw materials / Y.G. Skripnikov, M.A. Mitrokhin, Y.V. Rodionov et al. // Problems of modern science and practice. University named after V.I. Vernadsky. - №3 (41). - 2012. - S. 371-376.

ABSORPTION DRYER FOR JUICY PLANT PRODUCTS

N.I. Struchaev, Y.V. Grygorenko, N.P. Zagorko

Summary

The paper deals with preparation of a drying agent that increases the effectiveness of juicy plant products drying processes by using absorption dryers. The authors propose the method for determining the amount of water that is previously removed from the air, used for drying, and calculating the amount of energy, required for its removal, using an energy-efficient dryer. Basic design parameters of energy-efficient dryer are given based on an absorption chiller.

Key words: absorption dryer for juicy plant products, drying, drier-cooler, evaporator of the absorption chiller, condenser absorption chiller, nutritional value of products.

УДК 581.524.1

СОХРАННОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ АКТИНИДИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПЕРЕРАБОТКИ

Калайда Е.В., к.с.-х.н. *

Пыркало В.В.

Уманский национальный университет садоводства

г. Умань, Украина

Тел. +380474433199

e-mail: k.Kalajda@yandex.ua

Аннотация. Рассмотрена возможность переработки плодов актинидии на консервированные продукты, непосредственно проведена технологическая оценка плодов при производстве компотов, соков и варенья. Изучен химический состав как свежих плодов сортов Киевская гибридная и Пурпурная садовая, так и после консервирования, а также сохранность биологически активных веществ, на примере аскорбиновой кислоты.

Ключевые слова: актинидия, продукты переработки, биологически активные вещества, сохранность.

Постановка проблемы. В последнее время возникла необходимость не только определения содержания различных витаминов в продуктах питания, их влияния на жизнедеятельность человека, а также технологии производства продуктов питания, не только с большим содержанием витамином, а и высокой степенью их сохранности. Актуальный поиск нетрадиционного сырья с поливитаминным составом, именно к таким плодам следует зачислить актинидию – дальневосточную лиану, которая пришла в наш край и стала признанной культурой в садоводстве, представляет собой особую ценность для человека, плоды ее имеют богатый

* Публікується по рекомендації: к.т.н., доц., чл.-кор. МААО Караєва О.Г.

химический состав, обладают тонизирующими и лечебными свойствами [1]. Их называют плодами здоровья за высокое содержания биологически активных веществ (плоды накапливают большое количество аскорбиновой кислоты, содержат сахара, каротин, пектин и специфическое вещество – актинидин, что действует в организме человека аналогично ферменту папаину – стимулирует расщепление белков). Достаточно двух-трех ягод, чтобы удовлетворить суточную потребность организма в витаминах С, Е [2].

Анализ последних исследований. Созданием продуктов с повышенным содержанием биологически активных веществ занимались многочисленные как иностранные, так и отечественные ученые: Д. Стэнфорд, А. Несс, К. Карпентер, Г. Естербауер, М. Грин, А. Покровский, В. Лифляндский, Т. Емельянова, З. Сыч, И. Рошин, В. Тутельян, Л. Шатнюк, Л. Капрельянц, В. Корзун и другие. Относительно возможности переработки и последующей сохранности витаминов в продуктах переработки плодов актинидии данные очень скудны. Поэтому актуальным будет исследование не только возможности переработки плодов, а и сохранности в продуктах их переработки биологически активных веществ.

Цель исследования. Целью данной работы является изучение химического состава плодов актинидии, технологии их переработки и оценка сохранности биологически активных веществ в консервированных продуктах.

Основная часть. Род *Actinidia* относится к семейству Actinidiaceae Hutch. и насчитывает 36 видов и 23 разновидности, так считают большинство ботаников [4, 8]. В основном актинидию используют как декоративные, и только часть их известна как плодовые растения – это, прежде всего, *A. Chinensis* Planch [9, 10]. Но сорта этого вида выдерживают лишь кратковременные понижения температуры до -15°C и Лесостепной зоне Украины их можно выращивать только как укрывную культуру. Поэтому значительного внимания заслуживают морозостойкие виды актинидии – *A. kolomikta* (Purp. Et Maxim.) Maxim, *A. arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *A. ригриrea* Rehd., *A. polygama* (Siebold et Zucc.) [3].

