

УВ ІААЕ



УВ МААО

**Українського відділення  
Міжнародної академії  
аграрної освіти**

*(за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції,  
29-30 квітня, УНУС, м.Умань)*

**Випуск № 3**

Мелітополь - 2015

УДК 63 (066)

Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 3.–Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.– 276с.

Друкується за рішенням Президії УВ МААО, Протокол № 8 від 05.06.2015 р.

У випуску наукових праць друкуються результати міжнародної науково-практичної конференції «Імпортозамінні технології вирощування продукції садівництва та рослинництва», що проходила 29-30 квітня 2015 року, в Уманському національному університеті садівництва. Представлені наукові дослідження за наступною тематичною спрямованістю: механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК, вища аграрна освіта, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, економіка АПК. Матеріали вісника сприяють розвитку аграрної 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)

Куценко Юрій Миколайович – д.т.н., проф.

Кушнар'єв Артур Сергійович – чл.-кор. НААНУ, д.т.н., проф.

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

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

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

Непочатенко Олена Олександрівна – д.е.н., проф.

Пастушенко Сергій Іванович – д.т.н., проф.

Роздорожнюк Петро Іванович – к.с.г.н., доц.

Сисоев Олександр Митрофанович – д.е.н., проф. (Росія)

Смердов Андрій Андрійович – д.т.н., проф.

Тищенко Леонід Миколайович – ак. НААНУ, д.т.н., проф.

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

Червінський 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

<i>Трифорова М.Ф., Кочии И.И.</i> Международная деятельность «Международной общественной организации «Международная академия аграрного образования»	9
<b>МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК</b>	15
<i>Дидур В.А., Ткаченко А.В., Ткаченко В.А.</i> Статистическая модель двухфазного потока в пневмосепарационном канале	15
<i>Пастухов В. И., Беловол С. А.</i> Дослідження деформації ґрунту під дією ротаційного робочого органу	23
<i>Трифорова М.Ф., Бекузарова С.А.</i> Восстановление токсических почв с помощью фитоиндикаторов	30
<i>Осипов І.М., Сисоліна І.П.</i> Обґрунтування параметрів повітророзподільника просапних сівалок	34
<i>Бублик М.О., Саченко А.І., Патица Т.І., Шевчук І.В., Каленич Ф.С., Градченко С.І., Китаєв О.І., Денисюк О.Ф., Груша В.В., Матвієць А.О., Анпілогов А.Г., Вацкель В.Ю.</i> Перспективи використання автоматичних метеостанцій в садівництві	40
<i>Вихватнюк Р.В.</i> Інженерний аналіз деталей сільськогосподарських машин з використанням сучасних комп'ютерних технологій	49
<i>Войтік А.В., Невзоров А.В., Дідур В.В.</i> Методика визначення оптимальної надійнісної структури сільськогосподарської техніки	55
<i>Невзоров А.В., Ковальчук Ю.О., Кутковецька Т.О.</i> Методика забезпечення експлуатаційної надійності сільськогосподарських машин	61
<i>Кравченко В.В., Головатюк А.А.</i> Робочі органи машин для подрібнення плодової деревини	66
<i>Третьяк В.М., Олядничук Р.В.</i> Исследование влияния механического накопителя энергии на показатели работы почвообрабатывающего агрегата третьего тягового класса	72
<i>Дідур В.А., Мушкевич О.І.</i> Технологія безабразивної комплектовки золотникових пар гідророзподільників	80
<i>Бросалин В.Г., Завражнов А.А., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Манаенков К.А.</i> Некоторые физико-механические свойства клоновых подвоев яблони в связи с механизацией их возделывания	85
<i>Мелентьєв О.Б., Непочатенко В.В.</i> Вплив геометричних параметрів плоскорізного плугу підвищеної стріловидності на підвищення проти-ерозійного захисту під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах	92
<i>Леценко С.М., Сало В.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І., Дейкун В.А.</i> Адаптація операцій чизельного обробітку до складних ґрунтово-кліматичних умов центральної України	98

<i>Харитонов А.І., Олексієнко В.О.</i> Пристрій виробництва солоду	105
<i>Войтов В.А., Дідур В.А.</i> Технический уровень технологий и оборудования для переработки отходов сельскохозяйственного производства	110
<i>Теслюк Г.В., Волик Б.А., Брижаний І.Ю.</i> Вплив конструктивних і кінематичних параметрів дискового плуга на величину тягового опору і якість розпушення ґрунту	116
<i>Петренко Д.І., Васильковський О.М., Леценко С.М., Нестеренко О.В.</i> Дослідження якості роботи інерційної пневматичної зерноочисної машини	123
<i>Харитонов В.І., Алієв Е.Б.</i> Методика інженерного розрахунку параметрів змішувача-аератора гное-компостних сумішей	132
<i>Непочатенко В.В., Мелентьєв О.Б.</i> Покращення якісних показників плуга під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах	138
<i>Жорницький С.П., Мелентьєв О.Б.</i> Стан і перспективні напрями механізації виробництва продукції рослинництва	143
<i>Козелко Ю. І., Усенко М. В.</i> Аналіз показників відхилення від заданої глибини висаджування картоплевисаджувальних машин	149
<i>Грушецький С.М., Дідур В.В.</i> Проблеми технічного сервісу та забезпечення надійності техніки для АПК	154
<i>Соколов В.О., Привалов І.С., Саченко А.І.</i> Стан і перспективи механізації виробництва садивного матеріалу плодкових культур	161
<i>Ковальчук Ю.О., Невзоров А.В., Кравченко В.В.</i> Застосування лазерної обробки сталі 45 для підвищення зносостійкості деталей сільсько-господарських машин	171
<i>Лісовий І.О., Бойко А.І., Свірень М.О., Пушка О.С.</i> Пряма сівба та обґрунтування параметрів сошника	177
<i>Войтік А.В., Гнатюк М.Г.</i> Дослідження форми щіткового робочого органу для розкриття кореневої системи маточних рослин	190
<i>Серый И.С.</i> Место и роль капитального ремонта машин в системе технического сервиса	197
<i>Караев А. И., Матковский А.И.</i> Моделирование перемещения почвенного пласта с сажением по активному рабочему органу выкопного плуга	201
<i>Дідур В.А., Караев А.И., Минько С.А.</i> Изменения агрегатного состава почвы в приствольных полосах сада под воздействием капельного орошения	210
<b>ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА</b>	218
<i>Вольвак С.Ф., Нестерова Н.В., Несвит В.Д., Бондарец О.А.</i> О внедрении дистанционных образовательных технологий в учебный процесс вузов	218
<i>Пепелина Н.И.</i> Актуальные вопросы преподавания социально-гуманитарных дисциплин в системе аграрного образования	225
<i>Ветохін В.І., Лісовий І.О.</i> Деякі практичні питання роботи з патентними базами даних з метою забезпечення новизни та конкурентоспроможності розробок	228

*Збаравская Л.Ю., Слободян С.Б.* Профессионально направленные задания в процессе изучения физики в аграрно-техническом учебном заведении 235

**ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ** 241

*Кірчук Р.В., Панасюк С.Г., Тарасюк В.В.* Порівняльна оцінка методів енергозбереження при сушінні яблук 241

*Сацюк В.В.* Використання сонячної енергії для сушіння плодово-ягідної сировини 249

*Троїцька О.О.* Дослідження ефективності стабілізуючої дії відходу виробництва мікробного  $\beta$ -каротину 255

**ЕКОНОМІКА АПК** 260

*Коба Е.Е., Коба Е.Е., Васина Н.В.* Пути повышения эффективности работы предприятий в современных условиях 260

*Ткачук А.Е., Емелина Г.С.* Перспективы применения критических технологий в аграрном секторе на региональном уровне как инструмента форсайта 265

## CONTENT

<i>Trifonova M.F., Kochish I.I.</i> International activities of “International Non-Profit Organization “International Academy of Agrarian Education”	9
<b>MECHANIZATION, ELECTRIFICATION AND AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX</b>	15
<i>Didur V.A., Tkachenko A.V., Tkachenko V.A.</i> Statistical models of two-phase flow in pneumoseparation channel	15
<i>Pastukhov V. I., Bielovol S.A.</i> Soil deformation research under the rotary working bodies action	23
<i>Trifonova M.F., Bekuzarova S.A.</i> Toxic soils reclaiming using phytometers	30
<i>Osipov I.M., Sysolina I.P.</i> Cultivated seeders air distributor parameters substantiation	34
<i>Bublik M.O., Savchenko A.I., Patyka T.I., Shevchuk I.V., Kalenych F.S., Gradchenko S.I., Kytayev O.I., Denysyuk O.F., Grusha V.V., Matviyets A.O., Anpilohov A.G., Vatskel V.Yu.</i> Prospects for the use of automatic weather stations in horticulture	40
<i>Vyhatnyuk R.V.</i> Engineering analysis of the parts of agricultural machines using modern information technologies	49
<i>Vojtik A.V., Nevzorov A.V., Didur V.V.</i> Method of determining the optimal structure reliability of agricultural machinery	55
<i>Nevzorov A.V., Kovalchuk Y.O., Kutkovetska T.A.</i> Method for providing operational reliability of agricultural machines	61
<i>Kravchenko V. V., Golovatuk A. A.</i> Machine attachments for fruit wood crushing	66
<i>Tretyak V.M., Olyadnichuk R.V.</i> Investigation of the mechanical energy accumulator impact on the performance indices of the third traction class tillage aggregate	72
<i>Didur V.A., Mushkevich O.I.</i> Nonabrasive gathering technology of hydrodistributor spool-and-sleeves	80
<i>Brosalin V. G., Zavrazhnov A.A., Zavrazhnov A.I., Lantsev V. Yu., Manayenkov K.A.</i> Some physicommechanical properties of clonal stocks of the apple-tree due to the mechanization of their cultivation	85
<i>Melentyev O.B., Nepochatenko V.V.</i> Influence of geometrical parameters of high flat cutting plow sweep at increasing erosion protection during implementation of technological operation plowing on wetland soils	92
<i>Leschenko S.M., Salo V.M., Vasilkovskiy O.M., Petrenko D.I., Deykun V.A.</i> Adaptation of operations chisel cultivation to difficult soil and climatic conditions central Ukraine	98
<i>Kharytonova A.I., Oleksiienko V.O.</i> Malt production device	105

<i>Voitov V.A., Didur V.A.</i> Technical level of technology and equipment for agricultural waste processing	110
<i>Tesliuk G.V., Volik B.A., Bryzhatyi I.Y.</i> Structural and kinematic parameters effect of disk plow on plowing resistance value and soil pulverization quality	116
<i>Petrenko D.I., Vasilkovskiy O.M., Leschenko S.M., Nesterenko A.V.</i> Researching the quality of inertial pneumatic grain cleaning machine operation	123
<i>Kharitonov V.I., Aliev E.B.</i> Methods of engineering calculation for mixer-aerator of pus-compost mixes parameters	132
<i>Nepochatenko V. V., Melentyev O.B.</i> Improving of plough quality indices when performing technological operations of plowing on wetland soils	138
<i>Zhornytskyi S.P, Melentiev O.B.</i> State and perspective directions in mechanization of crop growing production policy	143
<i>Kozelko Y.I., Usenko M. V.</i> The analysis of potao-planter deviation indices from the specified deph when planting	149
<i>Hrushets'kii S.N., Didur V.V.</i> The problems of tehcnical servicing and providing machinery reliability for AIC	154
<i>Sokolov V.O., Pryvalov I.S., Sachenko A.I.</i> State and perspectives of mechanizng the fruit crops planting stock production	161
<i>Kovalchuk Y.O., Nevzorov A.V., Kravchenko V.V.</i> Application of laser treatment for steel 45 components endurance strengthening agricultural machines	171
<i>Lisovyy I.O., Boiko A.I., Sviren M.O., Pushka O.S.</i> Direct sowing and coulter parameters substantiating	177
<i>Voitik A.V., Hnatiuk M.G.</i> The research of the brush tool shape for disclosing the mother plants rootage	190
<i>Seryi I.S.</i> The role and place of machines overhaul repairing in the system of technical service	197
<i>Karaiev A.I., Matkovsky A.I.</i> Modelling of soil layer with transplant movement along the operating element of excavating plough	201
<i>Didur V.A., Karaiev A.I., Min'ko S.A.</i> Soil aggregate composition change in by-stem orchard strips under drop irrigation	210
<b>HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION</b>	218
<i>Volvak S. F., Nesterova N.V., Nesvit V.D., Bondarets O.A.</i> On the implementation of distance education technologies in educational process of universities	218
<i>Pepelina N.I.</i> Actual problems of social and human sciences teaching in agricultural education	225
<i>Vetohin V.I., Lisovyi I.O.</i> Some practical issue with patent databases to ensure the novelty and competitiveness developments	228
<i>Zbaravska L.Yu., Slobodian S.B.</i> Professionally directed tasks in the process of study of physics in agrarian-technical educational establishment	235

<b>PROCESSING AND STORING OF AGRICULTURAL PRODUCTION</b>	241
<i>Kirchuk R V., Panasiuk S.G., Tarasiuk V.V.</i> Comparative evaluation of energy saving methods in the process of apple drying	241
<i>Satsyuk V.V.</i> Solar energy using for raw fruit-berry material drying	249
<i>Troits'ka O.O.</i> The efficiency of stabilized action of microbe $\beta$ -carotene production waste researching	255
<b>AIC ECONOMY</b>	260
<i>Koba E.E., Koba E.E., Vasina N.V.</i> Means of improvement enterprises in modern conditions	260
<i>Tkachuk A. E., Yemelina G.S.</i> Prospects of application of critical technologies in the agricultural sector at the regional level as a tool foresight	265



## **МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ «МЕЖДУНАРОДНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»**

Трифонова М.Ф, Президент МААО, Засл. работник высшей школы РФ, д.с.-х.н., проф.  
Кочиш И.И., Главный ученый секретарь МААО, чл.-кор. РАН, д.с.-х.н., проф.

«Международная общественная организация «Международная академия аграрного образования» (МААО) функционирует на территории России, стран ближнего и дальнего зарубежья 23 года. Её представительства расквартированы в городах: Москве, Санкт-Петербурге г. Пушкин (Царское село), Екатеринбург, Мелеузе (Р. Башкортостан), Костанае (Р. Казахстан), Кишинёве (Р. Молдова), Мелитополе (Р. Украина), Щецин (Польша), Закцен-Анхальт (Германия). В работе Академии принимают участие видные научно-педагогические работники учебных и научных учреждений 23 стран мира, внесшие существенный вклад в развитие образовательного процесса и научных исследований по перспективным направлениям научно-технического прогресса в области агропромышленного сектора.

При Президиуме МААО действует 23 отделения в России, в ближнем и дальнем зарубежье, 17 секций по основным направлениям сельскохозяйственной науки и образования, организован редакционно-издательский и учебно-методические отделы; учреждены почетное звание «Заслуженный работник Высшей Международной Аграрной школы», а также медали: в области агрономии и земледелия – им. И.А. Стебута; в области экономики – им. В.С. Немчинова; в области ветеринарии и животноводства – им. А.Д. Белова; в области механизации с.х. производства – им. М.М. Летошнева; в области автоматизации с.х. производства – им. А.Б. Лурье; в области электрификации с.х. производства – им. И.А. Будзко. Проводятся конкурсы на получение именных стипендий студентами и аспирантами высших аграрных учебных заведений, участвует в организации выставок и конкурсов на лучшие научные и учебно-методические работы.

Академия сотрудничает с Международной академией информатизации, Международной академией наук экологии и безопасности - ассоциированных членов ООН, Петровской академией наук и искусств, Ассоциацией технических университетов, Российской Академией образования, Институтом продовольственной безопасности Университетской лиги ОДКБ, Международной инновационной платформой «Инновационные технологии развития ноосферы» и другими научными объединениями, учреждениями. Основные направления деятельности МААО – разработка и реализация стратегии развития аграрного образования, базирующейся на новейших научных достижениях, решение проблем подготовки и переподготовки научно-педагогических кадров для агропромышленного сектора, отвечающих международным стандартам, совершенствованию качества учебного процесса; развитие фундаментальных и прикладных исследований агропромышленного сектора. Члены академии решают исследовательские задачи, ориентированные на получение новых знаний, раскрывающих процессы современного образования и создающих основу научно-методического обеспечения реализации государственной научно-образовательной политики; проводят исследования по разработке содержания образовательных стандартов. Главный акцент во всей многообразной и многоуровневой системе образования и научных исследований делается на качество обучения, а это, разумеется, проистекает из современных концепций подготовки специалистов. Исследования в области обеспечения модернизации профессионального образования ориентированы на решение теоретико-методологических проблем повышения качества научно-методического обеспечения профессионального образования.

Сотрудничество вузов с производством, научными учреждениями выражается в совместной учебно-производственной деятельности, предметом которой является целевая подготовка специалистов по различным направлениям, проведение производственных практик, трудоустройство выпускников, укрепление материально-технической базы вузов и др.

Приоритетная задача – совершенствование учебного процесса в вузах с широким привлечением сотрудников научно-исследовательских учреждений. Члены академии проводят целенаправленную работу по внедрению в обучение инноваций, основанных на использовании современных достижений науки и современных технологий: методы проблемного и проектированного обучения, исследовательские методы, тренинговые и другие формы занятий, обеспечивающие актуализацию творческого потенциала и самостоятельности студентов. Обмену опытом проведения этой работы была посвящена учебно-методическая конференция на базе Донского ГАУ «Инновационные технологии в обучении и контроле качества знаний студентов». С участием членов академии активно внедряются автоматизированные системы управления учебным процессом, проводилась работа по запуску автоматизированной информационной библиотечной системы «МАРК». Анализ состояния дел во всех направлениях деятельности вузов показывает, что необходимые предпосылки для создания полнофункциональной как внутривузовской, так и межвузовской международной системы обеспечения качества подготовки специалистов, как это понимается в международных стандартах, уже сложились. Это очень большая работа, требующая лидирующей роли руководства вузов, значительных усилий всех коллективов, определенных финансовых и материальных ресурсов. В области науки высшей школы члены академии проводят работу по прогнозированию международной политики в подготовке и переподготовке кадров для сельского хозяйства с учетом разрабатываемых реформ в образовании в соответствии с Болонским соглашением; разработке и реализации современных инновационных технологий подготовки специалистов, базирующихся на новейших научных достижениях; аттестации и подготовке научно-педагогических кадров, отвечающих международным стандартам, активно участвуя в работе диссертационных советов, подготовке кандидатов, докторов наук. Ежегодно под руководством ведущих учёных готовится от 1300 до 1500 кандидатов наук, соответственно от 200 до 300 докторов наук, публикуется более 3000 единиц учебно-методической литературы и книг.

Президиум Академии проводит работу по присоединению вузов к Великой Хартии Университетов (MAGNA CHARTA UNIVERSITATUM), которые ратуют за академическую свободу, полноправно действующую как в области знаний, так и в области исследований. В 2011 году членом Великой Хартии является Костанайский инженерно-экономический университет, ректором которого действительный член МААО, председатель Костанайского отделения профессор Исмуратов С.Б. В соответствии с договорами между КИЭУ и «LOGO e.V.», объединение «Сельское Хозяйство и Экологическое Равновесие с Восточной Европой», лучшие студенты университета проходят полугодовую сельскохозяйственную практику в хозяйствах Германии по программе производства экологически чистой продукции.

При активном участии действительных членов академии М.Трифоновой, А.Чумакова, А. Сусоева, П. Кубрушко, В. Косырева, создана в России одна из первых совместных программ подготовки магистров по направлению агроинженерия и по профилю магистр техники и технологии в агроинженерной сфере, которая реализуется в МГАУ имени В.П. Горячкина и французском университете AGROSUP (Дижон). Программа лицензирована Министерствами сельского хозяйства России и Франции, аттестована государственными дипломами этих стран. В России организованы пилотные программы обучения российских студентов в вузах США, Германии, Франции,

Китая и других странах; подписаны соглашения с университетами США и Францией. Платформа, созданная в институте мультимедийных технологий CNERTA французского университета AGROSUP в Дижоне, апробирована к российским условиям в Московском, Кубанском, Воронежском государственных аграрных университетах, Российском государственном аграрном заочном университете и Челябинской государственной агроинженерной академии.

Эффективно развиваются программы сотрудничества с американскими университетами штатов Небраска, Пенсильвания, Монтана, Мэриленда и Канзаса. Среди российских партнеров активными исполнителями являются Ставропольский, Воронежский государственные аграрные университеты, МГАУ имени В.П. Горячкина, Московский государственный университет природообустройства. Члены академии всех вузов участвуют в совместной образовательной программе «Международное сельское хозяйство», аккредитованной в подведомственных университетах, как специализация по сельскому хозяйству. Программа успешно функционирует более 12 лет. Действительным членом МААО В. Чумаковым проведена работа по учреждению должности «Почетный заведующий кафедрой Фулбрайта» в Московском ГАУ им. В.П. Горячкина первой в мире, посвященной сельскому хозяйству.

Анализ работы членов МААО свидетельствует об активных исследованиях по проблемам эффективных организационно-экономических механизмов развития профессионального образования, по созданию методологии образовательных стандартов, внедрению интегрированных программ, в разработке и внедрении образовательных технологий в различных структурах профессионального образования – от обучения безработных до повышения квалификации и переквалификации, имеющих высшее и среднее – специальное образование; участвуют ли в разработке системы мониторинга труда. Большая работа проводится членами академии России по созданию системы непрерывного образования, двухступенчатой системы подготовки кадров. Президиум академии содействует интеграции научных сил для выполнения международных программ в области экологии, биологии, биотехнологии, генетики, селекции, растениеводства, земледелия, мелиорации, механизации электрификации, химизации и защиты растений, землеустройства, экономики и управления АПК, зоотехники и ветеринарной медицины, радиофизики, биофизики и радиоинженерии.

МОО «Международная академия аграрного образования» совместно с Международными общественными организациями, учреждениями, научно-исследовательскими организациями участвует в проведении исследований по проблемам экономики и земельных отношений, земледелия и мелиорации, растениеводства, защиты растений, зоотехники, птицеводства, в области ветеринарной медицины, механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства, в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Примеры научных разработок, полученных в результате проведенных исследований, это рекомендации по оценке уровня и управлению устойчивым социально-экономическим развитием села на региональном уровне, организационно-экономические механизмы преодоления влияния кризисных процессов на устойчивость экономического роста в АПК, а также система организационно-экономических мер регулирования оборота земель сельскохозяйственного назначения и положения о правовой охране, учету и использовании результатов научно-технической деятельности научных коллективов. В области растениеводства проведены фундаментальные исследования по разработке адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе мобилизации генетических ресурсов растений, созданию новых сортов и гибридов. Большая работа проведена по разработке методов и приемов сохранения генетического резерва сельскохозяйственной птицы для создания новых кроссов,

технологии получения и применения электрохимически активированных растворов хлоридов для обеззараживания объектов животноводства и перерабатывающей промышленности, технологии гравитационно-сортировальных зерноочистительных машин, технология производства продуктов лечебно-профилактического назначения на экструзионной обработке крахмалов: кукурузного, высокоамилазного и горохового.

Приоритетные направления исследований – это проблемы безопасности и импортозамещения, индустрии наносистем, информационно-коммуникационных систем, науки о жизни, рационального природопользования, энергоэффективности, энергосбережения и ядерной энергетики. В этой связи огромный интерес представляет работа членов академии под руководством академика РАН И.И. Кирюшина, проведенная совместно с научными учреждениями РАН- Сиб-НИИ ЗХ, ВНИИ микробиологии, ВНИИСХРАЭ, ВНИИАЛМИ, ВНИИМЗ, ВНИИГИМ, ВНИИПТИМЭСХ, НИИСХ, ВНИПТИОУ, ВИСХАГИ, ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, Курской ГСХА по ландшафтно-экологическому анализу территорий России, агроэкологической оценке земель, загрязненных тяжелыми металлами. Под руководством И.И.Кирюшина, разработана методика почвенно-ландшафтного картографирования, проведена бонитировка почв и оценка продуктивности земель; проведено проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий, разработана модель для базовых сельскохозяйственных предприятий.

Межгосударственное значение имеют работы членов академии Отделения «Землеустройства и кадастры» под руководством академика РАН Волкова С.Н. по теоретическому обоснованию преобразования земельных отношений, ориентированных на рыночные условия и созданию законодательных основ и нормативов, другим прикладным проблемам для проведения земельной реформы, разработку концептуальных основ природопользования, методических подходов, позволяющих оценить экологическую ситуацию в агропромышленном комплексе. Разрабатывались вопросы экономики природных ресурсов и, прежде всего, комплексной экологической оценки земельных ресурсов – главного средства сельскохозяйственного производства и управления природоохранной деятельностью в международном пространстве.

Научно-исследовательская работа направлена на решение фундаментальных и прикладных проблем: управление и использование потенциала земельных ресурсов и их охраны в связи с переходом к рыночной экономике, развитие экономических механизмов платного землепользования; проведение земельной реформы и формирование нового земельного строя при разных формах собственности и перехода к платному землепользованию, совершенствование принципов ведения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, зонирование и организация территории на основе ландшафтно-экологического подхода; развитие автоматизированной информационно-управляющей системы АИУС – «Земельно-ресурсный потенциал РК»; создание и ведение автоматизированной информационной системы земельного кадастра на базе инновационных технологий, в т.ч. спутникового межевания с использованием дистанционного зондирования земли при ведении земельно-кадастровых и землеустроительных работ с применением ГИС и интернет-технологий. Важное направление деятельности отделения – это мониторинг подготовки специалистов в вузах по землеустройству и кадастрам. Члены отделения проводили консультации по вопросам организации учебного процесса в вузах, оказывали им помощь в приобретении учебной литературы, программных продуктов для персональных компьютеров, в стажировке преподавателей образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального и дополнительного профессионального образования по укрупненной группе специальностей ВПО, СПО, ППО, ДПО «Геодезия и землеустройство».

Учёными отделения МААО «Биоэнергетики» под руководством действительного члена МААО Казеева Г.В. разработано учение о функциональной информационно-энергетической системы организма (ФИЭС). Составляющими ФИЭС являются акупунктура, чакральная система и биополе животных. Дано новое теоретическое обоснование структурам ФИЭС. Г.В. Казеевым и его учениками доказано, что акупунктура является энергетической структурой организма, а не разновидностью рефлекторной системы, информационная система представлена чакрами. Биополе, как энерго-информационная оболочка вокруг тела, образована сочетанием энерго-информационных структур. Все теоретические разработки основаны на законах физики. Назначение ФИЭС- обеспечивать центральную нервную систему информацией из окружающей среды. Подобной разработки и оценки биоэнергетики нет ни на родине акупунктуры в Китае ни на Западе.

МОО «Международная академия аграрного образования» участвовала в проведении Глобального Международного Форума в сельскохозяйственной науке и технологии GLAST 2010 г. в провинции Хейлуунзян, в 2013г. в Пекине КНР.

Ученые Санкт-Петербургского регионального отделения, Ставропольского регионального, Украинского отделения, Костанайского, Башкирского регионального, Польского отделений проводят работу по инновационно-инвестиционному проектированию развития земледелия и экономическому обоснованию проектов в животноводстве, инновационному развитию малых городов, а также по разработке экономического обоснованию и внедрению инновационно - инвестиционных проектов по созданию условий устойчивого развития сельских территорий. Эти проблемы широко были обсуждены на международных конференциях в Башкортостане, Санкт-Петербурге, Кишинёве (Р, Молдова), Щецине (Польша) и др.

Члены академии на уровне изобретения получили экспериментальные данные о специфической биологической активности сантохина, крезацина, эраконда и других активных веществ, что позволяет расширить спектр их применения не только для полноценного кормления животных, но и для профилактики нарушений обмена веществ у животных.

Учёными отделения МААО «Ветеринария» (председатель В.Н.Байматов) под руководством известных учёных академика РАН Ф.И. Василевича, академика РАН Н.А. Балакирева, члена – корреспондента РАН И.И. Кочиша, действительного члена МААО В.И. Максимова, действительного члена МААО Н.А. Слесаренко ведётся разработка новых лекарственных и дезинфицирующих средств, биостимуляторов, вакцин и препаратов, созданию новых типов и пород животных. По новым разработкам получено 18 патентов. Ежегодно достижения учёных представляются на ВДНХ и отмечаются награждениями. Большие успехи достигнуты в подготовке кадров. Только за последние 5 лет подготовлено 12 докторов и 27 кандидатов наук. Выпущено 12 монографий, 17 учебников для вузов и опубликовано более 150 статей в России и за рубежом.

В целях широкого распространения наиболее значимых инновационных результатов фундаментальных и прикладных исследований в области образования, повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции и анализа и эффективности деятельности научных школ ведущих ученых Президиумом МААО проводятся международные конференции, симпозиумы, встречи за круглым столом, семинаров, выставки и других международных мероприятий с широким участием ученых-практиков. На каждой встрече ученые узнают что то, что не прочитаешь ни в каких научных журналах. На конференциях уделяется серьезное внимание стендовым докладам. С нашей точки зрения это очень хорошая форма, позволяющая подумать и поговорить о проблемных вопросах науки. Вошло в практику проведение выездных заседаний президиума, совместно с прези-

диумами отделений МААО (г. Костанай, Республика Казахстан, г. Кишинев, Республика Молдова, г. Санкт-Петербург, г. Мелеуз, Р. Башкортостан).

Международные конференции проводятся систематически. Например, 2009 г. МААО, Уманским отделением МААО совместно с Академией наук высшей школы Украины проведена международная конференция «Аграрные науки и образование в XXI веке» с участием ученых вузов и НИИ России, Молдавии, Казахстана, университета Оклахома (США). Президиумом МААО, Санкт-Петербургским отделением МААО ( президент отделения Еникеев В.Г.) в 2011 г. проведена международная конференция «Информационные технологии в научных исследованиях и подготовке специалистов-аграрников» (СПб-Пушкин), в которой приняло участие более 90 научно-педагогических работников из аграрных вузов и регионов РФ, стран ближнего и дальнего зарубежья. Прошла V международная научно-практическая конференция «Дулатовские чтения-2013 конференция» на тему «Таможенный союз и Европейское экономическое сообщество: сотрудничество во имя прогресса», 23 апреля 2015 года успешно прошла международная научно-практическая конференция «Наука и образование в свете импортозамещения и обеспечения национальной продовольственной безопасности, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне «на базе Башкирского института технологий и управления «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ). При участии украинского отделения МААО были проведены: международная научно-практическая конференция «Импортозамещающие технологии выращивания продукции садоводства и растениеводства», 29 - 30 апреля 2015 года, в Уманском национальном университете садоводства и VI международная научно-техническая конференция памяти И.И. Мартыненко «Энергообеспечение технологических процессов в агропромышленном комплексе Украины», 10-14 июня 2015 года, в Таврическом государственном агро-технологическом университете.

В данной статье невозможно охватить все стороны работы отделений МААО. В будущем будет более полно отражена деятельность ученых в сфере сельскохозяйственного производства и подготовке кадров других отделений.

*Информационные ресурсы Академии:*

Сайт МААО [www.maa.ru](http://www.maa.ru);

Сайт УО МААО [uomaa.org](http://uomaa.org);

Журналы, включенные в систему международного цитирования:

«Известия Международной академии аграрного образования» (e-mail: [ognew.og@mail.ru](mailto:ognew.og@mail.ru);

«Наука» (e-mail: [adm@kineu.kz](mailto:adm@kineu.kz));

«Вестник Украинского отделения МААО» (e-mail: [uv.maa@mail.ru](mailto:uv.maa@mail.ru), [didurva@mail.ru](mailto:didurva@mail.ru)).

МААО зарегистрирована по адресу: 109472, г. Москва, улица академика Скрябина, дом 23, офис 4; контактные телефоны:

Президента Трифоновой М.Ф. – 8 (499) 784-6219; 8-926-014-37-57; [trifonova@mgavm.ru](mailto:trifonova@mgavm.ru).

Вице-Президента Еникеева В.Г. – 8(812) 465-99-67; 8(812) 476-11-23; 8-921-744-20-57; [eniktat@mail.ru](mailto:eniktat@mail.ru).

Вице-президента Огнева О.Г. – 8-911-196-44-72; [ognew.og@mail.ru](mailto:ognew.og@mail.ru);

Главного ученого секретаря Кочиша И.И. – 8-985-761-76-83; [prorektor@mgavm.ru](mailto:prorektor@mgavm.ru).

## МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 631.362.23

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА В ПНЕВМОСЕПАРАЦИОННОМ КАНАЛЕ

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.

Ткаченко А.В., к.т.н.

Ткаченко В.А., к.т.н., доц.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

г. Мелитополь, Украина

Тел. +380619440274

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

**Аннотация.** Приведены осреднённые уравнения главного момента внешних объёмных и поверхностных сил для твёрдой и воздушной фаз в воздушной смеси применительно к вертикальному пневмосепарационному каналу с параллельными жёсткими стенками. Уравнения учитывают вихревое движение воздушного потока, тензор эффективных напряжений твёрдой фазы и мгновенные силы ударов между твёрдыми частицами и жёсткой границей потока.

**Ключевые слова:** турбулентное течение, двухфазный поток, статистическая гидромеханика, метод вероятностного осреднения, обобщённые функции.

**Постановка проблемы.** Нами, совместно со специалистами института масличных культур УААН, разработаны контейнерная технология уборки и экспериментальное оборудование для послеуборочной обработки гибридов семян подсолнечника родительских форм и первой репродукции [1, 2, 3, 4].

Наименее изученными процессами в технологии послеуборочной обработки являются сепарирование и подготовка поверхности семян обеспыливанием в турбулентном воздушном потоке перед протравливанием и инкрустацией. Основной характеристикой турбулентного течения является беспорядочный, хаотический характер турбулентных пульсаций. Последовательное и полное решение проблемы турбулентности возможно путем применения методов статистической механики.

**Анализ последних исследований.** При исследовании процесса сепарации зернового вороха в вертикальном воздушном потоке обычно на основании второго закона Ньютона составляются дифференциальные уравнения, где учитываются только сила тяжести семян и сила сопротивления воздушного потока [4,5]. При исследовании процесса пневмотранспортирования на зерноперерабатывающих предприятиях [6] рассматривают двухкомпонентный дисперсионный поток. Авторы обращают внимание о возникновении дополнительных трудностях, связанных с необходимостью рассмотрения двухфазного потока как сплошной среды. Большой интерес представляет монография [7], где вместо широко применяемых пространственного и временного методов осреднения случайных полей гидродинамических величин используется метод вероятностного осреднения. Сочетание этого метода с элементами теории обобщённых функций позволяет построить систему осреднённых по вероятности динамических уравнений для континуумов, моделирующих жидкую и твёрдую фазы. Однако в работе рас-

смаатриваются процессы, происходящие только при горизонтальном транспортировании взвесенесущих потоков в цилиндрической трубе, а в вертикальном канале, да еще с параллельными стенками этот процесс будет иметь свою специфику.

*Цель исследования.* Целью данной работы является определение статистической зависимости между параметрами двухфазного турбулентного вертикального воздушно-го потока с беспорядочной хаотической пульсацией и движением обрабатываемых семян при их взаимодействии между собой с воздушными потоками и жесткой границей канала.

*Основная часть.* В пневмосепарационном канале воздушная смесь является турбулентным двухфазным потоком. Смесь включает воздушную рабочую фазу, реализующую технологический процесс, и твердую обрабатываемую фазу. Вследствие прилипания воздуха к поверхностям погруженных в него твердых частиц воздушную смесь, заполняющую ту или иную область пространства, можно рассматривать как неоднородную сплошную среду. Основное её отличие от однородной заключается в том, что область, занятая неоднородной средой, содержит границу раздела фаз как сингулярную (разрывную) поверхность относительно физических характеристик состояния среды, например плотности. Тогда как область, занятая однородной сплошной средой, не имеет таких поверхностей. Если же рассматривать воздушную или твердую фазы в отдельности, то они не заполняют полностью весь объём, занятый воздушной смесью и по отношению к нему не является сплошной средой. В этом случае граница раздела фаз становится сингулярной не только относительно физических характеристик состояния, но и гидродинамических – скорости и напряжений. Следовательно, гидродинамические характеристики фаз – разрывные функции координат и времени, поэтому не дифференцируемые в рамках классического математического анализа. Для построения континуальной модели движения той или иной фазы достаточно перейти от разрывных функций физических и аэродинамических характеристик этой фазы к непрерывным функциям характеристик во всей области, занятой воздушной смесью, и дифференцируемым в пространстве и времени. Воздухонесущие потоки турбулентны и любой метод осреднения позволяет перейти от исходных разрывных характеристик движения фаз к осреднённым непрерывным. Поэтому уравнения для потоков рассматриваемого класса целесообразно составить методом вероятностного осреднения, нашедшим широкое применение в современной теории турбулентности [7, 8]. При составлении осреднённых уравнений воздухонесущего потока методом вероятностного осреднения возникают определенные математические трудности. Однако эти трудности преодолеваются в рамках теории обобщённых функций, обладающих рядом ценных свойств и расширяющих возможности классического математического анализа [9, 10].

Для описания процесса пневмосепарации и обеспыливания семян в вертикальном сепарационном канале применим метод вероятностного осреднения для двухфазных потоков [7].

Применение закона изменения момента количества движения к произвольному конечному объёму гидросмеси  $V$ , ограниченному поверхностью  $S$ , приводит к следующим интегральным уравнениям в проекциях на оси координат  $Ox_i$ :

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho u_l dV = - \frac{d}{dt} \iiint_V K_i^0 dV + \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho X_l dV - \\ - \iint_S \varepsilon_{ipl} r_p \rho u_l u_\alpha n_\alpha dS + \iint_S \varepsilon_{ipl} r_p \sigma_{\alpha l} n_\alpha dS; \quad i, p, l = 1, 2, 3. \end{aligned} \quad (1)$$



где  $\varepsilon_{ipl}$  – кососимметричный символ Кронекера;  $r_p$  – компоненты радиуса-вектора, характеризующего положение отдельных точек выделенного объёма  $V$  относительно начала координат;  $\rho$  и  $u_\alpha, u_i$  – плотность и компоненты вектора скорости воздушной смеси;  $K_i^0$  – компоненты вектора плотности внутренних моментов количества движения воздухомеси, обусловленных ориентированием моментов инерции несимметричных семян при вращении;  $X_i$  – компоненты вектора массовых сил, действующих на жидкую и твёрдую фракции;  $\sigma_{\alpha l}$  – компоненты тензора мгновенных напряжений воздухомеси;  $n_\alpha$  – проекция внешней нормали к элементу поверхности  $dS$  на ось  $Ox_\alpha$ ; суммирование производится по повторяющемуся индексу  $\alpha$ , ( $\alpha = 1, 2, 3$ ). Входящие в (1), величины  $K_i^0, \rho, u_i, u_\alpha, X_i, \sigma_{\alpha l}$  заданы в области  $G$ , занимаемой пневмосмесью в пространстве и времени, и являются функциями, позволяющими использовать связь между характеристиками фаз и одноименной с ними характеристикой смеси. Эти функции можно представить следующим образом [7]:

$$\varphi(x, t) = \sum_k \tilde{\varphi}_k(x, t), \quad (x, t) \in G \quad (2)$$

где  $\tilde{\varphi}_k = \theta_k \varphi$ ,  $\theta_k$  – индикатор фаз; индекс  $k = 1$  относится к воздушной, а  $k = 2$  к твёрдой фазе. Функция  $\tilde{\varphi}_k$  как срезка характеристики  $\varphi$  по области  $G_k$  определена во всей области  $G$ , равна  $\varphi_k$  при  $(x, t) \in G_k$  и нулю при  $(x, t) \in CG_k$ , где  $CG_k$  – дополнение  $G_k$  к  $G$ .

Выполняя преобразование [11] интеграла левой части уравнения (1), получим:

$$\frac{d}{dt} \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho u_l dV = \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho \frac{du_l}{dt} dV. \quad (3)$$

Для преобразования поверхностного интеграла в правой части (1) в объёмный интеграл учитывая (2) получим компоненты тензора напряжений воздухомеси  $\sigma_{\alpha i}(x, t)$  в виде:

$$\sigma_{l\alpha}(x, t) = \sum_k \tilde{\sigma}_{k, l\alpha}(x, t) = \sum_k \theta_k \sigma_{k, l\alpha}(x, t), \quad (x, t) \in G \quad (4)$$

Дивергенция тензора напряжений  $\sigma_{\alpha i}$  запишется:

$$\frac{\partial \sigma_{l\alpha}}{\partial x_\alpha} = \sum_k \frac{\partial \tilde{\sigma}_{k, l\alpha}}{\partial x_\alpha} = \sum_k \theta_k \left\{ \frac{\partial \sigma_{l\alpha}}{\partial x_\alpha} \right\}. \quad (5)$$

Учитывая (4) и (5) поверхностный интеграл в правой части (1) преобразуем к виду:

$$\iint_S \varepsilon_{ipl} r_p \sigma_{\alpha l} n_\alpha dS = \iiint_V \sum_k \varepsilon_{ipl} \left( r_p \frac{\partial \tilde{\sigma}_{k,\alpha l}}{\partial x_\alpha} + \tilde{\sigma}_{k,\alpha l} \frac{\partial r_p}{\partial x_\alpha} \right) dV \quad (6)$$

Подставляя выражения (3) и (6) в уравнение (1), учитывая (2) и выполняя преобразования, получим:

$$\begin{aligned} \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho \frac{du_l}{dt} dV &= \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \left( \rho X_l + \frac{\partial \tilde{\sigma}_{k,\alpha l}}{\partial x_\alpha} \right) dV + \\ &+ \iiint_V \left( \varepsilon_{ipl} \sum_k \tilde{\sigma}_{k,\alpha l} \frac{\partial r_p}{\partial x_\alpha} - \frac{dK_i^0}{dt} \right) dV - \iint_S \varepsilon_{ipl} r_p \rho u_l u_\alpha n_\alpha dS. \end{aligned} \quad (7)$$

Осредняя по вероятности обе части уравнения (2) для статистического среднего значения любой гидродинамической характеристики взвесенесущего потока получаем [7]:

$$\overline{\varphi(x,t)} = \sum_k \overline{\theta_k(x,t)} \langle \varphi_k(x,t) \rangle. \quad (8)$$

где  $\overline{\varphi(x,t)}$  – статистическое безусловное среднее значение любой гидродинамической характеристики;  $\langle \varphi_k(x,t) \rangle$  – статистическое условное среднее значение этой характеристики;  $\overline{\theta_k(x,t)}$  – математическое ожидание индикатора, равное вероятности появления  $k$ -й фазы в заданной точке потока в фиксированный момент времени.

Осредняя по вероятности подынтегральные выражения в (7) с учётом равенства (8) и  $\langle \sigma_{1,\alpha l} \rangle \partial r_p / \partial x_\alpha = \langle \sigma_{1,pl} \rangle$ , получим:

$$\begin{aligned} \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \sum_k \rho_k \bar{\theta}_k \frac{d \langle u_{k,l} \rangle}{dt} dV &= \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \sum_k \left( \rho_k \bar{\theta}_k X_l + \frac{\partial \langle \sigma_{1,\alpha l} \rangle}{\partial x_\alpha} \right) dV + \\ &+ \iiint_V \left( \varepsilon_{ipl} \langle \sigma_{1,pl} \rangle - \frac{d \bar{\theta}_k \langle K_i^0 \rangle}{dt} \right) dV - \iint_S \varepsilon_{ipl} r_p \sum_k \rho_k \bar{\theta}_k \langle u_{k,l} u_{k,\alpha} \rangle n_\alpha dS. \end{aligned} \quad (9)$$

К массовым силам  $X_i$  в нашем случае отнесем силы тяжести действующие на обе фазы равные ускорению свободного падения  $g_i$  и удельные на единицу массы частиц силы мгновенных ударов между частицами и о жесткую поверхность канала. Найдём плотность распределения рассматриваемых сил удара в пространстве с учётом того, что они дискретные и носят случайный характер.

Пусть  $G_2'$  – область пространства – времени, занимаемая соударяющимися твёрдыми частицами. В качестве индикатора этой области введём функцию  $f_*(x,t)$ , которая определена в  $G$ , равна единице, если  $(x,t) \in G_2'$ , и нулю, если  $(x,t) \in CG_2'$ ,

где  $CG_2'$  – дополнение  $G_2'$  к  $G$ . Поскольку процесс взаимных соударений твёрдых частиц во взвесенесущем потоке носит случайный характер,  $f_*(x, t)$  – случайная функция. Её вероятное среднее значение  $f_*$  в любой заданной точке  $(x, t) \in G$  равно вероятности того, что эта точка будет принадлежать области  $G_2'$ . Предположим, что заданная в трёхмерной области взвесенесущего потока произвольная точка  $x$  в данный момент времени  $t$  находится внутри какой-нибудь твёрдой частицы, столкнувшейся с одной или несколькими окружающими её соседними частицами или с границей потока. Удельная, на единицу массы частицы, сила удара:

$$\Pi_{2,i} = \frac{1}{m_s} \frac{1}{\tau} \int_0^\tau R_{2,i}' dt, \quad (10)$$

где  $m_s$  – масса твёрдой частицы;  $R_{2,i}'$  – компонента главного вектор сил реакции, приложенных к данной частице со стороны контактирующих с ней твёрдых частиц или границы потока за время удара  $\tau$ . Случайная величина  $\Pi_{2,i}$  задана во всей области  $G$ , принимает значения, определяемые формулой (10), в области  $G_2'$  и равняется нулю в  $CG_2'$ . Обозначив через  $\langle \Pi_{2,i} \rangle$  вероятное условное среднее значение величины  $\Pi_{2,i}$  при  $(x, t) \in G_2'$ , аналогично (8) получим:

$$\langle \Pi_{2,i} \rangle = \frac{1}{\theta_2} \bar{\Pi}_{2,i} = \frac{1}{\theta_2} \bar{f}_* \langle \langle \Pi_{2,i} \rangle \rangle, \quad (11)$$

где  $\bar{\Pi}_{2,i}$  и  $\langle \langle \Pi_{2,i} \rangle \rangle$  – вероятное безусловное и условное среднее значение величины  $\Pi_{2,i}$  при  $(x, t) \in G_2'$ .

Обозначим компоненты локальных главных векторов в фазах

$$R_{1,i} = \partial \langle \sigma_{1,\alpha l} \rangle / \partial x_\alpha - \bar{f}_i, \quad R_{2,i} = \bar{f}_i, \quad (12)$$

где  $\bar{f}_i$  – компонента вектора среднестатистической силы, действующей со стороны воздуха на твердые частицы в единице объёма воздухосмеси. Полную силу  $\bar{f}_i$  можно разложить на две составляющие:

$$\bar{f}_i = \bar{\theta}_2 \partial \langle \sigma_{1,i\alpha} \rangle / \partial x_\alpha + \bar{f}_i^0, \quad (13)$$

где  $\bar{f}_i^0$  – сила гидродинамического межфазного взаимодействия, обусловленная обтеканием твёрдых частиц воздухом и отнесенная к единице объёма воздухосмеси,

включающая в себя силу сопротивления воздуха движению твёрдых частиц, силы Бассэ и Магнуса.

Выразив  $\bar{\Pi}_{2,i}$  через дивергенцию тензора эффективных среднестатистических напряжений твёрдой фазы  $\bar{\sigma}_{i\alpha}^*$ , обусловленных контактным силовым взаимодействием твёрдых частиц между собой и с границами потока, зависимость (11) запишем в виде:

$$\langle \Pi_{2,i} \rangle = \frac{1}{\bar{\theta}_2} \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial \bar{\sigma}_{i\alpha}^*}{\partial x_\alpha}. \quad (14)$$

Таким образом, на частицы воздушной фазы действует массовая сила  $g_i$ , тогда как на частицы твёрдой фазы действуют массовые силы  $g_i$  и  $\langle \Pi_{2,i} \rangle$ . Поэтому входящая в (9) массовая сила с учётом (14) равна:

$$\langle X_{k,i} \rangle = g_i + \frac{1}{\bar{\theta}_2} \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial \bar{\sigma}_{i\alpha}^*}{\partial x_\alpha} \delta_{k2}. \quad (15)$$

где  $\delta_{k2}$  – символ Кронекера:  $\delta_{k2} = 1$ , если  $k = 2$ , и  $\delta_{k2} = 0$ , если  $k \neq 2$ .

В уравнение (9) входит величина  $\langle u_{k,i} u_{k,\alpha} \rangle$ , которую можно записать в виде:

$$\langle u_{k,i} u_{k,\alpha} \rangle = \langle u_{k,i} \rangle \langle u_{k,\alpha} \rangle + \langle u'_{k,i} u'_{k,\alpha} \rangle, \quad (16)$$

где  $u'_{k,i}, u'_{k,\alpha}$  – пульсационные составляющие мгновенных скоростей  $u_{k,i}$  и  $u_{k,\alpha}$ ,  $u'_{k,i} = u_{k,i} - \langle u_{k,i} \rangle$ ,  $u'_{k,\alpha} = u_{k,\alpha} - \langle u_{k,\alpha} \rangle$ .

Подставляя вместо  $\langle X_{k,i} \rangle$  и  $\langle u_{k,i} u_{k,\alpha} \rangle$  их выражения (15) и (16) в уравнение (9), учитывая (10), (12), (13) и применяя к поверхностному интегралу формулу Остроградского, получим интегральные уравнения момента количества движения аэросмеси в проекциях на оси координат:

$$\begin{aligned} & \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \sum_k \rho_k \bar{\theta}_k \frac{d \langle u_{k,l} \rangle}{dt} dV = - \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho_k \sum_k \frac{\partial \bar{\theta}_k \langle u_{k,i} \rangle \langle u_{k,\alpha} \rangle}{\partial x_\alpha} dV - \\ & - \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \rho_k \sum_k \frac{\partial \bar{\theta}_k \langle u'_{k,i} u'_{k,\alpha} \rangle}{\partial x_\alpha} dV + \iiint_V \left( \varepsilon_{ipl} \langle \sigma_{1,pl} \rangle - \frac{d \bar{\theta}_k \langle K_i^0 \rangle}{dt} \right) dV + \\ & + \iiint_V \varepsilon_{ipl} r_p \left( \rho_k \bar{\theta}_k g_i + \frac{\partial \bar{\sigma}_{i\alpha}^*}{\partial x_\alpha} \delta_{k2} + \frac{\partial \langle \sigma_{1,\alpha l} \rangle}{\partial x_\alpha} \delta_{k1} + (-1)^k \bar{f}_i \right) dV. \end{aligned} \quad (17)$$

Приравняв к нулю из-за произвольности объёма  $V$  подынтегральное выражение, получим осреднённые дифференциальные уравнения момента количества движения воздушной смеси. Вертикальный пневмосепарационный канал выполнен из парал-

лельных жестких стенок, т.е. прямоугольного сечения. Из кинематики известно, что прямолинейное течение жидкости между неподвижными плоскими параллельными стенками вихревое, причём вектор  $\bar{\omega}$  угловой скорости во всех точках нормален линиям тока. Поэтому дифференциальные уравнения моментов количества движения разделим по фазам, с получением уравнения воздушной фазы, описывающей вихревое движение смешенного потока. Для удобства индексы фаз  $k=1$  и  $k=2$  заменим на соответствующие индексы  $w$  и  $s$ .

$$M_s = -\varepsilon_{ipl} r_p \rho_s \frac{\partial \bar{\theta}_s \langle u_i \rangle_s \langle u_\alpha \rangle_s}{\partial x_\alpha} + \varepsilon_{ipl} r_p \frac{\partial \bar{T}_{s,i\alpha}}{\partial x_\alpha} - \frac{d\bar{\theta}_k \langle K_i^0 \rangle}{dt} + \varepsilon_{ipl} r_p \rho_s g_i + \varepsilon_{ipl} r_p \frac{\partial \bar{\sigma}_{i\alpha}^*}{\partial x_\alpha} + \varepsilon_{ipl} \bar{f}_i; \quad (18)$$

$$M_w = -\varepsilon_{ipl} r_w \rho_w \frac{\partial (1 - \bar{\theta}_s) \langle u_i \rangle_w \langle u_\alpha \rangle_w}{\partial x_\alpha} + \varepsilon_{ipl} r_w \frac{\partial \bar{T}_{w,i\alpha}}{\partial x_\alpha} + \varepsilon_{ipl} \frac{\partial \langle \sigma_{i\alpha} \rangle_w}{\partial x_\alpha} + \varepsilon_{ipl} \langle \sigma_{1,pl} \rangle - \bar{f}. \quad (19)$$

где  $M_s$  и  $M_w$  – соответственно моменты количества движения твёрдой и воздушной фаз;  $r_w$  – радиус вихря воздушного потока в вертикальном пневмосепарационном канале. Входящие в (18) и (19) тензоры представляют собой добавочные напряжения, возникшие в турбулентном воздуходнесущем потоке вследствие беспорядочных движений фаз.

$$\bar{T}_{k,i\alpha} = -\rho_k \bar{\theta}_k \langle u_{k,i}' u_{r,\alpha}' \rangle \quad (20)$$

Полученные уравнения (18) и (19) описывают турбулентное движение соответствующей фазы как некоего континуума в статистическом смысле. Уравнения (18) учитывает тензор эффективных напряжений твёрдой фазы  $\bar{\sigma}_{i\alpha}^*$  и мгновенные силы ударов между твёрдыми частицами и о жесткую границу потока. Дифференциальные уравнения моментов количества движения воздушной фазы (19) описывают вихревое движение воздушного потока с радиусом вихря  $r_w$ . Для полного описания статистической модели двухфазного потока в пневмосепарационном канале следует использовать уравнения неразрывности фаз и уравнения количества движения фаз, полученные С.И. Крилем [7]

*Выводы.*

1. Применение методов статистической механики в сочетании с элементами теории обобщенных функций, позволило получить закономерности в форме дифференциальных уравнений моментов количества движения отдельно твёрдой и воздушной фаз с входящими тензорами добавочных напряжений, возникших в турбулентном потоке вследствие беспорядочных пульсационных движений воздушной фазы. Состояние твёрдой фазы учитывает мгновенные силы ударов между твёрдыми частицами о жесткую границу канала. Движение воздушной фазы описывает вихревое движение воз-

душного потока. Если к этим закономерностям добавить уравнение неразрывности фаз и уравнение количества движения фаз, то получим полную статистическую модель двухфазного потока в пневмосепарационном канале.

2. Технологическим назначением полученной модели является определение частоты вращения тензора, возникших напряжений, обрабатываемых в турбулентном вертикальном потоке семян и их взаимодействие между собой, жесткой границей канала и воздушной фазой в зависимости от физических свойств семян и технологических режимов процессов обеспыливания и сепарации.

3. Дальнейшее использование разработанной статистической модели для двухфазного потока будет использовано для численных исследований различных вариантов технологических режимов процесса и различных видов семян.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дидур В.А. Контейнерная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника высших репродукций /В.А. Дидур, А.В. Ткаченко //Восточно-европейский журнал передовых технологий. Математика и кибернетика – фундаментальные и прикладные аспекты. – 2007. – № 3/6 (27) – С. 62 – 72.

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

3. Ткаченко А. Оборудование и технология сушки семян подсолнечника высших репродукций /А. Ткаченко, В. Дидур. – Lap Lambert Academic Publishing. – 2014. – 160 с.

4. Дідур В.А. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів пневмосепаратора з пиловловлювальним пристроєм / В.А. Дідур, А.Б. Чебанов // Техніка і технології АПК. - № 11(50).- 2013. - ДП «УкрЦВТ».- С.6-9

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

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

7. Криль С.И. Напорные взвесенесущие потоки /Криль С.И.; Отв. ред. Олейник А.Я.; АН УССР. Ин-т гидромеханики. – К.: Наук. думка, 1990 – 160 с.

8. Бай ши-и. Турбулентное течение жидкостей и газов /Бай ши-и. – М.: Изд-во иностр. лит, 1962. – 344 с.

9. Владимиров В.С. Обобщённые функции в математической физике / В.С. Владимиров //2-е изд. испр. и доп. – М.: Наука, 1979. – 320 с. (Серия: «Современные физико-технические проблемы»).

10. Шилов Г.Е. Математический анализ: Второй спец. курс /Шилов Г.Е. – М.; Наука, 1965. – 327 с.

11. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. – 7-е изд. исп. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с. – (Классика отечественной науки).

#### BIBLIOGRAPHY

1. Didur V.A. Container technology of postharvest processing of sunflower seeds of higher reproductions /V.A. Didur, A.V. Tkachenko // East European Journal of advanced technologies. Mathematics and Cybernetics - fundamental and applied aspects. – 2007. – № 3/6 (27) – S. 62 – 72.

2. Didur V.A. Post-harvest technology of reproductive seeds /V.A. Didur, A.V. Tkachenko, V.A. Tkachenko // Collection of scientific works IMT NAAN "Mechanization,

ecologization and conversion in livestock biosyrovyny"– Vypusk 1. – Zaporizhzhya: IMT NAAN, 2012. – S. 122 – 138.