Плоды актинидии выращенные в Лесостепной зоне Украины содержат в своем составе от 17,2 до 25,6% сухих веществ, при этом сахаров накапливают в своем составе от 8,4 (сорт Жемчужи-

на сада) до 13,2% (сорт Рима), кислотность плодов определяется в пределах 0,5 (сорт Оригинальное и Караваевская урожайная) до 1,2% (сорт Загадочная). Кроме углеводов и органических кислот плоды актинидии содержат значительное количество аскорбиновой кислоты – от 150-200 мг% до 1000 мг%, флавоновых гликозидов – до 48 мг%, веществ с Р витаминной активностью – 14-31 мг% [3]. Новые, сорта гибридного происхождения отличаются высокой урожайностью и содержат комплекс биологически активных веществ (БАВ), который не уступает, а в некоторых случаях превышает их уровень в исходных формах.

Плоды актинидии потребляют чаще всего в свежем виде, хотя значительная часть плодов не пригодна для рынка свежих фруктов. В Новой Зеландии, примерно половина от общего количества выращенной актинидии консервируется в сиропе или в виде нектаров, другая часть замораживается [6, 7].

Объектами исследований были плоды актинидии сортов Киевская гибридная и Пурпурная садовая, а также компоты, соки и варенье с этих же плодов. Исследование сортовых особенностей сырья устанавливали изготовлением консервов аналогов. Пригодность плодов к переработке оценивали по изменениям основных компонентов химического состава и органолептических показателей. Из полученных данных прослеживается, что плоды сорта Сентябрьская за высокого содержания сухих растворимых веществ содержали лишь 5,56% сахаров и 0,63% органических кислот, для других исследуемых плодов сортов содержание сухих растворимых веществ был почти на 4% меньше, а сахаров – вдвое больше. Однако основным качественным показателем вкуса плодов является сахаро-кислотный индекс. Наиболее гармоничное соотношение сахаров к кислотам было для плодов сорта Киевская гибридная.

В результате исследований установлено, что по массовой доле сухих растворимых веществ, изготовленные образцы компотов содержали 19,3 и 18,5 % соответственно. Титрованная кислотность компота с плодов Киевская гибридная уступали аналогичному продукту с плодов сорта Пурпурная садовая на 8,8 %, хотя содержание сахаров находился уровне 13,9 и 10,3 % соответственно. Такие значения основных показателей химического состава дало возможность сформировать сахаро-кислотный индекс на уровне 19,3 и 13,3, то есть компоты с

плодов сорта Киевская гибридная были более сбалансированы за балансом сахаров и кислот.

При производстве варенья с плодов актинидии получили продукт с массовой долей сухих растворимых веществ на уровне 68,3 – 68,6 %, что соответствует стандарту.

В концентрированных консервах основная часть сухих растворимых веществ представлена сахарами, которые составляли в варенье с плодов актинидии 89,7 – 96,2 %. Массовая доля редуцирующих сахаров составляет 49,3 – 51,6 % от общего содержания сахаров, а сахарозы – 46,1 – 48,1 %. Для предупреждения как сахарозного, так и глюкозного засахаривания варку варенья ведут таким образом, чтобы соотношение сахарозы и инвертного сахара в готовом продукте было 1:1 [5].

Разное содержание титруемых кислот в исходном сырье способствовало различной степени инверсии сахаров, поэтому варенье из актинидии сорта Пурпурная садовая отмечалось наименьшим количеством редуцирующих сахаров – 31,6 %, соответственно при титрованной кислотности готового продукта – 0,86 %, для варенья из плодов сорта Киевская гибридная определено выше, среди исследуемых сортов содержание инвертного сахара – 33,1 %, при массовой доле титруемых кислот – 0,79 %.

Качество изготовленных продуктов оценивали по результатам дегустации, которая показала, что все образцы варенья характеризовались равномерно распределенными в нежилируемом сахарном сиропе плодами, некоторые плоды стали морщинистыми, часть теряла форму, вследствие нарушения целостности кожуры выделялись семена, что негативно влияло на внешний вид консервов. Засахаривания продукта не происходило.

Содержание сока в плодах актинидии достаточно высоко и достигает 89 – 92%. Полученные после прессования соки имели около 14 % сухих растворимых веществ, с кислотностью в диапазоне 0,4 – 0,7 % при содержании общих сахаров 11,7 – 11,9 % возможность получить продукт несбалансированный за содержанием кислоты и сахара. Сохранность биологически активных веществ определяли по содержанию аскорбиновой кислоты при разных способах переработки плодов.