3. Tkachenko A. Equipment and technology of drying sunflower seeds of higher reproductions /A. Tkachenko, V. Didur. – Lap Lambert Academic Publishing. – 2014. – 160 s.

4. Didur V.A. Substantiation structurally-technological parameters of air separator mill with dust separator / V.A. Didur, A.B. Chebanov // Engineering and Technology APC.- № 11(50).- 2013. - DP «UkrCVT»- S.6-9

5. Hortynskij V.V. Processes for separation of grain processing enterprises /V.V. Hortynskij, A.B. Demskyj, M.A. Boryskyn //2-e yzd., perer. y dop. – M.: Kolos, 1980. – 304 s.

6. Dziadzio A.M. Air transport at the grain processing enterprises / A.M.Dziadzio, A.S. Kemmer.– M.: Kolos, 1967. – 295 s.

7. Kryl' S.Y. Pressure suspended matter flows / S.Y.Kryl'; Otv. red.. A.Ya.Oleinik.; AN USSR. In-t hydromekhaniki. – K.: Nauk. dumka, 1990 – 160 s.

8. Bai shi-i. Turbulent flow of liquids and gases / Shi-i Bai. – M.: Izd- vo inostr. lit, 1962. – 344 s.

9. Vladimirov V.S. Generalized functions in mathematical physics / V.S. Vladimirov //2-e izd. ispr. i dop. – M.: Nauka, 1979. – 320 s. (Series: "Modern physics and technics problems").

10. Shilov G.Ye. Mathematical analysis: Vtoroi spec. kurs / G.Ye Shilov. – M.: Nauka, 1965. – 327 s.

11. Loitsianskii L.G. Fluid and gas mechanics: Ucheb. dlia vuzov/ L.G. Loitsianskii – 7-e izd. isp. – M.: Drofa, 2003. – 840 s. – (Domestic science classics).

## STATISTIC MODEL OF TWO-PHASE AIR FLOW IN PNEUMOSEPARATION CHANNEL

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

### *Summary*

Averaged equations of basic moment of external volumetric and surface forces for solid and air-phase in the air mixture concerning vertical pneumo-separation channel with parallel rigid walls have been given. The whirling movement of air flow, tensor of solid phase effective stress and instant forces ratcheting between solid particles and rigid flow line have been factored into equation.

**Key words:** turbulent flow, two-phase flow, statistic hydromechanics, average out probability method, generalized functions.

УДК 361.31

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ ПІД ДІЄЮ РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ

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

Беловол С. А., асп.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*

м. Харків, Україна

Тел. +380506340160, +380638309060

e-mail: pastukhov@listl.ru, belovol\_sa@mail.ru

**Анотація.** Стаття присвячена дослідженню відділення, переміщення та подрібнення ґрунту під дією ротаційного робочого органу з вертикальною віссю обертання для міжрядного обробітку, що базується на положеннях механіки ґрунтів та теорії пружності. Досліджено процес деформації ґрунту, як пружно-пластичного середовища, визначено умову переходу ґрунту із пружного стану у пластичний. Побудовані зваженості розміру фракцій ґрунту від глибини обробки та фізико-механічних властивостей ґрунту. Результати досліджень підтверджують ефективність застосування запропонованого технічного рішення для видалення бур'янів, рихлення та перемішування ґрунту, а отримані аналітичні залежності можуть бути використані при визначенні оптимальних параметрів процесу обробітку ґрунту ротаційним робочим органом.

**Ключові слова:** ротаційний робочий орган, деформація ґрунту, пружно-пластичне середовище, дотичні напруження.

**Постановка проблеми.** Механічний обробіток ґрунту – один із найдавніших та визначальних для розвитку суспільства видів діяльності людини. Параметри цього процесу визначають умови розвитку культурних рослин і, як наслідок, обсяг і якість отримуваної продукції рослинництва. Водночас відомі положення землеробської механіки в повній мірі не вирішують завдання окремих прикладних випадків обробітку ґрунту різними робочими органами. Це зумовлено складністю вирішення нелінійної просторової задачі землеробської механіки, а також відсутністю достатньо простої та достовірної моделі ґрунту. Відомий аналіз взаємодії ґрунтообробних знарядь з робочим середовищем базується, головним чином, на дослідних даних.

Ротаційні робочі органи набувають все більшого поширення, що зумовлено вищими, у порівнянні із тяговими, показниками якості обробітку та ступені механізації технологічного процесу.

Для забезпечення якісного догляду за посівами просапних культур розроблено активний ротаційний робочий орган, який забезпечує ефективне видалення та мульчування бур'янів, рихлення та перемішування ґрунту, вирівнювання обробленої поверхні [1, 2].

Оптимальні конструктивно-технологічні параметри ротаційних робочих органів можуть визначатися на основі дослідження їх взаємодії з ґрунтом, що вимагає в конкретних випадках моделювання технологічного процесу.

Таким чином, розробка математичної моделі деформації та переміщення ґрунту під дією ротаційного робочого органу є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень.** Відомі ґрунтовні дослідження механіки мінеральних ґрунтів М. Н. Гольдштейна, А. Н. Зеленина, С. С. Вялова, К. Терцагі та інших вчених, результати яких використовуються в будівельній галузі. Згідно цих наукових праць, ґрунт розглядається як пружно-в'язко-пластичне тіло, поведінка якого описується визначеною згідно умов деформації реологічною моделлю [3 – 6].

Землеробська механіка розглядає ґрунт, не у природньому складі структурних агрегатів, а у такому фізичному стані, який забезпечує оптимальний водно-повітряний режим для розвитку культурних рослин. Відомі аналітичні дослідження деформації ґрунту під дією ґрунтообробних знарядь містять загальні та окремі рішення [7 – 10]. Однак процес відділення, закручування та подрібнення ґрунту під дією ротаційного робочого органу з вертикальною віссю обертання у відомих дослідженнях не розглядався.

**Мета дослідження.** Метою статті є дослідження процесу деформації та переміщення ґрунту під дією ротаційного робочого органу запропонованої конструкції та розробка математичної моделі, що базується на положеннях механіки ґрунтів та теорії пружності.



*Основна частина.* Розглянемо ґрунти, що деформується, як пружно-пластичне середовище. При цьому, на нього діє зуб робочого органу, що відділяє елементарний об'єм ґрунту від жорсткої основи (моноліту).

В смугі ґрунту, що відривається товщиною  $h$  і довжиною  $l$  під дією сили  $P$  виникає напруження  $\sigma$ . Дотичне напруження  $\tau$  в граничному шарі відриву урівноважує силу  $P$ . Припустимо, що дотичне напруження в місці відриву пропорційно відносному зміщенню шарів, що дотикаються. Визначимо його при граничних умовах. Можливо два крайніх випадки:

У першому випадку – моноліт ґрунту жорсткий, а в місці розриву матеріал піддатливий. Тобто, модуль пружності  $E$  має велике значення, а коефіцієнт пропорційності  $k$  – мале. Тоді, спостерігається рівномірне розподілення дотичних напружень в місці розриву.

Другий – коли смуга матеріалу, що відривається, дуже піддатлива, а границя відриву достатньо жорстка, тобто в цьому випадку дотичні напруження не залежать від довжини ділянки, що відривається, а визначається параметрами локального зміцнення ґрунту.

Тобто дотичне напруження розподілено нерівномірно. Цей випадок розглядається у подальших дослідженнях.

Основну роль в роботі ротаційного органу відіграє обертовий рух. Він спричиняє закручування блоків ґрунту в зоні дії ротаційного робочого органу.

Представимо блок ґрунту в зоні рихлення у вигляді циліндра (стержня) округлої форми, тобто з поперечним перетином, близьким до круга (рис. 1 а). Виділимо із стержня трубку (рис. 1 б) із внутрішнім радіусом  $\rho$  і нескінченно малою товщиною  $d\rho$ . Дотичні напруження в поперечному перетині цієї трубки будемо вважати розподіленими рівномірно. Візьмемо два близьких перетини на відстані  $dz$ . В наслідок закручування вони повернуться один відносно іншого на кут  $\theta dz$ , де  $\theta$  – погонний кут закручування, або кут закручування на одиницю довжини. Нескінченно малий елемент

$mnpq$  матиме зсув, причому  $\gamma = \frac{pp'}{mp}$ . Але,  $mp = dz$ ,  $pp' = \rho\theta dz$ , тому:  $\gamma = \theta\rho$

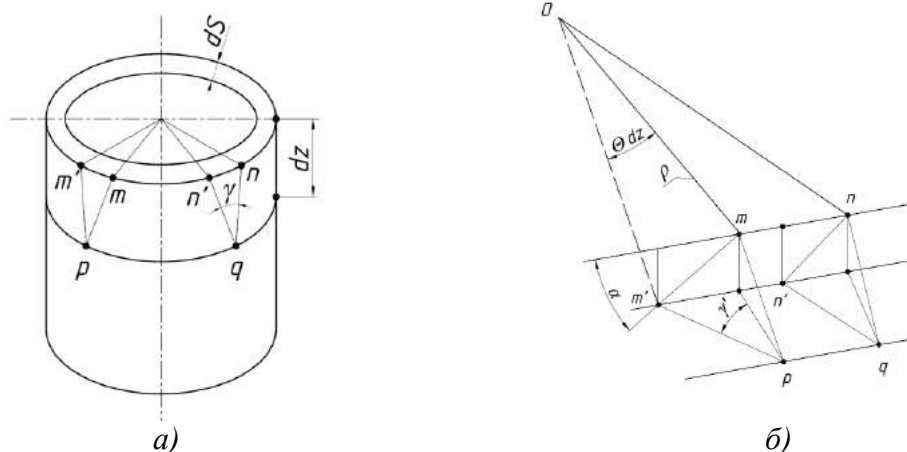


Рисунок 1 - Схема блоку ґрунту в зоні рихлення ротаційним органом:

а) – загальний вигляд, б) – трубка виділена із циліндра

Згідно закону Гука для дотичних напружень, знайдемо величину  $\tau$ :  $\tau = \mu\theta\rho$ , де  $\mu$  – модуль зсуву.

Використовуючи відомі прийоми, що застосовуються в теорії пружності [11], отримаємо співвідношення для погонного кута закручування:

$$\theta = \frac{M}{\sigma I_p} \quad (1)$$

і для дотичного напруження:

$$\tau = \frac{M \rho}{I_p}, \quad (2)$$

де  $M$  – момент відносно осі стержня;  $I_p$  – полярний момент інерції, в даному випадку  $I_p = \frac{\pi \rho^4}{2}$ .

Отримаємо:

$$\tau = \frac{2M}{\pi \rho^3}. \quad (3)$$

Так як матеріал (грунт) представляє собою пружно-пластичне середовище [12], то досягнення дотичних напружень границі текучості при зсуві  $\tau_T$  означає перехід матеріалу в пластичний стан і появу великих деформацій. Поява пластичності в точках, близьких до зовнішнього контуру, ще не пов'язана з помітними пластичними деформаціями, так як більша частина матеріалу ще пружна. За момент руйнування слід вважати перехід всієї ділянки ґрунту в стан пластичності.

Представляє інтерес більш детальне вивчення поведінки закрученої ділянки при переході за границю текучості. Прийmemo за основу гіпотезу ідеальної пластичності. На пружній ділянці діаграми  $\tau - \gamma$  справедливий закон Гука, при  $\tau = \sigma \gamma$  ріст напруження припиняється. Стержень з ґрунту знаходиться у пружному стані, доки:  $M < \frac{\pi \rho^3}{2} \tau_T$ .

При цьому зв'язок між моментом і кутом закручування має наступний вигляд:

$$M = \frac{\pi \rho^4}{2} \mu \theta \quad (4)$$

У пружно-пластичному стані внутрішня частина перетину, яка менше радіусу  $r$ , залишається пружною, а зовнішня (більша  $r$ ) – пластичною. У пружній частині  $\tau = \mu \rho \theta$ , в пластичній  $\tau = \tau_T$ . Границя між пружною і пластичною областями знаходиться з умови:  $\tau = \mu < \theta$ , звідки:

$$r = \frac{\tau_T}{\mu \theta}, \quad (5)$$

де  $\mu$  – модуль зсуву,  $r$  – радіус пружного ядра.

Використовуючи отримані залежності і довідкові дані будемо графік залежності діаметру грудочки ґрунту (пружного ядра) від глибини обробки (рис. 2).

Як видно з рис. 2, при глибині обробітку 0,04...0,12 м утворюються грудочки діаметром 0,001...0,009 м, що входить в діапазон оптимальних значень розміру фракцій ґрунту – 0,001...0,01 м.

Після перетворень рівняння рівноваги, отримаємо граничне значення закручуючого моменту, що направлений по дотичній:

$$M_T = \frac{2\pi\rho^3}{3} \tau_T \quad (6)$$

Як видно з (5), із збільшенням кута закручування радіус пружного ядра зменшується.

Тепер визначимо кут закручування. Внаслідок гіпотези жорсткого контуру, деформація ділянки ґрунту, що розглядається (стержня), може бути представлена, як така, що складається з двох частин: деформації, пов'язаної з поворотом перетину як цілого, і деформації, що відбувається при переміщенні точки перетину вздовж твірної. Розглянемо зсув елемента  $mnqr$  (рис. 1), уявимо його як результат двох послідовних зсувів:  $\gamma = \gamma' + \gamma''$ . Спочатку визначимо  $\gamma'$  – зсув внаслідок повороту перетину.

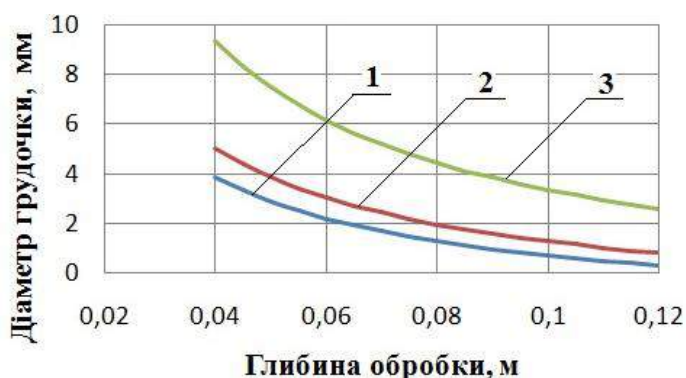


Рисунок 2 - Залежності діаметру грудочок ґрунту від глибини обробки на різних типах ґрунту: 1 – супісок; 2 – суглинок; 3 – глина

Два нескінченно близьких перетини, що взяті на відстані  $dz$ , повертаються один відносно іншого на кут  $\theta dz$ . Точка  $m$  отримує внаслідок повороту переміщення  $mm'$ , що дорівнює  $\theta\rho dz$ , по дузі кола з центром в точці  $O$ . Відрізок  $mm'$  взагалі складає з дотичною до контуру в точці  $m$  кут  $\alpha$ . Те ж саме відбувається в точці  $n$ . Розкладемо переміщення  $mm'$  на дві складові: перпендикулярну до контуру і направлену по дотичній до контуру. Перша складова не деформує елемент  $mnqr$ , а лише нахилиє його вперед. Друга складова визначає перекошування прямокутника  $mnqr$ ; верхня основа опиняється зсунута відносно нижньої якраз на величину  $mm'$  на дотичну, тобто  $\theta\rho dz \cos \alpha$ . Тому, відносний зсув:  $\gamma' = \theta\rho \cos \alpha$ .

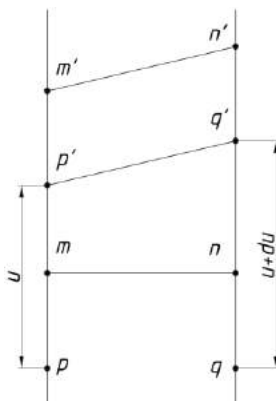


Рисунок 3 - Схема деформації середньої ділянки блоку ґрунту в зоні рихлення

Тут зображено ділянка, яка не має товщини, елемент  $tnqr$  належить середній поверхні ділянки. З'ясуємо тепер, як деформується ця середня поверхня від переміщення її точок вздовж твірної (рис. 3). Позначимо це переміщення  $u(s)$ . Тут  $s$  – дуга лінії контуру поперечного перетину, що відраховується від довільної точки. Якщо та твірна, яка відповідає стороні  $tp$ , визначається координатою  $S$ , то відрізок  $tp$  переміститься на величину  $u(s)$ . Відрізок  $nq$  лежить на твірній з координатою  $s + ds$ , а переміщення його є  $u + du$ . Різниця  $du$  в переміщенні двох сторін прямокутника призводить до його перекошування, тобто зсуву. Відносний зсув:  $\gamma'' = \frac{du}{ds}$ . Таким чином, повна величина

$$\text{зсуву буде: } \gamma = \theta \rho \cos \alpha + \frac{du}{ds} \text{ і тому, } \tau = \mu \left( \theta \rho \cos \alpha + \frac{du}{ds} \right).$$

Помножимо дотичне напруження на  $ds$  і проінтегруємо по контуру. В правій частині інтегралу від  $\frac{du}{ds}$ , що дорівнює різниці між значенням  $u$  в початковій та кінцевій точках шляху інтегрування, для замкнутої кривої інтеграл від перетворюється на нуль, і ми отримуємо:

$$\oint \tau ds = \mu \theta \oint \rho \cos \alpha ds \quad (7)$$

Як видно,  $\oint \rho \cos \alpha ds = 2F$ , де  $F$  – площа поперечного перетину. Тоді для кута закручування отримаємо:

$$\theta = \frac{1}{2\mu F} \oint \tau ds, \quad (8)$$

в свою чергу,  $\tau = \frac{M}{2F\delta}$ . Отримаємо:  $\theta = \frac{M}{4\mu F^2} \oint \frac{ds}{\delta}$ .

Товщина стружки буде найбільшою при обробці глинистих ґрунтів, що пояснюється високою зв'язністю їх агрегатів і відповідно найменшою на піщаних ґрунтах [ХС].

Таким чином, у лобовій частині робочого органу утворюються грудки ґрунту діаметром до 1,8 см, якщо рахувати товщину стружки діаметром її частин, що розламуються. При подальшому закручуванні і перемішуванні внутрішнім диском робочого органу порушуються зв'язки кореневої системи бур'янів, і вони виносяться із товщини ґрунту вгору вздовж лінії ковзання (по гелікоїду).

*Висновок.* Згідно поставленої мети досліджень розроблена математична модель відділення, переміщення та подрібнення ґрунту під дією ротаційного робочого органу з вертикальною віссю обертання для міжрядного обробітку, що базується на положеннях механіки ґрунтів та теорії пружності. Досліджено процес деформації ґрунту, як пружно-пластичного середовища, визначено умову переходу ґрунту із пружного стану у пластичний. За допомогою отриманих аналітичних виразів побудовані зваженості розміру фракцій ґрунту (пружного ядра) від глибини обробки та фізико-механічних властивостей ґрунту. Встановлено, що при подальшому закручуванні і перемішуванні внутрішнім диском робочого органу порушуються зв'язки кореневої системи бур'янів, і вони виносяться із товщини ґрунту вгору вздовж лінії ковзання (по гелікоїду).

Результати досліджень підтверджують ефективність застосування запропонова-

ного технічного рішення для видалення бур'янів, рихлення та перемішування ґрунту, а отримані аналітичні залежності можуть бути використані при визначенні оптимальних параметрів процесу обробітку ґрунту ротаційним робочим органом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 97072 Україна, МПК А01В 35/16, А01В39/08, А01В39/18, А01В21/06, А01В33/06 (2006.01). Ротаційний робочий орган культиватора / В. І. Пастухов, С. А. Браженко; заявник та патентовласник В. І. Пастухов, С. А. Браженко. – № а201104043; заявл. 04.04.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24.
2. Браженко С. А. Обробка міжрядь просапних культур ротаційним робочим органом / Браженко С. А., Пастухов В. І. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 11, Т. 1(65). – С. 178 – 181.
3. Гольдштейн М. Н. Механические свойства грунтов / М. Н. Гольдштейн. – [2-е изд., доп. и перераб]. – М. : Издательство литературы по строительству, 1971. – 369 с.
4. Зеленин А. Н. Резанье грунтов / А. Н. Зеленин. – М. : Наука, 1959. – 360 с.
5. Вялов С. С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов. – М.: Высш. школа, 1978. – 447 с
6. Терцаги К. Строительная механика грунта на основе его физических свойств / К. Терцаги. – М. : Госстройиздат, 1933. – 391 с.
7. Кушнарьев А. С. Механико-технологические основы обработки почвы / А. С. Кушнарьев, В. И. Кочев. – К. : Урожай, 1989. – 138 с.
8. Ветохін В. І. Системні та фізико-механічні основи проектування розпушувачів ґрунту: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. доктора техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / В. І. Ветохін. – Глеваха, 2010. – 40 [1] с.
9. Дьяков В. П. Механизм деформации почвы и модель критической скорости приложения нагрузки / В. П. Дьяков // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – №10. – С. 51 – 53.
10. Кулен А. Современная земледельческая механика / А.Кулен, Х.Куиперс ; [пер. с англ. А.Е. Габриэлян; под ред. и предисл. Ю. А. Смирнова]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 349 с.
11. Лурье А. И. Теория упругости / А. И. Лурье. – М. : Наука, 1970, 940 с.
12. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1. Теория и задачи / [Г. Я. Галин и др.]; под ред. М. Э. Эглит. – М. : Московский лицей, 1996. – 396 с.

#### BIBLIGRAPHY

1. Pat. Ukraine 97 072, IPC A01V 35/16, A01V39 / 08 A01V39 / 18 A01V21 / 06 A01V33 / 06 (2006.01). Rotary cultivator working body / V. I. Pastukhov, S. A. Brazhenko; applicant and patentee V. I. Pastukhov, S.A. Brazhenko. – № а201104043; appl. 04.04.2011; publ. 26.12.2011, Bull. № 24.
2. Brazhenko S. A. Cultivated crops row-spacing machine processing by rotary tool / S.A.Brazhenko, V. I. Pastukhov // Scientific works of Vinnitsia National Agrarian University. Series: Engineering. – Ball, 2012 – Vol. 11, T. 1 (65). – S. 178 – 181.
3. Goldstein M. N. Mechanical properties of soils / M. N. Goldstein. – [2nd ed., Ext. and rev]. – Moscow : Publishing House of construction, 1971. – 369 s.
4. Zelenin A. N. Digging / A. N. Zelenin. – Moscow : Nauka, 1959. – 360 s.
5. Vyalov S. S. Rheological basics of soil mechanics: Proc. manual for building schools. – Moscow : Higher. School, 1978. – 447 s.
6. Terzaghi K. Structural Mechanics of soil based on its physical properties / Terzaghi.

– Moscow : Gosstroizdat, 1933. – 391 s.

7. Kushnar A. S. Mechanical tehnlogicheskies ones tillage / A. S. Kushnarev, V. I. Kochev. – Kiev : Vintage, 1989. – 138 s.

8. Vetohin V. I. System and physical and mechanical design basis ground Ripper: Author. Thesis. for obtaining sciences. stupas. Dr. Sc. sciences specials. 05.05.11 "Machinery and mechanization of agricultural production" / V.I. Vetohin. – Glevaha, 2010. – 40 [1] s.

9. Clerks V.P. Soil deformation mechanizm and model critical velocity of the load / VP Clerks // Advances in science and technology agriculture. – 2007. – №10. – S. 51 – 53.

10. A. Cullen. Modern agricultural mechanics / A. Kulen, H. Kuipers; [trans. from English. A.E. Gabrielyan; Ed. and foreword. Yuri Smirnov]. – Moscow : Agropromizdat, 1986. – 349 s.

11. Lurie A. I. Theory of Elasticity / A. I. Lurie. – Moscow : Nauka, 1970/ – 940 s.

12. Continuum Mechanics in problems. T. 1. Theory and task / [G. J. Galin et al.]; Ed. ME Eglit. – Moscow : Moscow Lyceum, 1996. – 396 s.

## **SOIL DEFORMATION RESEARCH UNDER THE ROTARY WORKING BODIES ACTION**

Pastukhov V. I., Bielovol S. A.

### *Summary*

The article is devoted to researching soil separation, moving and crushing under the influence of rotation of the working body of the vertical axis of rotation for inter-row cultivation, which is based on the soil mechanics and elasticity. The process of soil deformation as elastic-plastic medium has been researched as well as the condition for transition from the ground state to the elastic plastic one has been defined. The balance size fractions of soil depending on the depth of processing and physical properties of the soil has been worked out. The research results confirm the efficacy of the proposed technical solution for removing weeds and loosening soil mixing, and derived analytical dependences could be used to determine the optimal parameters of rotary tillage working body.

**Key words:** rotary working body, soil deformation, elastic-plastic medium, tangent tension.

УДК 631.46:631.45:628.516

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ ФИТОИНДИКАТОРОВ**

Трифонов М.Ф., Президент МААО, д.с.-х.н., проф.

г. Москва, Россия

Бекузарова С.А., д.с.-х.н., проф.

Горский ГАУ

г. Владикавказ, Россия

Тел. +89188257323

e-mail: bekos37@mail.ru

**Аннотация.** Приводятся растения-биоиндикаторы, сорбирующие тяжелые металлы и нефтепродукты. Проведенные исследования показали, что растения амаранта обладают сорбционной способностью снижать токсичность почв. Бобовые травы, ис-

пользуемые в качестве сидеральных культур, очищают почвы от тяжелых металлов. Предложены технологии по обработке почв с использованием фитоиндикаторов.

**Ключевые слова:** фитоиндикаторы, амарант, бобовые травы, токсичность почв, сидерация.

*Постановка проблемы.* В настоящее время в биосферу ежегодно поступают свыше 500 тыс. разновидностей химических веществ - продуктов техногенеза, большая часть которых накапливается в почве.

Используя метод химико-аналитического контроля, мы должны определить содержание многочисленных компонентов загрязняющих веществ в разных природных средах, затем сравнить их концентрации с предельно допустимыми и на этой основе сделать вывод об «опасном или безопасном» для биоты и человека комплексного воздействия этих факторов. В РФ установлены ПДК примерно для 1400 веществ в воде, более 300 веществ в воздухе и 100 в почве [1,2].

*Анализ последних исследований.* В реальной ситуации на животные и растительные организмы оказывают влияние комплекс физических, химических и биологических факторов, совместное действие которых в зависимости от природы, интенсивности и порядка воздействия агентов обуславливает принципиально разные типы ответной реакции клетки организма - аддитивность, синергизм, антагонизм.

В противоположность химико-аналитическому контролю, биологический мониторинг позволяет корректно оценивать и прогнозировать отклонение в состоянии биологических систем от нормы реакции, вызванные воздействием антропогенных, техногенных факторов. [3, 4].

Биологический мониторинг не позволяет связывать регистрируемый эффект с определенным действующим фактором, но дает интегральную оценку последствий для представителей живой природы действие комплекса загрязняющих окружающую среду веществ и качества среды обитания человека [5].

Однако не каждый биологический объект может быть использован в качестве индикатора внешнего воздействия. Для этого у биообъекта должна быть высокая чувствительность при низкой индивидуальной изменчивости; генетическая однородность; наличие объектов, применяемых в целях биоиндикации, по возможности в большом количестве и с однородными свойствами, возможность существования в широком диапазоне экологических условий, легкость индикации в природе, высокая продолжительность жизни, воспроизводимость результатов, полученных при использовании конкретной тест-системы, комплексность с точки зрения возможности регистрации разных по механизмам возникновения биологических эффектов (мутагенных, токсических, тератогенных) на одном тест-объекте, оперативность получения информации [6].

Используя эти возможности биообъектов, в частности растений, нами определены некоторые фитоиндикаторы, позволяющие определить состояние окружающей среды определенной территории.

Способность растений поглощать металлы из загрязненных почв различна, так как корневые системы разных видов растений способны в различной степени ограничивать поступление металлов в надземные органы.

Поглощенные корнями свинец, хром, ртуть подвергаются сильному связыванию: только небольшая их часть перемещается в надземные растения. Кадмий, цинк, медь и никель относительно быстро транслоцируются из почвы в надземные органы растений, изменяя физиологические процессы и при высоких концентрациях в почвах, вызывая ухудшение роста сельскохозяйственных культур. Внешние симптомы повреждений

выражаются в хлорозах, некрозах и увядании растений, либо, без проявления данных признаков, снижается урожайность сельскохозяйственных культур. [5, 6,7].

Распределение металлов в органах растений носит отчетливо выраженный акропетальный характер: корни >стебли> листья> плоды, свидетельствующий о наличии у растений защитного механизма. Это препятствует поступлению токсикантов из корней в надземные органы. Тенденция слабее проявляется на почвах с нормальным содержанием металлов и сильнее – с избытком [7].

Используя такую закономерность можно определить загрязнение окружающей среды методом биоиндикации, то есть способностью накапливать токсичные вещества в растениях по внешним признакам. Это упрощает оценку, снижает затраты на выявление загрязненных участков. Следовательно, возникает проблема выделения таких видов растений, реагирующих на окружающую среду, то есть, быть индикаторами. Особенно важно выделить растения, способных очистить почву от загрязнения нефтепродуктами.

В последние годы выявлены такие высокие сорбционные способности у культуры амаранта различных видов. Такую способность амарант приобрел за счет накопления листьями высокого содержания кальция, который варьирует от 8 до 26 % в зависимости от почвенно-климатических условий. Важной особенностью амаранта является накопление соединений кремния (органогенный, растворимый полимерный, общий) поглощать токсические элементы (в том числе углеводороды нефтезагрязненных земель), ускорять метаболизм в обмене веществ в самом растении [8].

*Цель исследований.* С целью ускорения очистки и рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами земель высевали амарант в смеси с аланитом - цеолитсодержащей глиной в количестве 0,8 – 1 т/га и в фазе начала созревания семян растения скашивали и запахивали в почву. На следующий год осуществляли посев бобово-злаковой травосмеси многолетних трав, содержащие 50-60 % бобовых растений с последующей их заашкой в фазе цветения

Исследования проводили совместно с Центром геофизических исследований РАН Владикавказского научного центра и Правительства РСО-А, а также Комплексным НИИ РАН ( г. Грозный) на участках, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Химические анализы по содержанию токсических веществ определяли в Горском ГАУ (г. Владикавказ).

*Основная часть.* В результате проведенных исследований выявлено, что использование амаранта на загрязненной почве и заашка зеленой массы в начале созревания семян очищает почву от токсических веществ. К моменту этой фазы развития накапливается хорошая надземная масса, а заделка ее в почву вместе с частично созревшими семенами и оставшимися в почве (которые взойдут на следующий год), обеспечивает поступление достаточного количества органических веществ, процессов, способствующих ускоренному разложению и снижению токсичности.

Исследования показали, что при использовании такого способа снижения токсичности количество нефтепродуктов снижается от 3,2 до 0,2 мг/кг, свинца с 12,08 до 0,92 мг/кг, а кобальта с 5,86 до 1,26 мг/кг сухой почвы.

Для снижения токсичности нефтезагрязненных земель совместно с Московским институтом биохимической физики РАН им. Н.М. Эмануэля проведены ряд опытов по снижению токсичности почв, где в качестве мелиорантов применяли некоторые биопрепараты и посев амаранта как сорбента химических веществ.

В качестве биопрепаратов использовали водный раствор парааминобензойной кислоты и Байкал ЭМ-1. В смеси с биопрепаратами использовали водный раствор растения стевии (*Stevia rebaudiana*), как сахарозаменителя для активизации микроорганизмов



Такая смесь в течение 2-3 недель значительно снижает количество углеводов нефти в почве. После улучшения плодородия почв с помощью биопрепаратов высевают культуру амаранта, устойчивую к токсичности почвы и обладающей высокими сорбционными свойствами.

Результаты опытов показали, что концентрация нефти в предлагаемом способе снижается с 66,4 до 24,8 мг/кг за один сезон. При этом количество углеводов падает с 2680 до 362 мг/кг. Высокой сорбционной способностью обладают и многолетние бобовые травы, изучаемые нами в качестве фитоиндикаторов. В опытах они использовались как сидеральные культуры на второй год жизни (клевер, люцерна, эспарцет, вязель, астрагал, донник и другие представители этого семейства).

Было определено, что содержание подвижных форм цинка, меди, никеля, кобальта, марганца и железа почвы увеличивается от фазы стеблевания до фазы цветения исследуемых растений. Так, у люцерны посевной (*Medicago Sativa L.*) в фазе цветения содержание подвижных форм тяжелых металлов почвы увеличивается: цинка – от 40,1 до 43,2 мг/кг; меди – от 12,8 до 15,9 мг/кг; никеля – от 13,5 до 16,2 мг/кг; кобальта – от 10 до 11,7 мг/кг; марганца – 580 до 710 мг/кг и, наконец, железа – от 360 до 440 мг/кг (5).

Следует отметить также, что максимальная концентрация подвижных форм цинка и меди почвы накапливалась к фазе бутонизации изучаемых бобовых трав. Так, вязель пестрый выносит из почвы до 44,7 мг/кг цинка и 20,43 мг/кг меди; эспарцет до 54,0 мг/кг цинка и до 31,5 мг/кг меди; люцерна - до 99,2 мг/кг цинка и до 32,4 мг/кг меди.

*Выводы.* На основе проведенных экспериментов можно заключить, что посев трав с высокой сорбционной способностью: однолетний амарант, многолетние бобовые травы (клевер, люцерна, эспарцет, вязель и др.) обеспечивают полную реабилитацию нефтезагрязненных земель в течение 2 лет, что в 2 раза быстрее, чем в известных технологиях. Следовательно, используя фитоиндикаторы, обладающие высокой сорбционной способностью, можно значительно снизить токсичность загрязненных земель и восстановить их плодородие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование/ под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Алексеев В.А. Геоботанические исследования. Москва,- Издание «ЛОГОС» -2013.- 244с.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ под ред. Р.Шуберга.- М.: Мир, 1988г.
4. Изобретение «Способ оценки экологического состояния агробиоценоза в зоне антропогенного влияния». Патент №231433349 от 10.01.2008г.; МПК: C12G1/30, G01N33/00, A01G23/00; авторы: Л.А. Коваленко и Н.Л. Лопаева
5. Изобретение «Способ оценки экологического состояния территории». Патент № 2375869, от 20.12.2009г.; МПК: A01G23/00; авторы: В.Б. Заалишвили и Р.В. Осикина.
6. Изобретение «Способ оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами». Патент № 2257597 от 27.07.2005г.; МПК: G01V9/00, G01N33/48; автор Н.Ю. Вельц
7. Изобретение «Способ оценки техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами». Патент № 2485477 опубл. 20.06.2013г.; МПК: G01N3/48. Авторы Заалишвили В.Б. Бекузарова С.А. Козаева О.П.
8. Амарант – агробиологический портрет./ В.Н. Зеленков, В.А. Гульшина и Л.Б. Терешкина. – М.: Издание РАЕН, 2008. – 100с.

## BIBLIOGRAPHY

1. Biological control over the environment. Bioindication and biotesting / ed. O.P. Melekhova and Ye.I. Sarapultseva. - M. Publishing center "Academy", 2010.
2. Alekseenko V.A. Geobotanical research. Moscow - Publication "LOGOS", - 2013, 244s.
3. Epiterranean ecosystems contamination bioindication / edited. R. Shuberta. - M. : Mir, 1988.
4. Izobretenie "The method for evaluating the ecological state of agrobiocenosis in the area of human influence." Patent №231433349 from 10.01.2008g. ; IPC: C12G1 / 30, G01N33 / 00, A01G23 / 00; Authors: L.A. Kovalenko and N.L. Lopaieva.
5. Izobretenie "The method for evaluating the ecological state of the territory." Patent number 2375869, of 20.12.2009g. ; IPC: A01G23 / 00; Authors: V.B. Zaalishvili and R.V. Osikina.
6. Izobretenie "The method for assessment of environmental pollution with heavy metals". Patent number 2257597 from 27.07.2005g. ; IPC: G01V9 / 00, G01N33 / 48; Author N.Yu. Welz.
7. Izobretenie "The method for estimation of technogenic pollution with heavy metals". Patent number 2485477 published. 20.06.2013g. ; IPC: G01N3 / 48. Authors V.B. Zaalishvili, S.A. Bekuzarova, O.P. Kozaieva
8. Amaranth - agrobiological portrait. / V.N. Zelenkov, V.A. Gul'shina and L.B. Tereshkina. - M. : Publication of Natural Sciences, 2008. – 100s.

## TOXIC SOILS RECLAIMING USING PHYTOMETERS

Trifonova M.F., Bekuzarova S.A.

*Summary*

The plants- bioindicators absorbing heavy metals and oil products are given in the article. The research having been conducted showed that amaranth plants possess sorption capacity to decrease soil toxicity. Legumes being used as green manure crops purify soil from heavy metals. The technology on soil processing with phytometers has been proposed.

**Key words:** phytometers, amaranth, bean grasses, soil toxicity, green manuring.

УДК 631.331.022.6.001.2

## ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРО-РОЗПОДІЛЬНИКА ПРОСАПНИХ СІВАЛОК

Осипов І.М. к.т.н., доц., \*  
 Сисоліна І.П., к.т.н., доц.  
 Кіровоградський національний технічний університет  
 м. Кіровоград, Україна  
 Тел. +380506325652  
 e-mail: igordoma@mail.ru

---

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

**Анотація.** В статті розглянуті існуючі дослідження процесу висіву насіння пневматичними висівними системами сівалок. Зосереджено увагу на розгляді методу зміни площ вхідних отворів повітророзподільника задля більш рівномірного відсмоктування повітря з висівних апаратів просапних сівалок. Для наочності визначення рівняння кількості руху в проекції на поздовжню вісь повітророзподільника приведена схема пневматичної висівної системи з повітророзподільником. Приведено теоретичне обґрунтування параметрів повітророзподільника просапних сівалок, що враховує умову рівномірного відсмоктування повітря з сусідніх висівних апаратів, сумарні втрати тиску повітряного потоку, а також умову рівномірного відсмоктування повітря по ширині сівалки задля визначення площі вхідних отворів повітророзподільника при умові рівномірного відсмоктування повітря з висівних апаратів. Проаналізовано результати зміни площі вхідних отворів повітророзподільника.

**Ключові слова:** пневматична висівна система, повітророзподільник, повітряний потік, вхідні отвори.

*Постановка проблеми.* Напрямок розвитку технічних засобів для висіву насіння просапних культур враховує тенденцію останніх років: застосування пневматичних висівних систем вакуумного типу індивідуального дозування.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Процес висіву насіння пневматичними висівними апаратами досліджували такі вчені як Журавльов В.І., Вар'янов Д.Г., Зенін Л.С., Іванов В.П., Будагов О.О., Чичкін В.П. та ін. [1-7], проте ці дослідження не вирішують всіх наявних проблем якості системи висіву.

*Метою дослідження є* знаходження шляхів покращення якості висіву насіння пневматичними висівними системами. Для відбору повітря з висівних апаратів використовують різні повітророзподільні системи [8, с. 93], найбільш розповсюджена з яких – система з повітророзподільником, внутрішня порожнина якого з'єднана з вентилятором. До зовнішньої бокової поверхні повітророзподільника приєднані повітроводи однакової довжини, сполучені з висівними апаратами.

*Основна частина.* В конструкціях таких систем не вирішена проблема рівномірного розподілу повітря в висівних апаратах по ширині захвату сівалки з причини нерівномірності статичного тиску, зменшення якого відбувається в напрямку від периферії повітророзподільника до його центру, наслідком чого є нерівномірність висіву по ширині захвату. Цей недолік збільшується у широкозахватних сівалок.

Рівномірне відсмоктування повітря з висівних апаратів можна здійснити або зміною площ вхідних отворів повітророзподільника [9], або збереженням статичного тиску постійним по його довжині за рахунок зміни площ прохідних перетинів повітророзподільника. Але, при дослідженнях збиральних колекторів зі змінною площею поперечних перетинів встановлено [10, с. 99], що рівномірність відбору повітря не тільки не поліпшується, а в деяких випадках навіть погіршується в порівнянні з колектором постійного поперечного перетину. Тому зосереджимо увагу на розгляді першого методу.

Розглянемо пневматичну висівну систему  $n$ -рядної сівалки з повітророзподільником постійного прохідного перетину (рис. 1) і для об'єму повітря, обмеженого  $i$ -м та  $i-1$  перетинами, а також стінками повітророзподільника запишемо рівняння кількості руху в проекції на поздовжню вісь повітророзподільника:

$$p_{i-1}F - p_iF - \tau_{i-1} \Pi_0 = \rho F V_{ei}^2 - \rho F V_{ei-1}^2, \quad (1)$$

де  $p_i, p_{i-1}$  – статичний тиск в перетинах повітророзподільника, Па;  
 $F$  – площа прохідного перетину повітророзподільника, м<sup>2</sup>;

$P$  – периметр повітродозподільника, м;  
 $l_0$  – відстань між осями повітродозподільників, м;  
 $\rho$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V_{ei}, V_{ei-1}$  – швидкість повітряного потоку, м/с;

$$\tau_{i-1} = \frac{\lambda_{ei-1}}{4} \frac{\rho V_{ei-1}^2}{2} - \text{дотичні напруження, Н/м}^2;$$

тут  $\lambda_{ei-1}$  – коефіцієнт гідравлічного опору.

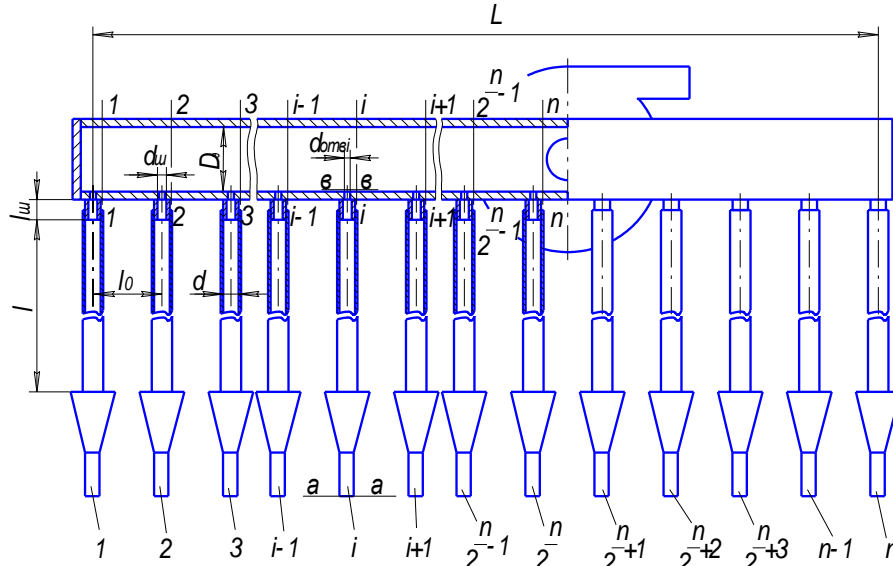


Рисунок 1 - Схема пневматичної висівної системи з повітродозподільником

Умову рівномірного відсмоктування повітря з сусідніх висівних апаратів можна записати в наступному вигляді:

$$V_{ei} = \frac{V_{en/2}}{n/2} i; \quad V_{ei-1} = \frac{V_{en/2}}{n/2} (i-1). \quad (2)$$

Підставляючи в рівняння (1) значення  $V_{ei}$  та  $V_{ei-1}$  з (2) і враховуючи, що  $l_0 = L/(n-1)$ , отримаємо:

$$p_{i-1} - p_i = \frac{4\rho V_{en/2}^2}{n^2} \left[ i^2 - (i-1)^2 + \frac{\lambda_{ei-1} L}{2(n-1)D\epsilon} (i-1)^2 \right] \quad (3)$$

Умова рівномірного відсмоктування повітря по ширині сівалки:

$$f_{omei} = \frac{2Q_{n/2}}{V_{omei} n} = \frac{2FV_{en/2}}{nV_{omei}}, \quad (4)$$

де  $f_{omei}$  – площа прохідного перетину  $i$ -ого вхідного отвору повітродозподільника, м<sup>2</sup>;

$Q_{n/2}$  – витрати повітря в перетині  $n/2$  повітророзподільника, м<sup>3</sup>/с;

$V_{omei}$  – швидкість повітряного потоку в  $i$ -ому вхідному отворі повітророзподільника, м/с.

Використаємо формулу витікання [9]:

$$V_{omei} = \mu_i \sqrt{\frac{2(p_a - p_i)}{\rho}}. \quad (5)$$

Для визначення  $\mu_i$  запишемо рівняння Бернуллі для ділянки  $a-b$ :

$$p_a = p_i + \frac{\rho V_{omei}^2}{2} + \Delta p_{a-b}. \quad (6)$$

Втрати тиску  $\Delta p_{a-b}$  на ділянці  $a-b$  складаються з втрат у висівному апараті, втрат на тертя при переміщенні повітряного потоку в висівному апараті, втрат на тертя при переміщенні повітряного потоку в повітроводі, втрат при вході повітряного потоку в штуцер і втрат при вході повітряного потоку в отвір повітророзподільника:

$$\Delta p_{a-b} = \Delta p_{ea} + \Delta p_{mp} + \Delta p_{ex} + \Delta p_{uu} + \Delta p_{ome}. \quad (7)$$

Враховуючи рівняння об'ємних витрат  $Q_{ea} = fV = f_u V_{uu} = f_{omei} V_{omei}$ , втрати  $\Delta p_{a-b}$ :

$$\Delta p_{a-b} = \left\{ \left( \zeta + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{f_{omei}^2}{f^2} + \left[ 0,5 \left( 1 - \frac{f_u}{f} \right)^{3/4} + \lambda_{uu} \frac{l_{uu}}{d_{uu}} \right] \frac{f_{omei}^2}{f_u^2} + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei}}{f_u} \right)^{3/4} \right\} \frac{\rho V_{omei}^2}{2}. \quad (8)$$

Використовуючи формули (5), (6), (8), після відповідних перетворень отримаємо вираз для визначення коефіцієнту витрат  $i$ -ого вхідного отвору повітророзподільника з під'єднаними до нього штуцером, повітроводом та висівним апаратом:

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \zeta + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{f_{omei}^2}{f^2} + \left[ 0,5 \left( 1 - \frac{f_u}{f} \right)^{3/4} + \lambda_{uu} \frac{l_{uu}}{d_{uu}} \right] \frac{f_{omei}^2}{f_u^2} + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei}}{f_u} \right)^{3/4}}}}. \quad (9)$$

Використовуючи в залежності (5) значення  $V_{omei}$  з (4) і враховуючи (9), отримаємо:

$$p_i = p_a - \frac{4F^2}{n^2 f_{omei}^2} \times \left\{ 1 + \left( \zeta + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{f_{omei}^2}{f^2} + \left[ 0,5 \left( 1 - \frac{f_u}{f} \right)^{3/4} + \lambda_{uu} \frac{l_{uu}}{d_{uu}} \right] \frac{f_{omei}^2}{f_u^2} + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei}}{f_u} \right)^{3/4} \right\} \frac{\rho V_{an/2}^2}{2}. \quad (10)$$

Аналогічний вираз можна записати і для перетину  $i-1$ .

Підставляючи в рівняння (3) величини  $p_i$  та  $p_{i-1}$ , отримуємо трансцендентне рівняння, з якого можна визначити площі вхідних отворів повітророзподільника при умові рівномірного відсмоктування повітря з висівних апаратів:

$$\left[ 1 + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei}}{f_u} \right)^{3/4} \right] \frac{1}{f_{omei}^2} - \left[ 1 + 0,5 \left( 1 - \frac{f_{omei-1}}{f_u} \right)^{3/4} \right] \frac{1}{f_{omei-1}^2} - \frac{32}{\pi^2 D_3^4} \left[ i^2 - (i-1)^2 + \frac{\lambda_{ei-1} L}{2(n-1)D_3} (i-1)^2 \right] = 0. \quad (11)$$

де  $i=2, 3, 4, \dots, n/2$ .

Використовуючи рівняння (11) можна одним з чисельних методів, задавши площу  $f_{ome1}$ , визначити площі решти вхідних отворів, приймаючи  $i=2, 3, 4, \dots, n/2$ .

Оскільки пневматична висівна система симетрична відносно вісі вентилятора, для площ вхідних отворів  $n/2+1, n/2+2, n/2+3, \dots, n-1, n$ :

$$f_{omen/2+1} = f_{omen/2}, f_{omen/2+2} = f_{omen/2-1}, f_{omen/2+3} = f_{omen/2-2}, \dots, f_{omen-1} = f_{ome2}, f_{omen} = f_{ome1}. \quad (12)$$

Аналізуючи формулу (11) можна встановити, що зменшення площі першого вхідного отвору  $f_{ome1}$  (на периферії повітророзподільника) призводить до зменшення площ вхідних отворів  $f_{omei}$  і, навпаки, збільшення площі першого вхідного отвору призводить до збільшення наступних вхідних отворів. Слід також відмітити, що зменшення площі вхідного отвору  $f_{omei}$  зі зменшенням площі першого вхідного отвору  $f_{ome1}$  відбувається нерівномірно, а саме: чим менше буде вибрана площа вхідного отвору  $f_{ome1}$ , тим ближче до неї по значенню буде площа  $f_{omei}$ . Фізично дана обставина пояснюється тим фактом, що зменшення площі першого вхідного отвору  $f_{ome1}$  призводить до збільшення розрідження на периферії повітророзподільника, а це в свою чергу відбивається на підвищенні розрідження в найближчій його зоні. При подальшому зменшенні площі  $f_{ome1}$  розрідження на периферії повітророзподільника буде збільшуватись і все більше впливати на сусідні ділянки, розповсюджуючись на все більшу частину повітророзподільника. І при достатньо малій площі  $f_{ome1}$  розрідження по всьому повітророзподільнику практично вирівнюється і площі наступних вхідних отворів стають незмінними, які дорівнюють площі першого вхідного отвору  $f_{ome1}$ .

**Висновок.** Отже, дослідження показує можливості одного з напрямів по покращенню якості висіву насіння просапних культур, що потребує подальшого практичного застосування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини / [Бакум М.В., Бобрусь І.С., Михайлов А.Д. та ін.] За ред. М.В. Бакума.- Харків: ПП «Черв'як», 2005.-332 с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том I, частина 2. Машини для сівби та садіння / П.М. Заїка. - Харків: Око, 2004.- 452 с.

3. Машины для точного посева пропашных культур: Конструирование и расчет / [В.С. Басин, В.В. Брей, Л.В. Погорелый и др.] Под общ. ред. Л.В. Погорелого.- К.: Техника, 1987.- 151 с.
4. Пневматические сеялки. Конструирование и расчет / [С.А. Мартиненко, Л.Г. Манишена, Л.В. Погорелый и др.] Под общ. ред. Л.В. Погорелого.- К.: Техника, 1992.- 220 с.
5. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція проектування / Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М.- К.: Урожай, 2001.- Книга 1.- 382 с.
6. Сысолин П.В. Почвообрабатывающие и посевные машины: история, машиностроение, конструирование / П.В. Сысолин, Л.В. Погорелый. - К.: Феникс, 2005.- 264 с.
7. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет / В.П. Чичкин.- Кишинев: Житница, 1984.- 391 с.
8. Хорунженко В.Е. Обоснование принципиальной схемы воздухораспределительного устройства пропашной сеялки / Хорунженко В.Е., Осипов И.Н., Шинкевич Е.Б. // Теория и методика создания почвообрабатывающих и посевных машин / Сб. тр. НПО "Лан". – Кировоград, 1996. – С. 92–103.
9. Патент № 24480 А Україна, МКВ А01С 7/04. Повітроподільник пневматичної сівалки / І.М. Осипов, Р.Б. Коваленко, О.М. Васильковський. – 10 с.
10. Осипов И.Н. Оптимизация параметров и разработка пневматических высевальных систем пропашных сеялок: Дис. ... канд. техн. наук / Осипов И.Н. – М., 1991. – 194 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Agricultural machines. Part 3. Drilling machines / [Bakuma M.V., Bobrus' I.S., Mikhailov A.D. et al.] Ed. M.V. Bakuma.- Kharkov: PE "Worm", 2005.- 332s.
2. Zaiika P.M. Theory of agricultural machines. Volume I, Part 2. Machines for sowing and planting / P.M. Zaika. - Kharkiv, Eye, 2004.- 452 s.
3. Mashines for cultivated crops accurate sowing: Constructing and calculating / [V.S. Basin, V.V. Bray, L.V. Pohorelyi et al.] Pod obsch. red. L.V. Pohorelyi.- K. : Technique, 1987.- 151 s.
4. Pneumatic seeding machines. Constructing and calculating / [S.A. Martynenko, L.G. Manishena, L.V. Pohorelyi et al.] Pod obsch. red. L.V. Pohoreloho.- K. : Technique, 1992.- 220 s.
5. Sysolin P.V., Salo V.M., Kropivnyi V.M. Farm machines: Theoretical foundations, designing construction / P.V. Sysolin, V.M. Salo, V.M. Kropivnyi.-: Urozhai, 2001. Book 1.- 382s.
6. Sysolin P.V. Soil cultivating and seeding machines: History, machinebuilding, constructing / P.V. Sysolin, L.V. Pohorelyi. - K. : Phoenix, 2005.- 264 s.
7. Chichkin V.P. Vegetables planters and combined aggregates. Theory, constructions, calculation / V.P. Chichkin.- Kishinev: Granary, 1984.- 391 s.
8. Horunzhenko V. Ye. Principal scheme of drill valve chest substantiation for cultivating seeder / V. Ye. Horunzhenko, I. N. Osipov, Ye. B. Shynkevych // Theory and method creation for soil cultivating and seeding machines / Sb. tr. NPO "Lan". - Kirovograd, 1996. - S. 92-103.
9. Patent N 24480 Ukraine, MEI A01S 7.4. Air pneumatic drills / I.M. Osipov, R.B. Kovalenko, A. Vasylkovskyi. - 10 s.
10. Osipov I. N. Parameters optimization and development of pneumatic seeding systems for drill seeders: Dis. ... Candidate. Sc. Science / Osipov I.N. - M., 1991. - 194 s.

## CULTIVATED SEEDERS AIR DISTRIBUTOR PARAMETERS SUBSTANTIATION

Osipov I.M., Sysolina I.P.

### *Summary*

The existing researches of seed sowing process by seeders pneumatic sowing systems have been considered in the article. The focus has been given to the consideration of the method of ingates areas change of air distributor to provide more even air sucking from the sowing vehicles of cultivated seeders. For evidentness in defining the equation of amount of motion in a projection on the longitudinal axis of air distributor the scheme of the pneumatic sowing system with air distributor has been given. The theoretical substantiation for the cultivated seeders air distributor parameters taking into account the condition of even air sucking from adjacent sowing vehicles, total losses of air current pressure as well as condition of the even air sucking on the seeder width to define the air distributor ingates area subject to condition of even air sucking from sowing vehicles. The results of ingates areas change of air distributor have been analysed.

**Key words:** pneumatic sowing system, air distributor, air current, ingates.

УДК 634.1;551.508.824;632.11;632.2:8

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНИХ МЕТЕОСТАНЦІЙ В САДІВНИЦТВІ

Бублик М.О., інж. \*

Саченко А.І., інж.

Патика Т.І., інж.

Шевчук І.В., інж.

Каленич Ф.С., інж.

Градченко С.І., інж.

Китаєв О.І., інж.

Денисюк О.Ф., інж.

Груша В.В., інж.

Матвієць А.О., інж.

*Інститут садівництва НААН України*

м. Київ, Україна

Тел.: +380445266548

e-mail: sad-institut@ukr.net

Анпілогов А.Г., інж.

Вацкель В.Ю., інж.

*ТОВ «Ай Ті - Лінкс»*

Тел.+380443039560

e-mail: company@it-lynx.com

**Анотація.** Обговорені перспективи використання автоматичних метеостанцій в сучасних індустриальних технологіях в садівництві. Показано можливості програмно-

---

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



апаратних комплексів метеостанцій в оцінці впливу погодних факторів на формування врожаю, в аналізі критичних умов (низькі вабо високі температури, заморозки під час цвітіння та ін.), у визначенні періодів потенційного ризику розвитку хвороб чи появи комах, що дозволяє оптимізувати витрати на проведення обробок садів засобами захисту рослин. Проведено порівняльний аналіз і окреслена перспектива інтернет метеостанцій, що мають високу автономність, працюють від сонячних батарей і передають інформацію через супутник.

Проаналізовано досвід експлуатації автономних бездротових метеостанцій Davis Instruments, модель Vantage Pro2 (США) при проведенні моніторингових досліджень в мережі установ НЦ «Плодівництво». Визначена їх висока надійність, простота в експлуатації і достатня кількість вимірюваних та розрахункових метеопоказників, що дозволило вдосконалити методики прогнозування в розвитку хвороб та шкідників, розробити модель змін продуктивності насаджень під впливом погодно-кліматичних факторів. Показані окремі недоліки метеостанції Vantage Pro2, альтернативою до використання якої є застосування он-лайн метеостанції «Інспектор Метео», української фірми «Ай Ті-Лінкс». Спираючись на оригінальні наукові напрацювання ІС та ТОВ «Ай-ті Лінкс» розроблені технічні завдання з визначення основних погодних чинників та з розробки прогностичних моделей алгоритмів розвитку шкідників і хвороб в плодово-ягідних насадженнях.