С целью оценки эффективности переработки плодов актинидии по содержанию аскорбиновой кислоты их сравнивали со

свежими плодами. Приведенный расчет не отражает правильной картины по сохранности аскорбиновой кислоты при переработке актинидии на консервированные продукты, это объясняется различными потерями актинидии при переработке.

Таблица 1 – Содержание аскорбиновой кислоты в продуктах переработки плодов актинидии

Название продукта	Сорт	Абсолютное содержание, мг/100 г	В процентах к содержащему в свежих плодах
Свежие плоды	Киевская гибридная	134,05	100,0
	Пурпурная садовая	92,40	100,0
Компот с актинидии	Киевская гибридная	76,85	57,3
	Пурпурная садовая	52,51	39,2
Сок актинидиевый	Киевская гибридная	129,65	96,7
	Пурпурная садовая	89,47	66,7
Варенье с актинидии	Киевская гибридная	68,93	51,4
	Пурпурная садовая	45,47	33,9

Из приведенных данных табл. 1 прослеживается, что для переработки на консервированные продукты целесообразно применять технологии переработки плодов на компоты, варенье и соки с плодов актинидии Киевская гибридная и Пурпурная садовая, поскольку при переработке на компоты сохраняется 39,2 – 57,3% к содержащему свежих плодов; соки – от 66,7 до 96,7%; варенье – 33,9 – 51,4%.

Конечно сравнивая сортовые особенности сырья, целесообразно использовать сырье с высоким содержанием аскорбиновой кислоты, поскольку ее и больше остается в продуктах переработки. Продукты оценивают также по возможности удовлетворять суточную потребность человека в одном или нескольких ценных ингредиентах (табл. 2). Для расчета брали

суточную норму в аскорбиновой кислоте на уровне 80 мг, и планировали потребления 100 г консервов.

Таблица 2 – Удовлетворение суточной потребности человека в аскорбиновой кислоте за счет употребления продуктов переработки плодов актинидии

Название продукта	Сорт	Содержание в 100 г продукта, мг	В процентах к суточной норме потребления взрослого человека
Свежие плоды	Киевская гибридная	134,05	167,6
	Пурпурная садовая	92,40	115,5
Компот с актинидии	Киевская гибридная	76,85	96,1
	Пурпурная садовая	52,51	65,6
Сок актинидиевый	Киевская гибридная	129,65	162,1
	Пурпурная садовая	89,47	111,8
Варенье с актинидии	Киевская гибридная	68,93	86,2
	Пурпурная садовая	45,47	56,8

Выводы. Итак, по результатам приведенных данных видно, что плоды актинидии ценный источник аскорбиновой кислоты. И способны в свежем виде полностью удовлетворять суточную потребность в данном витамине за счет потребления только нескольких ягод. Также консервированные различными способами плоды способны частично и полностью удовлетворять потребности организма в витаминах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванникова Н.Н. Особенности размножения и выращивания актинидии в условиях Лесостепи [Электронный ресурс] / Н.Н. Иванникова // Научный вестник НУБиП. Сборник науч. труд.

– 2009. – Вып. 133. – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_133.html

2. Причко Т.Г. Киви – ценная субтропическая культура / Айба Л.Я., Причко Т.Г., Вайнштейн Л.А. // Тр. СКЗНИИ СиВ – Краснодар, 2004. – С. 247 - 249.

3. Скрипченко Н.В. Актинидия (сорты, выращивания, размножение) / Н.В. Скрипченко, П.А. Мороз. – К.: Фитосоцицентр, 2002. – 44 с.

4. Тахтаджян А.А. Система магнолифитов – *Systema magnoliophytorum* / А.А. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1987. – 438 с.

5. Фан-Юнг А.Ф. Технология консервирования плодов и овощей / Фан-Юнг А.Ф., Флауменбаум В.Л., Изотов А.К. . – М.: Пищ. пром-сть, 1969. – 908 с.

6. Crisosto C.H. Kiwifruit. In fresh produce facts / Crisosto C.H., Mitcham E.J., Kader A. – Univ. of Calif., 1999. – Режим доступа: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/producefacts/fruit/kiwi/html>

7. Luh B.S. Kiwifruit / Luh B.S., Zhang Wang // *Advances in food research*. – 2001. – V. 29. – P. 279 – 306.

8. Nishiyama I. Fruits of the actinidia genus/ Ichiro Nishiyama/ // *Advances in food and nutrition research*. – 2007. – Vol 52. – P. 293 – 324.