**Ключові слова:** плодове насадження, метеостанція, моніторинг, програмно-апаратний комплекс, прогностичні моделі, шкідники, хвороби

*Постановка проблеми.* Впровадження сучасних індустріальних технологій у садівництво не можливо без оперативної інформації про стан погодних умов в локальному агробіоценозі. На допомогу садівникам в оцінці впливу погодних факторів на формування врожаю, приходять автономні метеостанції, що розташовані безпосередньо в саду і дозволяють цілодобово аналізувати кліматичну ситуацію в окремих ділянках насаджень. Дані отримані за допомогою метеостанцій дозволяють розраховувати водний баланс певної ділянки саду, визначати настання критичних умов (низькі вабо високі температури, заморозки під час цвітіння та ін.), розраховувати періоди потенційного ризику розвитку хвороб чи появи комах. Останнє допомагає оптимізувати витрати на проведення обробок садів засобами захисту рослин завдяки своєчасній оцінці та розрахунку, наприклад, процесу розповсюдження спор парші чи розвитку бактеріального опіку.

*Аналіз останніх досліджень.* Автономна метеостанція та супутнє їй програмне забезпечення дають доступ до прогнозу погоди в режим он-лайн. Підключення до Інтернету метеостанції дають змогу користуватися такою опцією, як індивідуальні рекомендації провідних світових консультантів.

Здебільшого виробники пропонують базовий набір сенсорів, які потрібні для контролю за основними метеорологічними показниками, а саме: датчики для визначення температури та відносної вологості повітря, напрямку та швидкості вітру, атмосферного тиску, кількості опадів, вологості листя. За бажання автономні метеостанції можна додатково укомплектувати іншими датчиками, як то: для визначення сумарного випаровування вологи, температури точки роси, розміру плодів, стебел і гілок, наявності шкідників і хвороб, висоти снігового покриву, рівня шуму тощо. А також датчиками вимірювання водно-фізичних й агрохімічних показників ґрунту на різних глибинах: температури, вологості, засоленості, електропровідності кислотності [1].

Найширше у світовій практиці для моніторингу стану насаджень застосовують автономні метеостанції таких виробників: Pessl Instruments, модель iMETOS (Австрія); Caipos GmbH, модель CaipoBase (Австрія); Adcon Telemetry GmbH, модель Adcon

Telemetry (Австрія); Dacom, модель Agri Yield Management (Нідерланди); Davis Instruments, модель Vantage Pro2 (США); Spectrum Technologies, модель WatchDog (США); a-Lab, модель ABC a-Weather (Фінляндія); Pinova, модель Pinova Meteo (Хорватія).

*Мета досліджень.* Науковий центр (НЦ) Плодівництво (головна організація – Інститут садівництва) та його мережа здійснює моніторинг стану насаджень плодкових та ягідних культур в основних плодівничих зонах України (моніторинг означає – систематичний збір та обробку інформації, що дозволяє покращати прогнозування стану насаджень та прискорити прийняття рішень щодо його корекції) [2;3;4]. Необхідність проведення таких досліджень зумовлена високою повторюваністю небезпечних екологічних чинників в зимовий та весняний період, а також під час вегетації плодкових культур. Накопичено позитивний 7-річний досвід збору та аналізу метеорологічної інформації за допомогою автоматичної метеостанції Vantage Pro2 фірми Davis Instruments (США), що, водночас, виявив обмеження даної метеостанції перед усім в програмному забезпеченні. Також за мету досліджень ставили формування вимог з вдосконалення вітчизняної інтернет метеостанції «Інспектор-метео», виробництва ТОВ «Ай Ті - Лінкс», - покращення її функціональних, технічних і метрологічних показників, а також розробку спеціалізованих програмних блоків для прогнозування розвитку, поширення хвороб та шкідників в плодово-ягідних насадженнях в режимі «on-line».

*Основна частина.* Моніторинг стану насаджень плодкових та ягідних культур в Україні здійснюється мережею дослідних станцій та установ, що входять НЦ «Плодівництво» (рис. 1).



Рисунок 1 – Мережа установ Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України.

Контроль метеорологічних умов проводять за допомогою автоматичних метеостанцій та мережі метеорологічних пунктів: збирається інформація про погодні умови в кожній зоні плодівництва. Паралельно аналізується їх вплив на розвиток шкідників та хвороб, ефективність прийомів захисту рослин, схем та прийомів кореневого та позако-реневого живлення, оцінюється стан листового апарату, розвиток генеративної сфери,

що в подальшому дозволяє вносити корективи в технологічні прийоми управління продуктивністю та якістю плодово-ягідною продукцією.

На даний час автоматичні бездротові метеостанції DAVIS з ґрунтовими блоками працюють в Інституті садівництва (зона Північного Лісостепу, Південного Полісся, Київська область, с. Новосілки), а також на Подільській дослідній станції садівництва (Західний Лісостеп, Вінницька область, с. Медвеже вушко), Краснокутському науково дослідному центрі садівництва (Східний Лісостеп, Харківська область, м. Краснокутськ), Сумській дослідній станції садівництва (Східний Лісостеп, Сумська область, с. Малий Самбір) а також в Інституті сільського господарства Полісся (Житомирська область с.м.т. Грозино).

Погодно-кліматичний блок (рис. 2) оснащений датчиками температури повітря, вологості повітря, датчиком кількості опадів, датчиком сонячної радіації, датчиком УФ-радіації, анемометром та датчиком напрямку вітру. Малопотужний радіо передавач, що живиться від лужного гальванічного елемента та блоку сонячних батарей дозволяє передавати сигнал на консоль метеостанції на відстань до 200 метрів.

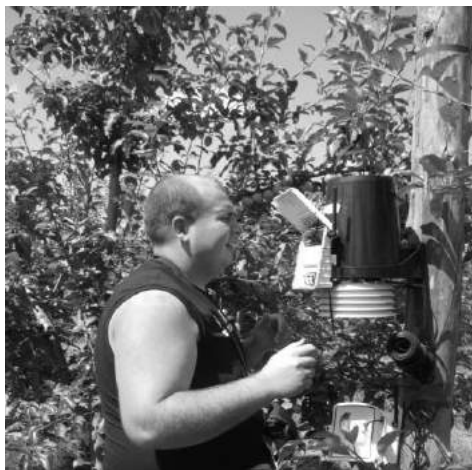


Рисунок 2 – Погодно-кліматичний блок

Ґрунтовий блок дозволяє контролювати температуру ґрунту (4 датчика), вологість ґрунту (4 датчика) (рис. 3).



Рисунок 3 – Ґрунтовий блок метеостанції

Крім того, він оснащений датчиком вологості листа та малопотужним радіопередавачем, що дозволяє передавати інформацію на консоль метеостанції на відстань до 100 – 150 метрів. Програмне забезпечення метеостанції дозволяє аналізувати інформацію, яка подається у вигляді графіків, гістограм та текстових звітів. Найбільш вживаним є табличний матеріал, що узагальнює місячну інформацію за 10 параметрами. При цьому вираховується середня температура за місяць, а також подається найвища та найнижча температури, час та дати їх спостереження. Також програма визначає місячну суму опадів в міліметрах або в дюймах.

В зимові місяці найчастіше відслідковують мінімальну температуру повітря, а в літні – максимальну. У весняний період температура точки роси (dew point), за відсутністю атмосферних фронтів може вказувати на мінімальну нічну температуру і можливу мінімальну температуру під час заморозку, оскільки охолодження повітря не може бути нижче точки роси. Різноманітні показники погоди, які характеризують стан атмосфери – середньодобова температура повітря, температура ґрунту, кількість опадів, вологість повітря, отримані за допомогою метеостанції можуть бути використані для короткострокових прогнозів розвитку шкідників плодових і ягідних культур. Враховуючи стан погоди, в короткострокових прогнозах уточнюють імовірний розвиток різних шкідників і відповідно об'єм захисних заходів і строки їх проведення. Застосування в практиці захисту рослин прогнозування допомагає краще використовувати профілактичні та винищувальні заходи.

Розробляють і використовують три види короткострокових прогнозів:

- перший - прогноз рівня поширення та імовірної шкідливості наступної генерації шкідників;
- другий – прогноз строків появи тої чи іншої онтогенетичної стадії фітофага та ступеня його небезпеки для культури в певній фенофазі розвитку;
- третій – прогноз імовірної зміни шкідливості окремих видів, залежно від стану погодних умов, агротехнічних чи організаційно-господарських заходів.

Перший та третій види прогнозів є основою для коректування планів робіт по захисту рослин, тоді як другий – використовують лише для визначення строків проведення обприскувань.

Оригінальна система збору інформації про фенологію плодopoшкоджуючих і сисних шкідливих видів комах на сливі та черешні є основою для побудови імітаційних моделей їх розвитку залежно від абіотичних чинників, які розроблені в Інституті садівництва НААН [5;6;7;8]. Моделі універсальні в розумінні можливості їх застосування у різних зонах садівництва та розраховані на використання комп'ютера для обробки даних (вилови імаго феромонними та кольоровими пастками, обліки чисельності попелиць та їх афідофагів, показники агрокліматичних умов регіону) і оцінки фітосанітарної ситуації в регіонах країни та прийняття рішення по організації захисних заходів

Надзвичайно важливим є також використання даних метеостанції для прогнозування розвитку хвороб, серед яких парша яблуні одна з найбільш поширених і шкідливих в умовах України. Система інтегрованого захисту насаджень від неї, що широко застосовується тепер, забезпечує також надійний контроль інших хвороб. Тому досить важливе значення має вдосконалення методів і засобів захисту насаджень на основі застосування різних складових цієї системи, у тому числі й оцінки критичних періодів інфекції рослин збудником парші [9].

Основними метеофакторами, що сприяють поширенню і розвитку парші в літній період, є температура повітря і наявність опадів. Для визначення критичних періодів інфекції яблуні збудником парші найбільш важливе значення має не кількість опадів, а тривалість періоду зволоження органів рослин (листоків і плодів) атмосферними опадами – від початку зволоження до остаточного висихання поверхні, особливо листків, бо

плоди, маючи воскову поверхню, висихають набагато швидше. Одержану інформацію про тривалість періоду зволоження поверхні листків атмосферними опадами (випадання дощу і роси), а також про температуру повітря протягом відповідного періоду, за нормалізованою нами шкалою Міллса [10], використовують для визначення небезпеки інфекції (слабка помірною чи сильна). Враховуючи інші особливості, зокрема дату попереднього обприскування насаджень і фунгіциди, які застосовували, приймається рішення щодо необхідності проведення чергового обприскування і які фунгіциди потрібно застосовувати при цьому.

Використовуючи погодно-кліматичні данні, що отримали від метеостанції Vantage Pro2 (DAVIS, США), були вдосконалені методики визначення посухостійкості плодкових та декоративних культур [11], а також створені прогностичні моделі для визначення продуктивності сортів та гібридів вишні до кліматичних умов північної частини Лісостепу України [12].

Метеостанції DAVIS під час роботи проявили себе достатньо надійними, що не потребують постійного технічного контролю і не вимагають специфічних навичок під час експлуатації. Однак вони мають суттєвий недолік – обмежену кількість датчиків ґрунтового блоку, але головне незначну відстань (до 200 м) передачі інформації на прийомну консоль. Тому більш перспективним є використання інтернет метеостанцій, наприклад, iMETOS виробництва австрійської компанії Pessl Instrument. Однак метеостанції такого класу на даний час надзвичайно дорогі, тому вдалою альтернативою повинна стати он-лайн метеостанція «Інспектор Метео». Це новий продукт української фірми «Ай Ті-Лінкс», що являє собою програмно-апаратний комплекс (рис. 3).



Рисунок 4 – Метеостанція «Інспектор-метео»

На відміну від метеостанції Vantage Pro2, це інтернет метеостанція що працює від сонячної батареї і передає інформацію через супутник. До того ж пакет прикладних програм до метеостанції Vantage Pro2 достатньо дорогий, що є вагомою причиною створення вітчизняного програмного продукту під метеостанцію «Інспектор-метео», з врахуванням моделей розроблених в Інституті садівництва НААН.

Апаратна частина, а саме метеостанція, призначена для безперервного збору всіх метеорологічних даних і передачі їх на централізований сервер, де їх обробляють, і вони стають доступними для користувача в програмній частині. До метеостанції можна підключити відеокамеру для візуальної оцінки погодніх умов. У програмній частині

користувачеві доступні для перегляду й аналізу всі дані, отримані з кліматичних станцій – система підтримує збір даних із необмеженої кількості кліматичних станцій в одного облікового запису. Крім перегляду даних у режимі реального часу, користувачеві також доступна історія за години й за день (дні). Усі дані по кожній кліматичній станції зберігаються в системі п'ять років.

На основі узгодженого між ІС НААН та ТОВ «Ай-Ті Лінкс» технічного завдання планується розробити: датчик сонячної радіації в енергетичних одиницях, датчик опадів в зимовий період, датчик тривалості зволоження листової пластини. Рекомендовано метеорологічну станцію додатково обладнати: датчиком температури ґрунту, датчиком тривалості зволоження листової пластини (модель), датчиком вологості ґрунту, піранометром (датчиком сонячної радіації). ІС буде формулювати та представляти визначальні погодні чинники та алгоритми прогнозування розвитку і поширення хвороб та шкідників плодових, ягідних культур, а саме: визначення критичних періодів вторинної інфекції яблуні збудником парші та оцінки епіфітотійної ситуації; короткострокового прогнозу строків прояву первинної інфекції парші яблуні; прогнозу розвитку стовпчастої іржі на чорній смородині; прогнозу розвитку вишневої і сливової опилевої попелиці в черешневих і сливових насадженнях; вдосконалює методики діагностики впливу абіотичних чинників на функціональний стан рослин. Важливою опцією, що планується в програмно апаратному комплексі, це забезпечення отримання SMS-попереджень щодо настання критичних умов для розвитку культур чи фітофагів.

#### *Висновки.*

1. Впровадження індустріальних технологій у садівництво вимагає оперативної інформації про стан погодних умов в локальному агробіоценозі, яку можна отримувати за допомогою автономних метеостанцій, що розташовані безпосередньо в саду і дозволяють цілодобово аналізувати кліматичну ситуацію в окремих ділянках насаджень.

2. Досвід експлуатації автоматичних метеостанцій Vantage Pro2 виробництва компанії Davis Instruments, в мережі установ НЦ «Плодівництво», свідчить про їх достатньо високу надійність і простоту в експлуатації, а спектр отриманої інформації дозволяє використовувати її в прогнозах з розвитку хвороб та шкідників, змін в продуктивності насаджень під впливом погодно-кліматичних факторів.

3. Суттєвими недоліками метеостанцій типу Vantage Pro2 є обмежена кількість датчиків ґрунтового блоку та проблеми з передачею інформації на відстань більше 200 м. Альтернативою є використання інтернет метеостанцій, серед яких он-лайн метеостанцію «Інспектор Метео», української фірми «Ай Ті-Лінкс» виділяє широкий спектр датчиків погодно-кліматичних та ґрунтових, висока надійність та доступність.

4. Вирішальною умовою успішного використання інтернет метеостанції «Інспектор-метео» є розробка спеціалізованих програмних блоків для прогнозування розвитку, поширення хвороб та шкідників в плодових, ягідних насадженнях, забезпечення отримання SMS-попереджень щодо настання критичних умов для розвитку культур чи фітофагів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Помічник садівника А. Матвієць, Т. Патики, О. Китаєв, О. Матвієць //Садівництво по-українськи. – К., 2015. – №1. – С. 78-79.

2. Бублик М.О. Особливості кліматичних змін та їх вплив на стан плодових і ягідних насаджень в Україні //Бублик М.О., Китаєв О.І., Скряга В.А. та ін. //Хімія, Агрономія, Сервіс. – Жовтень, 2010. – С. 34-39.

3. Бублик М.О. Особливості перезимівлі насаджень плодових та ягідних культур у 2011-2012 роках //Бублик М.О., Китаєв О.І., Кривошопка В.А., Патики Т.І. та ін. //Садівництво. – К., 2012. – Вип. 66. - С. 287 - 295.

4. Моніторинг стану насаджень плодкових культур в Україні /Китаєв О.І., Кривошопка В.А., Макарова Д.Г., Патица Т.І. /Збірка тез доповідей учасників Міжнародн. наук. – практ. конферен. «Генетичні основи селекції, насінництва і біотехнології: наука, освіта, практика», 21-24 травня 2012 р. – Київ, 2012. – С. 75-78.
5. Шевчук І.В. Імітаційна модель льоту й розвитку *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortrizidae) залежно від чинників погоди //Вісник ХНАУ. Серія „Ентомологія та фітопатологія”. – Харків. -2005, № 4. –С. 77-86.
6. Шевчук І.В., Денисюк О.Ф. Імітаційна модель розвитку *Myzus cerasi* F. (Homoptera: Aphidinea) залежно від факторів погоди в зоні північного лісостепу України //Известия харьковского энтомологического общества. Т. XIII, вып. 1-2. – Харьков. -2005 (2006). – С. 126-134.
7. Шевчук И.В., Денисюк А.Ф. Имитационная модель динамики численности имаго черного сливового пилильщика (*Норлосампа minuta* Christ.) в зоне северной Лесостепи Украины //Вестник защиты растений. -№ 3. –Санкт-Петербург-Пушкин. -2009. – С. 67-71.
8. Шевчук І.В., Гриник І.В., Шевчук О.В. Імітаційна модель динаміки чисельності вишневої мухи *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Tryptetidae) в черешневому агроценозі //Вісник аграрної науки. -2012. -№ 11. -С. 18-21.
9. Каленич Ф.С. Агроекологічні основи інтегрованого захисту яблуні від парші т інших хвороб. – К.: Аграрна наука, 2005. – 244 с.
10. Каленич Ф.С., Нескорожений Б.Ф. Нормализация шкалы инфекционных периодов парши яблони //Микология и фітопатологія. – 1986. – Т.20. – Вып.1. – С. 56-59.
11. Оцінка посухостійкості сортів і гібридів айстри китайської (*Callistephus chinensis* Nees.) Скрыга В.А., Китаєв О.І., Шевель Л.О., Кондратенко В.В. //Садівництво. – К., 2012. - Вип. 65. – С. 134-138.
12. Василенко В.И., Денисюк А.Ф., Китаєв О.И. Интегральная пластичность сортов вишни к климатическим условиям северной части Лесостепи Украины //Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Lucrări științifice / Univ. Agrară de Stat din Moldova, Fac. de Agronomie; red.-șef Gh. Cimpoieș. – Chișinău: CE UASM, 2014 – Vol. 41: Agronomie. - P. 374-378.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Gardener Assistant.A. Matviyets, T. Patyka, O. Kitaiev, O. Matviyets / Gardening I n-Ukrainian. - K., 2015. - №1. - S. 78-79.
2. Bublik M.O. Climatic changes peculiarities and their effect on the state of fruit and berry plantations in Ukraine // Bublik M.O., Kitaiev O.I., Skriaga V.A. and others. // Chemistry, Agronomy, Service. - Oct, 2010. - S. 34-39.
3. Bublik M.O. Peculiarities of fruit and berry crops plantations wintering in 2011-2012 // Bublik M.O., Kitaiev O.I., Krivoshapko V.A., Patyka T.I. and others. // Gardening. - K., 2012. - Vip. 66. - S. 287 - 295.
4. Monitoring of fruit crops plantations state in Ukraine / Kitaiev O.I., Krivoshapko V.A., Makarova D.G., Patyka T.I. / Abstracts book of intern. scient. - pract. conference. «Genetic bases breeding, seed and biotechnology: science, Education, Practice», 21-24 May 2012 - Kyiv, 2012. - S. 75-78.
5. Shevchuk I.V. Simulation model of *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortrizidae) flying and development depending on forecast factors // Visnyk KhAI. Series "Entomology and phytopathology". - Kharkiv. -2005, № 4. -С. 77-86.
6. Shevchuk I.V., Denisyuk A.F. Simulation model of *Myzus cerasi* F. (Homoptera: Aphidinea) development depending on forecast factors in the northern forest-steppe zone of Ukraine // Izvestiya of Kharkiv entomology society. Т. XIII, Vyp. 1-2. - Kharkov. -2005 (2006). - S. 126-134.

7. Shevchuk I.V., Denisyuk A.F. Simulation model of imago population dynamics of *Hoplocampa minuta* Christ in the northern forest-steppe zone of Ukraine // Vestnik zaschity rastenij. -№ 3. -Sankt Petersburg-Pushkin. -2009. - S. 67-71.

8. Shevchuk I.V., Grynyk I.V., Shevchuk O.V. Simulation model of *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Trypetidae) population dynamics cherry flies *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Trypetidae) in cherry agrocenoses / Bulletin of Agrarian science. -2012. -№ 11. -S. 18-21.

9. Kalenych F.S. Agroecological foundations of integrated apple trees protection from scab and other diseases. - K. : Agrarian science, 2005. - 244 s.

10. Kalenych FS, Neskorozenyi B.F. Apple trees infecting periods scale normalization // Mycology and phytopathology. - 1986. - T.20. - Vyp.1. - S. 56-59.

11. Drought resistance evaluation for varieties and hybrids of Chinese aster (*Callistephus chinensis* Nees.). Skriaga V.A., Kitaiev O.I., Schevel L.O., Kondratenko V.V. // Gardening. - K., 2012. - Vyp. 65. - S. 134-138.

12. Vasylenko V.I., Denysiuk A.F., Kitaiev O.I. Integral plasticity of Cherries varieties to climatic conditions of northern forest-steppe zone of Ukraine // Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Lucrări științifice / Univ. Agrară de Stat din Moldova, Fac. de Agronomie; red.-șef Gh. Cimpoieș. - Chișinău: CE UASM, 2014 - Vol. 41: Agronomie. - S. 374-378.

## **PROSPECTS FOR THE USE OF AUTOMATIC WEATHER STATIONS IN HORTICULTURE**

Bublyk M.O., Savchenko A.I., Patyka T.I., Shevchuk I.V., Kalenych F.S., Gradchenko S.I., Kitaiev O.I., Denisiuk O.F., Grusha V.V., Matviets A.O., Anpilogov A.G., Vatskel' V.Yu.

### *Summary*

The prospects of automatic weather stations in modern industrial technologies in horticulture have been discussed. The capacity of programmed hardware weather stations complexes The possibilities of hardware and software of meteorological stations in assessing the impact of weather factors on yield formation in the analysis of critical conditions (low and high temperature, frost during flowering, etc.) in determining the periods of potential risk of disease development or insect emergence enabling to optimize the costs for orchards treatment by means of crop protection have been given. The comparative analysis has been conducted as well as the perspectives of Internet meteorological stations having high autonomy, are solar powered and transmit information via satellite have been defined. The experience of Davis Instruments autonomous wireless meteorological stations maintenance, model Vantage Pro2 (USA) while conducting monitoring research in the network of SC "Fruit Production" entities has been analyzed. Their high reliability as well as ease of operation and sufficient quantity of measured and calculated meteorological indicators have been defined, that allowed to improve forecasting methods in diseases and pests development, to work out the model of productivity plantations changing under the influence of weather and climatic factors. Certain drawbacks of Vantage Pro2 meteorological station have been demonstrated, the alternative to the use of which is applying of the online "Inspector Meteo" weather station. Ukrainian company Relying on original scientific achievements of the Institute of Horticulture and Ukrainian company "Ai Ti-Links" the requirements specifications as for defining basic weather factors and developing prognostic models of pests and diseases algorithms for fruit and berry plantations have been worked out.

**Key words:** fruit plantations, meteorological station, monitoring, software and hardware system, predictive models, pests, diseases.



УДК 631.316.022

## ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вихватнюк Р.В., викл. \*

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел.: +380681337350

e-mail: romaten1@rambler.ru

**Анотація.** У роботі розглядаються переваги використання систем інженерного аналізу при проектуванні сільськогосподарських машин. Проведено дослідження напружено-деформованого стану стійки культиватора з використанням системи інженерного аналізу, реалізованої в модулі АРМ FEM, який інтегровано в систему автоматизованого проектування КОМПАС-3D, за допомогою метода кінцевих елементів. Розглянуто вплив типу елементів – 4-вузлових або 10-вузлових тетраедричних та максимальної довжини сторони елемента. Наведено результати моделювання навантаження та деформацій стійки культиватора – зокрема залежність максимального еквівалентного напруження та максимальних значень сумарних лінійних переміщень в моделі залежно від кута прикладання сили та її величини. Зроблено висновок, що широкий спектр розглянутих можливостей, що надаються САПР КОМПАС-3D із вбудованим в систему модулем АРМ FEM, дозволяють істотно поліпшити якість проектування сільськогосподарських машин і скоротити терміни їхнього проектування.

**Ключові слова:** система інженерного аналізу, метод кінцевих елементів, культиватор, стійка, імітаційне моделювання, навантаження.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку засобів комп'ютерного моделювання процес проектування будь-якого виробу складно представити без проведення різних видів інженерного аналізу, таких як розрахунки на міцність, моделювання кінематики механізмів або перевірка поведінки виробу в залежності від різноманітних атмосферних, теплових та інших умов. Інженерні розрахунки покликані кардинально зменшити час, який затрачається проектувальником на пошук раціональних конструкторських рішень, уникнути помилок на етапі проектування, звести до мінімуму кількість досліджень з виготовленням деталей і в найкоротші строки отримати оптимальний результат. [1].

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур важлива роль відводиться підготовці ґрунту: якісна обробка ґрунту дозволяє забезпечити всі необхідні умови для отримання високого врожаю, а також сприяє збереженню та підвищенню її родючості [2]. Вагоме положення у групі ґрунтообробних машин займають культиватори для суцільного обробітку, які потребують нових підходів до вдосконалення їх конструктивних елементів [3].

Одним з необхідних етапів створення нових робочих органів та удосконалення існуючих є імітаційне моделювання розроблених математичних моделей роботи систем обробки ґрунту з метою встановлення та перевірки їх параметрів.

---

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

*Аналіз останніх досліджень.* На сьогоднішній день на ринку САПР присутній ряд потужних багатофункціональних систем, які відрізняються за своїми можливостями та призначенням. Існує ряд вимог до систем автоматизованого проектування, включаючи адаптованість, налаштовуваність систем під задачі тієї чи іншої галузі, використання бібліотек, довідників та додатків, які суттєво розширюють можливості базового пакету САПР, використанні інструментів для створення фото реалістичних зображень і т.д. Всебічний інженерний аналіз дасть змогу підвищити конкурентоздатність продукції, яка випускається. Конструкторські рішення, які приймаються, повинні забезпечити статичну міцність та жорсткість, стійкість та потрібні динамічні характеристики, які відповідають оптимальному варіанту.

В роботі [5] автори виконали аналіз реформованості та завантаженості S-подібної стійки за допомогою комп'ютерного програмного комплексу САПР SolidWorks, використовуючи розрахунковий пакет COSMOSWorks, розробили комп'ютерну модель, що дозволила найбільш адекватно оцінити реформованість стійки, і дійшли висновку, що моделювання дозволяє визначити граничні рівні навантажень і деформацій, при яких матеріал стійки знаходиться в стані пружності.

В роботі [6] автори розглянули особливості імітаційного моделювання технологічних систем обробки ґрунту із застосуванням програмного комплексу Solidworks Flow Simulation. На підставі теоретичних розрахунків були побудовані графіки залежності тягового опору робочих органів від швидкості руху агрегату.

В роботах [7, 8] розглянуто процес проектування ґрунтообробних знарядь на основі створення їх твердотільних моделей засобами САПР. Розбіжності за максимальним значенням тягового опору секції культиватора при подоланні перешкоди склали не більше 3,9%. Дано висновок про доцільність застосування засобів САПР та достовірності отриманих результатів.

*Мета дослідження.* Розглянути можливості застосування систем інженерного аналізу для проектування сільськогосподарських машин. Виконати аналіз навантаженості та деформованості стійки культиватора з використанням системи інженерного аналізу, яка використовує метод кінцевих елементів.

*Основна частина.* Інженерний аналіз передбачає виконання комплексу розрахунків конструкцій з метою оцінки їх динамічних характеристик, міцності, надійності та оптимальності. Глибокий і комплексний аналіз необхідний як при підготовці конструкторської документації, так і для моделювання технологічних процесів. Оскільки сучасні комп'ютерні технології дозволяють моделювати функціонування будь-яких конструкцій і аналізувати їх поведінку вже на етапі підготовки проектних рішень, то аналіз можливих модифікацій дозволяє вибрати найбільш ефективне з них, що дозволяє звести до мінімуму дорогі випробування дослідних зразків або повністю відмовитися від таких випробувань.

В Уманському національному університеті садівництва з метою підвищення рівня викладання інженерних дисциплін і розширення можливостей виконання курсових, дипломних та наукових робіт у 2013 р. придбано ліцензію КОМПАС-3D V14 в обсязі 50 робочих місць.

З метою більш детального ознайомлення з можливостями систем інженерного аналізу як об'єкт дослідження розглянемо стійку культиватора КІН. Для дослідження напружено-деформованого стану стійки побудована її 3D-модель в САПР КОМПАС-3D (рис. 1, а). В сучасних конструкціях культиваторів існують різні способи кріплення стійки до рами – виберемо один із самих простих, коли стійка кріпиться двома болтами.

Для більш повного опису напружено-деформованого стану стійки культиватора використано метод кінцевих елементів в середовищі АРМ FEM - модуля кінцево-елементного аналізу. За допомогою цього модуля здійснюється розрахунок напружено-

деформованого стану об'єктів довільної геометричної форми при довільному навантаженні та закріпленні [9].

У процесі проектування здійснюється закріплення відповідних поверхонь і прикладаються навантаження (рис. 1, б), здійснюється генерація KE-сітки (рис. 1, в), виконується розрахунок і перегляд результатів у вигляді карт напружень і переміщень (рис. 1, г та д) [10]. Після виконання всіх перерахованих вище дій отримано поля еквівалентних напружень по Мізесу та поля переміщень.

З метою розгляду можливостей системи інженерного аналізу було проведено ряд досліджень. При побудові схеми навантаження задавались умовою, що кріплення стійки до рами виконано жорстким. Навантаження до стійки прикладено в отворах кріплення лапи. Фізичні властивості матеріалу відповідають характеристикам сталі 45.

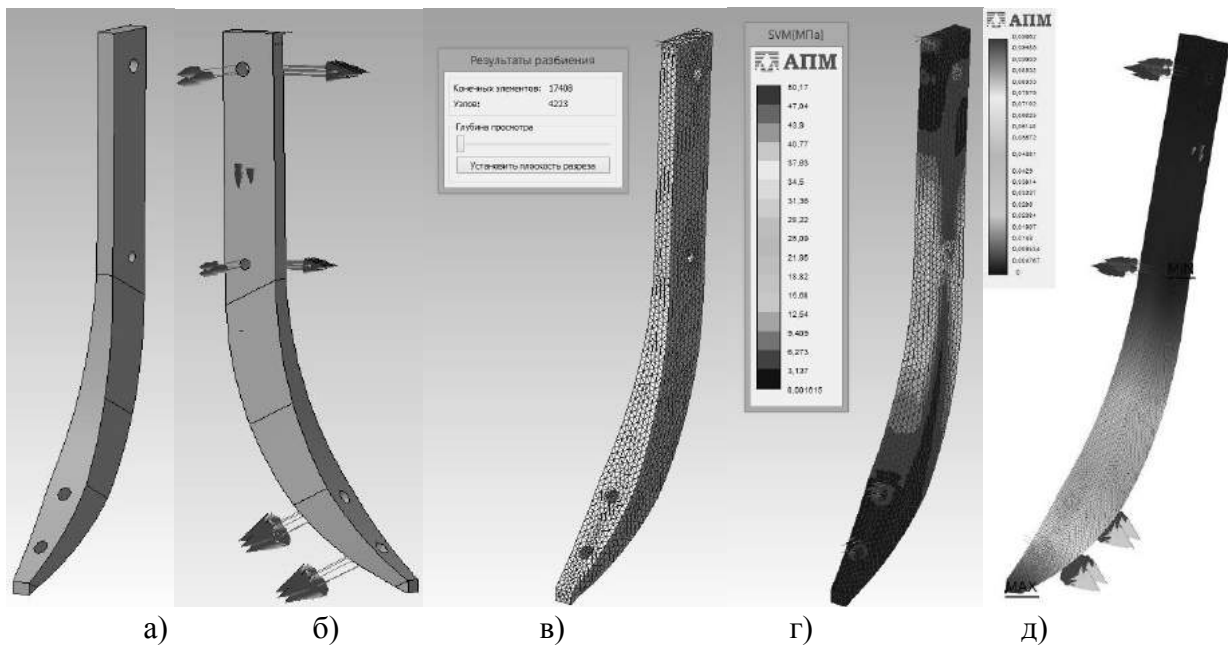


Рисунок 1 – 3D-модель стійки

а – модель деталі, б - модель з прикладеними силами; в - розбиття на кінцеві елементи, г – візуалізація напружено-деформованого стану, д – візуалізація переміщень

Для побудови сітки кінцевих елементів в АРМ FEM-модулі кінцево-елементного аналізу САПР КОМПАС-3D можна задати тип елементів – 4-вузлові тетраедричні або 10-вузлові тетраедричні а також вказати максимальну довжину сторони елемента. Для того, щоб перевірити вплив типу елемента та їх кількості в моделі на результати, проведено ряд випробувань. До стійки прикладали силу величиною 500 Н під кутом 15 градусів, змінюючи кількість елементів у сітці (шляхом встановлення максимальної довжини сторони елемента) та типу елементів (рис. 2).

Як видно з рис. 2 – існує суттєва розбіжність значень максимального еквівалентного напруження та максимальних значень сумарних лінійних переміщень при застосуванні для побудови сітки кінцевих елементів моделі 4-вузлових та 10-вузлових тетраедричних елементів.

При використанні останніх існує значно менше відхилення від середнього значення, що дає підстави вказувати на вищу точність розрахунків саме при застосуванні даного типу елементів. Тому, аналізуючи попередні дані вибираємо для подальших досліджень тип елемента сітки – 10-вузловий з кількістю елементів у сітці – 12597, що

дозволить отримати результат достатньої точності і в той же час зменшить тривалість розрахунку моделі, так як при встановленні кількості елементів (або максимальної довжини ребра елемента) вище 25000 (відповідно менше 5 мм) суттєво зростає час роботи комп'ютера, необхідний на розв'язання моделі.

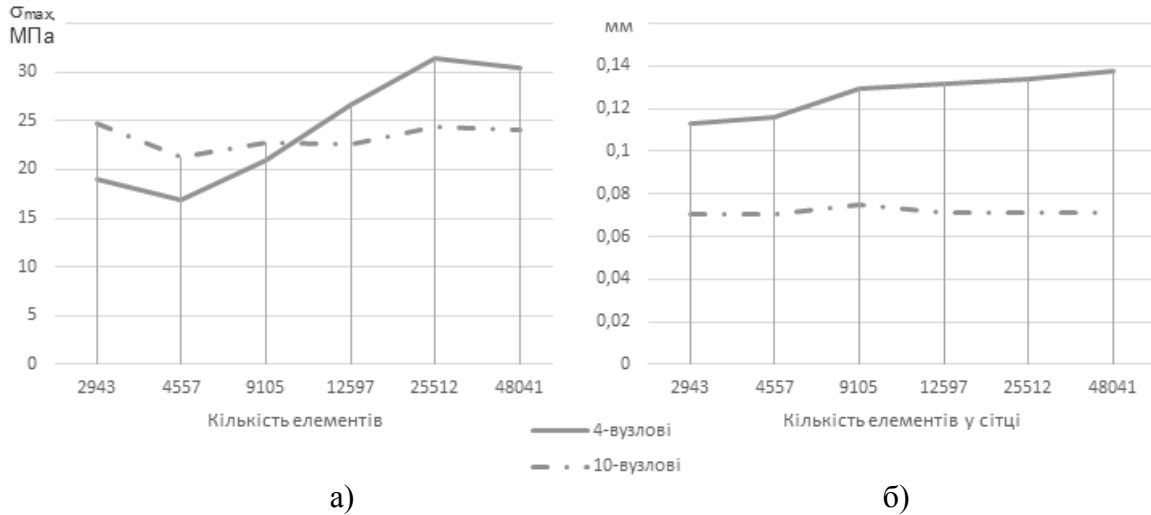


Рисунок 2 - Залежність максимального еквівалентного напруження по Мізесу (а) та максимальних значень сумарних лінійних переміщень (б) в моделі залежно від кількості елементів у моделі та типу тетраедричних елементів, на які вона розбивається

Для проведення подальших досліджень створено кінцево-елементну сітку, яка містить 12597 кінцевих елементів (10-ти вузлових тетраедрів) із заданою максимальною довжиною елемента рівною 7 мм, 21027 вузлів.

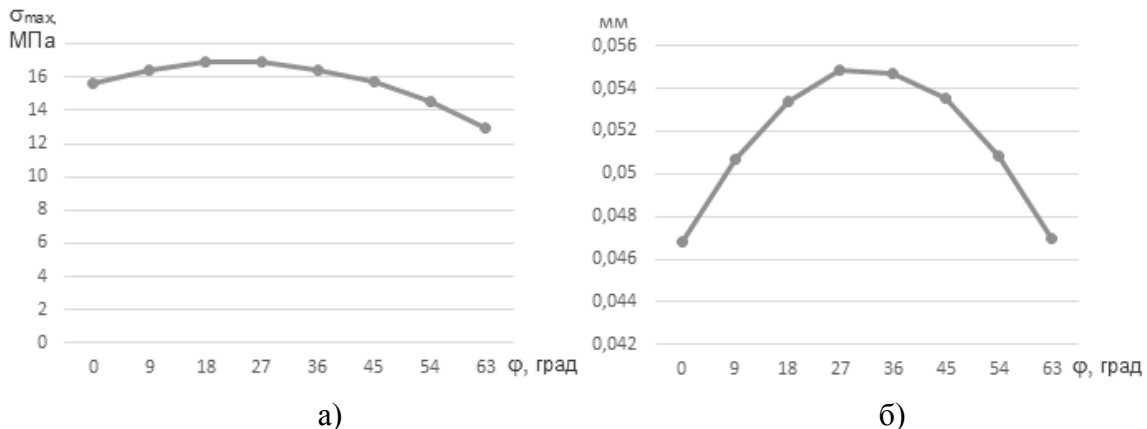


Рисунок 3 - Залежність максимального еквівалентного напруження по Мізесу (а) та максимальних значень сумарних лінійних переміщень (б) в моделі залежно від кута прикладання сили

Аналіз результатів проведених досліджень показує загалом відповідність їх теорії. На рисунку 3 показано залежність максимального еквівалентного напруження по Мізесу (а) та максимальних значень сумарних лінійних переміщень (б) в моделі залежно від кута прикладання сили – як видно з діаграм найбільші значення припадають на значення кута 27 градусів. З рисунку 4 видно, що максимальні навантаження та переміщення в моделі змінюються лінійно, що відповідає теоретичним та експериментальним дослідженням [6]. На рисунку 5 показано зміну мінімального коефіцієнту за-

пасу текучості в моделі залежно від величини прикладеної сили – як бачимо, при прикладених навантаженнях стійка знаходиться в пружнодеформованому стані.

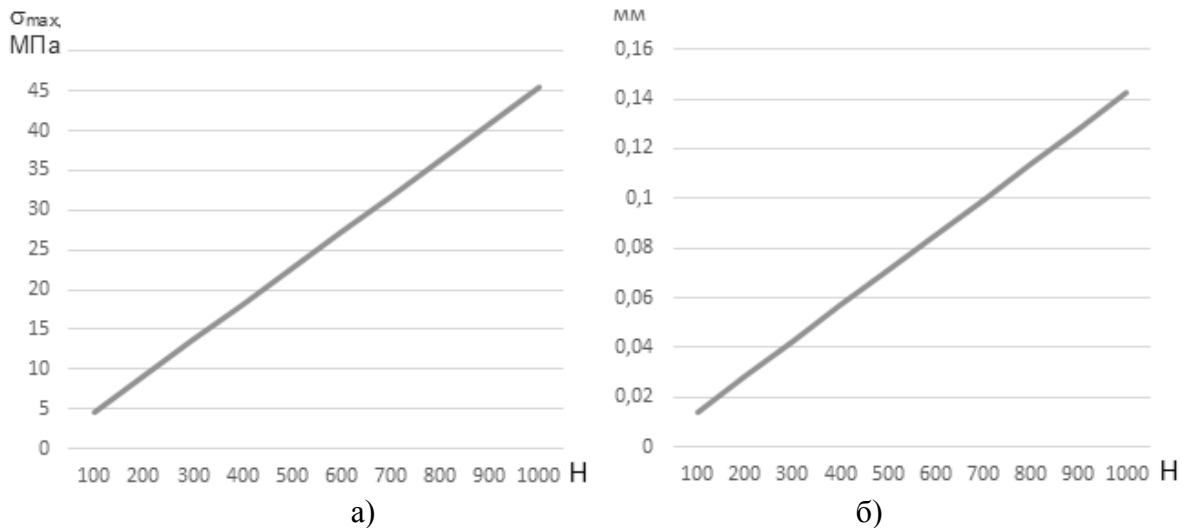


Рисунок 4 - Залежність максимального еквівалентного напруження по Мізесу та максимальних значень сумарних лінійних переміщень в моделі залежно від величини прикладеної сили

Також звертаємо увагу на високу продуктивність та меншу потребу в ресурсах системи інженерного аналізу, що використовувалася. Так, наприклад, частину проведених досліджень було повторено з використанням САПР SolidWorks та модуля Simulation.

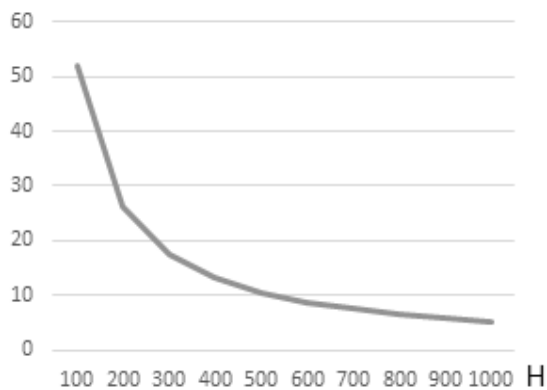


Рисунок 5 - Залежність мінімального коефіцієнту запасу текучості в моделі залежно від величини прикладеної сили

При однакових початкових даних розрахунки в SolidWorks займали більше часу і вимагали більше ресурсів системи, в багатьох випадках призводячи до помилки розрахунку на тому ж комп'ютері.

*Висновки.* Використання САД-систем з інтегрованими в них САЕ-додатками дозволяє ще на стадії проектування швидко провести наочні віртуальні дослідження з досить високим ступенем достовірності. Широкий спектр розглянутих можливостей, що надаються інтегрованою САПР КОМПАС-3D і вбудованим в систему модулем АРМ FEM, дозволяють істотно поліпшити якість проектування сільськогосподарських машин і скоротити терміни їхнього проектування. В роботі для досягнення поставленої мети:

1. Отримано комп'ютерну модель, яка дозволяє найбільш адекватно оцінювати деформованість стійки культиваторів.
2. Проведене моделювання дозволяє визначити граничні рівні навантажень і деформацій при прикладених навантаженнях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Grower M. CAD/CAM. Computer Aided Design and Manufacturing / M. Grower. – Pearson Education, 2006. – 512 p.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.: іл.
3. Василенко П.М. Культиваторы (Конструкция, теория и расчет) / П.М. Василенко, П.Т. Бабий. — К.: УАСХН, 1961. — 239 с.
4. Алямовский А.А. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А. [и др.] – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с. : ил.
5. Гринченко А.С. Результаты моделирования напряженно-деформированного состояния S-образной стойки культиватора / А.С. Гринченко, О.В. Полтавченко, А.И. Алферов, М.В. Марченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2011. – Вип. 114. С. 299-304.
6. Піскар'юв О.М. Імітаційне моделювання технологічного процесу культивації ґрунту / О.М. Піскар'юв // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2014. - Вип. 154. - С. 82-83.
7. Лысыч М.Н. Использование САПР для обоснования конструктивных и прочностных параметров почвообрабатывающих орудий / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, П.В. Захаров // Современные проблемы науки и образования. -2013. - Вып.48. - С. 16-26
8. Лысыч М.Н. Компьютерное моделирование процесса работы культиватора при встрече с препятствием / М.Н. Лысыч, П.В. Захаров // Вестник Саратовского ГАУ. – Саратов, 2011. – Вып. 3. - С 32-36.
9. Магомедов А.А. Интегрированный конечно-элементный анализ в КОМПАС-3D / А.А. Магомедов, А.А. Алехин // CAD/CAM/CAE Observer № 8 (60). – 2010. – С.73-78.
10. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure 3D - М.: Изд-во АПИМ, 2010.- 376 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Grower M. CAD/CAM. Computer Aided Design and Manufacturing / M. Grower. – Pearson Education, 2006. – 512 s.
2. Agricultural machines. Theory and calculation fundamentals: Textbook / D.G. Voytyuk, V.M. Baranovsky, V.M. Bulgakov and oth.; edited by D.G. Voytyuk. — K.: High Education, 2005. — 464 s.
3. Vasylenko P.M. Cultivators (design, theory and calculation)/ P.M. Vasylenko, P.T. Babiy. — K.: UASHN, 1961. — 239 s.
4. Alyamovskiy A.A. SolidWorks. Computer modeling in engineering practice / A.A. Alyamovskiy [and other] –SPb. : BHV-Peterburg, 2005. – 800 s.
5. Grinchenko A.S. The simulation results of the stress-strain state of the S-shaped rack cultivator / A.S. Grinchenko, O.V. Poltavchenko, A.I. Alferov, M.V. Marchenko // Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko. - 2011. – № 114. S. 299-304.
6. Piskaryov O.M. Simulation of the process of soil cultivation / O.M. Piskaryov // Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko. - 2014. - № 154. - S. 82-83.

7. Lysych M.N. Using CAD to support the design and strength parameters of tillers / M.N. Lysych, M.L. Shabanov, P.V. Zakharov // Modern problems of science and education. - 2013. - № 48. - S. 16-26.

8. Lysych M.N. The simulation of the operation of the cultivator when encountering an obstacle / M.N. Lysych, P.V. Zakharov // Bulletin of the Saratov State Agrarian University. – Saratov, 2011. – № 3. – S. 32-36.

9. Magomedov A.A. Integrated finite element analysis in KOMPAS-3D / A.A. Magomedov, A.A. Alekhin // CAD/CAM/CAE Observer N 8 (60). – 2010. – S.73-78.

10. Zamriy A.A. Designing and calculating using the finite elements analysis method in APM Structure 3D environment - M.: APM, 2010.- 376 s.

## ENGINEERING ANALYSIS OF THE PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

Vyhvatniuk R.V.

### *Summary*

The advantages of engineering analysis systems when designing agricultural machines are considered in the article. A stressed-strained cultivator post state has been conducted by means of engineering analysis, implemented in ARM FEM module being integrated into the CAD KOMPAS-3D automated designing system, using the finite element method. The influence of elements type - 4-node or 10-node tetrahedral and having the maximum length of the element was considered. The results of modeling the load and strain rack cultivator - in particular, the dependence of the maximum equivalent stress and maximum values of total linear movement in the model depending on the angle of application of force and its magnitude. The conclusion has been made that a wide range of opportunities offered by CAD KOMPAS-3D with built-in module ARM FEM, can significantly improve the quality of the design of agricultural machines and decrease time spent for their designing.

**Key words:** engineering analysis system, finite elements method, cultivator, post, simulation, load.

УДК 631.348

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ НАДІЙНИСНОЇ СТРУКТУРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Войтік А.В., 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.: +380683511797

e-mail: 2andrey2@ua.fm

---

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

**Анотація.** У статті наведена методика раціонального розрахунку та підбору надійнішої структурної схеми зразка сільськогосподарської техніки на прикладі трактора Т-150 як на стадіях виробництва та і експлуатації з використанням методу врівноваження чутливостей системи за його структурними елементами. Метою даного дослідження є рекомендації з підвищення показників надійності певних елементів зразка сільськогосподарської техніки (на прикладі трактора Т-150) вказаним вище методом на всіх етапах життєвого циклу. Для досягнення цієї мети необхідно і достатньо вирішити оптимізаційну задачу відносно показників безвідмовності та витрат між окремими структурними елементами трактора на періодах виробництва та експлуатації з використанням згаданого методу врівноваження чутливостей системи за цими структурними елементами, що впливають на надійність системи.

**Ключові слова:** показники безвідмовності, сільськогосподарська техніка, чутливість, резервування, експлуатація.

**Постановка проблеми.** Трактор сам по собі являє складну систему, яку можна описати як таку, що складається з послідовно з'єднаних елементів з точки зору надійності. Відомо, що для підвищення показників безвідмовності такої системи необхідно підвищувати показники безвідмовності кожного з її елементів. Цього можна досягти технологічними методами, шляхом резервування або ж комбінуючи обидва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поняття «чутливість системи» достатньо повно описане у роботі [1]. Воно означає співвідношення швидкості зміни показників безвідмовності до зміни її вартості за умови зміни цих параметрів лише за рахунок показників надійності системи. Проте, з підвищенням показників надійності, виникає необхідність у зниженні собівартості самої машини, забезпечуючи цим самим зниження витрат на її експлуатацію.

У загальному випадку така задача може бути вирішена такими відомими методами, як метод перебору, метод невизначених множників Лагранжа, метод динамічного програмування, метод градієнтів, метод найшвидшого спуску тощо [1-3, 5]. У даній статті розглядається метод врівноваження чутливостей окремих елементів системи. У якості критерію оптимальності використовується мінімум сумарних витрат на періодах виробництва та експлуатації за умови, що основний показник безвідмовності – час наробітку до відмови – за період, що розглядається, не перевищить деякої заданої величини [2, 4].

**Мета дослідження.** Для прикладу, здійснимо розрахунки на прикладі трактора Т-150, прогнозуючи імовірність його безвідмовної роботи (ІБР) з використанням оптимального резервування окремих деталей та вузлів.

Цікавими з точки зору аналізу є такі часткові задачі:

1) за критеріями мінімуму витрат на періоді проектування забезпечити ІБР системи до заданого значення  $P_{\text{зад}}$ ; 2) отримати максимально можливу ІБР за наявних витрат  $C_{\text{зад}}$ .

У даній статті буде розглянуто розв'язок лише першої задачі.

**Основна частина.** Вважатимемо, що за даними випробувань апріорно відомий аналітичний опис функції ІБР трактора  $P(t)$  та вартість усієї системи  $C$ :  $P = p(p_1; p_2; \dots p_n)$ ;  $C = c(p_1; p_2; \dots p_n)$ , де  $p_i$  – ІБР  $i$ -го елемента системи.

Чутливість системи по  $i$ -му елементу можна представити у вигляді співвідношення  $I_i \frac{dP}{dC} \Big|_{\Delta p_i} = \frac{\partial P / \partial p_i}{\partial C / \partial p_i}$ , де  $\partial P / \partial p_i$  - чутливість показника безвідмовності системи



по  $i$ -му елементу;  $\partial C/\partial p_i$  - чутливість вартості системи до зміни показника безвідмовності  $i$ -го елемента.

Оптимальним законом розподілу показників безвідмовності між елементами системи є такий, при якому чутливості системи за кожним з елементів наближаються до оптимального значення чутливості  $I_s \approx I_{\text{опт}}$ . Це буде відповідати значенню ІБР  $P_{\text{зад}}$ . У такому випадку, підвищуючи показники безвідмовності усіх елементів системи в рівних межах, є можливим досягти нового оптимального розподілу при новому (вищому) значенні ІБР.

У табл. 1 наведено вихідні дані для проведення розрахунків.

Таблиця 1 – Вихідні дані за показниками безвідмовності та вартості основних систем трактора Т-150 (за цінами 2012 р.)

Найменування вузла (агрегату)	Інтенсивність відмов, 1/год	Наробіток на відмову, год	Початкова ім-ть безвідмовної роботи, $p_{0i}$	Витрати на вив-во, грн..	Витрати на експлуатацію, грн.	Сумарні витрати, грн.
Двигун	0,000706	1416	0,494	51224	62834	114058
Трансмісія	0,00027	3704	0,763	55730	64260	119990
Муфта зчеплення	0,000329	3040	0,72	4730	5264	9994
Ходова система	0,000149	6711	0,862	16216	21903	38119
Несуча система	0,0000696	14368	0,933	11667	13781	25448
Гідро напісна система	0,00027	3704	0,763	7059	8100	15159
Електрообладнання	0,000266	3759	0,766	7880	8778	16648
По трактору в цілому	0,0020996	426	0,127	154496	184920	339466

При визначенні даних, наведених у табл. 1, було враховано роботу трактора протягом  $t = 1000$  год. (середній сезонний наробіток) та зроблено припущення про експоненціальний розподіл показників безвідмовності усіх із вказаних вузлів та агрегатів (нормальний період експлуатації).

ІБР системи (трактора) загалом за умови послідовного з'єднання елементів є добутком імовірностей безвідмовної роботи кожного з агрегатів:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N p_i(t). \quad (1)$$

Для нашого прикладу така імовірність протягом сезону роботи трактора є досить низькою і складає 0,127 (12,7%).

Поставимо задачу підвищити ІБР від рівня вихідної ( $P_{\text{вих}} = 0,127$ ) до заданого рівня  $P_{\text{зад}} = 0,5$  шляхом резервування окремих агрегатів.

Відомо, що ІБР за умови  $(m-1)$ -кратного резервуванні розраховується як:

$$p_i = 1 - (1 - p_{0i})^{mi}. \quad (2)$$

Очевидно, вартість такого резервованого агрегату зросте у порівнянні з початковою вартістю у кількість разів, що відповідає кратності резервування:

$$c_i = m_i \cdot c_{0i}. \quad (3)$$

З урахуванням (2) і (3) можна записати:

$$c_i = c_{0i} \cdot \ln(1 - p_i) / \ln(1 - p_{0i}). \quad (4)$$

Вартість системи в цілому складе  $C = \sum_{i=1}^N c_i = \sum_{i=1}^N c_{0i} \cdot \ln(1 - p_i) / \ln(1 - p_{0i})$ . Чутливість системи за  $i$ -м елементом буде визначатись як

$$I_i = \left. \frac{dP}{dC} \right|_{\Delta p_i} = \frac{\left[ \ln \frac{1}{1 - p_{0s}} \right] \cdot P_{\text{зад}} (1 - p_s)}{p_s \cdot c_{0i}}. \quad (5)$$

Введемо позначення:

$$x_i = 1 - p_i / p_i; \quad b_i = \frac{P_{\text{зад}} \cdot \ln \left( \frac{1}{1 - p_{0i}} \right)}{c_{0i}}. \quad (6)$$

У такому разі для двигуна трактора отримаємо  $b_{\text{дв}} = \frac{0,5 \cdot \ln \frac{1}{1 - 0,494}}{51224} = 6,64 \cdot 10^{-3}$ . Аналогічним чином отримаємо показники для інших систем трактора і занесемо їх до табл. 2.

Таблиця 2 – Результати обчислень врівноваження чутливостей систем трактора Т-150

Найменування вузла (агрегату)	$b_i$	$x_i$ при $I_0$	Імовірність безвідмовної роботи $p_i$ при $I_0$
Двигун	$6,64 \cdot 10^{-3}$	0,536	0,651
Трансмсія	$1,30 \cdot 10^{-2}$	0,275	0,784
Муфта зчеплення	$1,34 \cdot 10^{-2}$	0,026	0,974
Ходова система	$6,10 \cdot 10^{-2}$	0,058	0,945
Несуча система	$11,60 \cdot 10^{-2}$	0,031	0,970
Гідроначіпна система	$10,20 \cdot 10^{-2}$	0,035	0,966
Електрообладнання	$9,20 \cdot 10^{-2}$	0,039	0,963
По трактору в цілому	-	-	0,424

У такому разі вираз (5) для чутливості системи за різними елементами може бути записаний у формі  $I_i = x_i \cdot b_s$ .

Далі, виникає необхідність вирівнювання чутливостей кожної з  $i$ -х систем (агрегатів) до рівня оптимальної чутливості  $I_0$ , при якій забезпечується заданий рівень імовірності безвідмовної роботи системи  $P_{\text{зад}}$ :  $P_{\text{зад}} = \prod_{i=1}^N p_i$ , або, з урахуванням (6)

$$P_{\text{зад}} = \prod_{i=1}^N 1 / (1 + x_i).$$

В результаті отримуємо систему з  $n+1$  рівнянь з  $n+1$  невідомими. Після досить нескладних математичних перетворень отримаємо:

$$P_{\text{зад}} = \prod_{i=1}^N \frac{1}{1 + I_0/b_s}. \quad (7)$$

З отриманого виразу знаходимо:

$$I_0 = \frac{1/P_{\text{зад}} - 1}{\sum_{i=1}^N (1/b_i)}. \quad (8)$$

Відповідно до (8) методом ітерацій визначаються поступові наближення  $I_{m0}$ . Ітерації продовжуються до тих пір, поки не буде забезпечено співвідношення  $\prod_{s=1}^N P_s \approx P_{\text{зад}}$ . Для трактора Т-150 за вихідними даними, наведеними у табл. 1 з використанням описаної методики, отримаємо результати обчислень, які занесемо до табл. 3.

Додаткова вартість забезпечення заданих показників безвідмовності у процесі виробництва і експлуатації трактора Т-150 включає такі складові:

- застосування модернізованих елементів з підвищеними надійнісними показниками;
- селекційний підбір комплектуючих деталей, що забезпечують загальну стандартизацію виробу;
- резервування деталей, елементів та вузлів (у тому числі – шляхом комплектування ними ремонтний майстерень та підприємств);
- розробка нових технологій при проектуванні і виробництві машини;
- утримання підрозділів по контролю показників надійності.

Таблиця 3 – Прогнозовані показники надійності та підвищення вартості трактора Т-150 при застосуванні методики

Найменування вузла (агрегату)	$x_i$ при $I_0$	Імовірність безвідмовної роботи $p_i$ при $I_0$	Наробіток на відмову, год.	$m_i$ після округлення	$c=c_{0i} \cdot m_i$ , грн.
Двигун	0,421	0,704	2846	2	102448
Трансмісія	0,216	0,882	5110	1	55730
Муфта зчеплення	0,021	0,98	48600	3	14190
Ходова система	0,046	0,956	22310	2	32432
Несуча система	0,024	0,976	41890	2	23334
Гідроначїпна система	0,027	0,973	97030	3	21177
Електрообладнання	0,03	0,971	33550	3	23610
По трактору в цілому	-	0,528	1566	-	272921

#### Висновки.

1. При підвищенні показників безвідмовності (імовірності безвідмовної роботи та, відповідно, середнього часу наробітку до відмови) втричі із застосуванням запропонованої у статті методики, підвищення початкової вартості трактора складає 1,78 рази.

2. Мінімізація витрат на виробництво та експлуатаційні витрати для розглянутого виробу лише за рахунок оптимальної декомпозиції за системами дозволяє на 50% підвищити показники безвідмовності без застосування додаткових витрат.

Виходячи з викладеного, можна підсумувати те, що запропонована у статті методика підвищення надійності технічних систем із застосуванням підходу врівноваження чутливості їх окремих елементів (вузлів, агрегатів) має гарні перспективи розвитку, особливо в умовах обмеженого фінансування галузей народного господарства, у тому числі і аграрної сфери.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Breipol M. A Unite Allocation of Required Component Reliability // Proc. & -th. Nat. Symposium on Reliability and Quality Control in Electronics. - 1961. Vol. 1.
2. Анилович В.Я., Полянский А.С. Техничко- економическая оптимизация при обеспечении надёжности техники // Тракторная энергетика в растениеводстве / Сб. науч. тр. ХГТУСХ, Октябрь 20, 2001.- С. 10-20.
3. Кулаков Н.Н., Загоруйко А.С. Методы оценки повышения надежности технических изделий по технико-экономическим показателям.-М., 1968.-142 с.
4. Надежность машин: Учеб. пособие / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев / Под ред. Д.Н. Решетова. - М.: Высш. шк., 1988. - 238 с.
5. Кузьмин Ф.И. Задачи и методы оптимизации показателей надежности. - М.: Советское радио, 1972. - 224 с.
6. Галузевий стандарт України 74.3-37-148:2004 «Випробування сільськогосподарської тех- ніки. Показники надійності та методи їх оцінки»

#### BIBLIOGRAPHY

1. Breipol M. A Unit Allocation of Required Component Reliability // Proc. & -th. Nat. Symposium on Reliability and Quality Control in Electronics. - 1961. Vol. 1.
2. Anilovich V.Ya., Polianskyi A.S. Technic and economic optimization when providing reliability of technical equipment // Tractor power engineering in plant growing / Col. of scient. papers. HGTUSH, October 20,2001.-S. 10-20.
3. Kulakov N.N., Zagoruiko A.S. Methods for technical products reliability increasing evaluation.- M., 1968.-142 s.
4. Machines Reliability: Teaching aid / D.N. Reshetov, A.S. Ivanov, V.Z. Fadeiev / Ed. by D.N. Reshetov. - M: High school. HQ., 1988. - 238 s.
5. Kuzmin F.I. Tasks and optimization methods for indicators reliability. - M .: The Soviet radio, 1972. - 224 s.
6. Industry Standard 74.3-37-148 of Ukraine: 2004 "Agricultural Technical Equipment Testing. Indicators of reliability and methods of their evaluation".

#### **METHOD OF DETERMINING THE OPTIMAL STRUCTURE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY**

Voitik A.V., Nevzorov A.V., Didur V.V.

#### *Summary*

The methodology of rational calculation and choosing the reliable structural scheme for agricultural machinery in case of T-150 tractor both at the stages of production and operation using the method of system sensitivities balancing as for its structural elements has been given in the article. The purpose of the given research is to improve recommendations of reliability performance for certain elements of the sample of agricultural machinery (at the example of T-150 tractor) by means of above mentioned method at all the stages of its life cycle. To achieve this goal it is necessary and sufficient to solve the optimization problem of reliability indices and performance relative costs between different structural elements in tractor

production and operation periods using the method mentioned as for system sensitivities balancing according to these structural elements that affect the system reliability.

**Key words:** performance reliability, agricultural machinery, farming, sensitivity, provisioning, maintenance.

УДК 64.069.08

## МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Невзоров А.В., к.т.н., доц. \*

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц.

Кутковецька Т.О.

*Уманський національний університет садівництва*

м. Умань, Україна

Тел.: +380683511797

e-mail: 2andrey2@ua.fm

**Анотація.** У даній статті пропонується методика оцінки показників надійності сільськогосподарських машин для випадку, коли їх час відновлення складає незначну частину від часу загального циклу їх роботи. Наведено приклади розрахунку імовірності безвідмовної роботи машин на підставі статистичних даних про їх експлуатацію. Далі у роботі будемо розглядати такі відмови, що не потребують значного часу на їх усунення та відновлення працездатності машин (наприклад, заміна терморегуляторів, незначний ремонт електрообладнання, заміна фільтра тощо).

Необхідно відзначити, що сільськогосподарські машини дуже різноманітні як за цільовим призначенням, так і за конструктивними особливостями. Вони містять у своєму складі як чисто механічні вузли (вали, редуктори, підшипники і т.д.), так і електромеханічні (генератори, стартери), а також широкий набір засобів сучасної електроніки (особливо стосовно систем керування сучасних зразків сільськогосподарської техніки).

**Ключові слова:** сільськогосподарські машини, підвищення показників надійності, наробіток до відмови, інтенсивність відмов, параметр потоку відмов.

**Постановка проблеми.** Надійність сільськогосподарських машин, що насамперед забезпечується у процесі їх проектування та виробництва, повинна бути підтриманою на потрібному рівні на фазі експлуатації. Часто постають питання під час проходження цієї фази щодо модернізації окремих вузлів та агрегатів з метою виконання згаданої задачі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Потрібно відмітити окремі особливості забезпечення необхідного рівня показників надійності техніки та шляхів їх підвищення в період експлуатації [1 - 3]:

---

\* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Бабіцького Л.Ф.

1) необхідність створення максимально наближених до оптимальних умов зберігання та транспортування сільськогосподарських машин від виробника до місця експлуатації;

2) суворе додержання правил використання машин відповідно до вимог нормативної та технічної документації, забезпечення відповідних режимів навантажень згідно з розрахунковими;

3) забезпечення необхідних заходів щодо виконання операцій технічного обслуговування і ремонту (ТОіР);

4) захист машин від шкідливих впливів навколишнього середовища (підтримання у працездатному стані захисних кожухів, використання якісних антикорозійних покриттів, забезпечення герметичності відповідальних вузлів та агрегатів тощо).

*Мета досліджень.* Значну роль у питанні підвищення показників надійності сільськогосподарських машин у процесі їх експлуатації відіграє впровадження ефективних методів контролю якості деталей та вузлів у процесі виконання операцій ТОіР, а також використання сучасних методів технічної діагностики.

*Основна частина.* Забезпечення надійної і безперервної роботи сільськогосподарської техніки у величезній ступені залежить від правильної організації системи ТОіР. Ремонт такої техніки може тривати досить різний час в залежності від складності відмови та наявності необхідного набору запасних елементів і приладдя (ЗІП).

Вказавши таке припущення, введемо такі позначення:

- черговий наробіток:  $\Psi_i$ ;
- час усуненні  $i$ -ї відмови (відновлення):  $\Theta_i$ ;
- час роботи між  $i-1$  та  $i$ -ю відмовами:  $C_i$ .

Оскільки у висловленому припущенні було прийнято, що  $\Theta_i \ll \Psi_i$ , можна записати:  $\Psi_1 \approx C_1$ ;  $t_1 \approx \Psi_1$ ;  $t_2 \approx \Psi_1 + \Psi_2 \dots$

Загальний наробіток за таких умов до виникнення  $n$ -ї відмови, буде складати

$t_n = \sum_{k=1}^n \Psi_k$ . Даний вираз містить у своєму складі послідовність випадкових точок, що

являють собою потік відмов. Висловимо припущення, що після кожної відмови працездатність вузла (агрегату) сільськогосподарської машини відновлюється у повному обсязі і функція його розподілу до відмови протягом усього часу експлуатації залишається незмінною та рівною  $F(t)$ .

Позначимо кількість відмов протягом часу експлуатації машини протягом наробітку  $t$  як  $v(t)$ . Цілком очевидно, що  $v(t) \geq n$ , тоді як  $t_n < t$ . Відповідно, згідно даного висновку,  $P|v(t) \geq n| = P|t_n < t| = F_n(t)$ . З даного виразу випливає, що:

$$P|v(t) = n| = F_n(t) - F_{n+1}(t). \quad (1)$$

За умови експлуатації машин у період нормальної роботи (тобто, коли показники безвідмовності підпорядковуються експоненціальному закону з інтенсивністю  $\lambda_0$ ), вираз (1) може бути переписано у вигляді:

$$P|v(t) = n| = \frac{(\lambda_0 \cdot t)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda_0 \cdot t}. \quad (2)$$

При цьому, середня кількість відмов протягом наробітку  $t$  згідно [...] буде складати:

$$M\{V(t)\} = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot P|V(t) = n|. \quad (3)$$

Враховуючи той факт, що після кожної відмови відбувається відновлення деталі (елементу), середню кількість відмов  $M\{V(t)\}$  називають провідною функцією безвідмовності, або функцією відновлення.

Виходячи з (1) та (3) випливає, що провідна функція  $H(t)$  може бути обрхована як:

$$H(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n[F_n(t) - F_{n+1}(t)] = \dots = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot F_n(t) - \sum_{n=2}^{\infty} (n-1) \cdot F_n(t) = \dots = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(t) \quad (4)$$

У випадку, коли відбуваються експлуатаційні випробування сільськогосподарської техніки протягом тривалого періоду експлуатації ( $t \gg T_0$ , де  $T_0$  – середній наробіток до відмови), а також відомі статистичні значення  $T_0$  та  $\sigma_0$ , можна вважати справедливим вираз:

$$H(t) \approx \frac{\frac{t}{T_0} + (G_0^2 - T_0^2)}{2T_0^2} \quad (5)$$

Провідна функція надійності  $H(t)$  при цьому визначає середню кількість відмов (відновлень) досліджуваного зразка сільськогосподарської техніки протягом розрахункового наробітку. Відповідно, ця функція являє собою одну з найбільш важливих характеристик показників надійності техніки. Виходячи з неї, надається можливість визначення інших показників надійності, наприклад:

- середню кількість відмов на інтервалі наробітку  $[t_1; t_2]$ :

$$V(t_1, t_2) = H(t_2) - H(t_1). \quad (6)$$

- середній час безвідмовної роботи сільськогосподарської машини як відновлюваного об'єкту:

$$T_0 = \left[ \lim_{t \rightarrow 0} \frac{H(t)}{t} \right]^{-1}. \quad (7)$$

Безпосередньо функція параметру потоку відмов машини може бути визначена як похідна від функції  $H(t)$ :

$$\omega(t) = H'(t) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t). \quad (8)$$

Наведемо без виведення вирази, за якими визначається значення  $\omega(t)$  для різних видів закону розподілу наробітку до відмови машин, що характеризує різні етапи їх життєвого циклу.

- експоненціальний закон (режим нормальної експлуатації):  
 $\omega(t) = \omega_0 = \lambda_0 = \text{const}$ ;  
 - нормальний закон (режими приробітку та зносу):

$$\omega(t) = \frac{1}{G_0 \cdot \sqrt{2\pi} \cdot n} \cdot \exp\left[-\frac{(t-n \cdot T_0)^2}{2n \cdot G_0^2}\right]. \quad (9)$$

Наближене значення параметру потоку відмов на підставі аналізу статистичних даних про експлуатацію (випробування) сільськогосподарської техніки може бути визначено як:

$$\omega(t) \approx \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^n m_i(t)}{N \cdot \Delta t}, \quad (10)$$

де  $m_i(t + \Delta t)$ ,  $m_i(t)$  - кількість відмов  $i$ -го об'єкту протягом наробітку відповідно  $(t + \Delta t)$  та  $t$ ;

$\Delta t$  - достатньо малий інтервал часу у порівнянні з  $t$ ;

$N$  - число відновлюваних зразків сільськогосподарської техніки, над якими проводиться спостереження (випробування).

Для широкого класу об'єктів після певної наробітки  $T_n$  провідна функція  $H(t)$  перетворюється на лінійну у випадку періоду нормальної експлуатації, тобто  $\omega(t) = \omega_0 = \text{const}$ . У такому випадку можна вважати справедливим співвідношення

$$H(t) = H(T_i) + \omega_0(T_0 - T_i). \quad (11)$$

Відомо, що для будь-якого виду закону розподілу показників безвідмовності щільність  $f(t) \rightarrow 0$  при  $t \rightarrow \infty$  [...]. В такому випадку є справедливим співвідношення

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \omega(t) = \frac{1}{T_0}. \quad (12)$$

Вираз (12) вказує на те, що процес відновлення із зростанням наробітку наближується до стаціонарного за будь-якого виду законів розподілу показників безвідмовності. Такий висновок дає змогу суттєво спростити розрахунок показників надійності сільськогосподарської техніки, що працюють у господарствах протягом досить тривалого періоду. На практиці досить часто використовують співвідношення:

$$\lim_{x \rightarrow 0} P\left[\frac{v(t) - t/T_0}{\sqrt{G_0^2 \cdot (t/T_0^3)}} < x\right] = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-x}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du = \Phi(x), \quad (13)$$

де  $\Phi(x)$  - функція Лапласа (табульована, або така, що може бути визначена чисельними методами з використанням математичних пакетів на ЕОМ).



Вираз (13) вказує на те, що із збільшенням наробітку розподіл випадкової кількості відмов  $v(t)$  наближається до нормального із математичним очікуванням  $M[v(t)] \approx t/T_0$  та дисперсією  $G[v(t)]$ . Відповідно, при  $t = T_0$

$$P[V(t) < n] = F(n) \approx \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^n e^{-\frac{[V(t)-t/T_0]^2}{2G_0^2 \cdot (t/T_0^3)}} dV. \quad (14)$$

Використовуючи вираз (14), ми маємо змогу підрахувати необхідну кількість ремонтів зразків сільськогосподарської техніки за період наробітку  $t$ , на основі чого надається змога підрахувати чисельність потрібного комплексу ЗП, що використовується у процесі проведення поточних ремонтів. На підставі викладеного, ми маємо змогу з певною імовірністю  $P$  стверджувати, що кількість ремонтів (а, відповідно, і кількість запасних елементів тієї чи іншої номенклатури), не буде перевищувати деяке число  $n_0$ :

$$n_0 = t/T_0 + \chi_P \cdot \sqrt{G_0^2 \cdot (t/T_0^3)}, \quad (15)$$

де  $\chi_P$  – квантиль нормального розподілу, що визначається з умови, що  $\Phi(\chi_P) = P$ .

Для прикладу, розглянемо розрахунок числа необхідних деталей деякої номенклатурної групи для наробітку зразка сільськогосподарської техніки, рівного 1000 год. (приблизно рівний періоду сезонних польових робіт).

У якості несправності будемо розглядати відмови муфти зчеплення трактора Т-150К, дані статистики відмов якого за спостереженнями були визначені як: середній час наробітку до відмови  $T_0=6711$  год., середньоквадратичне відхилення цього параметру –  $\sigma_0=108$  год. Визначимо за такими даними запас ЗП з цього елемента, що забезпечить безвідмовну роботу агрегату з імовірністю  $P=0,9$ . За таблицями нормального розподілу з умови  $P=0,9$  визначаємо квантиль  $\chi_{0,9} = 1,282$ . Згідно з (15) розраховуємо число ремонтів за вказаною відмовою протягом сезонних польових робіт, а отже, і кількість необхідних запасних елементів згаданої номенклатури:  $n_0 = t/T_0 + \chi_P \cdot \sqrt{G_0^2 \cdot (t/T_0^3)} \approx 1,76$ . Таким чином, для безперебійної роботи вказаної машини з імовірністю 0,9 протягом виконання сезонних польових робіт на складі повинно знаходитись принаймі 2 запасних муфти.

*Висновки.* Таким чином, запропонована у статті методика дозволяє розрахувати необхідну кількість запасних деталей (вузлів, агрегатів) кожної номенклатурної групи, які дадуть можливість забезпечити задану імовірність безвідмовної роботи зразків сільськогосподарської техніки. Це, в свою чергу, надасть можливість планувати фінансову діяльність і здійснювати розрахунок складських фондів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев – М.: Наука, 1965. – 524 с.
2. Вопросы математической теории надежности / [Борзилович Е.Ю., Беляев Ю.К. и др.]; под ред. Б.В. Гнеденко – М: Радио и связь, 1983 – 376 с.
3. Надежность технических систем / [Сугак Е.В., Василенко Н.В. и др.] – Красноярск: МГП «Раско», 2001 – 607 с.

4. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн – М.: Наука, 1973 – 832 с.
5. Диагностика и сервис бытовых машин и приборов / [Петросов С.П. и др.] – М.: Академия, 2003 – 318 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Gnedenko B.V. Mathematical methods in reliability theory / B.V. Gnedenko, Yu.K. Beliaiev - M.: Nauka, 1965. - 524 s.
2. The Problems of mathematical theory of reliability / [Ye.Yu.Borzilovich, Yu.K. Beliaiev et al.]; ed. by B.V. Gnedenko - M: Radio and Communications, 1983 - 376 s.
3. Technical systems reliability / [Sugak Ye.V., Vasilenko N.V. et al.] - Krasnoyarsk: IHP "Rusk", 2001 - 607 p.
4. Korn G. Handbook on Mathematics / G. Korn and T. Korn - M.: Nauka, 1973. - 832 s.
5. Diagnostics and servicing of home machines and appliance/ [S.P. Petrosov et al.] - M: Academy, 2003 - 318 s.

### METHOD FOR PROVIDING OPERATIONAL RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINES

Nevezorov A.V., Kovalchuk Y.O., Kutkovetska T.A.

#### *Summary*

The method for agricultural machines reliability indices estimating for the case when their recovery time makes up insignificant part of the total cycle time of their work has been proposed in this article. The examples of calculating the probability of machines failure-free operation based on statistic data on their maintenance have been given. Further on such denials that do not require much time on their removal and equipment restoring will be considered in the work (e.g. replacement of thermostats, minor electrical repair, filter replacement, etc.). It should be noted that agricultural machines are vary much both in purpose and by design features. They contain some kind of a purely mechanical components (shafts, gears, bearings, etc.) and electromechanical (generators, starters) as well as a wide range of modern electronics (particularly in relation to management of modern agricultural machinery samples).

**Key words:** agricultural machinery, reliability indices increasing, mean time to failure, failure rate, failure flow parameter.

УДК 631.3:634

### РОБОЧИ ОРГАНИ МАШИН ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ПЛОДОВОЇ ДЕРЕВИНИ

Кравченко В.В. к.т.н. \*

Головатюк А.А. к.с.-г.н.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837, +380474439893

e-mail: ptoarv@meta.ua

---

\* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Діордієва В.Т.

**Анотація.** Розглянуто проблему екологічно безпечних, безвідходних технологій використання плодової деревини інтенсивних садів та кущових ягідників в сучасному садівництві. Зроблено огляд організацій та фірм-виробників, які займаються проектуванням, розробкою та виготовленням машин та робочих органів для подрібнення плодової деревини. Проаналізовано варіанти використання органічної маси плодової деревини з вивезенням та без вивезення її за межі поля. Розглянуто основні способи подрібнення плодової деревини та робочі органи, які застосовуються в сучасних машинах для подрібнення гілок. Описано специфіку будови деревини, як об'єкту процесу подрібнення, та зміну її фізико-механічних властивостей залежно від прикладених навантажень. Окремо описано способи подрібнення деревини ударом та різанням, наведено переваги та недоліки кожного способу.

**Ключові слова:** подрібнення, плодова деревина, удар, різання.

**Постановка проблеми.** Проблема екологічної безпеки поряд з безвідходними технологіями з кожним роком стають більш актуальними. До таких, зокрема, і належить проблема утилізації гілок плодових дерев зрізаних в садах інтенсивного типу та деревини кущових ягідників.

Особливістю сучасного розвитку садівництва є впровадження у виробництво інтенсивних садів ущільненого типу де, у порівнянні з традиційними садами, зменшено габарити дерев, що призвело до збільшення їх кількості на одиниці площі в 5...8 разів та зменшення діаметра гілок, які зрізуються під час догляду за кроною. Це створює зручніші умови та зменшує енерговитрати при подрібненні деревини.

В зв'язку з цим актуальними є дослідження, які спрямовані на обґрунтування параметрів робочих органів машин для подрібнення та утилізації плодової деревини.

**Аналіз останніх досліджень.** В механізованій технології утилізації плодової деревини, самим розповсюдженим і важливим є процес її подрібнення, якісні показники якого обумовлені агротехнічними вимогами.

Технологічний процес подрібнення дуже складний і залежить від цілого ряду факторів: фізико-механічних властивостей матеріалів (розмір, форма, вологість, міцність), типу подрібнювачів, їх робочих органів та режиму роботи машини. [1-3]. Питанням утилізації зрізаної плодової деревини займаються Інститут садівництва НААН України, Національний інститут винограду і вина „Магарач”, Донський державний технічний університет, Кубанський державний аграрний університет, НДІ плідівництва Молдови та ін. Цими організаціями розроблено дослідні зразки робочих органів машин для подрібнення деревини. Також, виробництвом машин та розробкою робочих органів для утилізації плодової деревини займається ряд закордонних фірм-виробників: LOFTNESS, VRISIMO, HEINRICHS, RHINO, (США); AGRICOM, SOVEMA, NOBILI, BECCHIO&MANDRILE, FERABOLI, CALDERONI, ROTOMEC, ORTOLAN, LA ROCCA (Італія); AGRAM, SUIRE, GEDIF, NICOLAS (Франція); PERFECT (Голландія), AGRIC (Іспанія), LAND PRIDE (Англія). Переважна більшість подрібнювачів вищенаведених фірм за будовою та принципом роботи розраховані на подальше використання деревини в якості органічних добрив чи мульчі.

**Мета дослідження.** Проаналізувати способи та засоби для подрібнення плодової деревини. Розглянути робочі органи машин для подрібнення плодової деревини, які здійснюють перерубування або перерізування гілок.

**Основна частина.** Під час догляду за кроною плодових дерев з кожного гектару ущільнених садів щорічно зрізується в середньому від 2,5 до 6,5 тонн деревини в залежності від віку дерев, виду підщепи, сорту, породи, схеми посадки, типу обрізки [4].

Технології, які передбачають утилізацію плодової деревини, мають найрізноманітніші напрямки використання продукту обрізки (на паливо, на добрива, на корм для тварин та ін. (рис.1)). Кожна з них по-своєму цікава, має переваги та недоліки, але майже всі технології утилізації плодової деревини передбачають її подрібнення.

З відомих способів подрібнення матеріалів, для плодової деревини найбільш прийнятним є механічний спосіб подрібнення.

Процес подрібнення є одним з найбільш енергоємних процесів в сучасній промисловості, і подрібнення плодової деревини не є виключенням. Під час подрібнення плодової деревини енергетичні витрати складають 20...27 кДж/кг [5].



Рисунок 1 – Варіанти використання органічної маси плодової деревини

Одним з найголовніших факторів, які впливають на енергоємність процесу подрібнення є параметри робочих органів подрібнювачів гілок. Якість подрібнення гілок, продуктивність агрегату та споживана ним потужність залежать від геометричних та конструктивних параметрів робочих органів.

До основних робочих органів подрібнювачів плодової деревини відносять робочі органи, що забезпечують розділення гілок на частини. По принципу дії робочі органи поділяють на пасивні та активні. До пасивних робочих органів відносять такі, швидкість різання яких не перевищує швидкості руху агрегату. Ці робочі органи не мають приводу, і різання ними відбувається за рахунок переміщення їх відносно матеріалу, що перерізається.

Але, в основному, подрібнювачі плодової деревини мають активні робочі органи роторного типу. До активних робочих органів відносять такі, швидкість різання яких значно більша швидкості руху самого агрегату. Вони можуть мати обертальний чи поступальний рух і привід від спеціального двигуна або від енергозасобу з яким агрегуються. Активні робочі органи можуть бути важільного, косарочного чи ротаційного типу, шарнірно закріплені обертальні рубаючі ножі чи молотки, які можуть мати зубчасті або гладенькі кромки, з вертикальною чи горизонтальною віссю обертання [6].

Робочі органи у вигляді молотків, можуть закріплюватись на роторі шарнірно, а також такі, що зафіксовані на ньому жорстко – бичі. Для зменшення енергоємності процесу подрібнення деревини, шарнірно закріплені молотки, що використовуються в подрібнювачах, як правило, мають загострені робочі кромки під кутом  $15^{\circ}$ ... $30^{\circ}$  і поділяються на пла-

стинчасті (плоскі) та об'ємні. Пластинчасті молотки можуть бути прямокутними з отвором для шарнірного кріплення до ротора і з закріпленням у місці кріплення. Товщина таких молотків знаходиться в межах від 8 до 14 мм. Вони застосовуються в більшості типів подрібнювачів з вертикальною віссю обертання ротора. Об'ємні молотки використовують в основному в подрібнювачах з горизонтальною віссю обертання ротора у таких різновидах: L-подібні, які є складеними з двох зігнутих під кутом частин; T-подібні, відлиті молотки з горизонтальними загостреними ділянками.

Для подрібнення гілок використовується також такий робочий орган як ножовий барабан, який має хороші якісні показники подрібнення, порівняно невисоку енергоємність процесу та можливість регулювання ступені подрібнення, але для забезпечення його роботи машину необхідно обладнати пристроєм для подачі матеріалу до робочих органів, що ускладнює конструкцію машин, а жорстке кріплення ножів на барабані приводить до значних ударних навантажень в підшипниках, та іноді до їх поломки, при попаданні в подрібнювач сторонніх предметів.

Деревина є пружно-в'язким матеріалом, специфічною особливістю якого є наявність структури – скелета (каркаса і арматури) та наповнювача, що має в'язкі властивості. Під дією зовнішніх сил елементи скелета деформуються, а заповнювач створює в'язкий опір, збільшуючи при цьому загальну міцність та жорсткість тіла. В тілах рослинного походження межа міцності самого скелета не залежить від часу дії статичного навантаження, величина ж в'язкого опору заповнювача змінюється в часі. При тривалій дії навантаження заповнювач майже не створює підтримуючої дії скелету, і міцність тіла визначається лише міцністю скелета. А за невеликий проміжок часу дії сили в'язкий опір заповнювача великий. Тому при ударній дії робочих органів на матеріал опір його руйнуванню визначається міцністю усього комплексу – скелета і заповнювача. [7].

Для розділення гілок на частинки під час процесу подрібнення, головним чином, застосовують такі способи: удар, різання, пиляння та роздавлювання (плющення). Ні в одному з відомих типів подрібнювачів розглянуті способи не застосовуються в чистому вигляді. В залежності від способу дії робочого органу на гілки і виду деформації, яка виникає в деревині подрібнення здійснюється головним чином комбінацією удару з використанням молотків і різанням за рахунок загострених робочих органів (ножів або молотків) [8]. Але в кожному з них можливо виділити основний спосіб подрібнення матеріалу, який переважає: в молоткових подрібнювачах – це удар, в подрібнювачах з ріжучими ножовими барабанами – це різання.

В основі динамічного процесу подрібнення ударом, лежить механізм руйнування пружно-в'язких матеріалів стисненням без помітного розвитку пластичних деформацій [9]. Швидкості взаємодії робочих органів з матеріалом досить великі і можуть досягати значень понад 100 м/с. При таких швидкостях руйнування матеріалу відбувається за рахунок кінетичної енергії подрібнюючих елементів за межами пружної деформації в подрібнювальному матеріалі. Визначальним параметром для оцінки процесу подрібнення виступає робота подрібнення. Оскільки подрібнення матеріалу здійснюється головним чином за рахунок кінетичної енергії, то до самих подрібнюючих елементів пред'являються менш жорсткі технічні вимоги, наприклад, до гостроти леза. Іноді гострота лез задається агротехнічними вимогами до якості зрізу (омолоджувальна обрізка кущових ягідників). Конструктивно в якості подрібнюючих елементів у таких робочих органах застосовуються ножі і молотки. Оскільки подрібнення матеріалу здійснюється за рахунок кінетичної енергії подрібнюючих елементів, а не за рахунок питомої тиску, то в деяких подрібнювачах ножі відсутні. Теорія різання лезом для опису такого процесу не підходить. В основу теорії руйнування крихких матеріалів дробленням покладена функціональна залежність між витраченою енергією і параметрами подрібненого матеріалу.

Також, одним з найбільш розповсюджених методів подрібнення є різання. При механічному руйнуванні деревини велика частина енергії витрачається на пружне деформування. Таким чином, з точки зору економії енергії, подрібнення слід проводити в умовах, за яких буде відбуватись мінімальне деформування матеріалу [10]. На відміну від інших способів подрібнення різання - це процес, яким найкраще керувати. У цьому випадку точнішим терміном є не руйнування матеріалу, яке переважно відбувається за випадковими напрямками, а розділення його на частини [11]. Як відомо, існує три основних види різання: різання пуансоном, різання клином та різання лезом. Оскільки будь-яка деформація матеріалу пов'язана з подоланням його внутрішнього опору і супроводжується відповідними енергозатратами, то різання лезом - це найменш енергомістким процесом подрібнення [11]. На процес різання впливають нормальний тиск ножа на перероблювальний матеріал, боковий (ковзний) рух ножа по матеріалу, кінематична трансформація кута заточування, всі вони залежать від величини кута ковзання. Залежно від значення цього кута різання лезом, та в деякій мірі, і клином поділяють на нормальне, похиле та ковзне. При цьому ковзне різання відбувається у тих випадках, коли кут ковзання перевищує величину кута тертя між лезом ножа і перероблюваним матеріалом. У випадку ковзного різання перепилююча дія леза і значна трансформація кута заточування сприяють розділенню перероблюваного матеріалу на частки практично без його деформації, а також істотному зниженню зусилля різання. Це найекономічніший за енергозатратами спосіб різання.

*Висновки.* Таким чином, робочими органами машин для подрібнення плодової деревини є пристрої барабанного чи роторного типу з вертикальною або горизонтальною віссю обертання, шарнірним або жорстким кріпленням робочих органів, які здійснюють перерубування або перерізування гілок. При цьому машини в яких застосовується подрібнення у вигляді рубання-перебивання шарнірними ножами-молотками є більш енергоємними, а машини в яких застосовується принцип різання є більш складними, громіздкими та схильними до поломок жорстко закріплених ножів. Тому актуальними є дослідження, які, враховуючи фізико-механічні властивості плодової деревини, спрямовані на вдосконалення робочих органів з метою зменшення енергоємності процесу подрібнення та покращення якісних його показників.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ревенко И.И. Интенсификация процесса переработки кормов молотковыми измельчителями: автореф. дис. на соиск. учен. степени доктора техн. наук: спец. 05.20.01 "Механизация сельскохозяйственного производства" / И.И. Ревенко. – Глеваха, 1991. – 36 с.
2. Репин Д.В. Комплексный агрегат для одновременной срезки и измельчения побегов ягодных кустарников: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" / Денис Валерьевич Репин. – М., 2003. – 23 с.
3. Подмогильный В.И. Исследование и изыскание рабочего органа для измельчения виноградной лозы: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук: 05.06.01. "Сельскохозяйственные и гидромелиоративные машины" / В.И. Подмогильный. – Ростов на Дону, 1974. – 24 с.
4. Сарана В.В. Обґрунтування основних параметрів подрібнювача гілок ущільненого саду: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва / Віктор Володимирович Сарана. – Київ, 2006. – 21 с.
5. Ящук В.Н. Деякі результати досліджень мобільного подрібнювача гілок для садів і виноградників / В.Н. Ящук, В.И. Попов, К.П. Квірінг // Садівництво. – К.: Урожай, 1974. – Вип.21.— С. 79-84.

6. Windell, Keith; Bradshaw, Sunni. 2000. Understory biomass reduction methods and equipment catalog. Tech. Rep. 0051-2826-MTDC. Missoula, MT: U.S Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center. 156 p.

7. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учебное пособие / С. В. Мельников. - Л.: Колос, 1978. – 560 с. - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

8. Ревенко И.И. Физическая сущность разрушения кормовых материалов при их измельчении / И.И. Ревенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. К.: Урожай. – 1980. – Вып. 48. – 96 с.

9. Коршун В.Н. Роторные рабочие органы лесохозяйственных машин: Концепция конструирования / В.Н. Коршун. – Красноярск: СибГТУ, 2002. – 228 с.

10. Заяць В.В. Математичне моделювання процесу подрібнення полімерних матеріалів у роторних дискових подрібнювачах / В.В. Заяць // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т. 2, № 4 (50). – С. 12–16.

11. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник./ І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко – К.: Кондор. – 2009. – 731 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Revenko I.I.. Intensification of the fodder processing by hammer shredders: avtoref. dis. Dr.techn.sc.: 05.20.01 “Mechanization of farm production” / I.I. Revenko. – Glevakha, 1991. – 36 s.

2. Repin D.V. Complex aggregate for simultaneous cutting and blending berry bushes sprouts: avtoref. dis. agricultural.sc.: 05.20.01 “Technologies and means for farm mechanization” / D.V. Repin. – M., 2003. – 23 s.

3. Podmogilnyi V.I. Working part researching and prospecting for vine blending: avtoref. dis. cand.techn.sc.: 05.06.01 “Farm and soil-reclamation machines” / V.I. Podmogilnyi. – Rostov na Donu, 1974. – 24 s.

4. Sarana V.V. Major parameters substantiation for compact orchard branches shredder: avtoref. dis. cand.techn.sc.: 05.05.11 “Machines and means of mechanization of farm production” / V.V. Sarana. – Kyiv, 2006. – 21 s.

5. Yaschuk V.N. some research results of mobile branch shredder for orchards and vineyards / V.N. Yaschuk, V.I. Popov, K.P. Kviring // Gardening. – Kyiv.: Urozhai, 1974. – Ed..21.— S. 79-84.

6. Windell, Keith; Bradshaw, Sunni. 2000. Understory biomass reduction methods and equipment catalog. Tech. Rep. 0051-2826-MTDC. Missoula, MT: U.S Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center. 156 p.

7. Melnikov S.V. Mechanization and automation of stock-raising farms: teaching aid / S. V. Melnikov. - L.: Kolos, 1978. – 560 s. - (Textbooks and teaching aids for agrarian higher educational institutions).

8. Revenko I.I. Physical essence of fodder materials destruction in the course of their blending / I.I. Revenko // Mechanization and electrification of agriculture. - Kyiv.: Urozhai. – 1980. – Ed.. 48. – 96 s.

9. Korshun V.N. Rotor working parts of forestry machines: constructing concept / V.N. Korshun. – Krasnoiarsk: SibGTU, 2002. – 228 s.

10. Zaiats V.V. Mathematical modeling of the polymeric materials blending in rotor disk shredders / V.V. Zaiats // East-european journal of advanced technologies. – 2011. – V. 2, № 4 (50). – S. 12–16.

11. Revenko I.I. Machines and equipment for stock-breeding: Textbook/ I.I.Revenko, M.V. Braginets', V.I. Rebenko. – K.: Kondor.– 2009. – 731 s.

## MACHINE ATTACHMENTS FOR FRUIT WOOD CRUSHING

Kravchenko V. V., Golovatiuk A. A.

### *Summary*

The problem of environmentally safe, waste-free technologies use of fruit wood in intensive gardens and shrub berries in modern horticulture has been considered. An overview of organizations and manufacturers that are engaged in the design, development and manufacture of machinery and machine attachments for the crushing of fruit wood has been conducted. The cases of using the organic mass of fruit wood with and without removal it from the field bounds have been analysed. The major means of fruit wood crushing as well as the working parts being used in modern machinery for branches crushing have been considered. Considers the main ways of crushing the fruit wood, and attachments that are used in modern machines for crushing branches. The specifics of wood structure as the object of crushing process and the changes in its physical-mechanical properties depending on the applied loads has been described. In particular, the means for wood crushing by the stroke and cutting have been described. The advantages and disadvantages of each method have been given.

**Key words:** crushing, fruit wood, stroke, cutting.

УДК631.371

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ТРЕТЬЕГО ТЯГОВОГО КЛАССА

Третяк В.М., к. т. н., доц., \*

ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины  
Олядничук Р.В.

Уманский национальный университет садоводства

м. Умань, Украина

Тел. +380474439837

e-mail: olyadnichukr@gmail.com

**Аннотация.** В работе предложен метод стабилизации режимов работы ДВС в составе почвообрабатывающего МТА, который потребляет переменную мощность. Почвообрабатывающий МТА, в составе трактора Т-150К и культиватора КПЭ-3,8, оборудован механическим накопителем энергии и измерительным комплексом, который позволял регистрировать угловую скорость коленчатого вала ДВС с повышенной точностью, расход топлива, тяговое сопротивление почвообрабатывающего орудия, частоту вращения колес трактора, пройденный путь МТА и время опыта. Рассматривается влияние механического накопителя энергии на энергетические и технико-экономические показатели работы почвообрабатывающего агрегата.

**Ключевые слова:** почвообрабатывающий машинно-тракторный агрегат, механический накопитель энергии, режимы работы двигателя, показатели работы агрегата.

---

\* Публікується по рекомендації: чл.-кор. НААНУ, д.т.н., проф. Кушнар'ова А.С.



*Постановка проблемы.* Особенностью работы почвообрабатывающего агрегата является неустановившийся характер сил сопротивления движения, величина которых во время работы непрерывно изменяется в значительных пределах. Колебательный характер нагрузки негативно влияет на энергетические и технико-экономические показатели работы агрегата, а также на необходимость резервирования мощности (в пределах 15-20% от номинально необходимой) для преодоления систематически возникающих пиковых сопротивлений движению и обеспечению технологической скорости машинно-тракторного агрегата (МТА) в заданных пределах.

*Анализ последних исследований и публикаций.* Влияние изменчивой внешней нагрузки на показатели тракторов и МТА рассмотрены в работах Агеева Л.Э. [1], Гольверка А.А. [2], Ксеновича И.П. [3], Кутькова Г.М. [4], Плаксина А.М. [5] и других [6, 7].

Установлено, что снижение тяговой мощности и скорости движения различных моделей тракторов практически мало отличаются между собой. В результате исследований других авторов установлено, что тяговая мощность и скорость движения трактора при переменной нагрузке уменьшаются при экстремальных условиях эксплуатации на 16 %, а при нормальных – на 7 % по сравнению с постоянной нагрузкой. При увеличении нагрузки до 30 % и работе двигателя в номинальном режиме, средняя частота вращения коленчатого вала может уменьшаться до 15 % от номинальной, что соответствует снижению рабочей скорости трактора на 15% [2].

Исследования топливной экономичности МТА проводятся в двух направлениях – определение и анализ зависимостей потребления топлива МТА в процессе выполнения технологической операции и влияние различных факторов на величину часового и погектарного расхода топлива [8]. Второе направление связано с определением топливной экономичности тракторов по результатам стендовых и тяговых испытаний.

Установлено, что наиболее прогрессивными методами улучшения энергетических и технико-экономических показателей работы почвообрабатывающих МТА считаются методы, которые основываются на согласовании характеристик двигателя и потребляемой мощности, а также оптимизации режимов работы ДВС в соответствии с условиями работы агрегата. Основой улучшения топливной экономичности является оптимизация режимов работы ДВС с одновременным смещением диапазона в зону минимального удельного расхода топлива [2].

Создание агрегатов, которые оснащаются комбинированными моторно-трансмиссионными установками, способствуют установлению компромиссного технического решения: с одной стороны – они уменьшают расход топлива, а с другой – повышают технико-эксплуатационные показатели агрегата. Подобные системы имеют обычный двигатель внутреннего сгорания, который рассчитан на длительную реализацию энергии, а также буферный накопитель энергии (аккумуляторную батарею, блок конденсаторов, маховик и др.), который предназначен для кратковременного использования при преодолении пиковых уровней нагрузок [9, 10, 11]. В результате, появляется возможность близкого к стационарному режиму работы ДВС, в котором он характеризуется наиболее высокой топливной экономичностью.

*Цель исследования.* Целью работы является улучшение технико-экономических показателей почвообрабатывающего агрегата путем согласования характеристик потребления переменной мощности с источником постоянной мощности при помощи механического накопителя энергии.

*Основная часть.* В качестве объекта исследований был выбран широко распространенный почвообрабатывающий агрегат в составе трактора Т-150К, противоэрозионного культиватора КПЭ-3,8 и макетного образца механического накопителя энергии (МНЭ).

Для проведения полевых исследований был изготовлен макетный образец МНЭ, который состоит из неоднородного маховика и приводится в действие через мультипликатор и карданную передачу от ВОМ трактора. Это устройство вмонтировано в демпфер, который установлен на раме орудия. Параметры процессов фиксировались с помощью разработанного измерительно-регистрающего комплекса, который позволяет отслеживать изменения величин тягового сопротивления орудия, частоты вращения ДВС, абсолютной и теоретической скоростей движения МТА и расхода топлива.

В результате теоретических исследований была выдвинута рабочая гипотеза, в соответствии с которой, технико-экономические показатели работы почвообрабатывающего МТА существенно зависят от величины отклонения от экономичного режима работы ДВС. Установлено, что основное влияние на режим работы двигателя создают следующие факторы: приведенный момент сопротивления движению ( $M_c$ ) и приведенный момент инерции маховика МНЭ ( $M_m$ ). Для исследования влияния переменных факторов на технологический процесс применен трехуровневый D-оптимальный план Бокса - Бенкина второго порядка.

Результаты экспериментальных исследований режимов работы двигателя представлены в таблице 1 и реализации изменений соответствующих показателей на рис. 1-4.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований режимов работы двигателя

№ передачи трактора	Наличие МНЭ	Значение			Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации
		Среднее	МАКС	МИН			
Тяговое сопротивление орудия, кН							
3	–	21,4	32,7	12,3	16,0	4,0	0,19
4	+	22,7	36,0	13,0	16,1	4,0	0,18
Угловая скорость вала двигателя, рад/с							
3	–	226,9	230,1	223,9	1,6	1,3	0,006
4	+	193,5	209,7	180,6	39,5	6,3	0,032
Эффективная мощность двигателя, кВт							
3	–	84,3	105,4	53,1	111,0	10,5	0,12
4	+	113,2	116,4	109,4	2,8	1,7	0,01
Удельный расход топлива, г/(кВт× ч).							
3	–	307,5	352,1	271,4	276,2	16,6	0,05
4	+	241,1	244,4	240,5	0,33	0,57	0,002

Анализ результатов исследований показал, что при выполнении технологической операции на разных передачах возникает тяговое сопротивление орудия с подобными характеристиками (рис. 1). При движении на третьей передаче рабочего диапазона двигатель работает на регуляторной ветви характеристики, о чем свидетельствует среднее значение угловой скорости коленчатого вала двигателя 226,9 рад/с и ее незначительное колебание (рис. 2а). Данный режим работы ДВС характеризуется эффективной мощностью (рис. 3а), которая изменяется в пределах 53,1-105,4 кВт со средним значением 84,3 кВт и повышенным удельным расходом топлива (рис. 4а) среднее значение которого составляет 307,5 г/кВт ч.

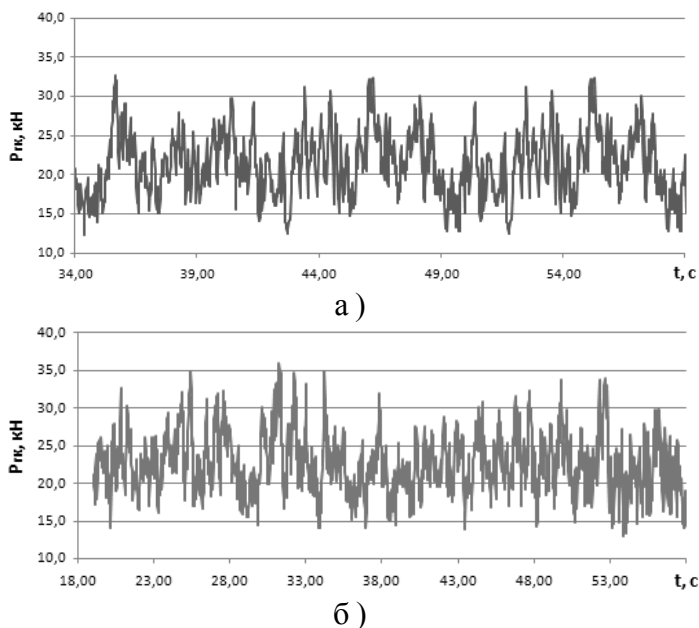


Рисунок 1 – Реализация изменения тягового сопротивления орудия:  
а) без накопителя энергии; б) с накопителем энергии

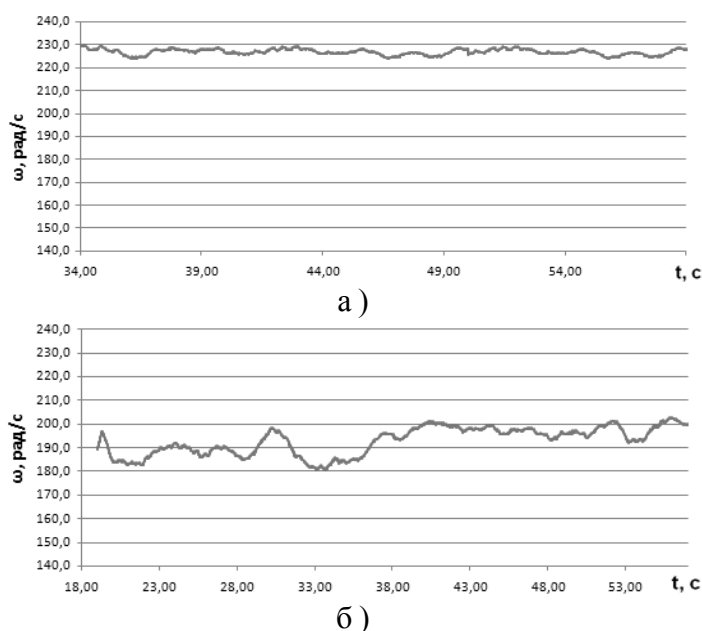


Рисунок 2 – Реализация изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя:  
а) без накопителя энергии; б) с МНЭ

При движении на четвертой передаче, в следствии уменьшения передаточного отношения трансмиссии, возрастает момент нагрузки двигателя, который приводит к снижению частоты вращения двигателя. Двигатель переходит в режим корректорной ветви характеристики. Применение накопителя энергии в составе агрегата стабилизирует угловую скорость вращения двигателя в пределах 180,6-209,7 рад/с с величиной среднего значения 193,5 рад/с (рис.2б), в базовом агрегате, при данной нагрузке происходит значительное снижение частоты вращения, что может привести к остановке двигателя. Благодаря применению МНЭ удалось улучшить энергетические показатели работы ДВС. Область рассеяния величины эффективной мощности (рис.3б) составляет 109,4-116,4 кВт при среднем значении 113,2 кВт. В процентном соотношении к третьей

передаче происходит рост эффективной мощности на 34 % и уменьшение удельного расхода топлива (рис.4б) на 21,6 %, что варьируется в пределах 240,5-244,4 г/(кВт×ч) со средним значением величины 241,1 г/(кВт×ч). Характер изменения энергетических показателей (рис. 3б и 4б) объясняется небольшой величиной угла наклона кривой корректорной ветви характеристики двигателя.

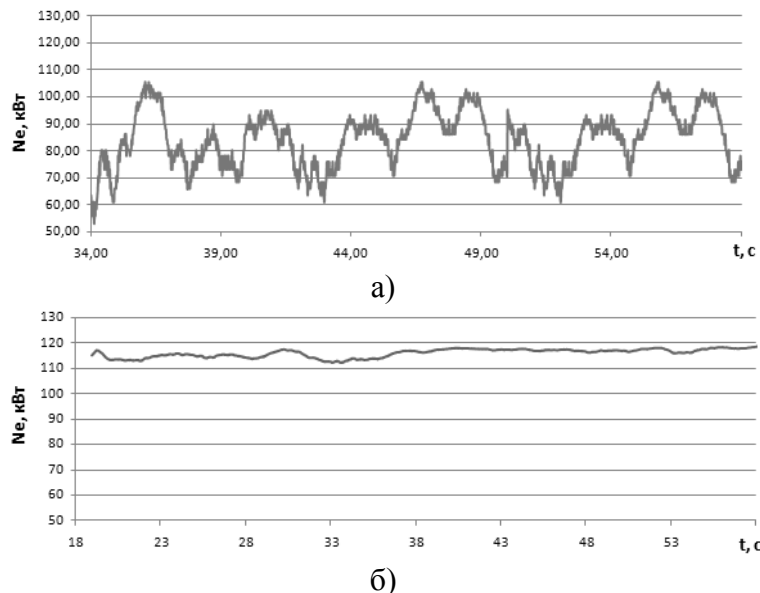


Рисунок 3 – Реализация изменения эффективной мощности двигателя:  
а) без накопителя энергии; б) с накопителем энергии

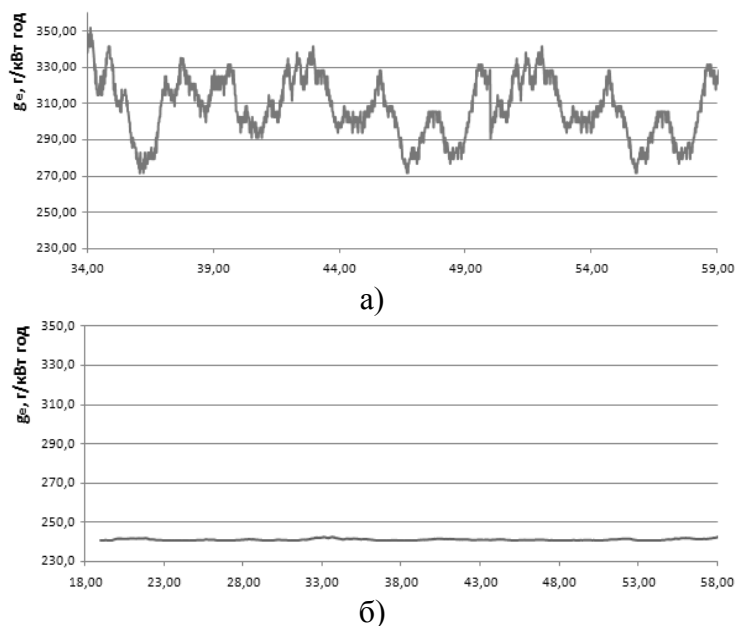
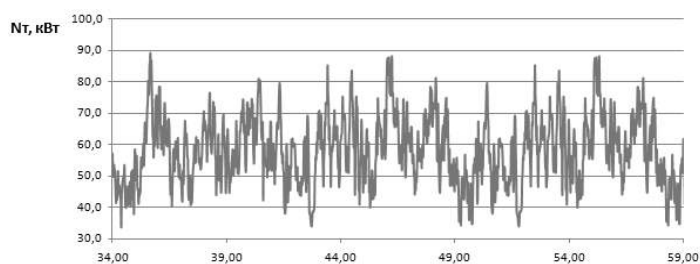


Рисунок 4 – Реализация изменения удельного расхода топлива двигателя:  
а) без накопителя энергии; б) с накопителем энергии

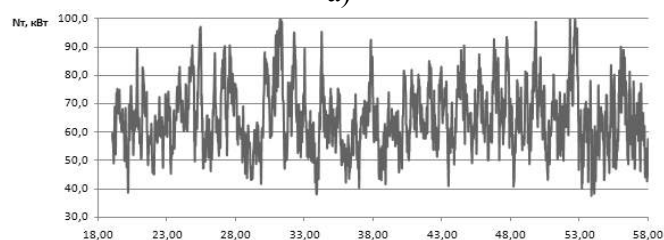
В зависимости от режима работы ДВС была произведена оценка энергетических и технико-экономических показатели работы почвообрабатывающего МТА. Результаты экспериментальных исследований режимов работы агрегата представлены в таблице 2 и реализации изменений соответствующих показателей на рис. 5-6.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований режимов работы агрегата

№ передачи трактора	Наличие МНЭ	Значение			Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации
		Среднее	МАКС	МИН			
Тяговая мощность агрегата, кВт							
3	–	58,2	89,0	33,7	116,7	10,8	0,19
4	+	65,1	103,5	37,5	138,7	11,8	0,18
Поступательная скорость движения агрегата, м/с							
3	–	2,56	2,59	2,53	0,0002	0,014	0,006
4	+	2,87	3,11	2,68	0,0087	0,093	0,032



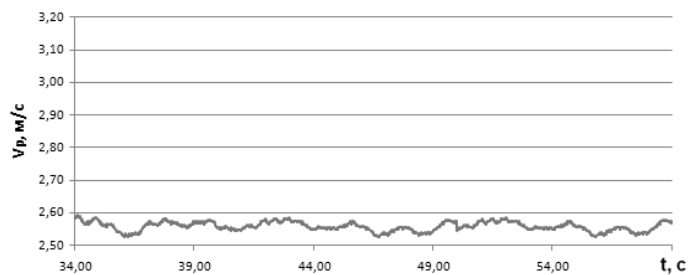
а)



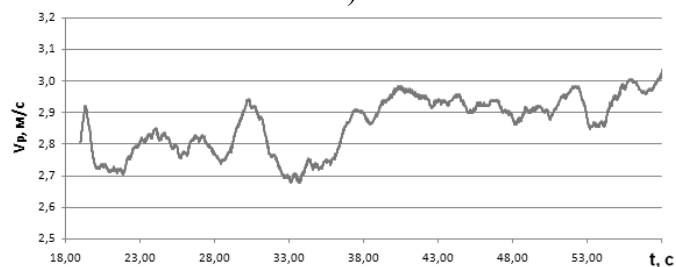
б)

Рисунок 5 – Реализация изменения тяговой мощности:

а) без накопителя энергии; б) с накопителем энергии



а)



б)

Рисунок 6 – Реализация изменения скорости движения агрегата:

а) без накопителя энергии; б) с накопителем энергии

В результате обработки статистических данных движения почвообрабатывающего агрегата получено, что применение МНЭ увеличивает среднюю тяговую мощность трактора на 11,8 % до 65,1 кВт и поступательную скорость движения на 12,1 % до 2,87 м/с. Повышение скорости движения на 0,31 м/с способствует увеличению производительности агрегата с 3,50 до 3,99 га/ч., что составляет 12,3 %. Анализ изменения погектарного расхода топлива показал экономию с 7,36 до 6,8 кг/га, что в процентном соотношении составляет 7,6 %.

Анализ статистических характеристик реализаций по разным показателям показал увеличение коэффициента вариации и степени неравномерности при использовании МНЭ, поскольку дизельный двигатель работает на корректорной ветви характеристики, которая характеризуется плавным изменением зависимостей крутящего момента и удельного расхода топлива от частоты вращения вала. Однако, наблюдается существенное изменение величины средних значений данных показателей.