9. Peschel W. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes/ [W. Peschel, F. Sánchez-Rabaneda, W. Diekmann, A. Plescher] // *Food Chemistry*. – 2006. – № 97 (1). – P. 137 – 150.

10. Wilson S.J. The utilization, cultivation, harvesting, packing and storage of Chinese gooseberries / Wilson S.J., Richards R.R. // *Tasmanian J. Agric.* – 1973. – № 44(4). – P. 254 – 256.

BIBLIOGRAPHY

1. Yvannykova NN Features of reproduction and Growing Actinidia in a Forest-Steppe zone [Electronic resource] / NN Yvannykova // *Scientific bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Collection of Scientific work* – 2009. – V. 133. – Access: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_133.html

2. Prichko T.G. Kiwi – a valuable subtropical culture / Aiba L.Y., Prichko T.G., Weinstein L.A. // *Tr. SKZNII CiV - Krasnodar*, 2004. - P. 247 - 249.

3. Skripchenko N.V. Actinidia (varieties, cultivation, breeding) / N.V Skripchenko, P.A. Moroz. - K.: Fitosotsiotsentr, 2002. - 44 p.
4. Takhtadzhyan A.A. Systema magnoliophytorum / A.A. Takhtadzhyan. - L.: Nauka, 1987. - 438 p.
5. Fan-Jung A.F. Technology preservation of fruits and vegetables / Fan-Jung A.F. Flaumenbaum V.L., Izotov A.K. - M.: Pisch. prom-st, 1969. - 908 p.
6. Crisosto C.H. Kiwifruit. In fresh produce facts / Crisosto C.H., Mitcham E.J., Kader A. - Univ. of Calif., 1999. - Режим доступа: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/producefacts/fruit/kiwi/html>
7. Luh B.S. Kiwifruit / Luh B.S., Zhang Wang //Advances in food research. - 2001. - V. 29. - P. 279 - 306.
8. Nishiyama I. Fruits of the actinidia genus/ Ichiro Nishiyama/ // Advances in food and nutrition research. - 2007. - Vol 52. - P. 293 - 324.
9. Peschel W. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes/ [W. Peschel, F. Sánchez-Rabaneda, W. Diekmann, A. Plescher] //Food Chemistry. - 2006. - № 97 (1). - P. 137 - 150.
10. Wilson S.J. The utilization, cultivation, harvesting, packing and storage of Chinese gooseberries / Wilson S.J., Richards R.R. //Tasmanian J. Agric. - 1973. - № 44(4). - P. 254 - 256.

PRESERVATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN ACTINIDIA FRUIT DEPENDING ON THE PROCESSING TECHNOLOGY

E.V. Kalaida, V.V. Pyrkalo

Summary

The possibility of processing Actinidia fruit into canned food is considered in the article. Technological assessment of the fruit in production of fruit compotes, jams and juices has been made. Chemical composition of fresh fruits of Kyivskaya hybridnaya and Purpurnaya sadovaya varieties has been studied. Preservation of biologically active substances has been researched on the example of ascorbic acid.

Key words: Actinidia, processed products, biologically active substances, safety.

РОСЛИННИЦТВО ТА ТВАРИННИЦТВО

УДК 636.32/38.082

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗВЕДЕННЯ ОВЕЦЬ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ

Лесновська О.В., к. с.-г. н., доц. *

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

м. Дніпро, Україна

Тел. +380665349171

e-mail: lesnovskay_elena@ukr.net

Анотація. Використання баранів-плідників м'ясних порід на чистопородних та помісних вівцематках сприяло покращенню показників м'ясної продуктивності та якості м'яса. В результаті обсяг отриманої додаткової продукції від цього поєднання збільшився на 16,9 і 8,9 %.

Ключові слова: асканійська м'ясо-вовнова порода дніпропетровського типу, олібс, тексель, м'ясна продуктивність, вовнова продуктивність.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки подальший розвиток вівчарства повинен базуватись на інтенсифікації галузі, удосконаленні генетичного потенціалу, виробництві конкурентоспроможної продукції, при цьому важливою умовою є створення порід та типів овець, що відзначаються підвищеним рівнем продуктивних ознак, технологічністю, адаптивністю за одночасного збільшення загальної кількості поголів'я. Низький рівень продуктивних ознак на фоні зменшення загальної чисельності овець значно послаблює продовольчу та сировинну безпеку країни й ставить під загрозу забезпечення переробної промисло-

* Публікується по рекомендації: к.т.н., доц., чл.-кор. МААО Загорко Н.П.