*Выводы.* На основании проведенного анализа установлено, что существующие конструкционные решения построения МТА не удовлетворяют условиям движения с постоянной технологической скоростью и работе двигателя в зоне минимального расхода топлива. Установлено, что для существующих тракторов, которые преимущественно имеют механический привод ВОМ, целесообразно применять механический накопитель кинетической энергии в виде дополнительного маховика. Применение МНЭ в технологическом процессе возделывания почвы позволяет улучшить энергетические свойства агрегата, уменьшить погектарный расход топлива – на 7,6 % и повысить производительность за час чистого времени на 12,3%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев Л.Е. Основы расчета оптимальных режимов работы машинно-тракторных агрегатов / Л.Е. Агеев. – Л.: Колос, 1978. – 296 с.
2. Гольверк А.А. Методические рекомендации по определению эффективности и топливной экономичности тракторных двигателей при нормальных и экстремальных условиях / А.А. Гольверк. – К.: УНИИМЭСХ, 1987. – 70 с.
3. Ксенович И.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет / [Ксенович И.П., Гуськов В.В., Бочаров Н.Ф. и др.]; под ред. И.П. Ксеновича. – М.: Машиностроение, 1991. – 544 с.
4. Кутьков Г.М. Основы теории трактора и автомобиля: учебное пособие / Г.М. Кутьков. – М.: МГАУ, 1995. – 274 с.
5. Костюченков Н.В. Эксплуатационные свойства мобильных агрегатов: учебное пособие / Н.В. Костюченков, А.М. Плаксин; под ред. А.М.Плаксына. – Астана: КАТУ им. С. Сейфулина, 2010. – 204 с.
6. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В.А. Завора. – Барнаул, 2004. – 256 с.
7. Бабицкий Л.Ф. Снижение энергозатрат и повышение эффективности работы почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов / Л.Ф. Бабицкий, В.И. Тарасенко, Г.А. Лапенко // Вестник Полтавской государственной академии. – 2006. – №4. – 12-16.
8. Варваров Л.Н. Повышение топливной экономичности двигателя за счет оптимизации режимов работы тракторного агрегата / Л.Н. Варваров, В.В. Выхватин // Сборник трудов "Тракторная энергетика в растениеводстве". – Х.: ХГТУСХ, 1998. – С. 46-51.
9. Гулиа Н.В. Маховичные двигатели / Н.В. Гулиа. – М.: Машиностроение, 1976. – 172 с.
10. Третьяк В.М. Порівняльне обґрунтування роботи модульних тягово-транспортних засобів з роботою тракторів / [Третьяк В.М., Оляднічук Р.В., Петриченко

В.С., Потапов М.М.] // Міжвід. темат. таук. зб. «Механізація та електрифікація сільськогосподарства». – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2009. – Вип. 93. – С. 236-246.

11. Кравченко В.А. Влияние переменной инерционной массы двигателя на некоторые показатели разгона машинно-тракторного агрегата / В.А. Кравченко // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 3. – С. 35-40.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Ageiev L.Ye. Bases for optimal modes of tractor units design / L.Ye. Ageiev. – L.:Kolos, 1978. – 296 s.

2. Golverk A.A. Guidelines for determining the efficiency and fuel economy of tractor engines under normal and extreme conditions / A.A. Golverk. – K. : UNIMESKH, 1987. – 70 s.

3. Ksenevich I.P. Tractors. Designing, constructing and calculating / [I.P. Ksenevich, V.V. Gus'kov, N.F. Bocharov et al.]; Ed. I.P. Ksenevich. – M.: Engineering, 1991. – 544 s.

4. Kut'kov G.M. Fundamentals of the theory of tractor and automobiles: a tutorial / G.M. Kutkov. – M.: MSAU, 1995. – 274 s.

5. Kostiuchenko N.V. Performance properties of mobile units: a tutorial / N.V. Kostiuchenko, A.M. Plaksin; Ed. A.M. Plaksin. – Astana: KATU im.. S. Seyfulina, 2010. – 204 s.

6. Zavora V.A. Basics of operation of mobile agricultural units / V.A. Zavora. – Barnaul, 2004. – 256 s.

7. Babitsky L.F. Lower energy costs and increase the efficiency of tillage tractor units / L.F. Babitsky, V.I. Tarasenko, G.A. Lapenko // Bulletin of Poltava State Academy. – 2006. – №4. – S. 12-16.

8. Varvarov L.N. Improving fuel efficiency by optimizing operating modes of tractor unit / L.N. Varvarov, V.V. Vyhvatin // Proceedings "Tractor power in crop production." – Kh.: KhGTUSKh, 1998. – S. 46-51.

9. Gulia N.V. Flywheel engines / N.V. Gulia. – M.: Engineering, 1976. – 172.

10. Tretyak V.M. Comparative study of modular pull-vehicle tractor work / [V.M. Tretyak, R.V. Olyadnichuk, V.S. Petrychenko, M.M. Potapov] // Interdepartmental thematic scientific collection "Mechanization and electrification of agriculture." – Glevaha: NSC "IMESH", 2009. – Vol. 93. – S. 236-246.

11. Kravchenko V.A. Effect of variable inertial engine on some indicators speeding up of machine-tractor units / V.A. Kravchenko // Bulletin of agricultural science Don. – 2010. – № 3. – S. 35-40.

#### INVESTIGATION OF THE MECHANICAL ENERGY ACCUMULATOR IMPACT ON THE PERFORMANCE INDICES OF THE THIRD TRACTION CLASS TILLAGE AGGREGATE

Tretyak V.M., Olyadnichuk R.V.

##### *Summary*

The method for engine modes stabilization as part of a tillage aggregate, which uses a variable power has been proposed in the article. Tillage aggregate, as part of T-150K tractor and KPE-3.8 cultivator is equipped with a mechanical energy accumulator and measuring complex enabling to detect the angular velocity of the engine crankshaft with increased accuracy, fuel consumption, traction resistance tillers, wheel speed of the tractor, covered distance and experience time. The effect of mechanical energy accumulator for energy and technical-economic indicators of soil cultivating aggregate.

**Key words:** tillage aggregate, mechanical energy accumulator, engine mode, indicators of aggregate.

УДК 629.3.014.2.02-585.22

## ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗАБРАЗИВНОЇ КОМПЛЕКТОВКИ ЗОЛОТНИКОВИХ ПАР ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ

Дідур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.

Мушкевич О.І., асп.\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380619440274,

e-mail: mushkevich@gmail.com

**Анотація.** У статті наведена технологія безабразивної комплектувки та притирки золотників гідророзподільників з корпусом, яка є альтернативою традиційної загальноприйнятої технології притирки. Технологія базується на ефекті ФАБО – фінішної антифрикційної безабразивної обробки, відмови від застосування абразивних паст та притирів. В роботі проведений аналіз впливу притирів та абразивних паст на геометрію колодязя корпусу та впливу на герметичність. Розроблено пристосування для проведення притирки та технологію процесу. Наданий алгоритм проведення притирки відповідно запропонованої технології.

**Ключові слова:** золотникова пара, золотник, гідророзподільник, притирка, ФАБО, фрикційне латунювання.

**Постановка проблеми.** Ресурс роботи гідророзподільників тракторних гідросистем в більшості залежить від ресурсу золотникової пари тому, як втрата робочої рідини через зазор у парі золотника з корпусом є визначаючим фактором оцінки працездатності гідророзподільника. Якість притирки золотникової пари безпосередньо впливає на герметичність та ресурс золотникової пари. Під час притирки утворюється фінальна геометрія деталей прецизійної пари. Найбільш поширеними способами притирки золотникових пар є способи, які передбачають притирку золотників та колодязів корпусу притирами з використанням абразивних паст. Притирка притирами, окремо золотників та окремо колодязів корпусу призводить до викривлення геометрії та порушення герметичності. Процес притирки має вплив на тривалість періоду приробітку та на його характер. На період приробітку припадає найбільший знос деталей в парі тертя, також за цей період є висока вірогідність утворення дефектів та ушкоджень у вигляді задирів, виривів та дряпання поверхні. Саме локальна концентрація абразивної пасти може призвести до подібних дефектів, через високу твердість абразивного матеріалу [3,4,5].

Отже період приробітку, особливо для прецизійних пар тертя, є дуже важливим та відповідальним. Взаємна притирка та приробіток деталей повинні проходити в максимально м'яких умовах, та забезпечити швидкий перехід від початкового періоду роботи (приробітку) до нормального експлуатаційного [8]. Проблемою в загальноприйнятій традиційній технології притирки золотникових пар є проблема використання притирів та абразивних паст. Притири деформують отвори корпусу порушуючи геометрію у бік овальності. Абразивні пасти включаються, за рахунок великої твердості, у чавун, призводячи до шаржування та підвищеного зносу поверхні поясків золотників. Залишки абразивної пасти які не були видалені після притирки, вимиваються потоком робочої рідини та впливають на інші агрегати гідросистеми. Для покращення умов притирки з метою підвищення ресурсу золотникової пари та гідророзподільника в цілому, з процесу необхідно виключити абразивні пасти, притири та знеособлену притирку, тобто прити-



рати золотники до колодязю корпусу разом. Поставленим умовам відповідає технологія ФАБО, фінішної антифрикційної безабразивної обробки, сутність якої полягає в тому, що деталі пари тертя обробляють тонким шаром (1-8 мкм) латуні, або сплавами на основі міді.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* ФАБО за останнє десятиріччя отримало широке практичне застосування за рахунок своїх властивостей. Дослідження роботи антифрикційних покриттів на основі сплавів з вмістом міді, показали що оброблені поверхні мають скорочений до 4-х разів період приробітку, стійкість до задирів та подряпин [1]. Використання ФАБО дозволяє знизити коефіцієнт тертя в парі тертя та інтенсивність зносу.

Серед останніх робіт в даному напрямку неможна не відмітити розробку методів та засобів для нанесення покриттів, що забезпечують ФАБО. Серед останніх розробок: методика ФАБВО, фінішної антифрикційної безабразивної вібраційної обробки, натирання латунними пастами за допомогою «м'якого» інструмента. Застосовують ФАБО для обробки гільз циліндрів двигунів внутрішнього згоряння, валів в парах тертя, підшипників, зубів шестерень, цапф шестерень та інших. Використання ФАБО в двигунах внутрішнього згоряння показало зниження витрати палива та підвищення ресурсу [10], в парах тертя валів – зниження коефіцієнту тертя та зниження зносу [9,10].

*Мета дослідження:* підвищити ресурс та герметичність золотникової пари за рахунок виключення з процесу притирки абразивних паст та притирів, створити умови для процесу ФАБО.

Задачі дослідження.

Розробити пристосування для безабразивної притирки золотників до колодязів корпусу гідророзподільників.

Розробити алгоритм притирки для створення ефекту ФАБО, надати рекомендації щодо проведення процесу.

*Основна частина.* Для проведення процесу безабразивної притирки пристосування для притирки золотників до корпусу гідророзподільника повинне відповідати наступним вимогам:

- забезпечити надійне кріплення гідророзподільника в пристосуванні;
- забезпечити притирку золотників в орієнтованому положенні золотника, тобто притирку золотника без повертань в робочому положенні;
- обмежувати хід золотника в межах робочих положень.

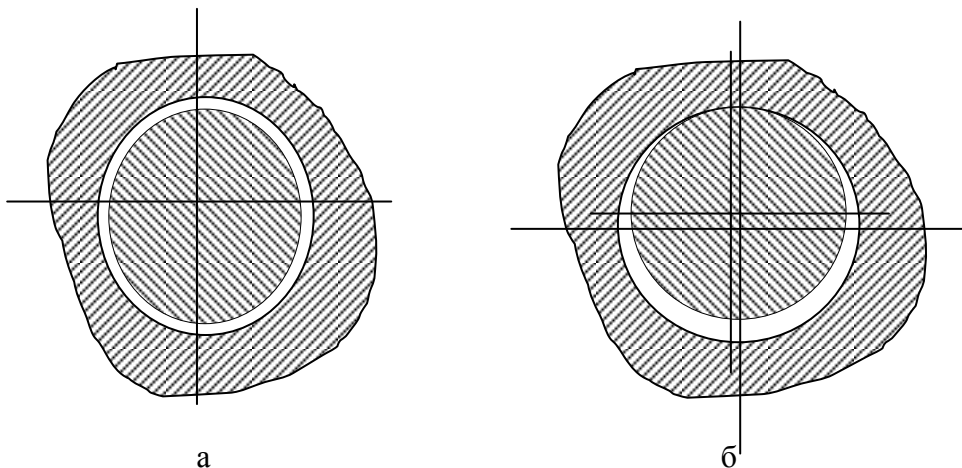


Рисунок 1 – Розташування золотника в корпусі.

а) овальний отвір концентричне розташування золотника;

б) ексцентричне розташування золотника

Притирка в межах робочого ходу у взаємно орієнтованому положенні золотника відносно колодязя корпусу надає можливість знизити вплив негативних факторів відхилу

геометрії на зразок овальності, бочкоподібності, та при ексцентричному розташуванні золотника знизити деформацію геометрії отвору. Орієнтована притирка обмежена лише повздовжнім рухом золотника без провертань. Золотник має лише зворотньо-поступовий рух за рахунок цього надлишковий натяг при притирці не переміщуватиме золотник в бік відхилу геометрії корпусу.

Прийом пристосування кріпиться безпосередньо до поверхні верстату або в лещатах верстату для надійного нерухомого положення.

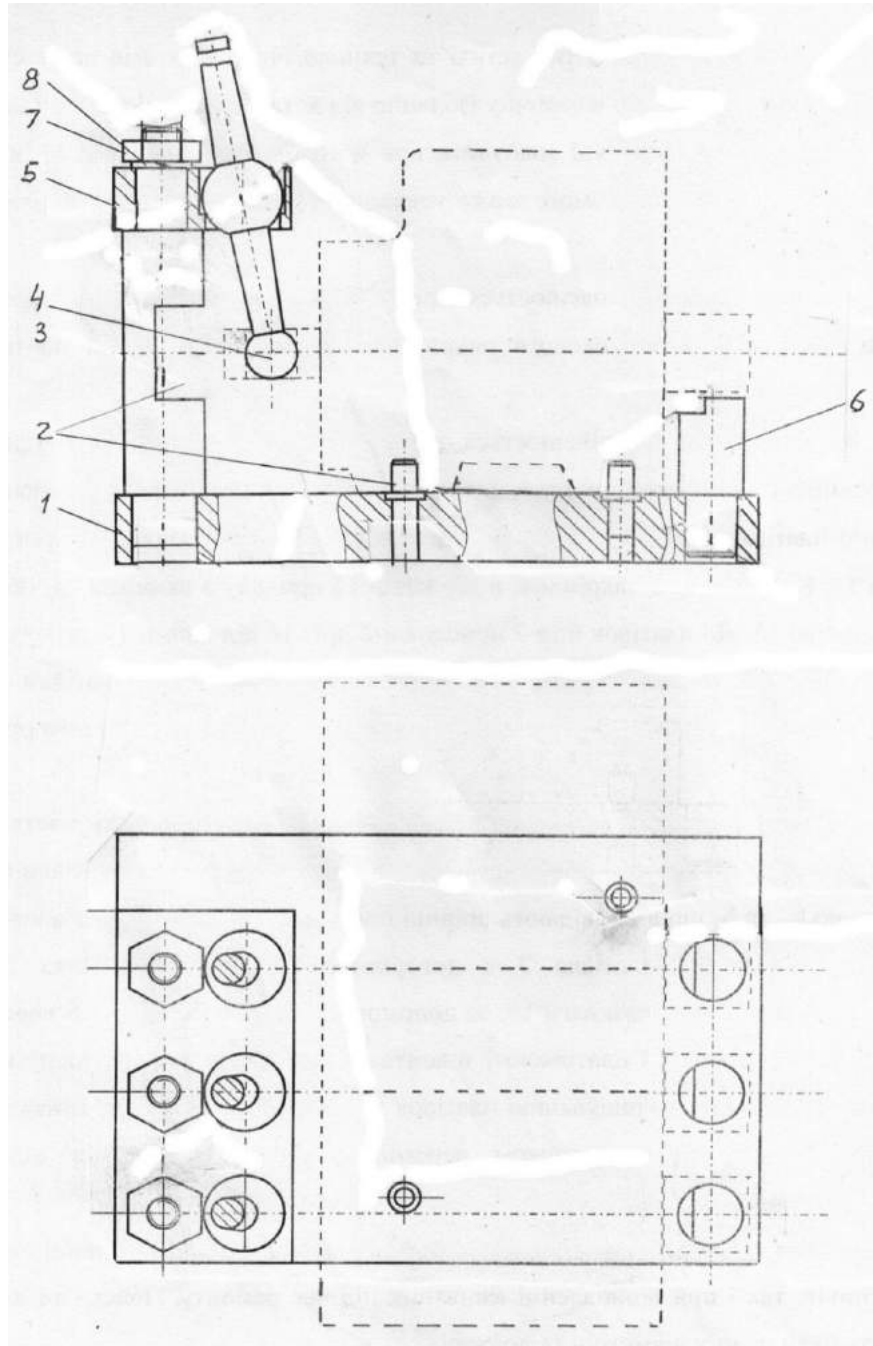


Рисунок 2 – Пристосування для орієнтованої притирки золотникових пар  
 1 – Основа; 2 – Центрувальні шпильки; 3 – Золотник; 4 – Важіль; 5 – Державка; 6 – Обмежувач; 7 – Сійка; 8 – Гайка.

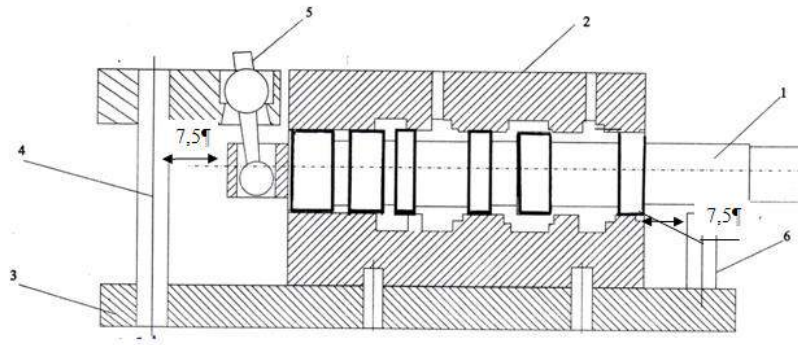


Рисунок 3 – Схема з'єднання золотника з важелем пристосування для безабразивної орієнтованої притирки золотникових пар: 1 – золотник; 2 – корпус гідророзподільника; 3 – основа; 4, 6 – обмежувачі; 5 – знімний важіль.

Методика проведення безабразивної притирки та комплектовки золотникової пари з урахуванням вимог ФАБО [1,4,5]:

1. Закріпити корпус гідророзподільника в пристосуванні для притирки;
2. Підготувати оброблені золотники та підібрати їх до отворів в корпусі;
3. Протруїти отвір корпусу соляною кислотою та змазати гліцерином;
4. Встановити золотник змащений гліцерином в підготований отвір кої 7,5
5. З'єднати золотник з важелем пристосування;
6. Повздовжніми рухами важеля притирати золотник до корпусу до плавного ходу золотника в корпусі, періодично змащуючи золотник гліцерином.

Латуньований золотник підібраний до колодязя корпусу з натягом відповідно умов притирки, притирався згідно вищевказаної методики, за допомогою пристосування для безабразивної орієнтованої притирки. На початку притирки золотник туго рухається в корпусі і відчувається значний натяг, з подальшим притиранням та змащенням гліцерином рух золотника ставиться легшим та більш плавним. Це свідчить про готовність золотникової пари.

Після притирки частина шару латуні переноситься на корпус гідророзподільника, спосіб безабразивної орієнтованої притирки забезпечує плавний хід золотника в колодязі корпусу та забезпечує ефект ФАБО.

Після притирання пари картина з ексцентричним та концентричним розташуванням золотника в колодязі корпусу буде виглядати наступним чином:

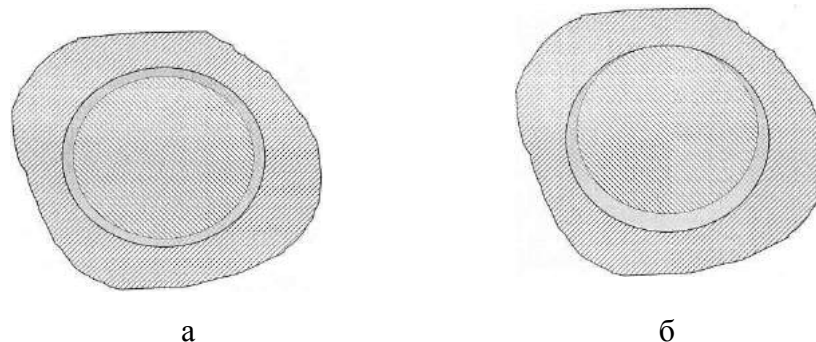


Рисунок 4 – Заповнення зазору латунню після притирки.  
а) овальний отвір концентричне розташування золотника;  
б) ексцентричне розташування золотника.

*Висновки.* Розроблені технологія та пристосування для безабразивної притирки золотникових пар, вирішують існуючі проблеми традиційної технології притирки:

- виключають з процесу притирки абразивні пасти та притири;

- дозволяють орієнтовано в робочому положенні виконувати притирку;
- створюють більш сприятливу, для роботи рухомого з'єднання, геометрію;
- створюють ефект ФАБО, за умови попередньої обробки золотника або корпусу відповідними матеріалами.

За рахунок розроблених заходів умови притирки та подальшої роботи золотникової пари сприятимуть збільшенню ресурсу та надійності останньої.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Балабанов В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. — М. : Эксмо, 2009. — 256 с.: ил. - (Открытия, которые потрясли мир). ISBN 978-5-699-30976-4
2. Башта Т. М. Гидравлика, гидромашины, гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов - 2-е изд. перераб. и доп. / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. - М.: Машиностроение, 1982. - 423с.
3. Блантер М.Е. Металловедение и термическая обработка/ М.Е. Блантер – М. 1963. – 409 с.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): Учебник. - 5-е изд., перераб. и доп./ Д.Н. Гаркунов - М., 2002. – 632 с.
5. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. - 5-е изд., перераб. и доп./ Д.Н. Гаркунов - М., 2001. – 616 с.
6. Дидур В.А. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин./ В.А. Дидур, В.Я. Ефремов– К., 1986. – 128с.
7. Крагельский И.В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.с.475.
8. Лозовский В.Н. Надежность гидравлических агрегатов/ В.Н. Лозовский– М.,1974. – 320с.
9. Пат.23343 Україна, МПК7 В23Р 9/00. Пристосування для фрикційно-механічного нанесення покриттів / В.Б. Богущкий, Л.Б.Шрон, В.В. Малигіна. – № u2006 11891. – Заявл. 13.11.2006; Опубл. 25.05.2007. Бюл.№7.
10. Титов В.А. Повышение экологической надежности бензиновых двигателей фрикционным нанесением покрытий//Ремонт восстановление модернизация №3/В.А. Титов, В.Н. Быстров – М. 2010. – с30-35.
11. Черкун В.Ю. Гідравлічні системи тракторів/ В.Ю. Черкун, В.В. Шипов, І.П. Рябко – К., 1984. – 144 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Balabanov V. Y. Nanotechnology. Science of the future / V. Y. Balabanov. — M. : Eksmo, 2009. — 256 s. : yl. — (Discoveries that shocked the world). ISBN 978-5-699-30976-4
2. Bashta T. M. Hydraulics, hydraulic machines, hydraulic drives: the textbook for engineering colleges - 2-e yzd. pererab. y. dop. / T. M. Bashta, S. S. Rudnev, B. B. Nekrasov y dr. - M.: Mashynostroenye, 1982. – 423 s.
3. Blanter M.E. Metallurgy and heat treatment / M.E. Blanter – M. 1963. – 409 s.
4. Harkunov D.N. Tribotechnology (design, manufacture and operation of the machine): Textbook. - 5-e yzd., pererab. i dop./ D.N. Harkunov. - M., 2002. – 632 s.
5. Harkunov D.N. Tribotechnology (wear and bezyznosnogo): Textbook./ D.N. Harkunov - M., 2001. – 616 s.
6. Dydur V.A. Diagnostics and maintenance of non-monetary hydrodrives agricultural machinery / V.A. Dydur, V.Ya. Efremov– K., 1986. – 128s.
7. Kragel'skyi Y.V. Friction and wear. - M.: Mashynostroenye, 1968. - 475 s.
8. Lozovskiy V.N. The reliability of the hydraulic units / V.N. Lozovskij– M.,1974. – 320 s.

9. Pat.23343 Ukrayina, MPK7 V23R 9/00. Prystosuvannya dlya frykcyjno-mexanichnoho nanesennya pokryttiv / V.B. Bohuc"kyj, L.B.Shron, V.V. Malyhina. – № u2006 11891. – Zayavl. 13.11.2006; Opubl. 25.05.2007. Byul.№7.

10. Tytov V.A. Improving the environmental safety of petrol engines friction coating deposition // Repair Recover modernization . -№3/V.A. Ty-tov, V.N. Bystrov – M. 2010. – S.30-35.

11. Cherkun V.Yu. Tractor's hydraulic system / V.Yu. Cherkun, V.V. Shypov, I.P. Ryabko – K. , 1984. – 144 s.

## NONABRASIVE GATHERING TECHNOLOGY OF HYDRODISTRIBUTOR SPOOL-AND-SLEEVES

Didur V.A., Mushkevich A. I.

### *Summary*

The nonabrasive gathering technology as well as hydro-distributor spool-and-sleeves fitting in with the body, being alternative to the traditional generally adopted fitting in technology, have been given in the article. The technology is based on the effect of FANT – finished, anti-frictional, nonabrasive treatment, refusal from applying abrasive pastes and fittings-in. The analysis of fittings-in impact and abrasive pastes on the geometry of the body well and leak-tightness has been given in the article. The device to conduct fitting-in as well as the process technology has been worked out. The algorithm of conducting fitting-in according to the proposed technology has been given.

**Key words:** spool-and-sleeve, piston valve, hydro-distributor, finished anti-frictional nonabrasive treatment, frictional brassing.

УДК 634.1.03

## НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В СВЯЗИ С МЕХАНИЗАЦИЕЙ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Бросалин В.Г.,  
Завражнов А.А., \*  
*ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина*  
Россия  
Тел. +74754553096  
e-mail: Nos-inteh@yandex.ru  
Завражнов А.И.,  
Ланцев В.Ю.,  
Манаенков К.А.,  
*ФГБОУ ВПО МичГАУ*  
Россия  
Тел. +74754552233  
e-mail: aiz@mgau.ru

---

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

**Аннотация.** Изучены физико-механические свойства отводков клоновых подвоев яблони характеризующиеся совокупностью показателей, учитывающих строение растения, его сопротивление воздействию на него нагрузкам, поведение его при деформации и разрушении покровных тканей подвоев, усилие отрыва листа и др. Механизированное удаление листьев с отводков клоновых подвоев яблони перед их отделением от маточных растений позволяет исключить ручной труд в напряженный период и сократить сроки выполнения подготовительных работ, обеспечивая тем самым оптимальные условия срезки вегетативно размножаемых подвоев. Удаление листьев перед отделением отводков имеет цель исключить подсушивание побегов после отделения, а так же облегчить их срез. Эта, казалось бы, малоквалифицированной вспомогательная работа порой сдерживает проведение основной технологической операции – отделение отводков и значительно увеличивает сроки ее проведения. При этом зачастую используется труд высококвалифицированных срезчиков.

**Ключевые слова:** садоводство, маточник клоновых подвоев, побег, прочность коры, жесткость побегов на изгиб, усилие отрыва листьев.

**Постановка проблемы.** Отсутствие специализированной промышленной системы производства посадочного материала слаборослых клоновых подвоев привело к дефициту саженцев плодовых культур [1]. Удовлетворить эти потребности возможно за счет применения технологий выращивания посадочного материала с учетом биологических особенностей плодовых растений и обеспечения современными техническими средствами [2, 3]. Решение проблемы механизированного возделывания маточников клоновых подвоев яблони не возможно без создания машины для механического удаления (ошмыгивания) листьев с отводков перед отделением их от маточных растений.

**Цель исследования** – определение биометрических показателей побегов клоновых подвоев, жесткости на изгиб, прочности коры при сдавливании и отслоении, прочности связи листьев с побегом, необходимых для научного обоснования конструкции и параметров новой машины, обеспечивающей качественное удаление листьев с побегов клоновых подвоев яблони перед их отделением от маточных растений.

**Основная часть.** Исследования проводились в маточнике опытно-производственного отдела (ОПО) ФГБНУ ВНИИС имени И.В. Мичурина в сезон 2013-2014 г.г. на подвоях 54-118 и 62-396. При проведении испытаний придерживались общепринятыми и частными методиками испытаний и учетов. Обработку результатов исследований проводили методом математической статистики с определением среднего арифметического ( $M$ ), ошибки среднего арифметического ( $m$ ), среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента вариации ( $V$ ), показателя точности ( $p$ ).

Жесткость побегов на изгиб определяли методом замера прогиба побега определенной длины фиксированной нагрузкой (рис.1) с последующим вычислением по формуле:

$$EJ = \frac{P_u l^3}{3f}, \quad (1)$$

где  $EJ$  – жесткость на изгиб,  $Hm^2$ ;  $P_u$  – изгибающая нагрузка,  $H$ ;  
 $l$  – длина изгибаемого участка,  $m$ ;  $f$  – прогиб,  $m$ .

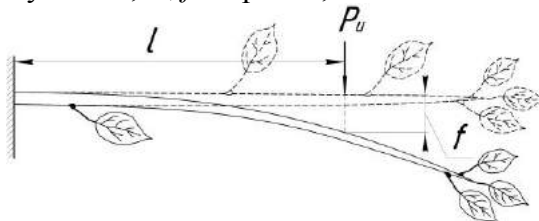


Рисунок 1 – К методике определения жесткости побега на изгиб

Прочность коры при сдавливании определяли с помощью прибора изображенного на рисунке 2. По индикатору фиксировали перемещение подпружиненного цилиндрического плунжера, внедряемого в кору, до момента ее разрушения.



Рисунок 2 – К методике определения прочности коры при сдавливании

Далее расчетным методом с учетом жесткости пружины, диаметра плунжера и показаний индикатора вычисляли прочность коры при сдавливании по формуле:

$$P_p = (a + bx)S_n, \quad (2)$$

где  $P_p$  – разрушающая нагрузка при сдавливании коры, МПа;  $a$  – предварительное сжатие пружины, Н;  $b$  – жесткость пружины, Н/Мкм;  $x$  – показания индикатора, Мкм;  $S_n$  – площадь плунжера,  $m^2$ .

В основу методики определения прочности отслоения коры положен ГОСТ 17317-88, устанавливающий метод определения прочности связи между слоями, сущность которого заключается в расслаивании пробы и определение нагрузки необходимой для отделения испытываемых слоев друг от друга (рис.3).

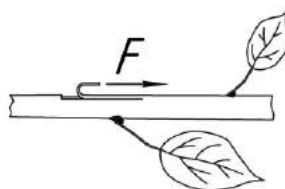


Рисунок 3 – К методике определения прочности отслоения коры

Прочность отслоения коры вычисляли по формуле:

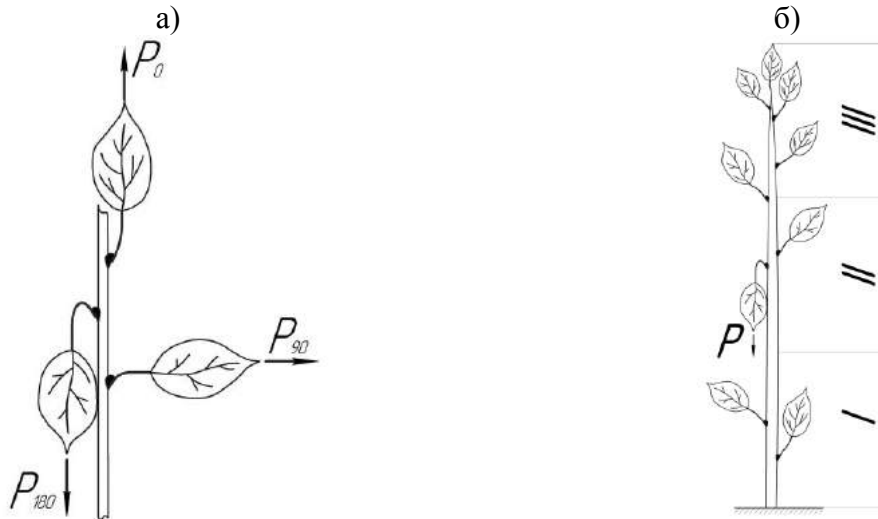
$$P_o = \frac{F}{B}, \quad (3)$$

где  $P_o$  – прочность отслоения коры, Н/мм;

$F$  – нагрузка расслаивания, Н;

$B$  – ширина отслаиваемой полосы, мм.

Для определения усилия отрыва листьев от растения использовали пружинный динамометр с зажимом. Отделение листа проводили по следующим вариантам: в направлении роста, к корневой шейке и перпендикулярно побегу, по зонам произрастания листа (рис.4).



*a* – схема определения усилия отрыва листа в зависимости от направления силы;  
*б* – схема деления отводка на зоны

Рисунок 4 – К методике определения усилия отрыва листа

*Основная часть.* Исследования биометрических показателей побегов клоновых подвоев представлены в таблице 1. Установлено, что высота отводков составляет в среднем 57 и 79 см, диаметр корневой шейки – 6,8 и 6,7 мм, степень облиственности – 56,2 и 38,9 листа на один метр длины побега, соответственно для подвоя 62-396 и 54-118.

Таблица 1 – Параметры отводков клоновых подвоев 62-396 и 54-118

Параметр	Вариационные показатели				
	<i>M</i>	$\sigma$	<i>m</i>	<i>p</i> ,%	<i>V</i> ,%
<i>Подвой 62-396</i>					
Длина побега ( <i>l</i> ), см	57,66	13,20	1,87	3,24	22,90
Диаметр побега ( <i>d</i> ), мм	6,84	1,72	0,24	3,55	25,12
Количество листьев ( <i>n</i> ), шт.	32,32	9,80	1,39	4,29	30,33
Отношение <i>n/l</i>	0,562	0,136	0,02	3,41	24,14
<i>Подвой 54-118</i>					
Длина побега ( <i>l</i> ), см	79,10	29,12	4,12	5,21	36,81
Диаметр побега ( <i>d</i> ), мм	6,66	2,06	0,29	4,37	30,88
Количество листьев ( <i>n</i> ), шт.	29,12	9,44	1,34	4,59	32,44
Отношение <i>n/l</i>	0,389	0,148	0,021	5,37	37,97

Известно [4], что в молодых маточниках лента побегов по длине ряда формируется на 42-57 % из единичных растений. В более зрелом возрасте маточная косичка дает до 10 побегов в поперечном сечении ленты, которая достигает ширины 400-450 мм. При этом выявлено, что жесткость побегов на изгиб находятся в диапазоне  $EJ=0,2 \dots 0,8 \text{ Нм}^2$ , в том числе:

- в молодых маточниках, при расположении побегов в один ряд ее среднее значение ближе к верхнему пределу -  $0,6 \dots 0,7 \text{ Нм}^2$ ;
- при ленточном размещении побегов среднее их жесткости на изгиб значительно ниже и составляет -  $0,4 \dots 0,5 \text{ Нм}^2$ .



Исследования прочности коры при сжатии и отслаивании проводили на подвоях 54-118 и 62-396. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Прочность коры отводков при сжатии и отслаивании

Подвой	Вариационные показатели				
	$M$	$\sigma$	$m$	$p, \%$	$V, \%$
<i>Прочность коры при сжатии, МПа</i>					
54-118	15,42	3,53	0,5	3,24	22,89
62-396	17,80	2,88	0,41	2,29	16,20
<i>Усилие отслаивания коры, Н/мм</i>					
54-118	0,21	0,05	0,01	3,33	23,54
62-396	не расслаивается				

Анализ данных показывает, что прочность коры на сжатие значительно больше чем при отслоении. Поэтому, основным критерием оценки прочности коры является усилие ее расслоения.

Установлено, что усилие отрыва листьев колеблется в значительных пределах в зависимости от направления действия силы (табл. 3) и сроков проведения уборочных работ (рис.5).

Таблица 3 – Усилие отрыва листа с отводков клоновых подвоев яблони в зависимости от направления действия силы

Направление действия силы	Вариационные показатели				
	$M, H$	$\sigma, H$	$m, H$	$p, \%$	$V, \%$
<i>Подвой 62-396</i>					
К вершине побега ( $P_0$ )	16,68	4,09	0,58	3,47	24,54
Перпендикулярно оси побега ( $P_{90}$ )	10,08	2,83	0,40	3,97	28,05
К основанию побега ( $P_{180}$ )	2,07	0,80	0,11	5,50	38,90
<i>Подвой 54-118</i>					
К вершине побега ( $P_0$ )	13,00	3,16	0,45	3,43	24,28
Перпендикулярно оси побега ( $P_{90}$ )	7,64	2,95	0,42	5,47	38,66
К основанию побега ( $P_{180}$ )	2,02	0,65	0,08	2,53	31,56

Измерения показали, что среднее усилие отрыва листьев снижается от 13  $H$ , в направлении роста листьев, до 2,02  $H$ , к корневой шейке у подвоя 54-118 и от 16,7  $H$  до 2,07  $H$  – у подвоя 62-396 в тех же условиях.

Кроме того установлено, что наименьшее усилие отрыва наблюдается у верхней части побега и увеличивается к нижней части растения, особенно у подвоя 62-396 (табл.4).

Выявлено, что с 18.09.2014 по 15.10.2014 г.г. наблюдалось естественное снижение усилия связи листа с побегом, которое к концу означенного периода достигло значительной величины и составило 40% для подвоя 62-396 и 53% для подвоя 54-118.

Таблица 4 – Усилие отрыва листа, по направлению к основанию побега, в зависимости от его расположения отводке

Параметр	Вариационные показатели				
	$M, H$	$\sigma, H$	$m, H$	$p, \%$	$V, \%$
<i>Подвой 62-396</i>					
В нижней части побега	2,91	0,88	0,12	4,28	30,23
В средней части побега	2,02	0,40	0,06	2,82	19,95
В верхней части побега	2,05	0,41	0,06	2,80	19,82
По всей длине побега	2,32	0,73	0,06	2,56	31,35
<i>Подвой 54-118</i>					
В нижней части побега	2,26	0,72	0,10	4,52	31,94
В средней части побега	2,34	0,67	0,10	4,06	28,71
В верхней части побега	2,06	0,62	0,09	4,25	30,07
По всей длине побега	2,22	0,68	0,06	2,49	30,54

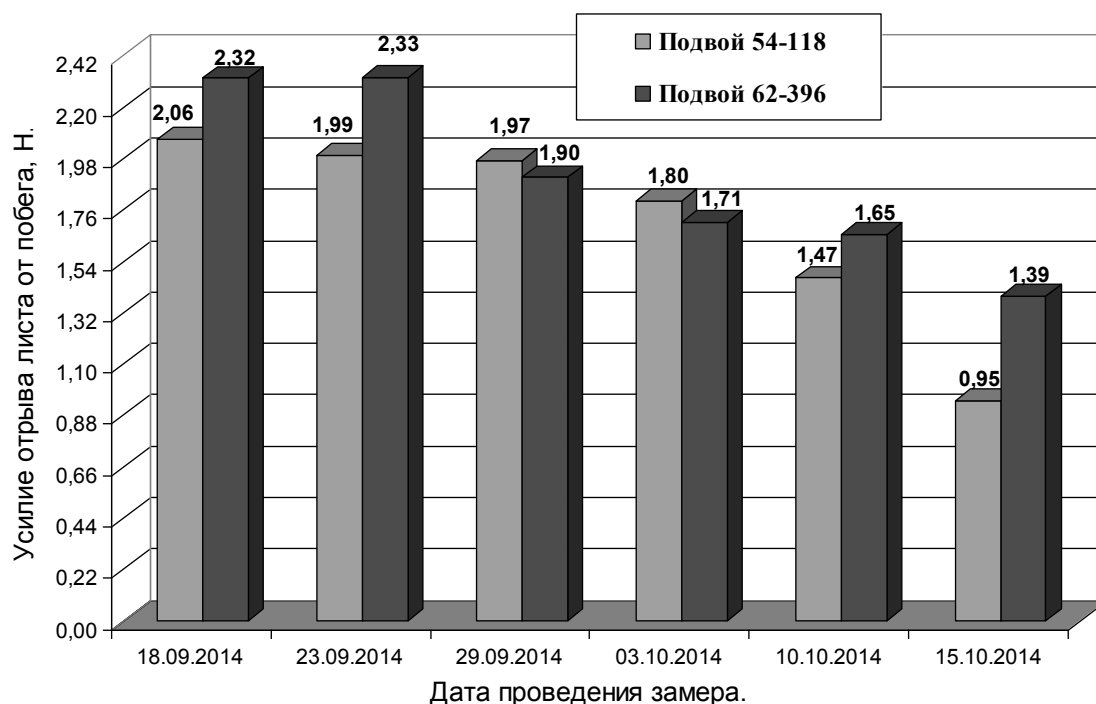


Рисунок 5 – Среднее усилие отрыва листьев в направлении действия силы к основанию побега в зависимости от сроков уборки

#### Выводы.

Результаты исследования подвоев 54-118 и 62-396 показывает, что средняя высота побегов к моменту начала уборки у подвоя 62-396 составляет 57,7 см, у 54-118 – 79,1 см. Максимальная высота достигает 97,3 см и 166,5 см соответственно по подвоям 62-396 и 54-118. Степень облиственности составляет 56,2 листа на 1 метр длины подвоя 62-396 и 38,9 листа – у 54-118.

Жесткость на изгиб побегов клоновых подвоев яблони находится в диапазоне 0,2 ...0,8 Нм<sup>2</sup>, а прочность коры при сжатии значительно больше чем при отслоении. По-

этому, основным критерием прочности коры при проектировании рабочих органов новых машин является усилие ее расслоения, которое составляет в пределах 0,21 Н/мм.

Усилие отрыва листьев зависит от направления действия силы и составляет 13,00-16,68 Н в направлении к вершине побега и резко снижается при действии силы в направлении к его основанию и находится в пределах 2,02-2,34 Н в начале сезона и 1,39-0,95 Н – примерно через месяц. Причем нижняя граница принадлежит подвою 54-118, а верхняя – 62-396. Таким образом, лимитирующим является усилие отрыва в направлении действия силы к основанию побега при проектировании новой машины для удаления листьев с побегов клоновых подвоев яблони перед их отделением от маточных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деменко В.И. Перспективы создания садов в России на вегетативно размножаемых подвоях [Текст]/ В.И.Деменко, Б.Р. Лихов //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2009. - № 2. - С. 188-193.
2. Ланцев В.Ю. Машинные технологии для интенсивного садоводства [Текст]/ А.А. Завражнов, А.И. Завражнов, В.Ю. Ланцев, К.А. Манаенков// Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – 2011 - №8 – С. 33-35.
3. Завражнов А.А. Направления и приоритеты развития производства техники для садоводства с учетом работы в условиях ЕЭП и ВТО [Текст]/ А.А. Завражнов, А.И. Завражнов, В.Ю. Ланцев// Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012 - №3 – С.28-31.
4. Бросалин, В.Г. Параметры отводков клоновых подвоев яблони в связи с механизацией уборочных работ [Текст]/ В.Г. Бросалин, М.И. Меркулов, К.А. Манаенков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2009. – №1. – С. 86-92.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Demenko V.I. Prospects for creating orchards on vegetatively propagated stocks in Russia [Text] / V.I. Demenko, B.R. Likhov //Izvestia Timiriazevskoi sel'skohoziastvennoi akademii . - 2009. - № 2. - S. 188-193.
2. Lantsev V.Yu. Machine technologies for intensive horticulture [Text]/ A.A. Zavrazhnov, A.I. Zavrazhnov, V.Yu. Lantsev, K.A. Manaienkov // Informatsionnyi bulletin' ministerstva sel'skogo hoziaistva Rossiiskoi Federatsii. – 2011 - №8 – S. 33-35.
3. Zavrazhnov A.A. Prospects and Priorities for equipment production development in horticulture with account of operation under CES and WTO terms [Text/ A.A. Zavrazhnov, A.I. Zavrazhnov, V.Yu. Lantsev // Vestnik michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012 - №3 – S.28-31.
4. Brosalin V.G. Apple trees clonal stocks offshoots parameters due to harvesting operations mechanizing [Text]/ V.G. Brosalin, M.I. Merkulov, K.A. Manaienkov // Vestnik michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – №1. – S. 86-92.

#### **SOME PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF CLONAL STOCKS OF THE APPLE-TREE DUE TO THE MECHANIZATION OF THEIR CULTIVATION**

Brosalin V. G., Zavrazhnov A.A., Zavrazhnov A.I., Lantsev V. Yu.,  
Manaienkov K.A.

### *Summary*

The physical and mechanical properties of layers of clonal apple rootstocks characterized by a set of indicators, taking into account the structure of the plant, its resistance to stress it, its behavior during the deformation and fracture of covering tissues rootstocks, leaf breakout force and other issues have been studied. Mechanized removal of leaves from cuttings clonal rootstocks of apple tree before their separation from the parent plants eliminates manual labor in a busy period and reduces the period of preparatory work, thus providing optimal conditions for cutting vegetatively propagated rootstocks. Removing leaves before separation of layers has a goal to eliminate drying shoots after separation, as well as to facilitate their slice. This seemingly semi-skilled facilitation work sometimes hinders the main technological operation - separation of layers and significantly increases the time of its implementation. Highly qualified work of cutters is often used when conducting this operation.

**Key words:** gardening, clonal stocks nursery, shoot, bark durability, shoots rigidity on a bend, effort of leaves separation.

УДК 631.333.52

### **ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРІЗНОГО ПЛУГУ ПІДВИЩЕНОЇ СТРІЛОВИДНОСТІ НА ПІДВИЩЕННЯ ПРОТИЕРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОРАНКИ НА ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ҐРУНТАХ**

Мелентьєв О.Б., к.п.н., доц. \*

Непочатенко В.В., асп.

*Уманський національний університет садівництва*

м. Умань, Україна

Тел. +380964563878,

e-mail: melo2009@meta.ua

**Анотація.** Метою статті є дослідження з підвищення ефективності орного агрегату шляхом покращення якісних показників плоскорізного плуга підвищеної стрілоподібності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту під час 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.

Плоскорізний плуг підвищеної стрілоподібності, клиновидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту особливо ефективний на перезволожених і мокрих ґрунтах, у весняну і осінню оранках завдяки зменшенню налипання пласта до плоскоріжучої лапи. Це значно знижує тяговий опір агрегату, дозволяє підвищити його продуктивність, швидкість обробки, зменшити витрати палива на обробку, особливо на ґрунтах схильних до водної та вітрової ерозії, за рахунок безобертового відвалу, що не утворює великих скиб, а укладає подрібнену стерню у борозну.

---

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

**Ключові слова:** диференціація робочих органів, механіко-технологічні властивості, ґрунти, (адгезія) пласта, робочі органи, плоскорізний плуг, опір руху плуга, встановлення антифрикційних пристосувань, удосконалення корпусу плуга.

*Постановка проблеми.* Аналіз світового досвіду розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки виявив основні тенденції, які необхідно врахувати при створенні та освоєнні виробництва нового покоління вітчизняної сільськогосподарської техніки.

За даними досліджень науковців-агротехнологів для умов України найдоцільнішою є диференційована система обробітку ґрунту. Для технічного забезпечення необхідно мати велику гаму ґрунтообробних машин.

В умовах, коли вартість матеріально-технічних і енергетичних ресурсів значно зросла порівняно з вартістю сільськогосподарської продукції проблема енерго- та ресурсо-збереження стала пріоритетною в сільгоспвиробництві. Це поставило перед науковцями завдання пошуку шляхів зниження затрат матеріально-технічних і енергетичних ресурсів на виробництво продукції.

В результаті виконаних досліджень і вивчення світового досвіду нами сформульовані основні вимоги до ґрунтообробної техніки.

- висока якість і технологічна надійність виконання операцій обробітку ґрунту відповідно вимогам агротехніки;
- мінімальне розпилення ґрунту при взаємодії робочих органів з ґрунтом, зменшення дії водної вітрової та механічної ерозії;
- достатня технічна надійність, висока зносостійкість робочих органів, вузлів і деталей;
- оптимальні комбінації робочих органів як в окремій машині, так і агрегатних, складених з одноопераційних машин;
- зменшення питомих витрат енергії на обробіток ґрунту. [8]

*Метою дослідження* є підвищення ефективності експлуатації орного агрегату шляхом покращення якісних показників плуга під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

Вагомий внесок у результати досліджень властивостей ґрунтів і особливо їх обробітку належить Горячкіну В.П., Василенку П.М., Желіговському В.А., Погорілому Л.В., Качинському Н.А., Медведєву В.В., Соколовському О.Н., Кушнарєву А.С., Нагорному М.Н., Гукову Я.С., Панченку А.М., Прокопенку Д.Д., Корабельському В.І., Дубровіну В.О., Шевченку І.А., Пащенку В.Ф., Шиколі М.К., Морозову І.В., Bernacki H., Dencker C. та іншим, роботи яких є основою для вирішення сучасних задач землеробської механіки.

*Аналіз останніх досліджень.* Розв'язанню проблеми руху орного агрегату присвячені роботи В.П. Горячкіна, Д.А. Чудакова, П.М. Василенка, Г.Л. Кальбуса, М.Л. Гусяцького, В.А. Желіговського, А.Б. Лурье, Г.М. Синєокова, В.Я. Слободюка. [1,6]

Подальший розвиток теорії ґрунтообробних МТА відображено в роботах П.М. Заїки, Д.Г. Войтюка, Я.С. Гукова, М.П. Білоткача, М.Н. Нагірного, О.С. Барановського, Л.К. Літвінюка, В.А. Насонова, А.С. Кушнарєва, А.Т. Лебедева, В.М. Третьяка, В.О. Дубровіна, В.Т. Надикта, Г.В. Шкарівського, С.П. Пожидаєва, П.Г. Ляшенка, В.К. Крохмалю, В.Ф. Пащенко, Сала В.М., В.І. Пастухова та ін. [2,8]

*Основна частина.* Аналіз теоретичних розробок спрямованих на вивчення процесів що протікають в ґрунті свідчить про те, що в більшості випадків розгляд даних процесів здійснювався на основі відповідних теорій міцності, а моделі ґрунтів представлялися як: тверде тіло; суцільне пружне середовище; суцільне, що не стискається сипуче середовище; суцільне середовище здатне деформуватися та суцільне пружно-пластичне середовище.

Але в кожній із розглянутих гіпотез не враховувалося те, що ґрунт в реальних умовах не може бути однорідним середовищем, яке підлягає деформації. Сили зчеплення між окремими елементами різними за механічним складом також відрізняються по величині, що свідчить про те, що ґрунт в початковому стані являє собою суцільне середовище, що деформується, яке складається з окремих елементів в середині яких, між окремими частинками ґрунту діють сили зчеплення більші, ніж в граничних зонах між сусідніми елементами. За таких умов і щільність окремих елементів буде відрізнятися в певнім діапазоні значень, а її середнє значення відповідатиме загальній щільності пласта, що підлягає обробітці. При допущенні такої гіпотези стану ґрунту, як об'єкту механічного обробітці, контакт робочого органу з ґрунтом можна розглядати як стохастичний процес послідовних зіткнень поверхні робочого органу з середовищем здатним деформуватися. При цьому ґрунт представляється елементами, які характеризуються параметрами (щільність, лінійні і об'ємні розміри), зміна яких підлягає певному закону розподілу. Знання даних законів дозволило б більш точно моделювати процес кришення ґрунту математичним шляхом. На цій основі були сформульовані відповідні завдання досліджень. [7]

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. [5,6]

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 зняряддя 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 оптимізація його геометричних параметрів, підвищення якості обробітці ґрунту на перезволожених ґрунтах та підвищення протиерозійного захисту оранки.

Зазначений технічний результат досягається тим, що плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту (див. рис. 1.), має плоскоріжучу лапу 3, що закріплена на кованій стійці 1 гвинтами 6 робоча поверхня якої вкрита отворами 8 і подрібнюючу частину відвала 2 з подрібнюючими зубцями 4, закріплену на стійці 1 гвинтами 5. Робоча поверхня відвала 2 також вкрита отворами 7.

Сам плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту кріпиться до рами (не показано) через отвори 9 у стійці 1.

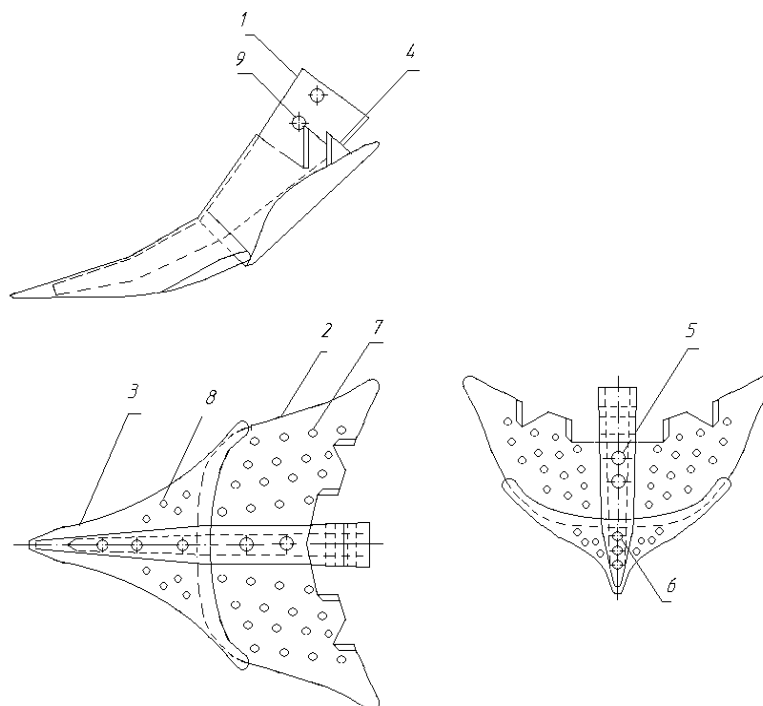


Рисунок 1 - Будова плоскорізного плугу підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту

Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту 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 збільшена клиновидність суттєво знижує опір різанню пласта ґрунту, це дозволяє використати подрібнюючу частину відвалу 2, робоча поверхня якого вкрита отворами 7, для зменшення тертя між пластом і подрібнюючою частиною-відвалу 2. Пласт ґрунту ковзаючи по подрібнюючій частині відвалу 2 потрапляє на подрібнюючі зубці 4, які розрізають пласт разом із стернею на чотири частини, які падають у борозну з певної висоти без обороту пласта у вигляді вузьких 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 штампу, 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.

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).

При безвідвальному, особливо плоскорізному, обробітку максимальні розміри

глиб формуються переважно на поверхні обробленого поля. [4,5]

Одним із шляхів вирішення задачі подрібнення агрегатів поверхневого шару може бути підбір раціональних конструктивних, технологічних та експлуатаційних параметрів відповідних типів робочих органів за результатами теоретичного аналізу. При цьому важливим критерієм достовірності результатів є можливість застосування єдиної введеної оцінки показника якості кришення. [3]

*Висновки.* Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності, клиновидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту особливо ефективний на перезволожених і мокрих ґрунтах, у весняну і осінню оранках завдяки зменшенню налипання пласта до плоскоріжучої лапи. Це значно знижує тяговий опір агрегату, дозволяє підвищити його продуктивність, швидкість обробки, зменшити витрати палива на обробку, особливо на ґрунтах схильних до водної та вітрової ерозії, за рахунок безобертового відвалу, що не утворює великих скиб, а укладає подрібнену стерню у борозну.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
3. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскар'юв, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010.– Вип. 93. – С. 40-47.
4. Пат. 91418 МПК А 01В 15/08 «Корпус плуга»/ О.О.Непочатенко, О.Б.Мелент'єв, Ю.В.Ковальчук, О.С.Пушка, С.Ф.Вольвак ; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201311777; заявл. 07.10.2013.; опубл., 10.07.2014. бюл. №13.
5. Пат. 69617 UA, МПК А01В15/00 «Корпус плуга »/ А.В.Войтік, А.Ф.Головчук, О.Б.Мелент'єв, О.С.Пушка ; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201111463 ; заявл. 18.09.2011; опубл. 10.05.12, бюл. №9
6. Сало В.М. Оцінка показника кришення ґрунту при основному безполицевому обробітку // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2006.– Вип. 36.– С. 35–40.
7. Сало В.М. Вивчення залежності пластичної деформації ґрунтів від їх фізико-механічних властивостей // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб. – Кіровоград: КДТУ, 2001.– Вип. 30.– С.47
8. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студ. вищ. навч. закл. зі спец. «Машини та обладнання с.-г. виробн.» Кн.1: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001.– 384 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. A. Boyko. New designs tillage and sowing machines / A. Boyko, M. Sviren, S. Shmat, M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 s.
2. Pastukhov V. Theoretical study of kinematic connection between elements of the



"Tractor - Tractor-mounted device - tillage machine" / V. Pastukhov, V. Olshansky, G. Fesenko, S. Skofenko // Mechanization of agricultural production: KhNTUSG Visnyk named after Peter Vasilenko. - Kharkiv, 2008.- Vol. 75, T. 2. - S. 5-11.

3. Pastukhov V. Laboratory and field studies of the arable unit with different options coupling / V. Pastukhov, S. Skofenko, G. Fesenko, A. Piskarev, V. Kachanov // Mechanization of agricultural production: KhNTUSG Visnyk named after Peter Vasilenko. - Kharkiv, 2010.- Vol. 93. - S. 40-47.

4. Pat. 91 418 IPC A 01B 15/08 « Plow body » / O. Nepochatenko, O. Melentyev, U. Kovalchuk, A. Pushka, S. Volvak.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201311777; appl. 10.07.2013; publ., 07.10.2014. Bul. №13.

5. Pat. 69 617 UA, A01V15 IPC / 00 " Plow body " / A. Voytik, A. Holovchuk, O. Melentyev, A. Pushka.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201111463; appl. 18.09.2011; publ. 10.05.12, Bul. №9.

6. Salo V. Evaluation of crushing when mainly mouldboardless soil cultivation // Design, production and operation of agricultural machinery: A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd: KNTU, 2006.- Vol. 36.- S. 35-40.

7. Salo V. The study of plastic deformation of soils depending on their physical and mechanical properties // Design, production and operation of agricultural machinery: A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd: KDTU, 2001.- Vol. 30.- S.47.

8. Sysolin P., Salo V., Kropivnyy V. Farm equipment: theoretical basis, design, design: The textbook for students of higher education in the specialty "Machinery and equipment of farming production " Book 1: Machinery for agriculture. - K. : Harvest, 2001.- 384 s.

## **PLAIN CUTTING HIGH SWEEP PLOW GEOMETRICAL PARAMETERS IMPACT AT INCREASING EROSION PROTECTION WHEN IMPLEMENTING TECHNOLOGICAL OPERATION OF PLOWING ON WETLAND SOILS**

Melentiev O.B., Nepochatenko V.V.

### *Summary*

The purpose of this article is to study the efficiency of the arable unit by improving the quality indicators of increased cutting plane plow sweep and accessories for grinding soil during the implementation of technological operations of plowing on waterlogged soils.

One way to reduce the resistance to movement of the plow is to establish anti-friction devices. Construction analysis of these plows found a number of shortcomings.

The studies formed the basis of the original technical solutions in the design of tillage implements being protected by patents.

Plow - cutting plane high sweep plow, plow - wedge and accessories for grinding soil is especially effective on wet and waterlogged soils in spring and autumn plowing by reducing adhesion formation to flatly legs. This significantly reduces the traction unit resistance, improves productivity, processing speed and reduced energy consumption for processing, especially on soils prone to water and wind erosion, by rotation without reservoir that does not form large chunks and chopped stubble enters into the furrow.

**Key words:** working parts differentiation, mechanic and technological properties, soils layer adhesion, working parts, plain cutting plow, plow movement resistance, antifrictional devices installation, plow body improvement.

УДК 631.312; 631.316.22

## АДАПТАЦІЯ ОПЕРАЦІЙ ЧИЗЕЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ДО СКЛАДНИХ ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ

Лещенко С.М., к.т.н., доц.,<sup>\*</sup>  
Сало В.М., д.т.н., проф.,  
Васильковський О.М., к.т.н., доц.,  
Петренко Д.І., к.т.н., доц.,  
Дейкун В.А., к.т.н.  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
м. Кіровоград, Україна  
Тел. +380994437084,  
e-mail: serafsgm.ua@gmail.com

**Анотація.** Традиційна система основного обробітку ґрунту, яка базується на застосуванні ґрунтообробних знарядь полицевого типу, останнім часом втрачає свої позиції і поступається безполицевим способам обробітку.

В роботі окреслені проблеми реалізації технологій безвідвального обробітку ґрунту в рослинництві. Встановлено ряд причин, як не дозволяють в повній мірі впровадити ресурсозберігаючі методи під час операцій основного обробітку ґрунту в Україні. На основі критичного аналізу розроблено конструкцію вдосконаленого комбінованого чизеля із основними робочими органами, які поєднують роботу горизонтальних та вертикальних деформаторів. На основі методики планування експерименту проведено експериментальну перевірку якості роботи комбінованого чизеля. Встановлено раціональні параметри та режими роботи машини для ґрунтово-кліматичних умов України. На основі проведеного експерименту надані рекомендації щодо виробництва чизельних ґрунторозпушувачів.

**Ключові слова:** безвідвальный обробіток, ґрунторозпушувач, комбінований чизель, горизонтальний та вертикальний деформатори, зубчастий коток.

**Постановка проблеми.** В більшості розвинених держав Європи, в США, в Канаді та ін. країнах поступовий перехід до безвідвальних ресурсозберігаючих технологій розпочався ще в другій половині ХХ століття [1-3]. Так, у 2000 році в зазначених країнах на безполицеві способи обробітку ґрунту переведено до 70% оброблюваних угідь, а до 2020 року заплановано перевести майже 100% [4]. Це пояснюється тим, що реалізація безвідвального обробітку ґрунту супроводжується суттєвим зниженням енерговитрат, підвищенням продуктивності, можливістю забезпечення сприятливих умов для накопичення в ґрунті поживних речовин, вологи, поліпшення процесів аерації і інфільтрації [3, 8, 9, 10, 11]. В Україні на 2010 рік безполицевий обробіток ґрунту реалізувався не більше як на 40-50% орних площ [11, 12, 13], що пов'язане з комплексом не тільки економічних проблем у господарствах, а і відсутністю робочих органів для безвідвального обробітку ґрунту, які є адаптованими для існуючих умов.

**Аналіз останніх досліджень.** Інтенсифікація технологічних процесів у рослинництві нашої держави чітко окреслила дві проблеми: енергетичну, яка пов'язана із загальним зростанням витрат енергії; та екологічну – пов'язану із зниженням родючості через механічну дію на структуру ґрунту [6]. Зважаючи на передовий досвід розвинених країн реальною

---

<sup>\*</sup> Публікується по рекомендації: чл.кор. НААНУ, д.т.н., проф. Кушнар'ова А.С.

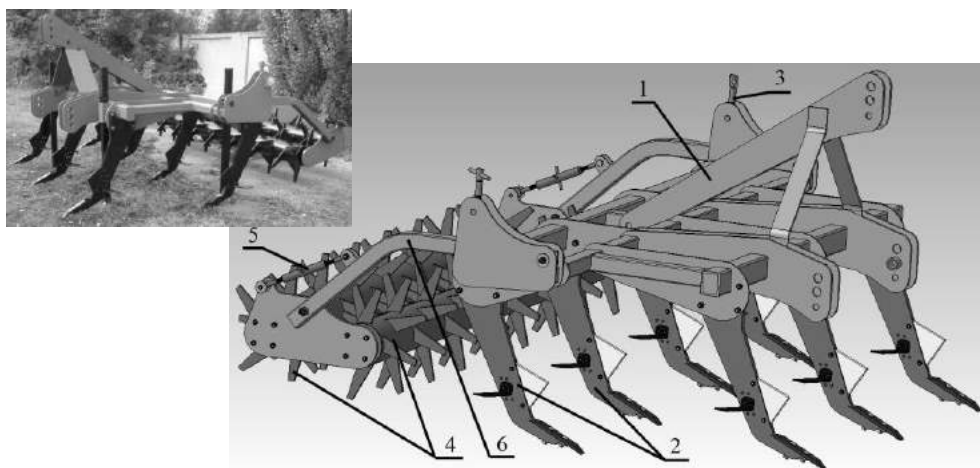
альтернативою вирішення комплексу означених проблем є впровадження технологій безвідвального обробітку ґрунту, зокрема чизельними комбінованими знаряддями.

Практичне впровадження означених технологій стримує ряд факторів, серед яких економічні, які характеризуються необхідністю придбання в господарства не тільки пального і засобів механізації, а і вкрай необхідних для поширення безполицевого обробітку ґрунту хімічних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур [5]. Наступним стримуючим фактором впровадження безвідвальних технологій виступає те, що останнім часом набули широкого вжитку такі технології збирання врожаю, при яких на поверхні полів залишається значна кількість пожнивних решток і без їх попереднього подрібнення подальший якісний обробіток полів стає неможливим, навіть із застосуванням полицевих плугів [6, 13]. Врешті під час чизельного чи плоскорізного обробітку не завжди забезпечується задовільний показник подрібнення ґрунту та його рівномірність по глибині обробітку, що передбачає вимушене застосування додаткових знарядь для доведення агрегатного складу ґрунту до рівня передбаченого агротехнічними вимогами [3, 6].

Всі перелічені стримуючі фактори реалізації технології безвідвального обробітку є тимчасовими і виступають як відображення вимушеного відхилення від загально прийнятої культури землеробства. Багаторічне застосування традиційних технологій обробки ґрунтів призводить до погіршення їх агротехнічних і фізико-механічних властивостей, зниження родючості, тому аналіз тенденцій розвитку різних напрямків землеробства свідчить про те, що перевага віддається ґрунтозахисним технологіям, які спрямовані на запобігання поширенню вітрової і водної ерозії ґрунтів, збереження і підвищення їх родючості, захисту навколишнього середовища.

В зв'язку з цим актуальним питанням сьогодення є не тільки обґрунтування оптимальних параметрів окремих робочих органів, їх взаємного розташування при сумісній механічній дії і нових прийомів обробітку, а й удосконалення існуючих та розробка нових енергозберігаючих і екологічно безпечних технологій безполицевого обробітку ґрунту та їх технічного забезпечення в складних ґрунтово-кліматичних умовах України [7, 14, 15].

*Основна частина.* Суттєвим недоліком механізованих процесів глибокого рихлення (чизелювання) без обертання скиби існуючими серійними знаряддями, особливо пересушеного ґрунту, є те, що на поверхні поля утворюється велика кількість крупних глиб із розмірами 50-100 і навіть більше 100 мм. Після таких операцій потрібні додаткові проходи агрегатів і додаткові витрати енергії для доведення поверхні ґрунту до такого стану, коли можливо проводити посів.



1 – рама; 2 – лапа чизельна; 3 – регулювальний механізм; 4 – спарений зубчастий коток; 5 – гвинт; 6 – механізм кріплення котка

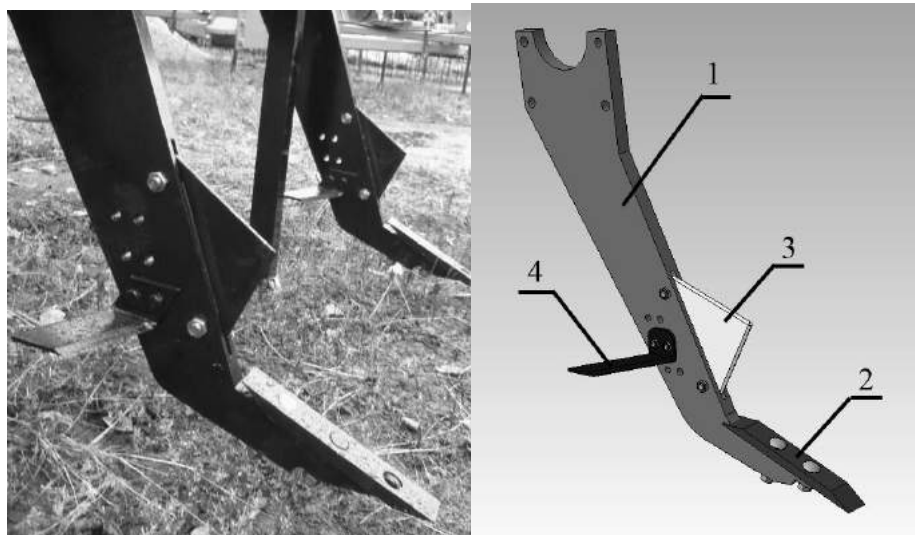
Рисунок 1 – Загальний вигляд комбінованого чизеля

З метою зниження глибистості обробленого ґрунту за один прохід, більш якісного підрізання кореневої системи рослин, і відповідно зниження витрат енергії на основі пошукових методів досліджень запропоновано вдосконалену конструкцію комбінованого чизеля з допоміжним робочим органом – спареним зубчастим котком (рис. 1). Однак для запропонованих робочих органів необхідно знайти раціональні робочі параметри і перевірити якість обробки ґрунту.

Виходячи з вищесказаного сформульовані задачі досліджень, однією із яких є знаходження раціональних значень параметрів чизельної лапи, іншою – експериментальна перевірка якості обробки ґрунту комбінованим чизелем.

Основним робочим органом розробленої машини є чизельна лапа, яка складається з стояка 1, долота 2, зуба для подрібнення брил 3 та крил 4 (рис. 2). Допоміжним робочим органом є спарений зубчастий коток 5 (рис. 1), який крім функції регулювання глибини обробітку проводить розбивання крупних грудок, заробку рослинних решток в нижні горизонти і їх перемішування на глибину 15-20 см. Залежно від умов роботи спареним зубчастим котком можна регулювати глибину обробки чизелем та інтенсивність перемішування і подрібнення часток ґрунту після чизелювання.

Під час рихлення ґрунту чизельною лапою долото 2 сколює суцільне середовище, зуб 3 інтенсивно подрібнює брили і відводить їх від стояка 1, а крила 4 крім підрізання бур'яну додатково кришать ґрунт, та залежно від їх місця розміщення на стояку можуть зменшувати нерівності дна борозни. Зміна положення крил 4 відносно дна борозни відбувається шляхом переміщення останніх відносно отворів на стояку та їх закріплення гвинтами. Аналіз процесу рихлення ґрунту запропонованою чизельною лапою дозволяє умовно виділити горизонтальні та вертикальні деформатори. До горизонтальних можна віднести долото 2 та крила 4, які підрізають кореневу систему рослин та рихлять ґрунт; до вертикальних – стояк 1 та зуб 3, які подрібнюють ґрунт та розбивають брили.



1 – стояк; 2 – долото; 3 – зуб; 4 – крила

Рисунок 2 – Чизельна лапа з горизонтальними та вертикальними деформаторами

Для проведення експериментальних досліджень виготовлено експериментальний зразок комбінованого чизеля з можливістю регулювання ряду параметрів, серед яких – відстань між лапами в ряду та відстань між рядами лап. Дослідження по пошуку раціональних конструктивних параметрів та режимів роботи запропонованого комбінованого чизеля проводилися на основі методики планування багатofакторного експерименту із використанням пакету прикладних програм STATISTICA 10. Критерієм оптимізації  $Y(k)$  виступав

показник якості кришення ґрунту, який визначався відношенням маси структурних агрегатів ґрунту розміром менше 50 мм до загальної маси навіски, виражений у відсотках. Основними впливовими факторами визначено: глибину обробки  $h$ , см; швидкість трактора,  $V$ , км/год; відстань між рядами робочих органів,  $l$ , см; відстань між робочими органами в ряду,  $b$ , см; глибину встановлення крил,  $h_k$ , мм. Під час проведення цієї серії досліджень, із врахуванням попередніх напрацювань [14], вважали, що найефективнішої роботи чизеля можна досягти при роботі обома зубчастими котками одночасно.

В таблиці 1 наведено матрицю планування експерименту у вигляді центрального композиційного плану + зіркові точки. Експериментальні дослідження проведені рандомізовано, тобто у випадковій послідовності, для виключення впливу систематичних помилок, викликаних зовнішніми факторами (наприклад неточність вимірювання тощо). Перевірка відтворюваності отриманої статистичної математичної моделі за критерієм Кохрена, адекватності за критерієм Фішера та значимості коефіцієнтів рівняння регресії за критерієм Стюдента проводилася в системі STATISTICA 10.

Таблиця 1 – Матрицю планування експерименту по визначенню раціональних параметрів комбінованого чизеля

№ пп	$x_1$ ( $h$ , см)	$x_2$ ( $V$ , км/год)	$x_3$ ( $l$ , см)	$x_4$ ( $b$ , см)	$x_5$ ( $h_k$ , мм)	$Y(k)$
1	20,00	5,90	20,00	50,00	28,00	52
2	20,00	5,90	20,00	90,00	18,00	48
3	20,00	5,90	60,00	50,00	18,00	65
4	20,00	5,90	60,00	90,00	28,00	44
5	20,00	8,90	20,00	50,00	18,00	58
6	20,00	8,90	20,00	90,00	28,00	55
7	20,00	8,90	60,00	50,00	28,00	50
8	20,00	8,90	60,00	90,00	18,00	54
9	40,00	5,90	20,00	50,00	18,00	54
10	40,00	5,90	20,00	90,00	28,00	61
11	40,00	5,90	60,00	50,00	28,00	53
12	40,00	5,90	60,00	90,00	18,00	58
13	40,00	8,90	20,00	50,00	28,00	66
14	40,00	8,90	20,00	90,00	18,00	60
15	40,00	8,90	60,00	50,00	18,00	51
16	40,00	8,90	60,00	90,00	28,00	71
17	30,00	7,40	40,00	70,00	23,00	65
18	7,25	7,40	40,00	70,00	23,00	28
19	52,75	7,40	40,00	70,00	23,00	55
20	30,00	3,99	40,00	70,00	23,00	48
21	30,00	10,81	40,00	70,00	23,00	66
22	30,00	7,40	0,00	70,00	23,00	58
23	30,00	7,40	85,50	70,00	23,00	62
24	30,00	7,40	40,00	24,50	23,00	66
25	30,00	7,40	40,00	115,50	23,00	61
26	30,00	7,40	40,00	70,00	11,62	50
27	30,00	7,40	40,00	70,00	34,38	54
28	30,00	7,40	40,00	70,00	23,00	64

Після реалізації матриці планування експерименту отримано статистичну математичну модель у вигляді рівняння регресії, що оцінює ефективність роботи комбінованого чизеля:

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & 64,247 + 4,152x_1 + 2,692x_2 + 0,079x_3 - 0,356x_4 + 0,497x_5 - \\
 & -4,259x_1^2 - 1,264x_2^2 - 0,692x_3^2 - 0,008x_4^2 - 2,23x_5^2 + \\
 & +0,875x_1x_2 - 0,5x_1x_3 + 3,125x_1x_4 + 3,25x_1x_5 - 1,125x_2x_3 + \\
 & +1,75x_2x_4 + 2,125x_2x_5 + 0,875x_3x_4 - 1,5x_3x_5 + 1,125x_4x_5
 \end{aligned} \quad (1)$$

Графічні результати статистичної математичної моделі можна представити у вигляді профілів для передбачених значень і бажаності взаємозв'язку критерію оптимізації та факторів (рис. 3).

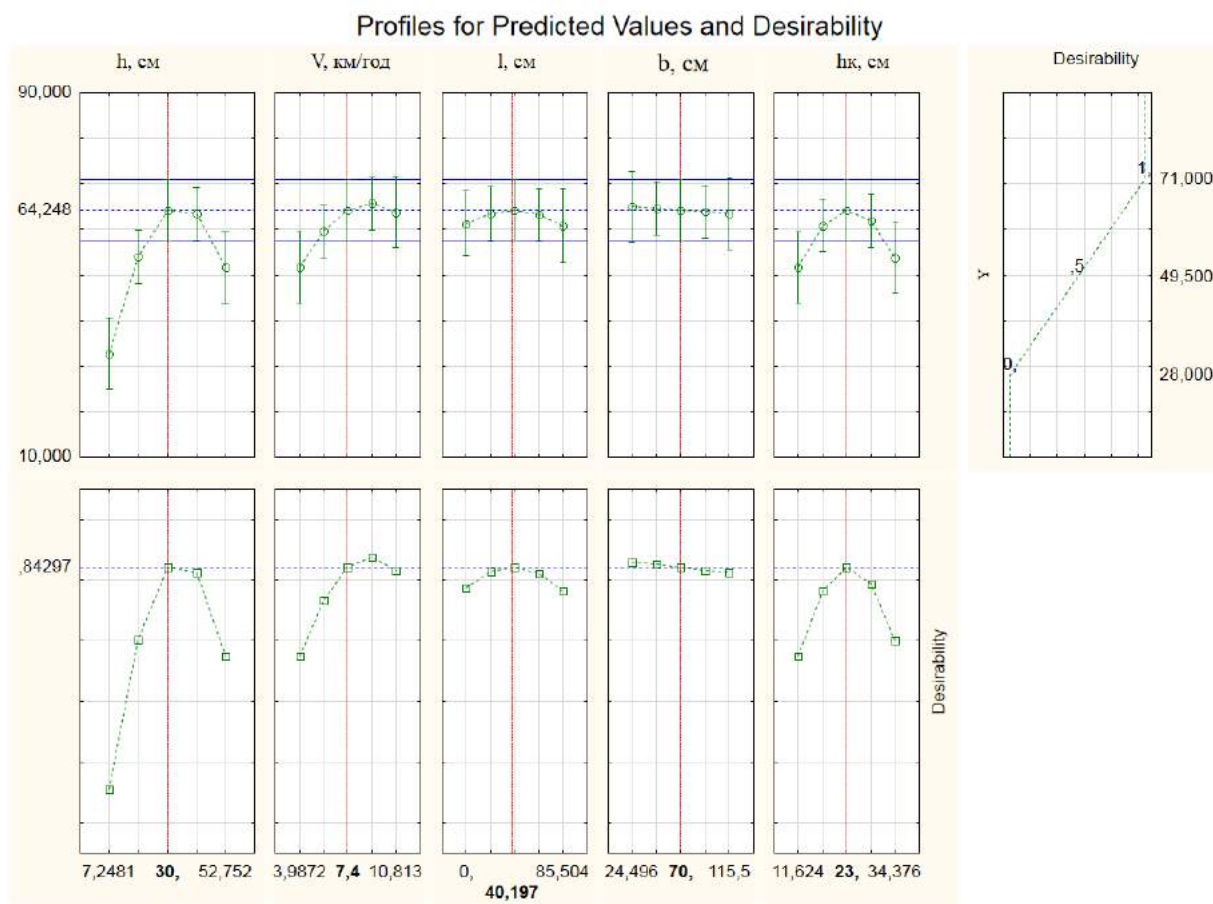


Рисунок 3 – Профілі для передбачених значень і бажаності результатів досліджень

Аналіз рівняння регресії (1) і графічного відображення результатів (рис. 3) дозволяє стверджувати, що навіть за найгіршого поєднання рівнів обраних факторів мінімальний показник якості кришення ґрунту знаходиться на рівні 28%, при цьому за найкращим поєднанням рівнів факторів значення критерію оптимізації знаходиться в межах 71%. Найбільш впливовими факторами на якісний показник рихлення є швидкість агрегату та глибина рихлення, при цьому раціональними значеннями цих параметрів є:  $h = 30 - 40$  см;  $V = 8 - 9$  км/год. Відстань між рядами робочих органів та відстань між робочими органами в одному ряду очевидно пов'язані не тільки із енерго- та металоємністю машини а й перерозподілом зон деформації ґрунту. Саме тому ці два фактори мають посиленний попарний вплив у поєднанні із глибиною обробітку. Встановлено, що задані показники якості досягаються при  $b = 80 - 100$  см. та  $l = 20 - 50$  см. Глибина встановлення

крил  $h_k$  впливає в більшій степені на профіль дна борозни (висоту гребеня між суміжними проходами лап) та призводить до додаткових енерговитрат, проте квадратична взаємодія цього фактору та його попарний вплив у поєднанні із глибиною обробки впливає і на якість подрібнення структурних агрегатів, а раціональні значення цього параметру складають  $h_k = 22 - 26$  см.

Слід зазначити, що експериментальні дослідження проводилися на полях Новоукраїнського та Кіровоградського районів Кіровоградської області. Механічний склад ґрунту – важкий і середній суглинок. Твердість ґрунту складала 0-10 см – 20-25 кг/см<sup>2</sup>; 10-20 см – 35-50 кг/см<sup>2</sup>; 20-30 см – 60-85 кг/см<sup>2</sup>.

*Висновки.* Експериментально встановлено область раціональних значень параметрів і режимів роботи комбінованого чизеля, при яких спостерігаються підвищення якісних показників роботи (коефіцієнт якості кришення ґрунту  $k = 65 - 71\%$ ):

- глибина обробки  $h = 30 - 40$  см;
- швидкість руху агрегату  $V = 8 - 9$  км/год;
- глибина встановлення крил  $h_k = 22 - 26$  см;
- відстань між робочими органами в ряду  $b = 80 - 100$  см;
- відстань між рядами робочих органів  $l = 20 - 50$  см.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Моргун Ф.Т., Шикун Н.К., Тарарико А.П. – К.: Урожай, 1988.– 256 с.
2. Сисолін П. В. Передумови виникнення та перспективи впровадження нових агротехнічних прийомів основного безполицевого обробітку ґрунту / Сисолін П. В., Сало В. М., Кошеленко І. І. // 36. наук. праць Кіровоградського інст. с.-г. машинобудування.– Вип. 2.– Кіровоград, 1998.–С. 206-211.
3. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков – К.: Нора-Прінт, – 1999.– 280 с.
4. Борисенко И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях нижнего Поволжья: Дисс... д-ра техн. наук: 05.20.01 / И.Б. Борисенко – Волгоград, 2006. – 402 с.
5. Ґрунтознавство з основами геології: Навч. пос./ О. Ф. Гнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
6. Черновол М.І., Обґрунтування перспективного напрямку в розробці ґрунтообробних машин / Черновол М.І., Сало В.М. // Вісник інженерної академії України – К., 1998.–С.72-75.
7. Ветохин В.И. Систематизация рабочих органов для рыхления почвы на основе физики процесса / В.И. Ветохин // Техника АПК №9-10, 2008, С.21-25.
8. Гуков Я.С. Механіко-технологічне обґрунтування засобів для механізації обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні: Дис... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Я.С. Гуков // ІМЕСГ УААН. – Глеваха, 1998. – 386 с.
9. Руденко Н.Е. Механизация обработки почвы: Учебное пособие. / Руденко Н.Е. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС». – 2005. – 112 с.
10. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообработки-вающих орудий: Учебное пособие / Бледных В.В. – ЧГАА, Челябинск – 2010. – 214 с.
11. Лещенко С.М. Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій. / Лещенко С.М., Сало В.М. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2013. – Вип. 43, ч.1 – С. 96-102.

12. 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.

13. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. // Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал. №10(61), 2014. – С 16-19.

14. Leschenko S. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil / Sergey Leschenko, Vasil Salo, Dmitry Petrenko. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2014. – Вип. 44 – С. 237-243.

15. 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 ім. П. Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 156 – С. 25-34.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Morhun F.T. Conservation agriculture / F.T Morhun., N.K.Shykula, A.P. Tararyko - Kiev: Vintage, 1988.- 256 s.

2. Sysolin P.V. Background of and prospects for the introduction of new agricultural practices of primary mouldboardless tillage / Sysolin P.V., Salo V.M., Koshelenko I.I. // Collection science works Kirovograd institute of agricultural engineering.- Vol. 2.- Kirovograd, 1998.- S. 206-211.

3. Hukov Ya.S. Tillage. Technology and engineering / Hukov Ya.S. - Kyiv: Nora-Print - 1999.- 280 s.

4. Borysenko I.B. Improving resource and soil conservation technologies and technical means for tillage conditions in high draughty lower Volga region: Dis. ... Dr. tehn. Sciences: 05.20.01 / I.B. Borisenko - Volgograd, 2006. - 402 s.

5. Soil basics of geology: Training. Ref. / O. F. Hnatenko, M. V. Kapshtyk, L. R. Petrenko, S. V. Vitvytskyi. - Kyiv: Orans, 2005. - 648 s.

6. Chernovol M.I. Promising direction substantiation in the development of tillage machines / Chernovol M.I., Salo V.M. // Journal of Engineering Academy of Ukraine - Kyiv, 1998.-.S. 72-75.

7. Vetokhyn V.I. Systematization of working bodies for loosening the soil on the basis of physics of the process / V.I. Vetokhyn // Technique agribusiness №9-10, 2008 S. 21-25.

8. Hukov, Ya.S. Mechanical and technological means substantiation for mechanization of soil when growing crops in Ukraine: Dis ... Dr. Sc. Sciences: 05.20.01 / Hukov, Ya.S. // IMESH UAAN. - Glevaha, 1998. - 386 s.

9. Rudenko N.Ye. Mechanization of tillage: Textbook. / Rudenko N.Ye. - Stavropol Univ SSAU "Agrus." - 2005. - 112 s.

10. Blednyh V.V. The device, calculation and tillers design: Textbook / Blednyh V.V. - CHGAA, Chelyabinsk - 2010. - 214 s.

11. Leschenko S.M. Technical support conservation of soil fertility in the system saving technologies. / Leschenko S.M., Salo V.M. // Design, production and operation of agricultural machinery. A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd, 2013. - Vol. 43, Part 1 - S. 96-102.

12. Leschenko S. Situation and Prospects of work intensification of chisel tools in order to preserve the natural fertility / S. Leschenko, V. Salo, A. Vasilkovskiy // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on opera-



tion of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16 - №2, Lublin – Rzeszów: Polish Academy of Sciences, 2014. – S. 195-201.

13. Salo V.M. Our modern logistics processes in crop / Salo V.M., Bogatirov D.V., Leschenko S.M., Savitskiy M.I. // Engineering and Technology APC. Scientific Production Journal. №10 (61), 2014. - S. 16-19.

14. Leschenko S. Experimental estimation of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil / Sergey Leschenko, Vasil Salo, Dmitry Petrenko. // Design, manufacture and operation of agricultural machinery. A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd, 2014. - Vol. 44 - S. 237-243.

15. Leschenko S.M. Experimental evaluation of the quality of chisel combined with additional horizontal and vertical deformaters / Leschenko S.M., Salo V.M., Petrenko D.I. // Journal of Kharkov National Technical University. P. Vasilenko. - Kharkiv, 2015. - Vol. 156 - S. 25-34

### **CHISEL CULTIVATION OPERATIONS ADAPTATION TO DIFFICULT SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS IN CENTRAL UKRAINE**

Leschenko S.M., Salo V.M., Vasilkovskyi O.M., Petrenko D.I., Deikun V.A.

#### *Summary*

Traditional primary tillage being based on the use of tillage implements of mouldboard type, is currently losing its position and forgoes mouldboardless methods of cultivation.

This paper outlines the implementation problems of mold technologies in crop cultivation. A number of reasons has been defined that don't allow to fully implement saving techniques during basic soil tillage operations in Ukraine. Based on the critical analysis developed the advanced design combined with chisel basic working tools that combine work horizontal and vertical deformaters has been worked out. Based on the experimental design technique has been experimentally tested the quality of the combined chisel. Rational parameters and modes of the machine for soil and climatic conditions of Ukraine have been established. Based on the experiment having been conducted the recommendations on chisel rippers production have been given.

**Key words:** moldboardless cultivation, ripper, combined chisel, horizontal and vertical engines, gear roller.

УДК 631.17:633.16

### **ПРИСТРІЙ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ**

Харитоновна А.І., асп. \*

Олексієнко В.О., к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

м. Мелітополь, Україна

Тел. +380965480390

e-mail: Kharitonova\_annushka@mail.ru

---

\* Публікується по рекомендації: чл.-кор. МААО, к.т.н., доц. Загорко Н.П.

**Анотація.** Основним напрямом вдосконалення технології солодування є прискорення процесу і зниження затрат на утворення паростків при пророщуванні ячменю. Також розглянуті пристрої, що призначені для пророщування солоду з ячменю. У статті описана запропонована на кафедрі «Обладнання переробних і харчових виробництв» ТДАТУ установка для дослідження прискореного виробництва солоду. На основі аналізу конструкції аналогічних установок поставлена задача вдосконалення пристрою для пророщування солоду шляхом зміни конструкції системи підготовки кондиціонованого повітря та солодовирощувального барабану, що забезпечує підвищення ефективності та зменшення енергетичних витрат на виконання процесу. Крім скорочення тривалості технологічного процесу запропонований пристрій знижує втрати цінних речовин зерна і покращує якість солоду.

**Ключові слова:** солод, стимуляція, пристрій, дозрівання солоду, коронний розряд, іонізаційні процеси.

**Постановка проблеми.** Однією з актуальних проблем державного рівня, що стоять перед харчовою та переробною галузями промисловості, є забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування і підвищення їх конкурентоспроможності через впровадження науково-технічних досягнень при економному витрачанні паливно-енергетичних ресурсів. Не остання роль у вирішенні цієї проблеми належить виробництву пива, якість якого залежить від показників солоду. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки і впровадження пристроїв, спрямованих на скорочення часу пророщування зерна ячменю.

**Аналіз останніх досліджень.** За останні роки з'явилося багато нових способів та пристроїв для виробництва солоду [10]. Відомо чимало способів, за допомогою яких можна стимулювати пророщування зерен. Для пояснення явищ стимуляції створюються нові теорії. На сучасному етапі актуальними і перспективними для інтенсифікації процесу виробництва солоду є такі способи як: обробка насіння ультразвуковим, ультрафіолетовим, лазерним випромінюваннями, некогерентним червоним світлом та ін., які зменшують час пророщування. Найбільш раціональним способом стимуляції пророщування зерна, на наш погляд, є спосіб одержання зелених паростків у середовищі іонізованого повітря. При обробці зерна ячменю іонами відмічено прискорення процесів солодування, скорочення тривалості технологічного циклу, а також підвищення якості і виходу готового солоду.

**Мета дослідження.** Основною метою є вдосконалення пристрою для пророщування солоду шляхом вдосконалення конструкції системи підготовки кондиціонованого повітря та солодовирощувального барабану, що забезпечить підвищення ефективності та зменшення енергетичних витрат на процес виробництва солоду.

Для досягнення цієї мети ставиться завдання розробки малогабаритної, недорогої установки, яка б забезпечила можливість зменшення часу на пророщування зерен ячменю та зниження енерговитрат на процес отримання солоду високої якості.

**Основна частина.** Відомо близько ста способів обробки насінневого матеріалу і в тому числі – за допомогою електротехнологій з використанням електрофізичних факторів [1].

Обробка насіння в електричному полі викликає стимуляцію фізіологічних процесів у насінні, що особливо чітко проявляється на ранніх стадіях розвитку. Вплив електричного поля без зарядки дає достатньо відчутний ефект, а обробка насіння іонізованим повітрям без електричного поля достовірного ефекту не дає. Крім того,

дослідженнями встановлено, що найбільш ефективна обробка відбувається при одношаровому розміщенні зерна [9].

Роботи [2, 3] присвячені розробці устаткування та впровадженню у виробництво обробки зерна коронним розрядом в постійному електричному полі, яка є екологічно чистою, оскільки при використанні озону в середовищі, яке обробляється, не залишається хімічно небезпечних продуктів розпаду. На сучасному етапі є актуальною мінімізація витрат енергії на обробку зернової продукції коронним розрядом. Використання даного способу в промислових масштабах потребує розробки заходів, направлених на підвищення безпеки технічної експлуатації технологічних установок, призначених для такої обробки. В цьому сенсі є вельми перспективним застосування імпульсних коронних розрядів з високою частотою проходження імпульсів, що стимулює ростові процеси та здійснює знезаражуючу дію на шкідливу поверхневу мікрофлору.

Серед електрофізичних способів заслуговує уваги застосування електричного поля високої напруженості, під дією якого в повітряних включеннях зернової маси відбуваються часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами [4, 5].

За результатами дослідів, які проводилися в Московській сільськогосподарській академії ім. К.А. Тімірязєва [6], передпосівна обробка насіння ячменя „Тімірязєвський 85” стимулювала ріст і розвиток рослин на всіх фазах вегетації, що призвело, у кінцевому результаті, до збільшення врожаю зерна на 20 %. Вплив електричного поля на насіння активізує діяльність ферментів, підсилює окислювально - відновлювальні процеси в обміні речовин, що призводить до збільшення росту і покращення розвитку рослин та підвищення їхньої врожайності.

В даний час розроблено досить велика кількість конструкцій установок для пророщування солоду. З теоретичних досліджень нами було обґрунтовано принципову схему пристрою для пророщування солоду, що складається з солодовирощувального барабана і системи підготовки кондиціонованого повітря у складі вентилятора, калорифера, зволожувальної камери і повітроводів [7].

Недоліком даного пристрою є те, що він не забезпечує рециркуляційного повернення енергетичного теплового потенціалу, пов'язаного з кондиціонуванням повітряних потоків для аерації пророщуваного зерна та іонізацію кондиціонованого повітря, що знижує ефективність виробництва солоду.

Найбільш близьким по конструкції є пристрій для пророщування солоду, який складається з солодовирощувального барабана, системи підготовки кондиціонованого повітря у складі вентилятора, вхідного і вихідного повітроводів, зв'язаних між собою рециркуляційним повітроводом, системи гідравлічного зв'язку калориферів вхідного і вихідного потоку повітря та калорифера температурної підготовки вхідного потоку [8].

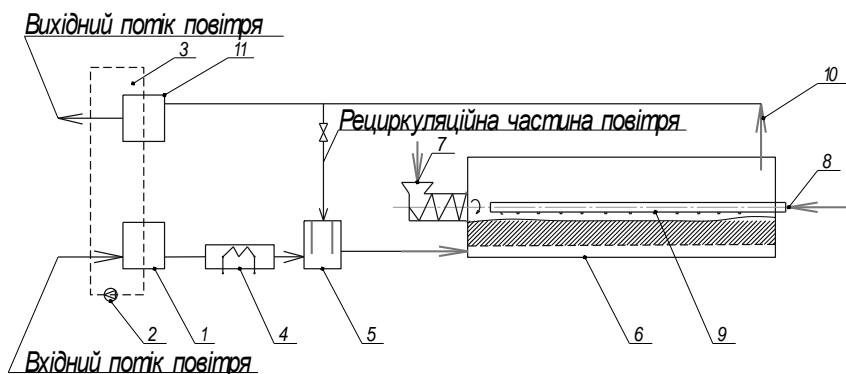
Недоліком даного пристрою є недостатня ефективність виробництва солоду, яку можливо підвищити за рахунок, наприклад, іонізації повітря, яким здійснюють продувку зерна та інтенсивним зрошуванням зерна під час пророщування.

Для усунення цього недоліку пропонується вдосконалити систему підготовки кондиціонованого повітря шляхом установки іонізатора повітря між калорифером температурної підготовки вхідного потоку та солодовирощувальним барабаном, який з'єднаний з рециркуляційним повітроводом. Солодовирощувальний барабан також може бути вдосконалений шляхом встановлення дозатора подачі зерна та зрошувальної системи.

Запропонована конструкція забезпечує рециркуляційне повернення енергетичного іонізованого потоку на повторну іонізацію та аерацію зерна у солодовирощувальному барабані, що в сукупності зі зрошувальною системою, якою

обладнано солодовирощувальний барабан, дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити ефективність процесу виробництва солоду.

Пристрій для пророщування солоду (рисунк 1) включає калорифер 1 на вхідний потік повітря; насос 2 системи 3 гідравлічного зв'язку калориферів; калорифер 4 температурної підготовки вхідного потоку; іонізатор повітря 5; солодовирощувальний барабан 6 із дозатором подачі зерна 7, лінії подачі води 8 в зрошувальну систему 9 та лінії 10 відводу відпрацьованого повітря; теплообмінник 11 на вихідний потік повітря.



Рисунк 1 – Пристрій для пророщування

Пристрій для пророщування солоду працює наступним чином. Попередньо очищене та відсортоване зерно дозатором подачі зерна 7 подається у солодовирощувальний барабан 6, який постійно обертається. Замочування здійснюють подаванням води в зрошувальну систему 9 барабана 6. Після замочування зерно пророщують. Пророщення проводять при температурі 12 - 22 °С протягом 3 - 4 діб при вологості на другу добу пророщення 43-47 %. Пророщення здійснюють при постійній продувці зерна повітрям з іонізацією  $10^3 - 10^5$  іонів на  $1 \text{ см}^3$  повітря.

Вологотемпературні показники повітря та його іонізація підтримуються рециркуляцією та змішуванням вихідного повітря з вхідним потоком свіжого повітря наступним чином. Вхідний потік повітря вентилятором подається на калорифер 1 і в результаті теплообміну з теплоносієм системи 3 гідравлічного зв'язку отримує термодинамічні параметри, наближені до номінальних, а в калорифері 4 - номінальні термодинамічні параметри. У іонізаторі повітря 5 досягається необхідна концентрація іонів і змішування вхідного потоку свіжого повітря з рециркуляційною частиною потоку. Ця суміш передається в солодовирощувальний барабан 6, проходить через шар зерна і по лінії 10 відводу відпрацьованого повітря подається у теплообмінник 11 вихідного потоку повітря. Насос 2 забезпечує циркуляцію і відповідний теплообмін між вхідним і вихідним потоками повітря в калорифері 1 та 11.

Після пророщення зерно підсушують при температурі 60 - 65 °С при постійній вентиляції та обертанні барабану 6.

*Висновки.* Таким чином, запропонований пристрій для пророщування солоду має більш високу ефективність за рахунок сумісної дії рециркуляційного іонізованого потоку повітря та зрошувальної системи. Модернізована конструкція дозволяє домогтися більш рівномірного розподілу вологи усередині шару зерна, скоротити тривалість замочування, знизити витрати води і енергії, значно активізувати потенційні можливості зерна для інтенсифікації синтезу ферментів за рахунок постійної дії іонізованого повітря на зерно під час його пророщування. Проведення сушки, яка здійснюється в одному робочому об'ємі з операціями замочування зерна та його

пророшування розширює технологічні можливості пристрою та забезпечує зниження енерговитрат на процес отримання солоду високої якості.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бадретдинов Б.Ф. Электротехнология и урожайность сельскохозяйственных культур / Б.Ф. Бадретдинов, А.А. Тюр, Я.М. Каюмов // Электрification сельского хозяйства. – 2000. – Вып. 2. – С. 90 – 92.
2. Берека О.М., Усенко С.М. Дослідження концентрації озону в зерновій масі під дією електричного поля високої напруги // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. Вип. 153. – С. 176-182.
3. Берека, О.М. Закономірності зміни питомої електропровідності насінневої маси в електричних полях високої напруги // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Т.9, №5/6. – С. 146-148.
4. Берека О.М. Часткові розряди в зерновій масі під дією електричного поля високої напруженості змінного струму / Берека О.М., Усенко С.М. // [Електронний журнал]: Енергетика і автоматика / Берека О.М., Усенко С.М. –К.:НУБіПУ, 2011. - №3.
5. Берека О.М. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля / Берека О.М., Усенко С.М. // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. Вип. 11. Том 6. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 184 – 190.
6. Стимуляция роста и развития растений предпосевной обработкой семян в электрическом поле переменного тока (50 Гц) / И.С. Смирнова, В.А. Тютюнникова, Н.Ф. Кожевникова, М.В. Котляров // Применение специальных видов электроэнергии в сельском хозяйстве. Научные труды по электрификации сельского хозяйства ВНИИЭСХ. – 1968. – Т. 22. – С. 67 – 92.
7. Домарецький В.А. Вітчизняний та світовий досвід України у виробництві пива/ В.А. Домарецький, А.М. Куц, М.В. Карпутіна, І.В. Мельник// Харчова промисловість. – Київ: НУХТ, 2012. – С. 6-9.
8. Голикова Н.В., Исаева В.С., Андреева О.В. Производство пива с использованием пшеничных зернопродуктов. – М.: АгроНИИПП, 1991.- № 10.- С. 20.
9. Сирохман І.В. Товарознавство продовольчих товарів □ І.В. Сирохман, І.М. Задорожний, П.Х. Пономарьов. – К.: Лібра, 2007. – 650 с.
10. Шатравка Ю. Пивоварний ячмінь в Україні: маленька перемога в галузі з великими перспективами [Електронний ресурс] / Сайт українського насінневого товариства: [від 18.03.2012 р.]. – Режим доступу: <http://unt.org.ua>

#### BIBLIOGRAPHY

- 1 Badretdinov B.F. Electrotechnology and crop productivity / B.F. Badretdinov, A.A. Tyur, Ya. M. Kayumov // Electrification of farming. – 2000. – Issue 2. – S. 90-92
- 2 Bereka O.M., Usenko S.M. Analysis of ozone concentration in the corn mass under electric field with high voltage // Scientific herald of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. – 2010. – Issue 153. – S. 176-182
- 3 Bereka O.M. Behavior of seed mass specific conductivity under electric fields with high voltage // Agrarian science and education. – 2008. – Vol. 9, No. 5/6. – S. 146-148
- 4 Bereka O.M. Partial discharges in the seed mass under alternating current electric fields with high voltage / Bereka O.V., Usenko S.M. // [E-magazine]: Power Engineering and Automation / Bereka O.V., Usenko S.M. – K.: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2011. – No. 3.
- 5 Bereka O.M. Partial discharges in the seed mass under strong electric field / Bereka O.V., Usenko S.M. // Research papers of Tavria State Agrotechnological University. Issue 11. Vol. 6. – Melitopol: TSAU, 2011. – S. 184-190.

6 Forcing of plant growth and development due to presowing seed treatment by alternating current electric field (50 Hz) / I.S. Smirnova, V.A. Tyutyunnikova, N.F. Kozhevnikova, M.V. Kotlyarov // Usage of special electric power types in farming. Scientific research on electrification of farming at Russia Research Institute of Agricultural Economics. – 1968. – Vol. 22. – S. 67-92

7 Domaretskyi V.A. Native and world experience of Ukraine in beer brewing. / V.A. Domaretskyi, A.M. Kuts, M.V. Karputina, I.V. Melnik // Food industry. – Kyiv: NUFT, 2012. – S. 6-9.

8 Holikova N.V., Isayeva V.S., Andreyeva O.V. Beer brewing with usage of wheat corn products. – M.: AgroRIBB, 1991. – No. 10. – P. 20.

9 Syrokhman I.V. Merchandizing of food commodities / I.V. Syrokhman, I.M. Zadorozhnyi, P.Kh. Ponamariov. – K.: Libra, 2007. – 650 s.

10 Shatravka Yu. Brewer's barley in Ukraine: a small victory in the branch with big prospects [E-resource] / Site of Ukrainian Seed Association; [of March 18, 2012].

## MALT PRODUCTION DEVICE

Kharytonova A.I., Oleksiienko V.O.

### *Summary*

The main trend in malting technology advancement is forcing of the process and reducing losses during germination breathing and sprouting. We have also studied some devices for barley germination for further malting. The device for forced corn germination is presented in the article. The unit designed at the department of “Food and processing production for investigation of forced malt production and principle of operation of the device for barley malt production have been described in the article. Having studied the above mentioned units for barley green malt production, we faced the task to improve the device for malt germination by changing the construction of the conditioned air preparation system and steeping tank to provide high efficiency and cut down expenditure of energy in the process of malt production. The proposed device for forced malting shortens duration of the technological process, reduces losses of corn nutrients and improves the quality of malt.

**Key words:** malt, forcing, device, malt maturation, corona discharge, ionization processes.

УДК 621.051

## ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Войтов В.А., д.т.н., проф. \*

Дидур В.А., асп.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенка

г. Харьков, Украина

Тел. +380577003888

e-mail: vl.didur@yandex.ua

---

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

**Аннотация.** Рассмотрено современное состояние и перспективы развития технологии производства топливных гранул (пеллет). В статье был произведен анализ сырьевой базы получения твердого биотоплива для агроклиматических условий Украины, а также проанализированы технологические процессы и оборудование используемое для производства пеллет.

**Ключевые слова:** пеллета, твердое биотопливо, технология производства, переработка отходов, солома, биомасса.

**Постановка проблемы.** Современное состояние развития Украинского общества в сельскохозяйственной отрасли характеризуется углублением интенсификации производства на основе научно-обоснованного развития оборудования и технологий, а также мирового направления экономии материальных и энергетических ресурсов. Противоречия между уменьшением сырьевых и энергетических ресурсов с одной стороны, и растущими требованиями к количеству и качеству выпускаемой продукции с другой, решается путем усовершенствования процессов технологической переработки сырья. Поиск новых видов энергии и рациональные способы переработки отходов на энергетические нужды, являются ключевыми вопросами для Украины и всего мира в целом.

**Анализ последних исследований.** На сегодняшний день внимание ученых все чаще уделяется разным видам переработки или использования в качестве энергетического сырья отходов сельскохозяйственного производства и соломы [1-4]. Использование топлива из растительной биомассы является необходимым аспектом в экономии энергоресурсов не только в Украине, а и во всем мире, о чем и свидетельствуют численные исследования ученых в этой сфере [2].

**Цель работы.** Сформулировать направления исследования технологий и оборудования для переработки соломы и других отходов сельскохозяйственного производства для получения твердого биотоплива. Проанализировать современные способы производства топливных гранул, виды используемого сырья, а также механизмы, участвующие в процессе переработки.

**Основная часть.** Топливные гранулы (пеллеты) (англ. pellets) – это твердое биотопливо, которое представляет из себя прессованные цилиндры диаметром 4 – 10 мм, и длиной 2 – 5 см (рис. 1). Их по праву можно назвать экологически чистым топливом. Сырьём для производства гранул могут быть торф, балансовая (некачественная) древесина и древесные отходы: кора, опилки, щепы и другие отходы лесозаготовки, а также отходы сельского хозяйства: отходы кукурузы, солома, отходы крупяного производства, лузга подсолнечника, куриный помет и т. д. Топливные гранулы высокого качества используют для отопления жилых домов путем сжигания в гранульных котлах, печах и каминах, а также они могут являться топливом для сжигания их на ТЭЦ. Общеизвестно, что агропромышленное производство нашей страны имеет значительный потенциал биомассы, который можно использовать, как сырьевую базу для производства твердого топлива. Согласно с экспертными оценками [2], ежегодный потенциал отходов сельского хозяйства составляет около 45 млн. тонн условного топлива (табл. 1). Также по информации Госстата Украины известно, что сельское хозяйство Украины ежегодно производит около 6–8 млн. тонн соломы, которую можно использовать в энергетических целях [5]. Часть соломы запахивают при обработке почвы как удобрение, а часть соломы используют как грубый корм или подстилка для скота, это в лучшем случае, а в худшем ее просто сжигают пря-



Рисунок 1 – Внешний вид топливных гранул

мо на полях. Из этого следует, что вопрос о рациональном использовании соломы и отходов для нужд биоэнергетики Украины остается актуальным и по сегодняшний день.

Таблица 1 – Ежегодный потенциал биомассы в сельском хозяйстве Украины [2]

Вид биомассы	Энергетический потенциал, млн. т у.т.		
	теоретический	технический	экономический
Солома зерновых культур	10,39	5,21	1,34
Солома рапса	1,65	1,15	1,15
Отходы кукурузы и подсолнечника (стебли, листья, стержни кочанов, корзинки, шелуха)	9,97	6,85	5,65
Энергетические культуры (тополь, ольха, верба и другие)	14,58	32,45	23,77

В основном технология изготовления пеллет не отличается в зависимости от типов сырья и в общем является одинаковой как для соломы, так и для отходов сельского и лесного хозяйств. Выделяют следующие технологические схемы и режимы изготовления гранул: предварительная подготовка и измельчение; сушка; гранулирование; охлаждение; упаковка. На рис. 2 приведена обобщенная технологическая схема производства топливных гранул.

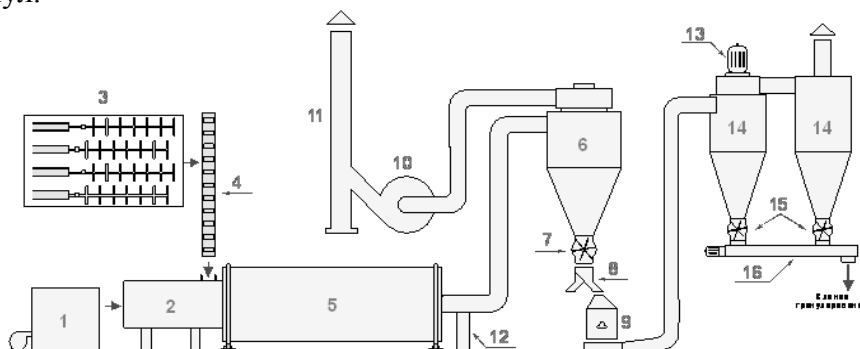


Рисунок 2 – Принципиальная схема производства пеллет

1 – Газовая горелка; 2 – Смеситель; 3 – Склад сырья; 4 – Транспортер; 5 – Барабанная сушилка; 6 – Большой циклон; 7 – Шлюзовой затвор; 8 – Делитель; 9 – Молотковая дробилка; 10 – Дымосос; 11 – Труба дымососа; 12 – Отборщик; 13 – Вентилятор; 14 – Циклоны; 15 – Дозаторы (шлюзовые затворы); 16 – Шнек;

1. На начальном этапе неравномерные по фракциям отходы дробятся до состояния опилок. Весь процесс направлен на уменьшение фракции исходного сырья, с целью "облегчения" работы прессового гранулятора. Как правило, сырье измельчается в молотковых дробилках, где в зависимости от диаметра отверстий сит, измельченный материал приобретает свой окончательный размер, рис. 3. Измельчение соломы, шелухи подсолнуха, остатков зерновых и кукурузы также выполняются на молотковых дробилках. Но измельчение соломы является наиболее сложным и энергоемким процес-

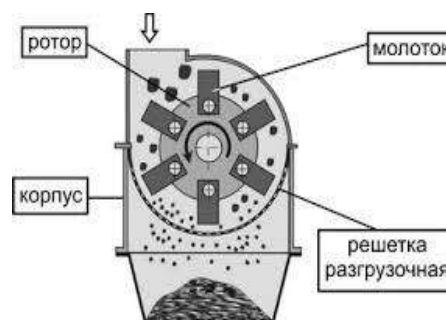


Рисунок 3 – Процесс измельчения биомассы в молотковой дробилке



сом. Молотковая дробилка не дает достаточного качества измельчения соломы для эффективного прессования [1]. Проблема в том, что КПД молотковой дробилки при измельчении соломы очень низок (5 – 10 %), это объясняется тем, что использование ударных рабочих органов не дают необходимой степени измельчения для соломы, и все из-за ее физико-механических свойств. Использование молотковой дробилки для производства твердого биотоплива из соломы будет не эффективным как минимум по двум причинам. 1. Недостаточная степень измельчения материала. Для производства пеллет с плотностью 1000 – 1200 кг/м<sup>3</sup> средний размер частиц измельченного материала должен составлять не более 300 мкм. 2. Высокие удельные энергозатраты молотковой дробилки. При среднем размере частиц после измельчения, равном 4 – 5 см, удельные энергозатраты превышают 10 кВтч/т. При повышении степени измельчения до среднего размера частиц 0,3 мм будет наблюдаться значительный рост энергозатрат. По нашему мнению для увеличения качества процесса измельчения необходима разработка или усовершенствование уже имеющихся рабочих органов, работающих одновременно на резание и истирание.

2. Этап сушки. Если в качестве сырья используется сухая солома (<13 % влажности), то этап сушки исключается. Измельченные древесные опилки, или солома с избыточной влажностью, остатки отходов сельскохозяйственного производства – подаются в сушильный барабан. Отбор лишней влаги осуществляется сверхгорячим воздухом, выработанным теплогенератором. Температура воздуха на входе равна около 400°C, на выходе – около 100°C. Заданием этого процесса является уменьшение влажности сырья с естественной влажности (40 – 55 %) до влажности, необходимой для гранулирования (8 – 12 %).

Согласно технологии в измельченное сырье перед прессованием необходимо ввести пар или воду для улучшения связующих свойств содержащегося в растительных отходах лигнина. Если в сырьевом материале количество лигнина недостаточно или произошло разложение лигнина вследствие длительного хранения, силы сцепления в грануле можно обеспечить добавлением связующих веществ во время измельчения в дробилке. В соответствии со стандартом DIN 51731 в качестве связующих веществ допускается добавлять максимум 2% зернового крахмала или муки грубого помола [6].

3. Этап прессования. Измельченные и высушенные отходы прессуют в так называемых матричных прессах. Матрицы могут быть кольцевыми или плоскими. Прессующие ролики продавливают продукт через фильеры матрицы (рис. 4). Образующиеся на выходе из матрицы цилиндрические столбики обламываются или обрезаются на необходимую длину. Самое распространенное оборудование для гранулирования это пресс ОГМ–1,5 с кольцевой матрицей; с плоской же матрицей одним из лидеров являются немецкие пресс-грануляторы фирмы KANL Group.

4. На последних этапах производства топливные гранулы подвергаются охлаждению, просеиванию и упаковке. Гранулы из пресса выходят влажными и горячими, как правило температура их достигает 90 – 120°C, поэтому, для лучшей транспортировки и хранения, они подвергаются охлаждению. Также в этом случае происходит их затвердевание. Просеивание необходимо для выделения мелкой фракции, которая затем опять по пневмотранспортеру подается в пресс-гранулятор. Фасуются гранулы тремя известными способами: в маленькие пакеты (15 – 25 кг), в большие мешки "Big bags" (800 – 2500 кг)

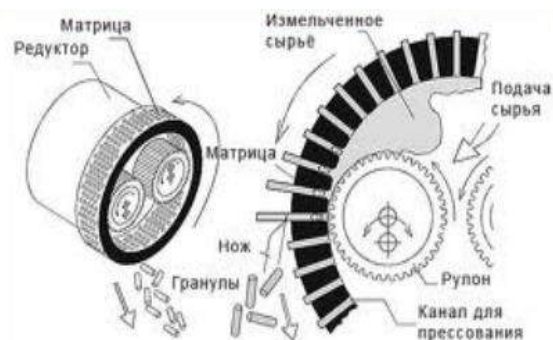


Рисунок 4 – Процесс гранулирования

или насыпью в контейнеры (10 – 20 т). При производстве топливных гранул в Европе с первого квартала 2010 г. вводится стандарт EN-plus для пеллет бытового назначения и EN-B для пеллет, используемых в промышленных предприятиях и коммунальных котельных [7]. Инициатором разработки новых стандартов выступила Германия. Введение отдельного стандарта качества для бытовых и промышленных пеллет позволит вести четкий учет потребления и контролировать качество продукции табл. 2.