вості екологічно чистою сировиною [1,3,10].

Аналіз останніх досліджень. В Україні до останнього часу селекцію у вівчарстві проводили на отримання овець з тонкою та кросбредною вовною, так як комплексні роботи з одночасного поліпшення вовнової та рівня м'ясної продуктивності за рахунок селекційно-племінної роботи є довготривалим процесом. Тому, на сучасному етапі розвитку галузі, її становлення та підвищення конкурентоспроможності можливе лише на основі комплексного використання продукції, де м'ясна продуктивність та її якість є домінуючим напрямом. Враховуючи світовий досвід, розв'язати цю проблему можна шляхом широкого застосування схрещування маток різних напрямів продуктивності з баранами-плідниками м'ясних порід та всебічного сприяння розвитку спеціалізованого м'ясного вівчарства, що дає змогу відносно швидко збільшити обсяги виробництва високоякісної ягнятини та баранини [6,8].

Однією з районованих порід в степовій зоні України є асканійська м'ясо-вовнова дніпропетровського типу. Останнім часом з метою поліпшення продуктивних ознак овець цієї породи використовують баранів-плідників олібс та тексель. Але проведена робота не повною мірою забезпечила мобілізацію та використання біологічного потенціалу овець цієї породи, що й стало передумовою подальших досліджень із застосування поглинального схрещування. Водночас недостатнє вивчення механізмів поліпшення м'ясної продуктивності та якісних показників баранини, відтворювальної здатності, молочної продуктивності овець асканійської м'ясо-вовнової породи дніпропетровського типу обумовило актуальність теми та вибір пріоритетного напрямку досліджень дисертаційної роботи [2,5,9].

Мета дослідження. Метою досліджень було встановлення економічної ефективності розведення овець різних генотипів з різним рівнем продуктивності в умовах степової зони України.

Дослідження проводили на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Шаролезька вівця» Новомосковського району Дніпропетровської області. В умовах господарства проведено схрещування вівцематок асканійської м'ясо-вовнової породи дніпропетровського типу з баранами-плідниками олібс та тексель. Використовуючи схрещування, отримали помісей другого покоління за породою олібс та тексель.

Розрахунок економічного ефекту від використання різних генотипів генотипів проведено відповідно „Методиці визначення економічної ефективності використання у сільському господарстві результатів науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів та рацпропозицій” [4].

Отримані експериментальні дані оброблено біометрично за методикою М. О. Плохинського та Є. К. Меркурєвої за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel з використанням статистичних функцій.

Основна частина. Ефективність розведення тварин різного походження визначали на основі отриманих результатів від реалізації основної та додаткової продукції. Розрахунки проводили для кожної піддослідної групи в різні вікові періоди. Виручка від реалізації продукції розраховувалася за цінами 2014 року, відповідно кон'юнктури ринку (табл. 1).

Таблиця 1 - Економічна ефективність досліджень

Показник	АМД	F ₂ T	F ₂ Ол
Настриг пояркової вовни, кг	0,88	0,94	0,70
Реалізаційна ціна вовни, грн.	12,0	12,0	12,0
Виручка від реалізації вовни, грн.			
Додаткова продукції, %		+6,8	-20,4
Вартість додаткової продукції, грн.:	10,56	11,28	8,4
на 1 голову		+0,72	-2,16
від 100 голів		+72	-216
Маса туші, кг	20,1	23,5	21,9
Реалізаційна ціна м'яса, грн.	35,0	35,0	35,0
Виручка від реалізації м'яса, грн.	703,5	822,5	766,5
Додаткова продукції, %		+16,9	+8,9
Вартість додаткової продукції, грн.:			
на 1 голову		+119,0	+63,0
від 100 голів		+11900	+6300
Загальний економічний ефект, грн.:			
на 1 голову		+119,72	+60,84
від 100 голів		+11972	+6084

Основними видами продукції від овець є вовна та м'ясо. Підрахунками ефективності виробництва вовни встановлено, що за настригом вовни в оригіналі у віці 6–7 місяців помісі за тексе-

лем перевищували своїх чистопородних і помісних однолітків за олібсом на 6,8 і 34,3 %. За виходом митого волокна та настригом чистої вовни перевага також була на боці помісного молодняка за текселем. Враховуючи реалізаційну ціну вовни, від однієї помісної вівці за породою тексель додатково отримано +0,72 грн.