Таблица 2 – Европейские стандарты качества топливных гранул EN-Standarts и немецкий стандарт DIN-plus [7]

Нормы качества	DIN-plus	EN-plus A1	EN-plus A2	EN-B
Диаметр(мм)	4–10	6 или 8	6 или 8	6 или 8
Длина(мм)	$\leq 5 \times D$	$3,15 \leq L \leq 40$	$3,15 \leq L \leq 40$	$3,15 \leq L \leq 40$
Насыпная масса (кг/м <sup>3</sup> )	-----	$\geq 600$	$\geq 600$	$\geq 600$
Теплота сгорания (МДж/кг)	$\geq 18$	$\geq 16,5$	$\geq 16,5$	$\geq 16,0$
Влажность (%)	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$
Пыль (%)	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$
Твёрдость(%)	$\geq 97,7$	$\geq 97,5$	$\geq 97,5$	$\geq 97,5$
Зольность(%)	$\leq 0,5$	$\leq 0,7$	$\leq 1,0$	$\leq 3,0$
Температура плавления золы (°C)	-----	$\geq 1200$	$\geq 1100$	$\geq 1100$
Хлор (мг/кг)	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	$\leq 0,03$
Сера (мг/кг)	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$
Азот(мг/кг)	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$
Свинец(мг/кг)	-----	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$
Хром(мг/кг)	-----	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$
Мышьяк(мг/кг)	-----	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$
Кадмий(мг/кг)	-----	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
Ртуть(мг/кг)	-----	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$
Медь(мг/кг)	-----	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$
Никель(мг/кг)	-----	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$
Цинк(мг/кг)	-----	$\leq 100$	$\leq 100$	$\leq 100$

*Выводы.* Использование альтернативного твердого биотоплива из отходов сельскохозяйственного производства позволит создать экологически безопасное топливо, экономически эффективно использовать растительные отходы, а также уменьшит использование невозобновляемых природных ресурсов. В статье был произведен анализ современного технологического процесса производства твердого биотоплива, изучены этапы переработки. Выявлены актуальные проблемы в производстве твердого биотоплива, а именно требует детального изучения процесс измельчения биомассы. Приведено оборудование для получения пеллет и европейские стандарты для оценки качества готовой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Войтов В.А. Основные уравнения моделирования измельчения биомассы в дезинтеграторе / В.А. Войтов, С.В. Дригуля, В.А. Бунецкий // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2012 – Вип. 123. – С.33-39.
2. Гелетуца Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сільського господарства та деревинна біомаса / Г.Г. Гелетуца, Т.А. Железна,

М. М. Жовмір, Ю. Б. Матвеев, О. І. Дроздова // Промислова теплотехніка, 2010, т. 32, №6. – С. 58–65.

3. Заяц Ю.А. К вопросу организации производства гранулированного биотоплива (пеллет) // Альтернативное топливо. – 2010. – № 4 (32). – С. 38–43.

4. Панченко Н.М. Солома як джерело енергії / Н.М. Панченко, Р. Титко, В.М. Калиниченко, Р.С. Кордубан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2010 – Вип. 104.-С.104-110

5. Публикация Государственной службы статистики Украины. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

6. Севастьянова С.Н. Биоэнергетика. Древесные (топливные) гранулы / С.Н. Севастьянова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №10.

7. EN-plus Standart.–[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.enplus-pellets.eu](http://www.enplus-pellets.eu)

8. Torben Skott, BioPress Straw to energy in Denmark / Agro Business Park A/S. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.agropark.dk](http://www.agropark.dk).

#### BIBLIOGRAPHY

1. Vojtov V.A. Basic grinding biomass disintegrator modeling equations / V.A. Vojtov, S.V. Dryhulya, V.A. Buneckyj // Visnyk XNTUSH im. P. Vasylenka. – X.: XNTUSH, 2012 – Вуп. 123. – S.33-39.

2. Heletuha H.H. Evaluation of the energy potential of biomass in Ukraine. Part 1. agricultural waste and wood biomass / H.H. Heletuha, T.A. Zhelezna, M. M. Zhovmir, Yu. B. Matveyev, O. I. Drozdova // Promyslova teplotehnika, 2010, t. 32, №6. – S. 58–65.

3. Zayats Yu.A. To the problem of the production organization of granulated biofuel (pellets) // Alternative Fuels. – 2010. – № 4 (32). – S. 38–43.

4. Panchenko N.M. Straw as energy source / N.M. Panchenko, R. Tytko, V.M. Kalynychenko, R.S. Korduban // Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. – Kh.: KhNTUSH, 2010 – Вуп. 104. – S. 104–110.

5. Publication of the State Statistics Service of Ukraine. – [Electronic resource]. – Access mode: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

6. Sevast'ianova S.N. Bioenergy. Wood (fuel) granules // Vestnik Orenburhskoho ho-sudarstvennoho universiteta. – 2009. – №10.

7. EN-plus Standart . – [Electronic resource]. – Access mode: [www.enplus-pellets.eu](http://www.enplus-pellets.eu)

8. Torben Skott, BioPress Straw to energy in Denmark / Agro Business Park A/S. – [Electronic resource]. – Access mode: [www.agropark.dk](http://www.agropark.dk).

#### TECHNICAL LEVEL OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR AGRICULTURAL WASTE PROCESSING

Voitov V.A., Didur V.A.

#### *Summary*

The current situation and prospects of development of the production technology of fuel granules (pellets) was considered. In article was analyzed The source of raw materials for receiving solid biofuel for the agroclimatic conditions of Ukraine has been considered in the article as well as the technological processes and the equipment used for production solid biofuel have been analyzed.

**Key words:** pellets, solid biofuel, production technology, processing of agricultural waste, straw, biomass.

УДК 631.313

## **ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ПЛУГА НА ВЕЛИЧИНУ ТЯГОВОГО ОПОРУ І ЯКІСТЬ РОЗПУШЕННЯ ҐРУНТУ**

Теслюк Г.В., к.т.н., доц. \*

Волик Б.А., к.т.н., доц.

Брижатий І.Ю., асп.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

м. Дніпропетровськ, Україна

e-mail: volikb@ukr.net

**Анотація.** В роботі наведені результати польових досліджень залежності тягового опору корпусу дискового плуга та якісних показників розпушення ґрунту від кінематичного режиму його роботи. Досліджувались режими роботи з пробуксовуванням, без пробуксовування, повністю загальмований диск. Запропонована конструкція спеціального тензометричного візка зі стояком, що дозволяє змінювати кути постановки диска до вертикалі і напрямку руху. Отримані раціональні значення цих кутів для сферичного і плоского дисків для ґрунтових умов Дніпропетровської області. Підтверджена робоча гіпотеза про те, що основні переваги дискових робочих органів обумовлені їх обертанням довкола осі кріплення. Встановлена диференціація умов використання дисків різного конструктивного виконання. Так, плоскі суцільні диски доцільно застосовувати в умовах, коли треба мінімізувати обертання шару ґрунту. Плоскі диски з внутрішніми вирізами ефективніше використовувати на ґрунтах, схилих до повітряної і водної ерозії. Умови застосування сферичних дисків аналогічні умовам полицевого плуга.

**Ключові слова:** плуг дисковий, кінематичний режим, тяговий опір, якість розпушення.

**Постановка проблеми.** Ґрунтообробні агрегати, в основу яких закладені дискові робочі органи (дискові борони, луцильники, дискатори, дискові плуги) знаходять все більше поширення. Позитивні якості таких агрегатів незаперечні: суттєво менший тяговий опір, можливість регулювати якість розпушення шару ґрунту шляхом зміни кутів постановки диска до вертикалі і напрямку руху. Основні переваги дискового плуга обумовлені обертанням його диска довкола осі кріплення [3, 6, 9]. Завдяки цьому зменшуються сили тертя, що виникають при відносному русі шару ґрунту по поверхні робочого органу. Оптимальний варіант – повна відсутність відносного переміщення шару ґрунту до самого моменту сходження з робочої поверхні диска. Але такий режим не виконується і пробуксовування диска є невід'ємною частиною технологічного процесу. Існує складова тягового опору, яка відповідає саме за пробуксовування і являє собою нераціональні витрати тягового зусилля.

Більшість конструкцій дискових плугів не мають механізму зміни кута постановки дисків до вертикалі. Це обмежує можливість впливати на якість розпушення. В окремих роботах, наприклад [3,5,6,9] аргументовано його раціональні значення для конкретних ґрунтових умов, які в основному співпадають з прийнятими в серійних конструкціях. Таким чином, існує проблема практичного відпрацювання конструктивних параметрів і кінематичного режиму роботи дискового плуга.

---

\* Публікується по рекомендації: чл.-кор. НААНУ, д.т.н., проф. Кушнарьова А.С.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналізом літературних джерел встановлено ряд робіт, в яких наведені результати аналітичних і практичних досліджень дискових робочих органів. Найбільш ґрунтовні дослідження виконані С.Г.Мударісовим [6] і А.М. Семенютою [5,9].

С.Г.Мударісов аналітично обґрунтував співвідношення діаметра і кривизни диска, кут його постановки до напрямку руху. Для забезпечення раціонального кінематичного режиму автором запропонована оригінальна конструкція знімача шару ґрунту у формі сферичного диска. Аналітично обґрунтовані і практично відпрацьовані його конструктивні параметри.

А.М.Семенюта запропонував оригінальну аналітичну модель взаємодії диска з ґрунтом. Диск розглядається як поверхня, що утворена переміщенням у просторі криволінійної утворюючої, що надає можливість використати елементи моделі полицевого плуга. На підтвердження висунутих положень аватором був виконаний великий обсяг експериментальних досліджень в ході яких, були встановлені раціональні кути постановки дисків до напрямку руху ( $\alpha = 40^\circ$ ) і до вертикалі ( $\beta = 26^\circ$ ). Автором також була аргументована і екпериментально відпрацьована конструктивна схема машини з точки зору отримання раціональної форми борозни.

Діаметр диска має суттєвий вплив на його пробуксовування, особливо при зміні кутів його постановки. Дослідження в цьому напрямку виконані А.М.Есояном [4], який обґрунтував аналітичну залежність раціонального діаметра від глибини оранки і кутів постановки у просторі.

Слід відмітити, що в наведених дослідженнях за раціональний кінематичний режим прийнята поступова швидкість агрегату, тобто вплив пробуксовування диска не враховувався. В той же час в ряді досліджень акцентується увага на наявність пробуксовування [1,7,10], але його вплив на якісні показники роботи детально не досліджувався.

*Мета досліджень.* Шляхом експериментальних польових досліджень встановити вплив пробуксовування диска на тяговий опір і якісні показники розпушення ґрунту.

*Основна частина.* Програмою досліджень були передбачені експерименти по визначенню тягового опору і якісних показників розпушення з використанням плоских (суцільного і вирізного) та сферичного дисків в трьох режимах : з пробуксовуванням, без пробуксовування і при повністю загальмованих дисках. Робота виконувалась з використанням спеціального тензометричного візка (рис.1, [9]), який був розроблений для даної серії експериментів. Особливість конструкції полягає в наявності спеціальних гумових амортизаторів, завдяки релаксаційним властивостям яких були значною мірою погашені коливання в системі.



Рисунок 1 – Загальний вид тензометричного візка

Основні експериментальні дослідження з використанням дослідного зразка агрегату проводились на полях ТОВ «Аврора» Оріхівського району Запорізької області, заміри тягового зусилля з використанням тензOMETричного візка на дослідному полі ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ».

Для оцінки якості розпушення ґрунту використовують коефіцієнт структурності  $K_{СТ}$ , який визначається як відношення вмісту агрономічно цінних агрегатів (0,25 – 10 мм) до вмісту суми агрегатів приведеним діаметром менше за 0,25 мм та грудок, більше за 10 мм. Для визначення гранулометричного складу використовується решітний класифікатор.

На відміну від загальноприйнятої методики, нами відділялась окремо тільки фракція, яка пройшла решето з діаметром 10 мм. Але, всю взятую пробу просіяти через таке решето дуже складно. Тому, використовувались всі решета для попереднього відділення великих агрегатів.

Спеціально виготовлена рамка  $1,0 \times 0,25$  м накладалася на оброблену поверхню і в її межах знімався шар ґрунту до дна борозни. Знятий ґрунт зважувався і висипався у верхнє решето решітного класифікатора і по чергово просіювався на решетах.

Враховуючи те, що решітний класифікатор мав мінімальні отвори діаметром 10 мм, то цим решетом практично і відділялись агрономічно цінні агрегати. Як показала практика, відокремлення агрегатів менших за 0,25 мм вносить похибку не більше 2...3%, що менше за точність самого експерименту. Таким чином, з достатньою точністю можна прийняти:

$$K_{СТ} = \frac{A}{B-A} \quad (1)$$

де  $A$  – маса агрегатів, відсіяних решетом 10 мм;

$B$  – загальна маса взятої проби.

Для оцінки ступеня розшарування ґрунту, гранулометричний склад оцінювали на двох рівнях: вище денної поверхні (горизонт  $h$ ) і нижче денної поверхні (горизонт  $a$ ).

Контрольні ділянки ідентифікували наступним чином.

Після проходу агрегату вибирали найбільш характерну ділянку. Впоперек борозни на відстані 1,0 – 1,2 м вкладали дві координатні рейки 1 і втрамбовували їх до повного контакту з поверхнею необробленого ґрунту. Відстань між рейками визначає довжину контрольної ділянки за напрямком руху агрегату. Одночасно, рейки визначають рівень денної поверхні за всім обробленим профілем, тобто розмежовують горизонти вище та нижче денної поверхні.

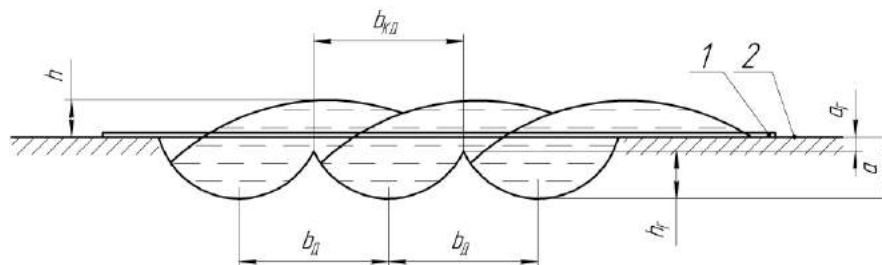


Рисунок 2 - Схема до методики пошарового визначення якості розпушення ґрунту: 1 – координатна рейка; 2 – рівень денної поверхні.

$b_{кд}$  – контрольна ділянка;  $a$  – глибина робочого ходу;  $a_{г}$  – глибина розташування непорушеного гребеня відносно денної поверхні;  $b_{д}$  – відстань між дисками;  $h$  – максимальна висота спущення ґрунту;  $h_{г}$  – висота непорушеного гребеня над дном борозни

Ширину контрольної ділянки  $b_{КД}$  визначали як відстань між двома суміжними непорушеними гребенями за допомогою профілометра.

Дослідження проводились при раціональних кутах постановки диска : до напрямку руху  $\alpha = 40^{\circ}$  і до вертикалі  $\beta = 26^{\circ}$  [9], оптимальній заміряній швидкості  $V_p = 3,41$  м/с, твердості ґрунту 3,8 – 4,1 Мпа. Діаметр дисків – 650 мм, радіус кривизни сферичного диска – 650 мм. Режим роботи без пробуксовування забезпечувався наявністю ґрунтозацепів з тильного боку дисків.

Попередні дослідження були виконані з використанням трикорпусного варіанту плугів (рис.3.).

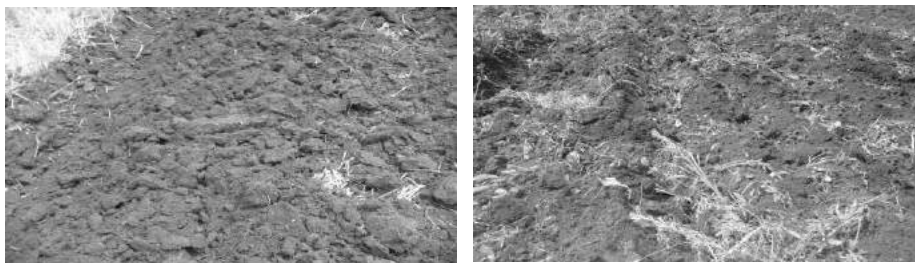


Рисунок 3 – Дослідний зразок плуга у варіанті комплектації вирізними плоскими дисками

Дослідження саме в такому варіанті дозволяють відстежити профіль дна борозни і стикові смуги. Глибина робочого ходу 22 см. До глибини 25 см працездатність зберігається, але були відмічені технологічні відмови.

Візуальним спостереженням за агрегатами встановлено, що якість роботи відповідає агротехнічним вимогам. Агрегати стало виконують технологічний процес на швидкостях у діапазоні III – V передач трактора МТЗ-82, але робота на IV передачі методом експертної оцінки визнана оптимальною. На меншій швидкості не забезпечується достатня продуктивність, на більшій – шар ґрунту відкидається на відстань, що перебільшує ширину борозни від диска.

Шлях занурення на робочу глибину становить 1,2 м при роботі на III передачі, 0,7 м - відповідно на IV для всіх трьох варіантів комплектації. На інших передачах не досліджувалось. Різниця у виконанні технологічного процесу плугами з плоским і сферичним дисками відстежується чітко (рис.4.).



*а*

*б*

Рисунок 4 – Характерні ділянки після обробки сферичним (а) і плоским (б) дисками

Після проходу сферичного диска поверхня більш однорідна (рис.4,а), що можна пояснити більш інтенсивним розпушенням і перемішуванням шарів. Плоский диск

практично не обертає шар і тому поверхня поля гребниста і на ній збережена рослинність (рис.4,б). Профіль дна борозни ідентичний. Результати експериментальних досліджень тягового опору представлені на рис. 5.

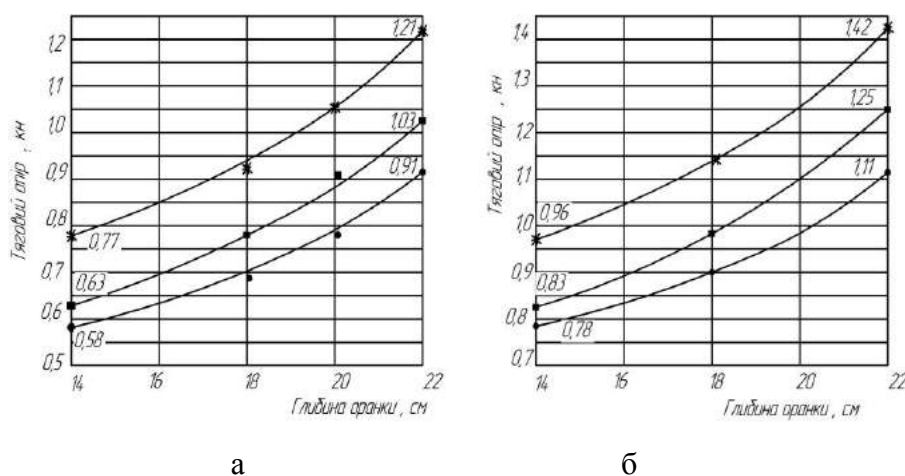


Рисунок 5 – Залежність тягового опору дисків від режиму роботи і глибини оранки:  
а- плоский диск з внутрішніми вирізами; б - сферичний

\* - режим загальмованого диска; ■ – режим з пробуксовуванням; ● – режим без пробуксовування

Аналіз наведених залежностей показує наступне. Тяговий опір залежить від режиму роботи як плоского, так і сферичного дисків. При цьому, для плоского диска різниця між суцільним і з внутрішніми вирізами не суттєва. Поперечна складова тягового опору не досліджувалась, але трактористом відмічається більш легке керування плугом з плоскими дисками. Аналіз наведених залежностей показує наступне. Диск у всіх варіантах виконання в активному режимі має тяговий опір на 17-20% менший за пасивний. Практично це і є складова сил тертя. Підтвердженням цього положення є те, що полицевий плуг за тяговим опором практично близький до загальмованого дискового. Нелінійність залежності пояснюється тим, що зі збільшенням глибини оранки збільшується і ширина захвату. Абсолютні значення тягового опору говорять про те, що п'ятикорпусний варіант плуга може бути агрегований з трактором типу МТЗ-82. Якість розпушення визначали пошарово у відповідності до наведеної вище методики. Результати взяття проб представлені в табл.1.

Таблиця 1 - Відсотковий вміст грудок у взятих пошарово пробах ґрунту після проходження плуга у різних варіантах комплектації

	Відсотковий вміст агрегатів, %		Коефіцієнт структурності
	< 10 мм	> 10 мм	
Сферичний диск			
- верхній шар	27,4	72,6	0,38
- нижній шар	31,6	71,2	0,44
Плоский суцільний			
- верхній шар	24,3	75,7	0,32
- нижній шар	15,4	81,2	0,19
Плоский вирізний			
- верхній шар	10,1	89,9	0,11
- нижній шар	24,6	80,8	0,30

Аналіз даних табл.1 показує, що сферичний диск практично однаково формує як



нижні, так і поверхневі горизонти. Плоский сферичний виносить мілкі агрегати з дна борозни, а плоский вирізний – сприяє паросипанню мілких агрегатів в нижні горизонти.

#### *Висновки.*

Проведеними дослідженнями підтверджено, що основні показники роботи дискових робочих органів як якісні, так і енергетичні залежать від радіусу їх кривизни і кінематичного режиму.

Встановлена диференціація умов використання дисків різного конструктивного виконання. Так, плоскі суцільні диски доцільно застосовувати в умовах, коли треба мінімізувати обертання шару ґрунту. Плоскі диски з внутрішніми вирізами ефективніше використовувати на ґрунтах, схилих до повітряної і водної ерозії. Умови застосування сферичних дисків аналогічні умовам полицевого плуга.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Волик Б.А. Влияние углов установки дисков дискового плуга на структурно-агрегатный состав почвы и тяговое сопротивление орудия / Б.А. Волик, И.И. Махмудов, А.Н. Семенюта // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве (30 января–1 февраля 2013 г.); ВГАУ. – Волгоград, 2013. – Т. 2 – С. 108–113.

2. Ганженко О.М. Обґрунтування параметрів дискового робочого органу з внутрішніми вирізами : Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Механізація сільського господарства / О.М.Ганженко – Глеваха, 2010. – С.177 – 183.

3. Дудак С. М. Дискові ґрунтообробні знаряддя: основні параметри та особливості / С. М. Дудак // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук.-техн. зб. – Глеваха: ННЦ ІМЕСГ, 2007. - Вип. 91.- С. 17-19.

4. Есоян А. М. К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин / А. М. Есоян, П. А. Тонапетян, А. А. Аракелян // Известия Государственного аграрного университета Армении. – Ереван, 2006. -№2. – С. 56- 58

5. Математична модель дискового плуга / А. М. Семенюта, О. В. Білокопитов, Б. А. Волик В. О. Колбасін // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь, 2010 - Вип.10, т.8. - С. 169 - 176.

6. Мударисов С. Г. Дисковые орудия с адаптирующимися рабочими органами / С. Г. Мударисов // Картофель и овощи.– 2005 - №4.– С.30 - 31.

7. Обоснование конструктивно - режимных параметров дисковой секции при эксплуатации на влажных почвах / [В. Е.Кириченко, З. У. Болоташвили, Е. П. Болоташвили и др.] // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Сер.: Технічні науки – Луганськ, 2011. - №30. – С.13 –32.

8. Панченко А. Н. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их эффективности для энергосберегающих технологий: учебное пособие / А.Н. Панченко. – Днепропетровск: ДГАУ, 1995. – 96 с.

9. Семенюта А.М. Обґрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис..на здобуття ступеня канд.. техн. наук / А.М.Семенюта. – Мелітополь, 2014. – 23 с.

10. Шевченко І. А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА. - Мелітополь, 2001. – Вип. 2, т.16.— С. 13 - 20.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Volik B.A. Effect of discs angles setting of disc plow on the soil structure and plowing resistance / B.A. Volik, I.I. Makhmudov, A.N. Semeniuta // Integration of science and

production – strategy of sustainable development of AIC of Russia in WTO: materials of International Research and Training Conference in Commemoration of the 70<sup>th</sup> Anniversary of Victory in the Battle of Stalingrad (January 30<sup>th</sup> to February 1<sup>st</sup>, 2013); VSAU. – Volgograd, 2013. – V. 2 – S. 108-113.

2. Ganzhenko O.M. Substantiation of parameters of the disc working element with internal notches: Interdepartmental thematic collection of research papers "Mekhanizatsia Silskoho Hospodarstva" (Mechanization of Agriculture) / O.M. Ganzhenko – Glevakha, 2010. – S. 177-183.

3. Dudak S.M. Disc tillage equipment: basic parameters and characteristics / S.M. Dudak // Mechanization and electrification of agriculture: Interdepartmental thematic collection of research papers – Glevakha: National Scientific Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture", 2007. – Ed. 91. – S. 17-19.

4. Esoyan A.M. To the theory of optimization of parameters of concave disks of tillage machines / A.M. Esoyan, P.A. Tonapetyan, A.A. Arakelyan // News of Armenian National Agrarian University. – Erevan, 2006. – No.2. – S. 56-58.

5. Mathematical model of disk plow / A.M. Semenyuta, O.V. Bilokopytov, B.A. Volik, V.O. Kolbasin // Proceedings of Tavria State Agrotechnological University – Melitopol, 2010 – Ed. 10, V. 8 – S. 169-176.

6. Mudarisov S.G. Diskers with adaptable working elements / S.G. Mudarisov // Potatoes and Vegetables. – 2005 – No.4. – S.30-31.

7. Substantiation of design and operating parameters of disk section during operation on wet soils / [V.E. Kirichenko, Z.U. Bolotashvili, E.P. Bolotashvili and others] // Scientific bulletin of Lugansk National Agrarian University. Ser.: Engineering sciences – Lugansk, 2011. – No.30. – S.13-32.

8. Panchenko A.N. Analytical method for determining plowing resistances of tillage and soil cultivating machinery and assessment of their effectiveness for energy saving technologies: textbook / A.N. Panchenko. – Dnipropetrovsk: DSAU, 1995. – 96 s.

9. Semenyuta A.M. Substantiation of disk plow design scheme, parameters and operating modes: synopsis of Ph.D. thesis in Engineering Science / A.M. Semenyuta. – Melitopol, 2014. – 23 s.

10. Shevchenko I.A. Substantiation of geometric parameters of disc working elements / I.A. Shevchenko // Proceedings of TSATU. – Melitopol, 2001. – Ed. 2, V. 16. – S. 13-20.

## **STRUCTURAL AND KINEMATIC PARAMETERS EFFECT OF DISK PLOW ON PLOWING RESISTANCE VALUE AND SOIL PULVERIZATION QUALITY**

Tesliuk G.V., Volik B.A., Bryzhatyi I.Y.

### *Summary*

The paper presents the results of field studies of dependence of the plowing resistance of the disk plow body and indicators of soil pulverization quality on the kinematic mode of its operation and design parameters of the plow body. Operating modes with skidding, without skidding and with a fully locked disc have been studied. The authors of this paper propose a design of a special strain gauge carriage enabling to change disk setting angles to the vertical line and towards the direction of movement. Rational values of these angles for concave and flat discs for the soil conditions in the Dnipropetrovsk region have been obtained. The hypothesis that the main advantages of the disk working elements are conditioned upon their rotation about the mounting axis has been confirmed. A differentiation of conditions of utilization of disks of various designs has been made. Thus, flat solid discs are suitable for use in conditions where it is necessary to minimize turning of the furrow slice. Flat discs with inter-

nal notches are better to use on soils vulnerable to wind and water erosion. The conditions of use of concave disks are similar to those of a moldboard plow.

**Key words:** disc plow, kinematic mode, plowing resistance, pulverization quality.

УДК 631.362.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ІНЕРЦІЙНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Петренко Д.І., к.т.н., доц.,<sup>\*</sup>  
Васильковський О.М., к.т.н., доц.,  
Лещенко С.М., к.т.н., доц.,  
Нестеренко О.В., ас.  
*Кіровоградський національний технічний університет*  
м. Кіровоград, Україна  
Тел. +380663460725  
e-mail petrenko.dimitriy@gmail.com

**Анотація.** Визначено, що для інтенсифікації пневмосепаруючих пристроїв виникає необхідність створення умови для більш ефективної взаємодії повітря з зерновим матеріалом. Цієї мети можна досягти як за рахунок раціонального способу введення матеріалу до пневмосепаруючих каналів, так і за рахунок вирівнювання повітряного потоку по перерізу каналу. Застосування ж багатофункціональних робочих органів, які здатні виконувати кілька операцій одночасно дає змогу значно знизити габаритні параметри сепаратора, його масу та енергоємність технологічного процесу. Виходячи з наведеного вище, запропоновано нову схему інерційної пневматичної зерноочисної машини (ПЗМ) з однократним очищенням зернової маси повітряним потоком. За результатами проведених досліджень обґрунтовано конструктивне рішення, параметри та режими роботи запропонованого інерційного повітряно-решітного сепаратора.

**Ключові слова:** очищення зерна, інерційна пневматична зерноочисна машина, лопатевий ротор.

**Постановка проблеми.** Останнім часом все більшого значення в собівартості виробництва сільськогосподарських культур відіграє підготовка якісного посівного матеріалу. Однією з найбільш трудомістких і вартісних операцій при цьому є очищення зерна від домішок та доведення його до базисних кондицій [1].

Очищення зернових сумішей здійснюється головним чином з застосуванням, переважно, плоскорешітних зерноочисних машин, які характеризуються низькими показниками питомої продуктивності сепарації, оскільки розділення зернового матеріалу здійснюється на решетах під дією гравітаційних сил. Крім того ці машини є достатньо великогабаритними і мають високу вартість, що робить їх практично недоступними для малих фермерських господарств [2, 3].

Аналіз апріорної інформації вказує на те, що розділення зернових сумішей в інерційному силовому полі дозволяє суттєво підвищити питому продуктивність решіт-

---

\* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф. Михайлова Є.В.

них сепараторів [3, 4]. В ході вивчення питання підвищення питомої продуктивності сепарації існуючими технічними засобами встановлено, що їх більшість не відповідає умовам простоти конструкції і надійності роботи. Для усунення цих недоліків і вирішення задачі по створенню вітчизняних зерноочисних машин на базі високоефективних решітних сепараторів, необхідно продовжувати їх дослідження і вдосконалення.

*Аналіз останніх досліджень.* До сепараторів, які характеризуються використанням разом з гравітаційними, інерційних сил для інтенсифікації процесу сепарації, відносяться віброцентрифуги з вертикальною або похилою віссю обертання та швидкохідні циліндричні решета, що мають вертикальну, горизонтальну або похилу вісь обертання, оснащені активними чи пасивними пристроями для підвищення ефективності сепарації [3, 4]. Вони мають пристрої для очищення робочих отворів від забивання. Особливістю роботи вказаних машин являється те, що технологічний процес протікає на їх робочих органах при значеннях показника кінематичного режиму:  $K \gg 1$ . Швидкохідні циліндричні решітні сепаратори з внутрішніми пристроями дозволяють збільшити питому продуктивність сепарації за рахунок зменшення протяжності фази відносного спокою шару зерна на поверхні та збільшення сили його тиску на решето.

Машини даного типу, в яких використовуються відцентрові сили інерції, мають показники питомої продуктивності в кілька раз вищі ніж гравітаційні, при аналогічних показниках повноти виділення. Однак інтенсифікація процесу призвела також і до негативних наслідків. Одним з основних негативних явищ, що стримує широке застосування вказаних робочих органів є травмування зерна зерноприймальниками, очищувачами робочих отворів, власне циліндром, що обертається та ін. Крім цього недоліку, притаманного всім сепараторам, є недолік характерний тільки для віброцентрифуг – наявність вібраційного руху у частин, що мають значну масу, в результаті якого виникають неврайоновані сили інерції, які передаються на корпус і слугують джерелами додаткових напружень у вузлах машини.

Практично безмежні можливості інтенсифікації процесу сепарації мають робочі органи наступного покоління [5 - 8]. До них відносяться центрифуги з конічним ротором, лопатеві та конічно-лопатеві центрифуги. Вони забезпечують великі значення питомої продуктивності при задовільній якості обробки. Однак складність конструкцій та травмування зерна об перетинки (на пробивних решетах) або об стінки приймальних пристроїв при сході з решета, стримують їх широке застосування.

Авторами [5-7, 9] було сформульовано основні вимоги до ефективного сепаратора – можливості надання продукту необмеженої швидкості пересування по решету, підвищення ймовірності попадання прохідних часток в отвори розділюючої поверхні, ефективного вирішення проблеми забивання робочих отворів решета, використання всіх складових силового поля, в якому знаходяться частинки продукту, та ін.

*Основна чатсина.* З метою підвищення ефективності функціонування і усунення недоліків відомих на сьогоднішній день конструкцій зерноочисних машин на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету запропоновано нову схему інерційної пневматичної зерноочисної машини з однократним очищенням зерна повітряним потоком [10].

Зерноочисна машина (рис. 1) складається з бункера 1, регулятора подачі 2, колосового решета 3, повітряного каналу 4, кожухів 5 та 8, лопатєвого ротора 6, підсівного решета 7 та відвантажувального рукава 9.

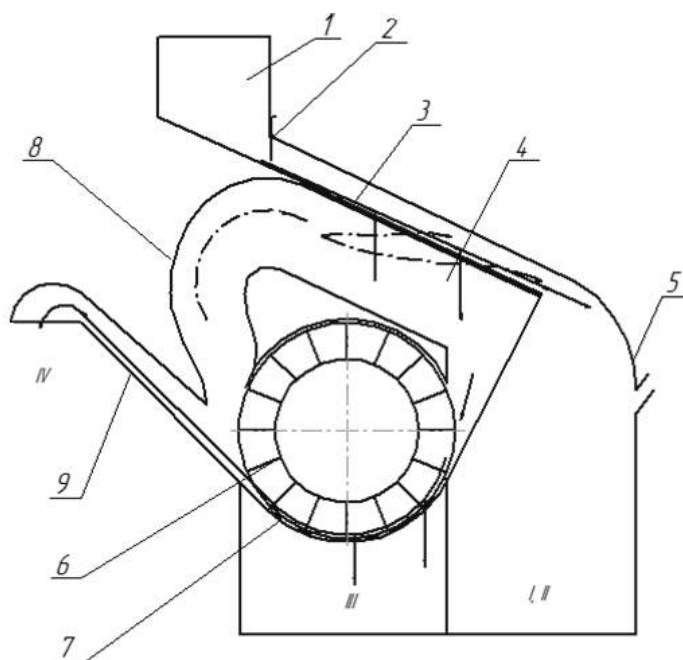


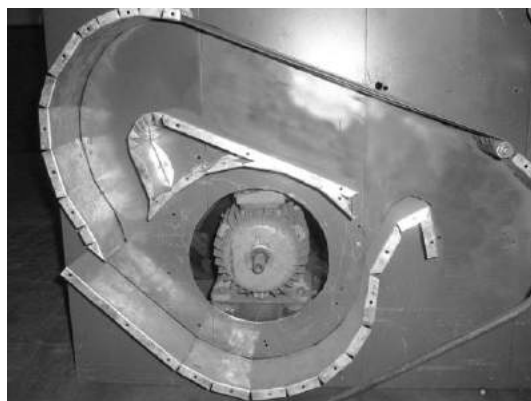
Рисунок 1 – Принципова схема інерційної пневматичної ЗОМ.

1- бункер; 2- регулятор подачі; 3- колосове решето; 4- повітряний канал; 5, 8- кожухи; 6- лопатевий ротор; 7- підсівне решето; 9- відвантажувальний рукав; I, II- крупні та легкі домішки; III- дрібні домішки; IV- очищене зерно.

Технологічний процес роботи запропонованої машини полягає в наступному: при відкритті регулятора подачі, зерновий ворох переміщується до колосового решета, рухаючись по якому піддається дії повітряного потоку, що створюється лопатевим ротором. При цьому крупні домішки, що не просіваються крізь колосове решето сходять з нього і з'єднуються з легкими домішками, які видуваються повітрям. Зерно основної культури разом з дрібними домішками просіявшись крізь колосове решето спрямовуються до лопатевого ротора, який захоплює порцію зернового вороху і прискорює її. Під час руху матеріалу по решету частинки, що мають розміри менші ніж робочі канали просіваються і потрапляють до приймальника дрібної фракції. Очищена від дрібних домішок маса йде сходом з решета і виводиться з сепаратора через рукав без застосування додаткових пристроїв. Окремі елементи зерноочисної машини – лопатевий ротор, колосове решето вже пройшли експериментальну перевірку в різних конструктивних рішеннях і ефективність їх роботи фактично підтверджена.

Таким чином, основною задачею, що постає в даній роботі – поєднання у єдине вказаних основних елементів і узгодження показників їх технологічної ефективності для отримання максимального технологічного, експлуатаційного та економічного ефектів. Для проведення експериментальних досліджень було розроблено та виготовлено експериментальну установку (рис.2).

Регулювання, які передбачені в експериментальній установці. Подача зернового матеріалу регулюється дозуючим пристроєм, який розміщений у вихідного вікна бункера. Швидкість повітря в повітряному каналі змінюється залежно від обертів лопатевого ротора.



а)



б)

Рисунок 2 – Фото експериментальної установки (а) та лопатевого ротора і підсівного решета (б).

Максимальну ефективність процесу очистки зернового матеріалу можна досягти при раціональних співвідношеннях конструктивних параметрів розробленого сепаратора між собою, чого неможливо досягти при окремому вивченні їх впливу. З метою встановлення їх взаємного впливу застосовували методику математичного планування експерименту, задачею якої є одержання статистичної математичної моделі об'єкту досліджень у вигляді рівняння регресії.

Попередні пошукові експериментальні дослідження дозволили визначити фактори, що мають значний вплив на процес сепарації: середня швидкість повітряного потоку  $U$ , питоме зернове навантаження на одиницю довжини каналу  $q_B$ , швидкість введення зернового матеріалу  $V_0$ , частота обертання лопатевого ротора  $n$ . Зазначимо, що оскільки повітряний потік створюється багатофункціональним робочим органом – лопатевим ротором, фактори «швидкість повітряного потоку» та «частота обертання ротора» є взаємозалежними. Тому, з огляду на технологічні особливості роботи сепаратора, за фактор впливу вибираємо тільки частоту обертання лопатевого ротору  $n$ . Параметричні обмеження, які являють собою рівні варіювання факторів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рівні варіювання факторів

№ п.п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Питоме зернове навантаження $q_B$ , кг/дм·год.	$x_1$	1800	600	600
2	Початкова швидкість введення зернового матеріалу $V_0$ , м/с	$x_2$	0,9	0,3	0,3
3	Частота обертання лопатевого ротора $n$ , об/хв.	$x_3$	1200	800	200

Критеріями оптимізації для процесу очистки є: ефект очистки  $\eta$ , % ( $Y_1 = \eta$ ) та чіткість сепарації  $z$ , % ( $Y_2 = z$ ).

Метою серії дослідів була реалізація матриці центрального композиційного плану  $2^3$ +зіркові точки, результатом яких було встановлення впливу параметрів ( $q$ ,  $V_0$ ,  $n$ ) на очищення зерна запропонованим сепаратором (табл. 2).

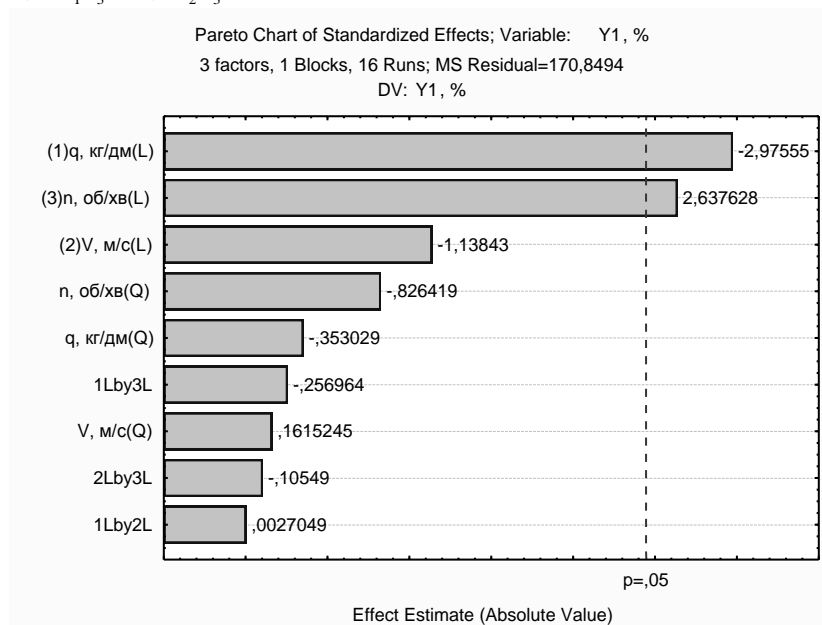
Таблиця 2 – Результати реалізації матриці планування експерименту  $2^3$ +зіркові точки

Номер досліджу	$q$ , кг/дм·год	$V_0$ , м/с	$n$ , об/хв	$\eta$ , %	$z$ , %
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$Y_1$	$Y_2$
1	3	4	5	6	7
1	600	0,3	800	67,5	7,8
2	600	0,3	1200	79,4	11,5
3	600	0,9	800	61	6,6
4	600	0,9	1200	70,8	10
5	1800	0,3	800	58	8,5
6	1800	0,3	1200	65	14
7	1800	0,9	800	51,4	6,8
8	1800	0,9	1200	56,6	9
9	190,924	0,6	1000	86,5	5,2
10	2209,076	0,6	1000	29,4	11
11	1200	0,095462	1000	71,6	8
12	1200	1,104538	1000	56,8	6,4
13	1200	0,6	663,641	24,4	1,2
14	1200	0,6	1336,359	80	18,8
15	1200	0,6	1000	65	6,5
16	1200	0,6	1000	67,5	7,2

Для обробки експериментальних даних застосовували пакет прикладних програм STATISTICA 10.0 [11], в результаті чого проведено побудову статистичних математичних моделей для ефекту очистки  $\eta$  ( $Y_1$ ) та чіткості сепарації  $z$  ( $Y_2$ ) при кодованих значеннях фактора.

$$Y_1 = \eta = 65,662 - 21,049x_1 - 8,053x_2 + 18,658x_3 - 3,032x_1^2 + 1,387x_2^2 - 7,098x_3^2 + 0,025x_1x_2 - 2,375x_1x_3 - 0,975x_2x_3$$

$$Y_2 = z = 6,778 + 1,78x_1 - 1,771x_2 + 6,502x_3 + 1,231x_1^2 + 0,595x_2^2 + 2,575x_3^2 - x_1x_2 + 0,15x_1x_3 - 0,9x_2x_3$$

Рисунок 3 – Стандартизована Парето-карта для ефекту очистки  $Y_1(\eta)$

Провівши аналіз Парето-карти для ефекту очистки  $\eta$  (рис.1) можна зробити висновок, що параметри  $x_1$ ,  $x_3$  мають найбільш значний вплив на критерій оптимізації  $Y_1(\eta)$ . Аналіз графіків поверхонь та ліній рівного виходу для ефекту очистки  $\eta$  (рис. 4) дозволяє відмітити, що необхідний ефект очистки досягається при наступних значеннях чинників:  $x_1 \rightarrow q = 1000 \dots 1200$  кг/дм-год;  $x_2 \rightarrow V_0 = 0,2 \dots 0,5$  м/с;  $x_3 \rightarrow n = 1200 \dots 1400$  об/хв.

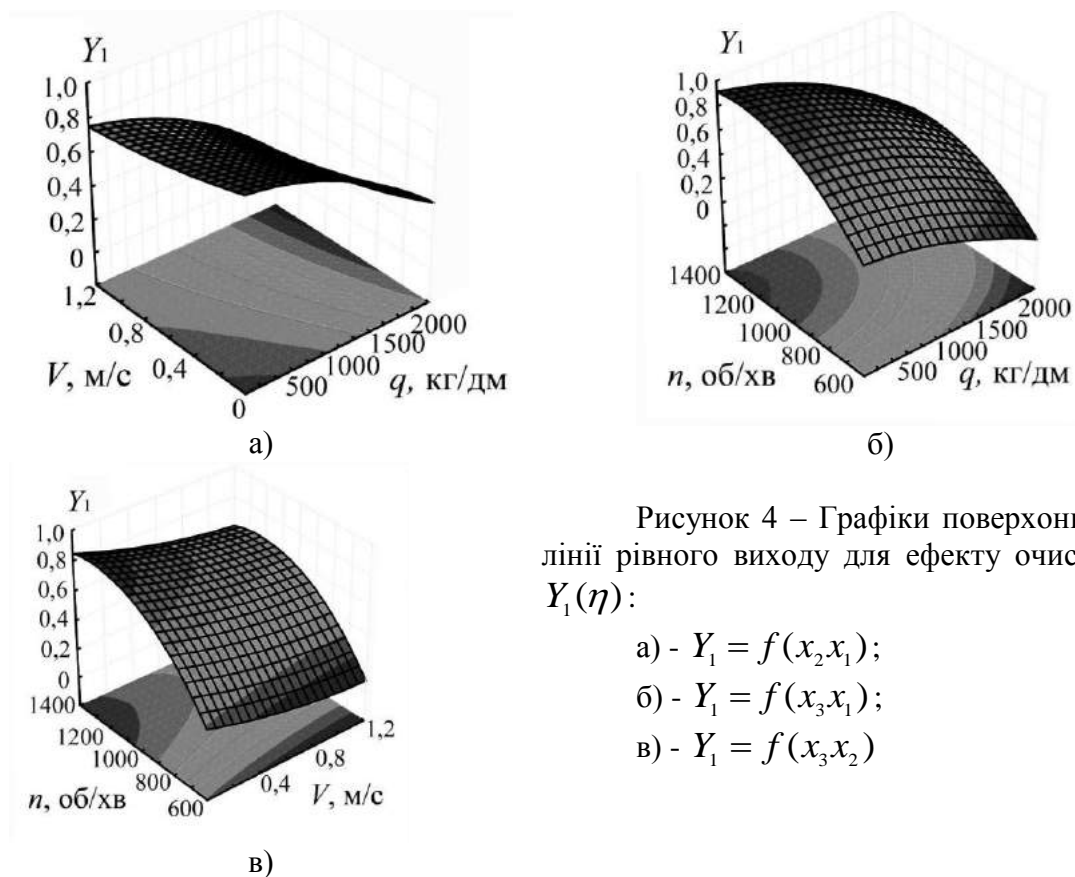


Рисунок 4 – Графіки поверхонь та ліній рівного виходу для ефекту очистки  $Y_1(\eta)$ :

а) -  $Y_1 = f(x_2, x_1)$ ;

б) -  $Y_1 = f(x_3, x_1)$ ;

в) -  $Y_1 = f(x_3, x_2)$

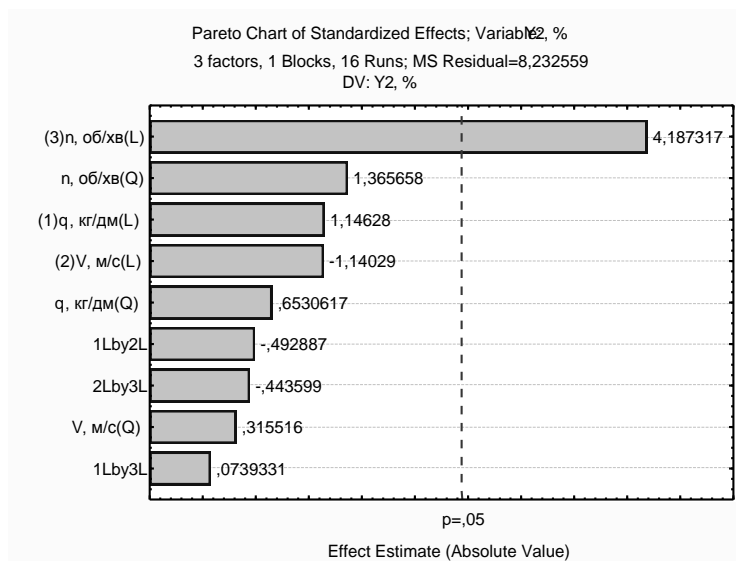


Рисунок 5 – Стандартизована Парето-карта для чіткості сепарації  $z$

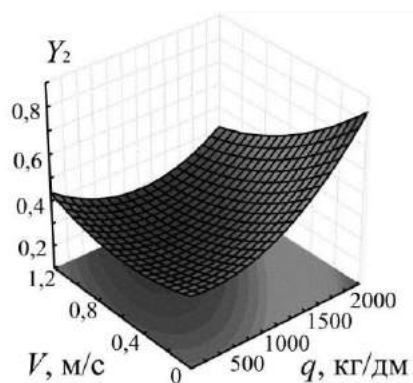


Проаналізувавши Парето-карту для чіткості сепарації (рис 5), відмічаємо максимальний вплив на критерій оптимізації  $Y_2$  параметру  $x_3$ , який напряму пов'язаний зі швидкістю повітряного потоку. Аналіз графіків поверхонь та ліній рівного виходу для чіткості сепарації (рис. 6) дозволяє відмітити, що найменші втрати повноцінного зерна досягається при наступних значеннях чинників:

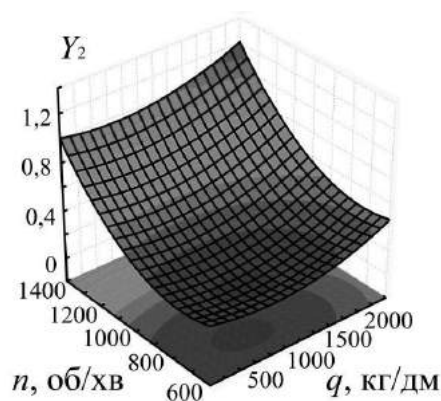
$$x_1 \rightarrow q = 500 \dots 800 \text{ кг/дм}\cdot\text{год};$$

$$x_2 \rightarrow V_0 = 0,8 \dots 1,2 \text{ м/с};$$

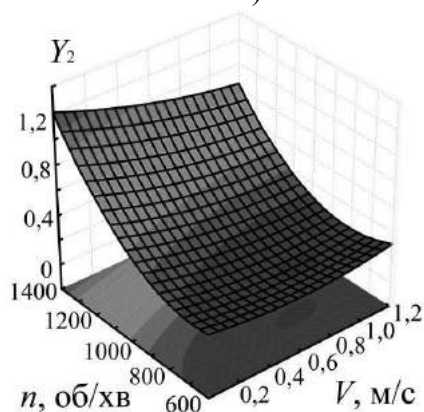
$$x_3 \rightarrow n = 600 \dots 800 \text{ об/хв}$$



а)



б)



в)

Рисунок 6 – Графіки поверхонь та ліній рівного виходу для чіткості сепарації  $Y_2(z)$ :

$$\text{а) - } Y_2 = f(x_2, x_1);$$

$$\text{б) - } Y_2 = f(x_3, x_1);$$

$$\text{в) - } Y_2 = f(x_3, x_2).$$

Враховуючи обернено-пропорційний зв'язок критеріїв оптимізації  $Y_1(\eta)$  та  $Y_2(z)$  досягнення їх максимальних значень одночасно неможливе, що показує різниця в раціональних значеннях насамперед параметру  $x_3(n)$ , тому приймають необхідне значення цього параметру виходячи з кінцевого результату процесу очищення, а саме який ефект очистки необхідно досягти і скільки повноцінного зерна може бути у відходах в залежності від того проводиться попереднє, первинне чи вторинне очищення.

*Висновки.* Аналіз результатів досліджень роботи запропонованої інерційної пневматичної ЗОМ дозволяє зробити наступні висновки:

– чим менше значення параметру  $x_1(q)$  тим вищі значення критеріїв оптимізації можна отримати, але цей параметр має прямий зв'язок з продуктивністю машини, раціональні значення  $q = 900 - 1100$  кг/дм·год;

– параметр  $x_2(V_0)$  теж має прямий зв'язок з продуктивністю машини і виходячи з сумісного аналізу критеріїв оптимізації  $Y_1(\eta)$  та  $Y_2(z)$  лежить в межах  $V_0 = 0,3 - 0,5$  м/с;

– на ефект очистки та чіткість сепарації впливає і частота обертання лопатевого ротора  $x_3(n)$ , раціональні значення якої  $n = 900 - 1200$  об/хв.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Педак І.С. Якість продукції – найважливіший фактор конкуренції / І.С. Педак, Т.Ю. Краснокутська // Держава та регіони. – 2005. – № 4. – С. 195-198.
2. Нестеренко О.В. Перспективний напрямок інтенсифікації повітряної сепарації зерна / О.В. Нестеренко, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, Д.В. Богатирьов // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип.25. Ч.1 – Кіровоград: КНТУ, 2012 – С. 49-53.
3. Ямпілов С. С. Технологии и технические средства для очистки зерна с использованием сил гравитации / С. С. Ямпілов, Ж. Б. Цыбенков. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2006. – 167 с.
4. Тищенко Л. Н. Тенденции совершенствования вибропневматических центрифуг для разделения зерновых смесей / Л. Н. Тищенко, В. В. Бредихин // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2001. – Вип. 31. – С. 92–96.
5. Лещенко С.М. Обґрунтування алгоритму функціонування інерційно-прямоточних зерночисних машин / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, Д.І. Петренко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип.24. Ч.1 – Кіровоград: КНТУ, 2011 – С. 176-181.
6. Лузан П.Г. Нові конструкції решіткових сепараторів / П. Г. Лузан, О. М. Васильковський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 1999. – Вип. 27. – С. 123–127.
7. Лещенко С.М. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючої системи інерційного прямоточного сепаратора зерна : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / С. М. Лещенко. – Кіровоград, 2010. – 21 с.
8. Котов Б.І. Інтенсифікація вібропневматичного розділення зернових матеріалів на решетах / Б. І. Котов, С. П. Степаненко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2005. – Вип. 35. – С. 209–214.
9. Васильковський О.М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник КНТУ. – Кіровоград. – 2005. – Вип. 35. – С. 286–288.
10. Пат. 74642 Україна, МПК: В02С 23/00. Інерційний повітряно-решітний сепаратор / Петренко Д.І., Васильковський О.М., Васильковський М.І., Лещенко С.М., Непик О.В.; заявник та патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. – №u201203308; заявл. 20.03.12; опубл. 12.11.12, Бюл. №21.
11. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA / В.П. Боровиков. – М.: Горячая линия - Телеком, 2013. – 288 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Pedak I.S. Production quality – the most important factor in competition / I.S. Pedak, T.Yu. Krasnokutska // Derzhava ta rehiony. – 2005. – No 4. – S. 195-198.

2. Nesterenko O.V. Perspective direction in air grain separation intensification / O.V. Nesterenko, O.M. Vasytkovskyi, S.M. Leshchenko, D.I. Petrenko, D.V. Bohatyrov // Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia. Vyp.25. Ch.1 – Kirovohrad: KNTU, 2012 – S. 49-53.
3. Yampylov S. S. Technologies and technical means for grain cleaning using gravitation forces / S. S. Yampylov, Zh. B. Tsybenov. – Ulan-Ude : Yzd-vo VSHTU, 2006. – 167 s.
4. Tyshchenko L.N. Tendencies for improving vibropneumatic centrifuges for grain mixtures separation / L. N. Tyshchenko, V. V. Bredykhyn // Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn : Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. – Kirovohrad. – 2001. – Vyp. 31. – S. 92–96.
5. Leshchenko S.M. The algorithm substantiation for inertial uniflow grain cleaning machines functioning / S.M. Leshchenko, O.M. Vasytkovskyi, M.I. Vasytkovskyi, D.I. Petrenko // Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia. Vyp.24. Ch.1 – Kirovohrad: KNTU, 2011 – S. 176-181.
6. Luzan P.G. new constructions of grid separators / P. G. Luzan, O. M. Vasytkovskyi // Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn : Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. – 1999. – Vyp. 27. – S. 123–127.
7. Leshchenko S.M. Parameters substantiation for inertial uniflow grain cleaning separator: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk : spets. 05.05.11 «Mashyny ta zasoby mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva» / S. M. Leshchenko. – Kirovohrad, 2010. – 21 s.
8. Kotov B.I. Vibropneumatic grain materials separation on sieves intensifying / B. I. Kotov, S. P. Stepanenko // Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn : Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. – Kirovohrad. – 2005. – Vyp. 35. – S. 209–214.
9. Vasytkovskyi O.M. Increasing the efficiency of grain air cleaning / O. M. Vasytkovskyi, D. I. Petrenko // Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn : Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk KNTU. – Kirovohrad. – 2005. – Vyp. 35. – S. 286–288.
10. Pat. 74642 Ukraina, MPK: B02C 23/00. Intensive air- sieve separator / Petrenko D.I., Vasytkovskyi O.M., Vasytkovskyi M.I., Leshchenko S.M., Nepyk O.V.; zaiavnyk ta patentovlasnyk Kirovohradskiy natsionalnyi tekhnichnyi universytet. – #u201203308; zaiavl. 20.03.12; opubl. 12.11.12, Biul. No 21.
11. Borovykov V.P. Popular introduction into modern data analysis in STATISTICA / V.P. Borovykov. – M.: Horiachaia lynyia - Telekom, 2013. – 288 s.