Основною метою при використанні в схемі схрещування баранів-плідників порід тексель та олібс є підвищення та покращення м'ясних якостей овець асканійської м'ясо-вовнової породи. Ефективність встановлювали за показниками м'ясної продуктивності овець в 8,5-місячному віці.

Помісний молодняк відрізнявся підвищеною енергією росту, скоростиглістю та накопиченням живої маси, що в свою чергу відобразилося на забійній масі та забійному виході, а також сумарній виручці від реалізації основної продукції. За ціною 1 кг баранини 35,0 грн. виручка від однієї голови помісного молодняка за текселем і олібсом склала 822,5 та 766,5 гривень проти 703,5 грн. у чистопородного.

Враховуючи однакові витрати на годівлю та утримання овець всіх піддослідних груп, від помісного молодняка за текселем і олібсом додатково отримано 16,9 та 8,9 % продукції, у порівнянні з чистопородним поголів'ям. Вартість додаткової продукції від помісей за текселем та олібсом становила +119,0 та +63,0 грн. в розрахунку на одну голову.

Отже, загальний економічний ефект від отриманої додаткової продукції помісей за текселем та олібсом становив відповідно +119,72 та +60,84 грн. в розрахунку на одну голову забійного молодняка.

З наведених даних можна зробити висновок, що за рахунок більшої живої маси помісних тварин можна отримати додаткову продукцію, і, як наслідок, вищий її сумарний дохід, порівняно з продуктивністю чистопородних однолітків. Таким чином, схрещування баранів тексель та олібс з матками асканійської м'ясо-вовнової породи є економічно доцільним і може стати підґрунтям для відродження в Україні вівчарства як високорентабельної галузі тваринництва.

Висновок. Встановлено, що обсяг отриманої додаткової продукції від збільшення вовнової та м'ясної продуктивності у помісного молодняка за текселем, порівняно з чистопородним, становив, відповідно 6,8 і 16,9 % або 0,72 і 119,0 грн з розрахунку

на 1 голову. Розмір додаткової продукції від помісей за олібсом становив 8,9 % або 63 грн з розрахунку на 1 голову. Загальний економічний ефект за рахунок використання баранів-плідників порід тексель та олібс на вівцематках асканійської м'ясо-вовнової породи дніпропетровського типу становив 18056 грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вершин А.С. Состояние и проблемы рынка овечьей шерсти / А.С. Вершин, М.Н. Иванова, Е.Н. Швецова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2010. – №3. – С. 69–72.
2. Високок М.П. Особливості адаптації овець імпортованих порід та їх помісей за еколого-господарських умов степу України / М.П. Високок, Н.А. Гогітідзе та ін. // Науковий вісник ЛНАВМБ імені С.З. Гжицького. – Львів, 2009. – Т. 11. – Ч.2. – №2 (41). – С. 31–35.
3. Галатов А.Н. Результаты использования баранов породы тексель на тонкорунных матках Южного Урала / А.Н.Галатов, Д.Н.Чуваков и др. // Овцы, козы, шерстяное дело.–2004.–№3. – С.23–25.
4. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: [утв. 26.02.79г. МСХ СССР / Госагропромышленный комитет УССР]. – К.: Урожай, 1986. – 117 с.
5. Мирзабеков С. Ш. Эффективность промышленного скрещивания / С.Ш. Мирзабеков // Овцеводство. – 1981. – № 6. – С.32–34.
6. Мирзабеков С.Ш. Эффективность промышленного скрещивания/С.Ш. Мирзабеков//Овцеводство.–1981.–№6.– С.32–34.
7. Нежлукченко Т. І. Розвиток творчої спадщини академіка М.Ф.Іванова в породоутворюючому процесі і створенні нових порід і типів овець / Т.І. Нежлукченко// Таврійський науковий вісник. – 1998. – Вип. 6 . – С. 74–80.
8. Ожигов Л. М. Что показал опыт промышленного скрещивания / Л. М. Ожигов // Овцеводство. – 1967. – № 6. – С.24–25.
- 9.Разумеев К. Э. Тенденции мирового рынка шерсти и продукции из нее / К. Э. Разумеев, В. К. Разумеев, Т. И. Филиппова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2009. – № 1. – С. 45–54.
- 10.Рачковский Л.Н. Промышленное скрещивание – важ-

ный резерв повышения продуктивности и рентабельности овцеводства / Л.Н. Рачковский // Животноводство. – 1972. – № 7. – С. 70–74.

BIBLIOGRAPHY

1. Vershin A.S. Sostoyanie i problemy rynka ovech'ej shersti / A.S. Vershin, M.N. Ivanova, E.N. SHvecova // Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo. – 2010. – №3. – С. 69–72.

2. Visokos M.P. Osoblivosti adaptacii ovec' importovanih porid ta ih pomisej za ekologo-gospodars'kih umov stepu Ukraïni / M.P. Visokos, N.A. Gogitidze ta in. // Naukovij visnik LNAVMB imeni S.Z. Gzhic'kogo. – L'viv, 2009. – T. 11. – CH.2. – №2 (41). – С. 31–35.

3. Galatov A.N. Rezul'taty ispol'zovaniya baranov porody tekseľ na tonkorunnyh matkah YUzhnogo Urala / A.N.Galatov, D.N.CHuvakov i dr. // Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo.–2004.–№3. – С.23–25.

4. Metodika opredeleniya ehkonomicheskoy ehffektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom hozyajstve nauchno-issledovatel'skih, opytно-konstruktorskih rabot, novoj tekhniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij: [utv. 26.02.79g. MSKH SSSR / Gosagropromyshlennyj komitet USSR]. – K.: Urozhaj, 1986. – 117 c.

5. Mirzabekov S. SH. EHffektivnost' promyshlennogo skreshchivaniya / S.SH. Mirzabekov // Ovcevodstvo. – 1981. – № 6. – С.32–34.

6. Mirzabekov S.SH. EHffektivnost' promyshlennogo skreshchivaniya / S.SH. Mirzabekov // Ovcevodstvo.– 1981.– №6.– С.32–34.

7. Nezhlukchenko T. I. Rozvitok tvorchoï spadshchini akademika M.F.Ivanova v porodoutvoryuyuchomu procesi i stvorenni novih porid i tipiv ovec' / T.I. Nezhlukchenko// Tavrijs'kij naukovij visnik. – 1998. – Vip. 6 . – С. 74–80.

8. Ozhigov L. M. CHto pokazal opyt promyshlennogo skreshchivaniya / L.M. Ozhigov//Ovcevodstvo.–1967. – № 6. – С.24–25.

9.Razumeev K. EH. Tendencii mirovogo rynka shersti i produkcii iz nee / K. EH. Razumeev, V. K. Razumeev, T. I. Filippova // Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo. – 2009. – № 1. – С. 45–54.

10.Rachkovskij L.N. Promyshlennoe skreshchivanie – vazhnyj rezerv povysheniya produktivnosti i rentabel'nosti ovcevodstva/L.N. Rachkovskij // ZHivotnovodstvo. – 1972. – № 7. – С. 70–74.

EFFECTIVENESS OF BREEDING SHEEP OF DIFFERENT GENOTYPES

E.V. Lesnovskaya

Summary

Using the rams of meat breeds on purebred and crossbred ewes has improved meat productivity and its quality characteristics. As a result, the amount of additional production obtained from this mating increased on 16,9 and 8,9 %.

Key words: askaniyska meat-woollen breed of the Dnipropetrovsk type, olibs, teksel, meat productivity, wool productivity.

Президія Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти вшановує пам'ять передчасно померлого видатного вченого талановитого організатора, Заслуженого працівника освіти України, доктора технічних наук, академіка НААНУ, ІАУ, МААО, професора, ректора . Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, завідувача кафедри фізики, теоретичної механіки і деталей машин



ТИЩЕНКА

ЛЕОНІДА МИКОЛАЙОВИЧА.

Непоправна втрата для майбутнього аграрної науки та освіти.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 19398-9198 Р
від 01.10.2012 р.

Підписано до друку 30.06.2016 р.
Формат видання 50х75,
друк Rizo
22,5 умов., друк. арк.
тираж 100 прим.

Видавництво «ОЛДІ-ПЛЮС»

Адреса редакції:

просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл., 72310 Україна
e-mail: uv.maa@mail.ru

**© Українське відділення міжнародної громадської організації
Міжнародна Академія аграрної освіти, 2016**