## **RESEARCHING THE QUALITY OF INERTIAL PNEUMATIC GRAIN CLEANING MACHINE OPERATION**

Petrenko D.I., Vasytkovskiy O.M., Leshchenko S.M., Nesterenko A.V.

### *Summary*

It was determined that for the intensification of pneumo-separation devices to create conditions for more effective interaction of air from the grain material, which can be achieved both by rational method of input material in pneumo-separation channel, and by smoothing the flow of air through the channel cross section. The use of multi-working, able to perform multiple operations simultaneously will significantly reduce the dimensions of the separator,

mass and energy of the process. Based on the above the new scheme inertial pneumatic grain cleaning machines with single grain cleaning air stream has been proposed. According to the results of the research it was substantiated the design parameters and operating modes of the proposed air- sieve inertial separator.

**Key words:** grain cleaning, inertial pneumatic grain cleaning machine, blade rotor.

УДК 631.636.4:636.5

## МЕТОДИКА ІНЖЕНЕРНОГО РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЗМІШУВАЧА-АЕРАТОРА ГНОЄ-КОМПОСТНИХ СУМІШЕЙ

Харитонов В.І., наук. співробітник \*

Алієв Е.Б., к.т.н.

*Інститут олійних культур НААН*

Тел. +380688614437,

E-mail: aliev@meta.ua

**Анотація.** Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему змішувача-аератора, який дозволяє реалізувати процес компостування гноє-компостних сумішей у вигляді буртів. Його робочим органом є фрезерний барабан із радіально розміщеними лопатями. Одержані теоретичні і експериментальні дослідження змішувача-аератора гноє-компостних сумішей барабанного типу дають змогу розробити методика його інженерних розрахунків для визначення основних параметрів і режимів роботи як фрезерно-кидалного барабана так і машини у цілому. Показники роботи машини для переробки органічних відходів тваринництва, зокрема гною, повинні відповідати вимогам, що висуваються сільськогосподарськими рослинами до органічних добрив виходячи з необхідності одержання максимально можливого врожаю в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. На основі виконаного аналізу конструкцій існуючих машин, експериментально-теоретичного обґрунтування параметрів і режимів їх роботи нами прийнято аератор з роторним барабанним робочим органом.

**Ключові слова:** гноє-компостна суміш, аератор, фрезерний робочий орган, параметри, методика, інженерний розрахунок.

**Постановка проблеми.** В конструктивно-технологічну схему мобільного змішувача-аератора гноє-компостних сумішей (рис. 1) входить фрезерний барабан 1 з прямими 2 і похилими лопатями 3, на вихідний кінець валу 4 якого встановлена ведена зірочка 5, з'єднана ланцюговою передачею 6 з ведучою зірочкою 7, закріпленою на вихідному валу конічного редуктора 8, який приводиться від ВВП трактора. Під час роботи фрезерно-барабанний робочий орган здійснює одночасно поступальний рух зі швидкістю переміщення агрегату  $V_n$  та обертовий з кутовою швидкістю  $\omega$  і за рахунок цього взаємодіє з буртом гноє-компостної суміші (рис. 2).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Фрезерний барабан змішувача-аератора оснащено жорстко закріпленими радіальними лопатями. Лопаті установлені по одній по колу барабану і утворюють дві гвинтові лінії, зміщені між собою на  $180^\circ$ . У

---

\* Публікується по рекомендації: чл.-кор. МААО, к.т.н., доц. Загорко Н.П.

зонах, де радіус барабана разом із зазором між лопаттю і площадкою формування бурта, менше висоти бурта лопаті встановлені паралельно осі барабану. Від їх і до кінців барабану лопаті встановлені під кутом до його осі. Величина кута розміщення змінюється з розташуванням лопаті по довжині барабану за умови забезпечення подачі відокремленої компостної маси киданням у зону повздожньої осі бурта [1 - 5].

Прямі лопаті фрезерного барабана, які розташовані у зоні найбільшої висоти бурта (рис. 1 і 2), призначені для відокремлення матеріал від масиву бурта і його перекидання з одночасним формуванням нового бурта.

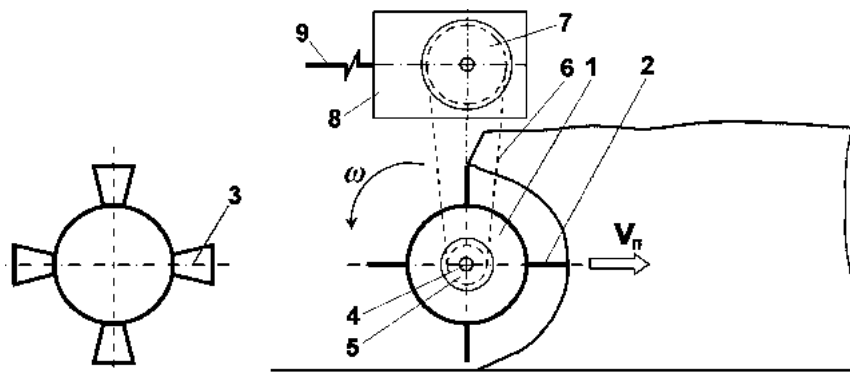


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – барабан; 2 – лопать пряма; 3 – лопать похила; 4 – вал барабана; 5 – зірочка ведена; 6 – ланцюгова передача; 7 – зірочка ведуча; 8 – редуктор конічний; 9 – ВВП трактора

Похилі лопаті, поряд з тим, що діють як і прямі, відокремлюючи певну частину маси з одночасним її розпушуванням і змішуванням та і перекиданням через барабан формуючи новий бурт, призначені для додаткового переміщують маси з боків бурта до центру (рис. 2).

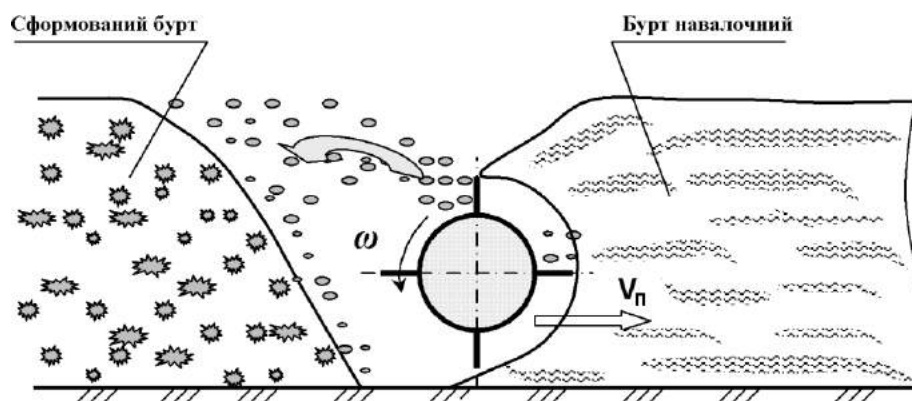


Рисунок 2 – Схема принципу роботи фрезерно-барабанного робочого органу (похилі лопаті не зображено)

Змішувач-аератор гноє-компостних сумішей (рис. 3), має раму 1 зі зчіпкою 2 для агрегування енергетичним засобом. На рамі 1 встановлені опорні колеса 3 і фрезерний обертовий барабан 4 з робочими елементами, виконаними у вигляді плоских лопатей 5 і 6, причому плоскі лопаті 5 розміщені по центру фрезерного обертового барабана 4 і встановлені в площинах, тангенціальних до осі фрезерного обертового барабана 4, а

плоскі лопаті 6 розташовані по обидва боки від центра фрезерного обертового барабана 4 і встановлені радіально по зустрічних гвинтових лініях під кутом  $20\text{--}45^\circ$  до осі барабана. Змішувач–аератор компосту оснащений системою зволоження та інокуляції компосту, яка представляє собою місткість 7 для рідких компонентів, розпилювачі 8 та розподільник 9 і насос 10, який дає змогу синхронізувати подачу рідких компонентів з частотою обертання фрезерного обертового барабана 4, та фільтра 11. Фрезерний обертовий барабан 4 приводиться в рух від енергетичного засобу через редуктор 12. Для перестановки опорних коліс 3 використовується гідродомкрат 13. Рама 1 виконана з можливістю регулювання кліренсу між робочими органами фрезерного обертового барабана 4 і опорною поверхнею за рахунок встановлення гвинтових валів 14.

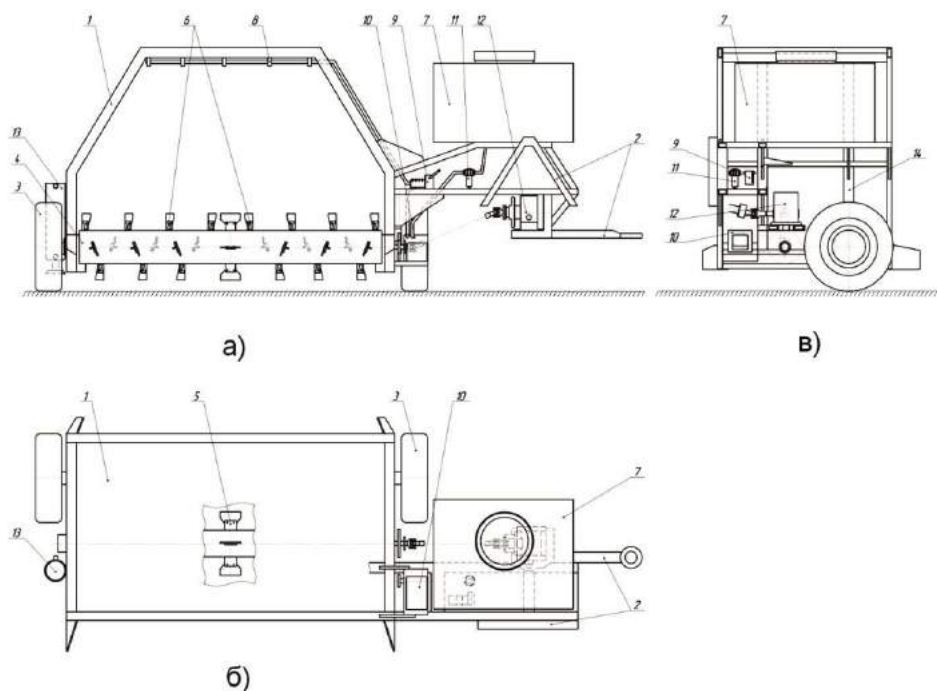


Рисунок 3 – Конструктивна схема змішувача–аератора компосту: а – вид спереду, б – зверху, в – справа; 1 – рама; 2 – зчіпка; 3 – опорні колеса; 4 – фрезерний обертовий барабан з робочими елементами; 5, 6 – плоскі лопаті; 7 – місткість для рідких компонентів; 8 – розпилювачі; 9 – розподільник; 10 – насос; 11 – фільтр; 12 – редуктор; 13 – гідродомкрат; 14 – гвинтові вали

*Мета досліджень.* Розробити методику інженерного розрахунку параметрів змішувача-аератора гноє-компостних сумішей.

*Основна частина.* При створенні нової машини, призначеної для аерації гноє-компостних матеріалів, у першу чергу слід виходити з основного кількісного показника – продуктивності  $Q$  процесу в одиницю робочого часу і рекомендацій до проектування таких машин [6], результатів власних аналітичних і лабораторно-експериментальних досліджень та фізико-механічних властивостей гноє-компостних матеріалів.

В залежності від кута природного укусу компосту  $\alpha$  і висоти навалювального бурта  $H$  зовнішній радіус барабана аератора  $R$  визначається з рівняння [6, 7, 8]:

$$R = 0,3743H - 1,302 \cdot 10^{-2} H\alpha + 1,895 \cdot 10^{-4} H\alpha^2 \quad (1)$$

Згідно теоретичних досліджень [6] радіус внутрішнього барабана аератора повинен становити  $r = 0,143$  м.

Кутова швидкість барабана аератора  $\omega$  і швидкість його переміщення  $v$  визначається із системи рівнянь [9, 10]:

$$\begin{cases} \omega = \frac{H \cdot v}{0,1 \cdot (R^2 - r^2)}, \\ Q = 146.092 - 0.5724 \cdot R - 0.174 \cdot \omega + 536.2947 \cdot v. \end{cases} \quad (2)$$

Потужність приводу фрезерного барабану  $N_\phi$  і тяговий опір переміщення аератора  $F_{\text{тр}}$  визначається за залежністю:

$$\begin{cases} N_\phi = 66.8029 - 0.1968 \cdot R + 0.2072 \cdot \omega - 31.7706 \cdot v, \\ F_{\text{тр}} = -3.265 + 0.02812 \cdot R - 0.0194 \cdot \omega - 0.03741 \cdot v. \end{cases} \quad (3)$$

Структурності отриманого бурта  $\delta$  визначається за залежністю (4.31):

$$\begin{aligned} \delta = & -72.386 + 9.598 \cdot \frac{\omega R}{v} - 135.009 \cdot H - 0.110 \cdot \left( \frac{\omega R}{v} \right)^2 - \\ & - 0.013 \cdot \frac{\omega R}{v} \cdot H + 45.458 \cdot H^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Розрахувавши швидкість  $V_p$  переміщення агрегату за умови буксування коліс трактора  $\varepsilon$

$$V_p = v(1 - \varepsilon), \quad (5)$$

Площа поперечного перетину бурта  $S_\delta$  в залежності від щільності маси перелопачуваного бурта  $\rho_0$

:

$$S_\delta = \frac{Q}{V_p \rho_0} \quad (6)$$

Для знаходження ширини отриманого бурта  $B$  необхідно скористатися формулою:

$$B = 2H \operatorname{tg} \alpha \quad (7)$$

Таким чином, поєднання теоретичних розробок з отриманими фізико-технологічними властивостями перелопачуваних буртів і часток компостного матеріалу та експериментальними залежностями, отриманими при дослідженні технологічного процесу аерації, дає змогу розробити методика інженерного розрахунку основних конструкційних параметрів і режимів роботи змішувача-аератора гноє-компостних сумішей відповідно до заданої продуктивності для виходячи із фізико-механічних властивостей перелопачуваного та формованого бурта та їхньої маси.

*Висновки.* Проведені теоретичні і експериментальні дослідження процесу змішування гноє-компостних сумішей дають змогу розробити методику його інженерних ро-

зрахунків для визначення основних параметрів і режимів роботи як фрезерно-кидального барабана так і машини у цілому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Харитонов В. І. Обґрунтування конструктивної схеми компостоприготувальної машини / В.І. Харитонов // Зб. наук. праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 10. Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010 – № 10, С. 169–172.
2. Павленко С.І. Аналіз і обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження / С.І. Павленко, О.О. Ляшенко, Д.М. Лисенко, В.І. Харитонов // Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Вінниця, 2011. – Вип. 9. – С. 94-104.
3. Павленко С.І. Технічне забезпечення технології прискореного компостування органічних відходів тваринного походження / С.І. Павленко, О.О. Ляшенко, Д.М. Лисенко, В.І. Харитонов // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2011. – № 30. – С. 165-174.
4. Пат. 73328 Україна, МПК (2011.01) А01С3/00. Змішувач-аератор компосту / В. І. Харитонов, І. А. Шевченко, О. О. Ляшенко; заявник і патентовласник Інститут механізації тваринництва Національної академії аграрних наук. - № u 2012 00798; заявл. 26.01.2012; опублік. 25.09.2012, Бюл. № 18, 2012 р.
5. Харитонов В.І. Змішувач-аератор гноє-компостних сумішей / В.І. Харитонов // Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково-практична конференція, – Львів: "Львівська аграрна фундація", 2012. – С.25-27.
6. Шевченко І. А. Механіко-математична модель процесу розвантаження барабанного робочого органу для змішування компостних матеріалів та механічної аерації / І. А. Шевченко, О. С. Ковязин, В. І. Харитонов // Зб. наук. праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”. – Вип. 1(5,6). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2010 – С. 248–265.
7. Шевченко І.А. Обоснование внешнего радиуса барабана аэратора компостных смесей / И.А. Шевченко, А.С. Ковязин, В.И. Харитонов // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник харківського Національного технічного університету сільськогосподарства імені Петра Василенка – Харків, 2013. – Вип. 132. – С. 292-296.
8. Харитонов В. І. Використання змішувача-аератора з устаткуванням для зволоження при отриманні збалансованих органічних добрив / В. І. Харитонов // Зб. наук. праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”. – Вип.1(7). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2011 – С. 189–196.
9. Шевченко І.А. Результати експериментальних досліджень змішувача-аератора компостів / І.А. Шевченко, В.І. Харитонов, Е.Б. Алієв // Зб. наук. праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”. – Вип. 2(8). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2011 – С. 80-88.
10. Створити наукові основи та дослідити залежності якісних показників процесу біоконверсного перероблення гною з волого поглинальними матеріалами від його головних технологічних режимів: звіт про НДР (заключний): № ДР 0107U009308 / кер. О. О. Ляшенко, вик. В. І. Харитонов, О. С. Ковязин, П. О. Ляшенко // Інститут механізації тваринництва НААН. – Запоріжжя. – 2010. – 150 с. – Інв. № 0211U000688.



## BIBLIOGRAPHY

1. Kharytonov V. I. Construcrive scheme substantiation for Obgruntuvannya konstruktyvnoyi skhemy kompostopry-hotuval'noyi mashyny / V.I. Kharytonov // Zb. nauk. prats' Tavriys'koho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu. – Vyp. 10. T.4. – Melitopol': TDATU, 2010 – # 10, S. 169–172.
2. Pavlenko S.I. Analiz i obgruntuvannya tekhnolohichnykh protsesiv kompostuvannya sil's'kohospodars'kykh orhanichnykh vidkhodiv tvarynnoho pokho-dzhennya / S.I. Pavlenko, O.O. Lyashenko, D.M. Lysenko, V.I. Kharytonov // Zb. nauk. prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky – Vinnytsya, 2011. – Vyp. 9. – S. 94-104.
3. Pavlenko S.I. Tekhnichne zabezpechennya tekhnolohiyi pryskorenoho kompostuvannya orhanichnykh vidkhodiv tvarynnoho pokhodzhennya / S.I. Pavlenko, O.O. Lyashenko, D.M. Lysenko, V.I. Kharytonov // Naukovyy visnyk Luhans'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky. Luhans'k: Vydavnytstvo LNAU, 2011. – # 30. – S. 165-174.
4. Pat. 73328 Ukrayina, MPK (2011.01) A01S3/00. Zmishuvach-aerator kompostu / V. I. Kharytonov, I. A. Shevchenko, O. O. Lyashenko; zayavnyk i patentovlasnyk Instytut mekhanizatsiyi tvarynnystv Natsional'noyi akademiyi ahrarnykh nauk. - # u 2012 00798; zayavl. 26.01.2012; opublik. 25.09.2012, Byul. # 18, 2012 r.
5. Kharytonov V.I. Zmishuvach-aerator hnoye–kompostnykh sumishey / V.I. Kharytonov // Ahrarna nauka ta praktyka na suchasnomu etapi rozvytku narodnohospodars'koho kompleksu: dosvid, problemy ta shlyakhy yikh vyrishennya. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya, – L'viv: "L'vivs'ka ahrarna fundatsiya", 2012. – S.25 27.
6. Shevchenko I. A. Mekhaniko-matematychna model' protsesu rozvantazhennya barabannoho robochoho orhanu dlya zmishuvannya kompostnykh materialiv ta mekhanichnoyi aeratsiyi / I. A. Shevchenko, O. S. Kovyazyn, V. I. Kharytonov // Zb. nauk. prats' IMT NAAN “Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnystv”. – Vyp. 1(5,6). – Zaporizhzhya: IMT NAAN, 2010 – S. 248–265.
7. Shevchenko Y.A. Obosnovanye vneshneho radyusa barabana aeratora kompostnykh smesey / Y.A. Shevchenko, A.S. Kovyazyn, V.Y. Kharytonov // Tekhnichni systemy i tekhnolohiyi tvarynnystv: Visnyk kharkivs'koho Natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – Kharkiv, 2013. – Vyp. 132. – S. 292-296.
8. Kharytonov V. I. Vykorystannya zmishuvacha-aeratora z ustatkuvannyam dlya zvolozhennya pry otrymanni zbalansovanykh orhanichnykh dobryv / V. I. Kharytonov // Zb. nauk. prats' IMT NAAN “Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnystv”. – Vyp.1(7). – Zaporizhzhya: IMT NAAN, 2011 – S. 189–196.
9. Shevchenko I.A. Rezul'taty eksperymental'nykh doslidzhen' zmishuvacha-aeratora kompostiv / I.A. Shevchenko, V.I. Kharytonov, E.B. Aliyev // Zb. nauk. prats' IMT NAAN “Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnystv”. – Vyp. 2(8). – Zaporizhzhya: IMT NAAN, 2011 – S. 80 88.
10. Stvoryty naukovi osnovy ta doslidyty zalezhnosti yakisnykh pokaznykiv protsesu biokonversnoho pereroblyannya hnoyu z voloho pohlynal'nymy materialamy vid yoho holovnykh tekhnolohichnykh rezhymiv: zvit pro NDR (zaklyuchnyy): # DR 0107U009308 / ker. O. O. Lyashenko, vyk. V. I. Kharytonov, O. S. Kovyazyn, P. O. Lyashenko // Instytut mekhanizatsiyi tvarynnystv NAAN. – Zaporizhzhya. – 2010. – 150 s. – Inv. # 0211U000688.

## METHODS OF ENGINEERING CALCULATION FOR MIXER-AERATOR OF PUS-COMPOST MIXES PARAMETERS

Kharitonov V.I., Aliev Ye.B.

### *Summary*

Structural and technological scheme of the mixer-aerator enabling to realize the composting process of pus-compost mixture in the form of clumps. Its body is working with the milling drum radially placed blades. The obtained theoretical and experimental data of the mixer-aerator pus-compost mixtures drum enable to develop a methodology for engineering calculations to determine both the main parameters and operating modes such as milling, casting in particular and drum machines in whole. Machine performance indices for processing organic animal wastes, including manure, should meet the requirements imposed by crops to organic fertilizers based on the need to obtain the highest possible yield under specific soil and climatic conditions. On the basis of the analysis of structures of existing vehicles having been made, experimental and theoretical study parameters and modes of work we adopted the aerator with a rotary drum working body.

**Key words:** pus-compost mixture, aerator, milling working body parameters, methods, engineering calculations.

УДК 631.333.52

### ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛУГА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОРАНКИ НА ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ҐРУНТАХ

Непочатенко В.В., асп. \*

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 підвищення ефективності орного агрегату шляхом покращення якісних показників плуга під час 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 плуга за рахунок зміни форми отворів та захисту їх від забивання ґрунтом.

---

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

**Ключові слова:** диференціація робочих органів, механіко-технологічні властивості, ґрунти, (адгезія) пласта, робочі органи, опір руху плуга, встановлення антифрикційних пристосувань, удосконалення корпусу плуга.

*Постановка проблеми.* В Україні для основної обробки ґрунту в якості знаряддя, яке найчастіше застосовують у сільськогосподарському виробництві, є начіпний багатокорпусний плуг, що агрегується з тракторами кл. 30 кН. Найвагомішим критерієм оцінки якості роботи такого знаряддя є зменшує опір руху плуга, що в цілому, забезпечує економію палива агрегату. З метою покращення цих показників удосконалюються як плуги, так і енергетичні засоби. При цьому недостатньо приділяється уваги дослідженням орного агрегату як механічної системи, а динамічна взаємодія трактора та начіпного плуга суттєво впливає на ефективність агрегату і позначається на якісних показниках обробки ґрунту. Головний чинник незадовільної роботи сучасних начіпних плугів полягає в їх конструктивних недоліках, а саме недосконаліми геометричними параметрами плуга. Особливо це проявляється на перезволожених ґрунтах під час весняної або осінньої оранки. [2]

Ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь України за механічним складом, як найбільш впливовим фактором на процеси їх подрібнення відрізняється великою різноманітністю, тому вирішити задачу по визначенню зміни їх агрегатного складу шляхом застосування тільки даних про стан ґрунтів отриманих експериментально в польових умовах не представляється можливим. Рішення може бути знайдене в отриманні систематизованих даних залежності узагальнених механіко-технологічних показників від їх фізико-механічних властивостей в лабораторних умовах з діапазоном змін адекватним природному.

Диференціація робочих органів і складу ґрунтообробних знарядь не можлива без знань характеристик ґрантів, процесів які відбуваються в них при взаємодії з різними типами робочих органів, а також введення критеріїв на основі яких її можна здійснити. [6]

*Метою дослідження* є підвищення ефективності експлуатації орного агрегату шляхом покращення якісних показників плуга під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

*Аналіз останніх досліджень.* Вагомий внесок у результати досліджень властивостей ґрунтів і особливо їх обробку належить Горячкіну В.П., Василенку П.М., Желіговському В.А., Погорілому Л.В., Качинському Н.А., Медведєву В.В., Соколовському О.Н., Кушнарєву А.С., Нагорному М.Н., Гукову Я.С., Панченку А.М., Прокопенку Д.Д., Корабельському В.І., Дубровіну В.О., Шевченку І.А., Пащенку В.Ф., Шиколі М.К., Морозову І.В. Vernacki H., Dencker C. та іншим, роботи яких є основою для вирішення сучасних задач землеробської механіки.

Розв'язанню проблеми руху орного агрегату присвячені роботи В.П. Горячкіна, Д.А. Чудакова, П.М. Василенка, Г.Л. Кальбуса, М.Л. Гусяцького, В.А. Желіговського, А.Б. Лурє, Г.М. Синеєкова, В.Я. Слободюка.

Подальший розвиток теорії ґрунтообробних МТА відображено в роботах П.М. Заїки, Д.Г. Войтюка, Я.С. Гукова, М.П. Білоткача, М.Н. Нагірного, О.С. Барановського, Л.К. Літвінюка, В.А. Насонова, А.С. Кушнарєва, А.Т. Лебедєва, В.М. Третьяка, В.О. Дубровіна, В.Т. Надикта, Г.В. Шкарівського, С.П. Пожидаєва, П.Г. Ляшенка, В.К. Крохмалє, В.Ф. Пащенко, Сала В.М., В.І. Пастухова та ін.

*Основна частина.* Дослідження процесів зміни стану ґрунтів під впливом робочих органів базувалися на основних положеннях теорії ймовірностей, аналітичної геометрії та теоретичної механіки. Обґрунтування складу комбінованих ґрунтообробних знарядь та конструктивних параметрів їх робочих органів проведено з застосуванням ПЕОМ, прикладних програм "Mathcad". Дослідження механіко-технологічних власти-

востей ґрунтів виконувалися з застосуванням загальноприйнятих та розроблених методик. При експериментальних дослідженнях процесів кришення ґрунтів та функціонування робочих органів і комбінованих знарядь застосовувалися як відомі так і нові методи і технічне забезпечення, які дозволяли здійснювати динамометрування, відеозаписи, проводити планування багатofакторних експериментів. Обробку дослідних даних здійснено з застосуванням математичної статистики, зокрема регресійного аналізу.

Науковою новизною досліджень є:

- розроблена модель зміни стану ґрунту, як імовірнісного процесу з урахуванням його фізико-механічних властивостей, конструктивних параметрів робочих органів і експлуатаційних режимів обробки. Моделювання відкрило можливість отримання закономірностей зміни агрегатного складу в шарі ґрунту, обробленому робочими органами;

- теоретично та експериментально обґрунтовані параметри взаємного розташування основних робочих органів в складі комбінованого знаряддя для обробки ґрунту, а також експериментально встановлений їх вплив на якісні та енергетичні показники протікання технологічного процесу;

Результати проведених досліджень лягли в основу розробки оригінальних технічних рішень при конструюванні комбінованих ґрунтообробних знарядь, які захищені патентами.

При узагальненні результатів відомих досліджень встановлено, що застосування в орному агрегаті серійного начіпного пристрою у вигляді замкненого шарнірного чотириланковика призводить до невиконання агротехнічних умов щодо якості обробки ґрунту, зокрема стосовно дотримання заданої глибини обробки та її рівномірності. Це знижує врожайність сільськогосподарських культур. Головною причиною незадовільної роботи начіпних плугів є недосконалість схеми начіпного пристрою, оскільки він не дозволяє робочим органам начіпного знаряддя копіювати нерівності поверхні поля внаслідок того, що поздовжні кутові переміщення остова трактора через начіпку передаються плугу, порушуючи його стійкість.[1]

Одним з шляхів зменшення опір руху плуга є встановлення антифрикційних пристосувань. Аналіз конструкцій таких плугів виявив цілий ряд недоліків.

Недоліками таких корпусів є невеликий ресурс антифрикційних заповнювачів, їх погане утримання у канавках за рахунок поганої адгезії до металу корпусу і часте механічне пошкодження під час оранки завдяки наявності у ґрунтах каміння та інших твердих матеріалів. Це призводить до утворення задирок, заворотів шару антифрикційного покриття і виникненні зворотного ефекту – створення опору руху пласта по поверхні корпусу та в наслідок цього високих енергозатрат на оранку. [3]

Метою створеною нами корисної моделі, є зменшення тертя та налипання ґрунту на поверхні відвала за рахунок удосконалення корпусу плуга, та оптимізація його геометричних параметрів.

Корпус плуга включає ( дивитись рисунок 1.): стійку 1, леміш 3, відвал 5, польову дошку 4, деталі кріплення 2. На поверхні відвала у напрямі руху пласта проштамповані пелюстки 6 у формі сегментів напівкола, діаметр яких збільшується від лемеша вгору з одночасним зменшенням відстані між ними.

Корпус плуга працює наступним чином: при русі пласта по поверхні відвалу виникає мінімальне тертя за рахунок того, що кульки повітря з під отворів попадають між пластом і відвалом. Це зменшує силу прилипання (адгезію) пласта і тим самим тертя пласта по поверхні відвалу. Особливо ефект зменшення прилипання пласта до відвалу проявляється на перезволожених і мокрих ґрунтах, у весняну і осінню оранках. [4,5]

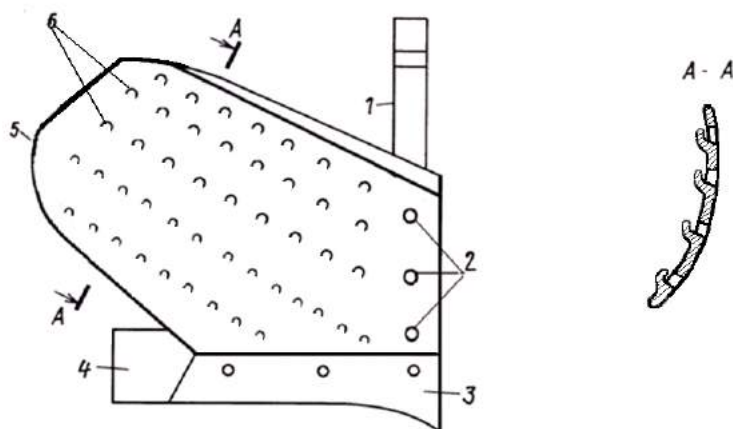


Рисунок 1 – Будова плуга

Лабораторні дослідження проводилися в ґрунтовому каналі довжиною 15 м. Основним технічним забезпеченням був візок з електромеханічним приводом. До кронштейна, який мав можливість змінювати своє положення по висоті, закріплювався робочий орган, що досліджувався, а посередині рами знаходився механізм з котком для штучного ущільнення ґрунту до заданої твердості [6].

До нижньої задньої частини робочого органу, основу якого складала важка культиваторна лапа, було закріплено п'ять захищених від прямого попадання ґрунту поліетиленовими трубками, змонтованих на металевій штабі наборів електричних контактних датчиків. Смуги датчиків були рознесені по всій ширині захвату робочого органу з інтервалом 5 см. Це давало змогу отримати бажану інформацію при роботі не простого клина, а реального робочого органу, який має змінні величини параметра по ширині захвату і не захищений від впливу стояка на переміщення ґрунтових мас [7].

У роботі запропоновані науково-технологічні підходи до вирішення важливої науково-технічної проблеми забезпечення заданого агрегатного складу ґрунту в процесі його основної обробки. В основу досліджень покладена якість обробки з мінімальними затратами енергії та негативним впливом на структуру ґрунту. Досягнуто це шляхом обґрунтування складу та параметрів ґрунтообробних знарядь з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов їх використання.

*Висновки.* 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 плуга за рахунок зміни форми отворів та захисту їх від забивання ґрунтом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
3. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскар'юв, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010. – Вип. 93. – С. 40-47.

4. Пат. 91418 МПК А 01В 15/08 «Корпус плуга»/ О.О. Непочатенко, О.Б. Мелентьев, Ю.В. Ковальчук, О.С. Пушка С.Ф. Вольвак .; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201311777; заявл. 07.10.2013.; опубл., 10.07.2014. бюл. №13

5. Пат. 69617 UA, МПК А01В15/00 «Корпус плуга » / А.В. Войтік, А.Ф.Головчук, О.Б. Мелентьев, О.С. Пушка .; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201111463 ; заявл. 18.09.2011; опубл. 10.05.12, бюл. №9

6. Сало В.М. Оцінка показника кришення ґрунту при основному безполицевому обробітку // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2006.– Вип. 36.– С. 35–40.

7. Сало В.М. Вивчення залежності пластичної деформації ґрунтів від їх фізико-механічних властивостей // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб. – Кіровоград: КДТУ, 2001.– Вип. 30.– С.47

#### BIBLIOGRAPHY

1. A. Boyko. New designs tillage and sowing machines / A. Boyko, M. Sviren, S. Shmat, M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 s.

2. Pastukhov V. Theoretical study of kinematic connection between elements of the "Tractor - Tractor-mounted device - tillage machine" / V. Pastukhov, V. Olshansky, G. Fesenko, S. Skofenko // mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Peter Vasilenko. - Kharkiv, 2008.- Vol. 75, T. 2. - S. 5-11.

3. Pastukhov V. Laboratory and field studies of the arable unit with different options hitching / V. Pastukhov, S. Skofenko, G. Fesenko, A. Piskarev, V. Kachanov // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Peter Vasilenko. - Kharkiv, 2010.- Vol. 93. - S. 40-47.

4. Pat. 91 418 IPC A 01B 15/08 « Plow body » / O. Nepochatenko, O. Melentyev, U. Kovalchuk, A. Pushka, S. Volvak.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201311777; appl. 10.07.2013 .; publ., 07.10.2014. Bul. №13

5. Pat. 69 617 UA, A01V15 IPC / 00 " Plow body " / A. Voytik, A. Holovchuk, O. Melentyev, A. Pushka.; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201111463; appl. 18.09.2011; publ. 10.05.12, Bul. №9

6. Salo V. Evaluation of crushing under mainly mouldboardless soil cultivation // Design, production and operation of agricultural machinery: A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd: KNTU, 2006.- Vol. 36.- S. 35-40.

7. Salo V. The study of plastic deformation of soils depending on their physical and mechanical properties // Design, production and operation of agricultural machinery: A national interagency scientific and technical collection. - Kirovograd: KDTU, 2001.- Vol. 30.- S.47.

#### **IMPROVING OF PLOUGH QUALITY INDICES WHEN PERFORMING TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF PLOWING ON WETLAND SOILS**

Nepochatenko V. V., Melentiev O.B.

#### *Summary*

The purpose of the article is to study the efficiency of the arable unit by improving quality indices of plow during the implementation of technological operations of plowing on waterlogged soils. One of the ways to reduce the resistance to movement of the plow is to in-

stall anti-friction devices. Construction analysis of plows has found out a number of shortcomings. The results of conducted researches formed the basis of the original technical solutions when designing tillage implements, which are protected by patents.

**Key words:** differentiation of working parts, mechanics and technological properties, soils, layer adhesion, working bodies, the resistance to plow movement, installation of anti-friction devices, plow body improving.

УДК 631.333.52

## СТАН І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

Жорницький С.П., інж. \*  
 ПАТ «Уманьферммаш», м. Умань  
 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 аналіз стану та перспектив розвитку механізації виробництва у рослинництві. В результаті аналізу світового досвіду розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки встановлено основні тенденції, які необхідно врахувати при створенні та освоєнні виробництва нового покоління вітчизняної сільськогосподарської техніки.

**Ключові слова:** механізації виробництва продукції рослинництва, сільськогосподарська техніка.

**Постановка проблеми.** Дослідивши новітні технології обробітку ґрунту і досягнення науково-технічного прогресу, були визначені напрями розвитку ресурсозберігаючої техніки для обробітку ґрунту.

Основними з них є:

- вдосконалення робочих органів, оптимізація їх параметрів, застосування нових матеріалів;
- оптимізація технологічних процесів обробітку ґрунту стосовно умов вирощування сільськогосподарських культур;
- підвищення продуктивності ґрунтообробних агрегатів на основі застосування тракторів високої потужності.

Виходячи з названих напрямів створення перспективної ресурсозберігаючої техніки для обробітку ґрунту, ведуться дослідження з її удосконалення і розробки нових робочих органів, оптимізації їх параметрів.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз стану та перспектив розвитку механізації виробництва у рослинництві в Україні, її науково-технічний та виробничий потенціал, дає змогу створювати, виготовляти та ефективно використовувати вітчизняну техніку

---

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

для виробництва продукції рослинництва.

Першочергова задача механізації виробництва сільськогосподарської продукції нині і впродовж всього періоду її розвитку полягала в інтенсифікації праці, заміні ручної механізованою.

*Мета дослідження.* З появою на полях України тракторів постала і проблема забезпечення їх шлейфом робочих машин та організації ефективного використання.

*Основна частина.* До виконання Програми було підключено близько 700 підприємств і організацій Міністерств промислової політики, Агропромислового комплексу та інші. У результаті реалізації цих Програм створено та освоєно виробництво більше ніж 470 найменувань нової техніки. Навіть за умов фінансової скрути вдалось вирішити ряд гострих для України проблем технічного забезпечення сільського господарства. Насамперед це проблема забезпечення сільського господарства тракторами різної потужності. Створено і освоєно виробництво тракторів різного тягового класу які раніше в Україні не випускались.

Практично вирішено проблему забезпечення потреб сільського господарства України в ґрунтообробній техніці, машинах для захисту рослин, підготовки і внесення добрив сівби і садіння сільськогосподарських культур. Створено і освоєно виробництво сімейства доільних установок та іншої техніки для тваринництва. За короткий період розроблені і підготовлені до серійного виробництва зернозбиральні комбайни Славутич та Лан, бункерний бурякозбиральний комбайн КБ-6, комплекс машин для вирощування збирання і післязбиральної обробки картоплі та ряд інших машин. Слід зазначити, що технічним рівнем вітчизняна техніка ще значно поступається зарубіжним аналогам. Проте вона значно дешевша, а тому доступніша українським виробникам сільськогосподарської продукції.

В результаті аналізу світового досвіду розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки встановлено основні тенденції, які необхідно врахувати при створенні та освоєнні виробництва нового покоління вітчизняної сільськогосподарської техніки. В тракторобудуванні необхідно забезпечити максимальне задоволення вимог різних типів споживачів щодо продуктивності МТА, раціонального агрегаткування тракторів із сільгоспмашинами, умов експлуатації тощо. Виконання цих вимог може бути досягнуто за рахунок розробки і виробництва тракторів великої одиничної потужності, підвищення паливної економічності двигунів, підвищення надійності й уніфікації конструкцій завдяки застосуванню елементної бази високого технічного рівня, автоматизації режимів роботи МТА, створенню комфортних умов праці для оператора, зменшенню шкідливого впливу на довкілля. Розвиток конструкцій машин для обробки ґрунту проходить під впливом технологій вирощування сільськогосподарських культур та досягнень науково-технічного прогресу в машинобудуванні. За даними досліджень науковці-агротехнологів для умов України найдоцільнішою є диференційована система обробки ґрунту. Для технічного забезпечення необхідно мати велику гаму ґрунтообробних машин.

В умовах, коли вартість матеріально-технічних і енергетичних ресурсів значно зросла порівняно з вартістю сільськогосподарської продукції, проблема енерго та ресурсо збереження стала пріоритетною в сільгоспвиробництві. Це поставило перед науковцями завдання пошуку шляхів зниження затрат матеріально-технічних і енергетичних ресурсів на виробництво продукції.

В результаті виконаних досліджень і вивчення світового досвіду нами сформульовані основні вимоги до ґрунтообробної техніки:

- висока якість і технологічна надійність виконання операцій обробки ґрунту відповідно вимогам агротехніки;
- мінімальне розпилення ґрунту при взаємодії робочих органів з ґрунтом, змен-



шення дії водної вітрової та механічної ерозії;

- достатня технічна надійність, висока зносостійкість робочих органів, вузлів і деталей;

- оптимальні комбінації робочих органів, як в окремій машині, так і агрегатних, складених з одноопераційних машин;

- зменшення питомих витрат енергії на обробіток ґрунту.

Відповідно до цих вимог промисловими підприємствами України розроблено комплекс ґрунтообробних машин. Це відомі в Україні ярусні плуги ПНЯ-4-42, ПНЯ-6-42 та плуги-розпушувачі комбіновані ПРК-4-42, ПРК-6-42, культиватори-розпушувачі КР-4,5, КР-2,2 важкі дискові борони БДВ-6, БДВ-3М. [3,4]

Необхідно констатувати, що вітчизняна ґрунтообробна техніка за надійністю, довговічністю, енерговитратами ще поступається іноземним аналогам. Це зумовлено недосконалою елементною базою, низьким рівнем кооперації відсутністю новітніх матеріалів сучасного технологічного обладнання в багатьох підприємствах, що виготовляють ґрунтообробну техніку. Використовуючи цей фактор, дехто пропонує відмовитись від вітчизняної техніки і перейти до іноземної. При цьому, замовчують, що іноземній техніці доведеться працювати в інших умовах, часто в одних технологічних лініях з нашою недостатньо надійною технікою та низькою організацією праці, які спричинять неминучі простоя. Тому бажаний ефект не завжди буде реальним. До того ж, купуючи техніку зарубіжних фірм, ми прив'язуємо себе до їхніх запасних частин і ремонтних матеріалів, а це потребує значних коштів на підтримання техніки в працездатному стані. Такий шлях для нас не прийнятний.

По-перше, немає на це коштів, по-друге, він веде нас до небезпеки бути постійними боржниками західних фірм, спричинить атрофію національного машинобудування та науково-технічного потенціалу.

Для виробництва ґрунтообробної техніки в Україні є наукові розробки та необхідні виробничі потужності.

Близько 120 найменувань ґрунтообробної техніки виготовляють понад 20 підприємств України, які здатні забезпечити потреби виробників сільськогосподарської продукції. Дослідивши новітні технології обробітку ґрунту і досягнення науково-технічного прогресу, департамент "Агромаш" визначили напрями розвитку ресурсозберігаючої техніки для обробітку ґрунту.

Основними з них є:

- вдосконалення робочих органів, оптимізація їх параметрів, застосування нових матеріалів;

- оптимізація технологічних процесів обробітку ґрунту стосовно умов вирощування сільськогосподарських культур;

- підвищення продуктивності ґрунтообробних агрегатів на основі застосування тракторів високої потужності.

Виходячи з названих напрямів створення перспективної ресурсозберігаючої техніки для обробітку ґрунту, в ведуться дослідження з її удосконалення і розробки нових робочих органів, оптимізації їх параметрів.

Основним напрямом вдосконалення машин для внесення добрив є підвищення рівномірності розподілу добрив по поверхні поля при одночасному збільшенні ширини захвату. Для цього, проводяться дослідження з оптимізації параметрів розсіюючих та дозуючих робочих органів, стосовно різних видів добрив.

Для захисту рослин чимало господарств закупили імпортні обприскувачі, які забезпечують високу якість обробки.

Останнім часом ВАТ «Львівсільгоспмаш» підняв технічний рівень своїх обприскувачів. Вони комплектуються такими ж самими вузлами та робочими органами, що й

обприскувачі зарубіжних фірм. Якість їх роботи задовільна. Аналогічні обприскувачі виготовляє ВАТ «Завод Фрегат», який розробив та освоїв випуск обприскувача із стабілізуючою штангою ОСШ-2500, який за своїм технічним рівнем відповідає кращим світовим аналогам, а вартість — в 2,5—3 рази менша. [1,2]

Головним напрямом розвитку обприскувачів, є підвищення біологічної ефективності та екологічної безпеки використання пестицидів, завдяки поліпшенню якості їх нанесення, зокрема, застосування дисперсності краплин оптимального розміру для конкретних умов роботи, підвищенню рівномірності обробки та ступеню осідання краплин на поверхню, що обробляється. При цьому, важливе значення мають впровадження автоматизованих систем управління процесом і контролю якості їх виконання, розробка обприскувачів із стабілізуючою штангою, яка б забезпечила постійною задану висоту розташування розпилювачів над рослинною поверхнею, диференційоване до конкретних умов використання розпилювачів різних типів та типорозмірів і, зокрема, спеціальних "із зниженим дрейфом". Для зменшення витрат на внесення пестицидів, типорозмірний ряд має бути з широким діапазоном змінної місткості бака та робочої ширини захвату, а також самохідні обприскувачі.

Ведуться розробка і впровадження принципово нових пневмомеханічних розпилювачів, які забезпечують регульований монодисперсний розпил краплин з примусовим їх осадженням. Враховуючи потреби України в продовольчому та фуражному зерні, умови його виробництва та сучасні тенденції в розвитку техніки, науковці передбачають застосування таких технологій:

- збирання врожаю, роздільне збирання зернових, зернобобових, круп'яних культур та насінників;
- пряме збирання комбайнами зернових, кукурудзи і соняшнику;
- збирання зернових, круп'яних культур і насінників трав з їх очісуванням;
- збирання урожаю фуражних культур у стадії молочно-воскової і воскової стиглості на монокормі з використанням кормозбиральних комбайнів нових конструкцій.

Роздільне збирання зернових та інших культур є одним з шляхів зменшення втрат урожаю за умов недостатнього забезпечення сільськогосподарського виробництва зернозбиральними комбайнами. Особлива перевага цього способу спостерігається при збиранні забур'янених посівів, культур з нерівномірним дозуванням зерна та насінневих посівів. Можна прогнозувати, що у ближчі 5—10 років роздільний спосіб збирання буде застосовуватись на площах посівів зернових і круп'яних культур близько 50%.

Актуальним у вирішенні питання застосування роздільного способу збирання є створення і освоєння виробництва енергетичних засобів для агрегування валкових жаток, зокрема тракторів класу 1,4 з реверсивним постом керування.

Актуальною є проблема збирання не зернової частини врожаю. В перспективі для цього будуть застосовуватись такі основні технології:

- укладання соломи у валок з наступним підбиранням і пресуванням у великі паки або рулони, та транспортуванням до місць складування;
- збирання подрібненої соломи і полови в причіпні швидкорозвантажувальні корчувачі, з наступним підбиранням і транспортуванням на край поля та скиртування;
- подрібнення і розкидання подрібненої соломи по полю;
- збирання всього біологічного врожаю зернофуражних культур в стадії молочно-воскової та воскової стиглості зерна для заготівлі монокорму.

Для механізації збирання зернових культур в Україні за короткий термін розроблено і підготовлено серійне виробництво зернозбиральних комбайнів класу 9 кг/с КЗС-9, «Славутич» та 8—9 кг/с «Лан». Науковцями розроблено вихідні вимоги до цих комбайнів та забезпечено науковий супровід розробки комбайнів "Славутич"

Основні напрями вдосконалення техніки для заготівлі кормів спрямовані на підвищення продуктивності кормозбиральних комбайнів і якості їх роботи, максимально можливе зменшення втрат урожаю при збиранні і зберіганні кормів. Це буде досягнуто завдяки застосуванню нових технологій заготівлі кормів, оптимізації параметрів робочих органів та режимів роботи. [5,6]

Виробництво конкурентоспроможної продукції в сільському господарстві може бути досягнута лише за умов застосування прогресивних технологій, оптимізації технічного забезпечення відповідно до обсягів виробництва, та ефективного використання матеріально-технічних ресурсів. Основою науково-технічного забезпечення виробників сільськогосподарської продукції має стати Система технологій і машин, яка повинна виконувати такі функції:

а) на рівні АПК — це нормативний документ для здійснення виконавчими органами технологічної і технічної політики, визначення заходів для підтримання виробників сільськогосподарської продукції, стимулювання розвитку вітчизняного виробництва, охорони довкілля тощо;

б) для сільськогосподарських працівників — це науково-інформаційне забезпечення перспективних технологій механізованого виробництва конкурентоспроможної продукції;

в) для наукових і конструкторських організацій — це орієнтир для створення нової техніки. Застосування нових технологій і техніки в умовах реформованого аграрного сектора економіки, потребує нових форм використання техніки та її сервісного забезпечення.

*Висновки.* Потужну високопродуктивну техніку доцільно використовувати на міжгосподарській основі, або орендувати її у прокатних пунктах чи МТС для виконання трудоенергомістких та спеціальних робіт. Доцільність придбання чи оренди техніки залежить від обсягів робіт та вартості прокату техніки. Сервісне забезпечення техніки в сільськогосподарському виробництві мають взяти на себе підприємства-виготовлювачі техніки. Для цього на кожному з підприємств має бути створена сервісна служба, яка працюватиме на договірних засадах з регіональними технічними центрами чи територіальними дилерами. Вони повинні забезпечити високий рівень технічної готовності машин, навчання фермерів та інших користувачів техніки правилам експлуатації і раціонального використання машин, узагальнення недоліків конструкцій і причин відмов та передачу їх виробникам для усунення цих недоліків і підвищення технічного рівня техніки. [7,8] Наявний в Україні науково-технічний та виробничий потенціал дає змогу створювати, виготовляти та ефективно використовувати вітчизняну техніку для виробництва продукції рослинництва.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Загальне землеробство: Підручник / За ред. В.О. Єщенко. — К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
3. Машиновикористання в землеробстві / В. Ю. Ільченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос та ін.; За ред. В. Ю. Ільченка, Ю. П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384с.
4. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студ. вищ. навч. закл. зі спец. “Машини та обладнання с.-г. виробн.” Кн.1: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001.– 384 с.
5. Сисолін П.В., Сало В.М.Український комплекс нових ґрунтообробних машин для гнучких ґрунтозахисних технологій. – Кіровоград: ПП Лисенко В.Ф., ISBN 978-966-8264-84-9.- 2007.- 58 с.
6. Сисолін П.В., Сало В.М. Уніфіковані ґрунторозпушувачі для захисних си-

стем землеробства // Техніка АПК.– 2000.– №2.– С. 12–15.

7. Сисолін П.В., Сало В. М., Місків В.З. Экологические проблемы присущие традиционным приемам обработки почв и отдельные пути их решения // Prezent si viitor in domeniul mecanizarii si electrificarii agrikulturii.– Chisinau, 2000.– Z. 121–124.

8. Черновол М.І., Сало В.М. Обґрунтування перспективного напрямку в розробці ґрунтообробних машин // Вісник інженерної академії України. –К.:, 1998.– С. 72–75.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Boyko A. New designs of tilling and sowing machines / A. Boyko, M. Sviren, S. Shmat, M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 s.

2. General agriculture: Textbook / Ed. V. Eschenko. - K .: Higher Education, 2004. - 336 s.

3. Using the machine in agriculture / V. Ilchenko, Y. Nagorny, P. Dzholos etc .; Ed. V. Ilchenko, Y. Nagorny.- K .: Harvest, 1996. – 384s.

4. Kropivnyi V. Farm equipment: theoretical basis, structural design: The textbook for students of higher education on the specialty "Machinery and equipment of farming production " Book 1: Machinery for agriculture. - K .: Harvest, 2001.- 384 s.

5. Sysolin P., Salo V. Ukrainian complex of new tillage machines for flexible soil-protecting technologies. - Kirovograd: P.P. Lysenko V., ISBN 978-966-8264-84-9.- 2007.- 58 p.

6. Sysolin P., Salo V. Unified Soil protection systems for agriculture // Technology АПК.- 2000.- №2.- S. 12-15.

7. Sysolin P., Salo V. Miskiv V. Environmental problems inherent to traditional methods of tillage and individual ways of their solving // Prezent si viitor in domeniul mecanizarii si electrificarii agrikulturii.– Chisinau, 2000.– S. 121–124.

8. Chernovol M., Salo V. Promising direction substantiation in the development of tillage machines // Journal of Engineering Academy of Ukraine. -K.:, 1998.- P. 72-75.

### STATE AND PERSPECTIVE DIRECTIONS IN MECHANIZATION OF PLANT GROWING PRODUCTION

Zhornytskyi S.P, Melentiev O.B.

#### *Summary*

The purpose of this article is to analyze the state and the prospects of of mechanization development in crop production. As an the result of analysis of international experience in agricultural machinery and structures it was determined that major trends that you should consider when creating and using a new generation of domestic production of agricultural machinery. The latest technologies in cultivation leading to scientific and technological progress have been studied as well as the areas of resource-saving technology for cultivation have been identified. The main ones are:

- improving the working of the optimization of their parameters, the use of new materials;
- optimization of cultivation processes concerning the conditions of growing crops;
- increasing productivity cultivating unit through the use of high power tractors.

Analysis of the state and the prospects of mechanization in crop production in Ukraine as well as its scientific, technical and production capability enables to create, produce and use effectively the national machinery for crop production.

**Key words:** mechanization of plant growing production, agricultural machinery.

УДК 631.333.52

## АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВІДХИЛЕННЯ ВІД ЗАДАНОЇ ГЛИБИНИ ВИСАДЖУВАННЯ КАРТОПЛЕВИСАДЖУВАЛЬНИХ МАШИН

Козелко Ю. І., асп. \*

Усенко М. В., к.т.н., доц.

Луцький національний технічний університет

м. Луцьк, Україна

Тел. +380332746132

e-mail: usmish@mail.ru

**Анотація.** В даній статті описані конструктивні особливості картоплевисаджувальних апаратів з наколювальним пристроєм. Дано аналіз показників відхилення від заданої глибини висаджування картоплевисаджувальної машини з апаратом з голкою на різних швидкостях в ґрунтах з різною вологістю. Розглядаємо найбільш поширення машини з апаратами конвеєрного типу. Вони мають багато переваг, але в них є і недоліки. Вони не забезпечують міцне утримання картоплини в кільці, на схилах та при наявності вібрацій відбувається випадання бульби картоплі з кільця, зокрема при знаходженні в зоні зірочки. Таким чином порушуються вимоги, що пред'являються до роботи картоплевисаджувального агрегату (прямолінійність рядків, крок висаджування, глибина висаджування та інші). Там де дані машини використовуються навіть на невеликих за крутістю схилах спостерігається неякісна робота (на схилах крутістю в 3°-5° починаються процеси сповзання агрегату і відхилення від курсової стійкості), що впливає на одержання неякісного врожаю. Операція висаджування картоплі не є винятком і, відповідно, картоплевисаджувальні машини для рівнини не можуть якісно працювати в умовах схилів.

**Ключові слова:** апарат, наколювальний пристрій, сошник, кільце, голка, ґрунт, глибина, картопля, схил.

**Постановка проблеми.** Відомо, що в нашій країні сільськогосподарські культури вирощуються, в основному, на рівнинній місцевості. Але в південно-західних регіонах, де переважають райони гірського та передгірського характеру, вирощування культур необхідно проводити на пагорбах та схилах. Стандартні рівнинні машини не можуть якісно виконувати сільськогосподарські операції в таких специфічних умовах [2, 4, 6].

**Аналіз останніх досліджень.** Існує багато типів картоплевисаджувальних машин, в конструкції яких передбачений апарат конвеєрного типу [1, 2, 7]. Оскільки недосконала конструкція кілець не забезпечує міцне утримання бульб картоплі в кільці, то постає проблема вдосконалення конструкції даного кільця. Якщо додати певні конструктивні елементи, то можливо забезпечити надійне утримання картоплини в кільці. Аналіз апаратів для висаджування картоплі поданий в наукових працях [2, 3, 4, 5, 6]. Проте не розглянуті питання їх роботи в умовах схилів, в умовах вібрацій коли існує висока ймовірність сходження картоплини з кільця.

**Метою дослідження** є визначення оптимальних показників відхилення від заданої глибини висаджування картоплевисаджувальних машин на різних швидкостях руху в ґрунтах з різною вологістю.

---

\* Публікується по рекомендації: чл.-кор. НААНУ, д.т.н., проф. Кушнар'ова А.С.

*Основна частина.* Запропоновані нові конструкції картоплевисаджувальних апаратів з наколювальними пристроями [8, 9].

Картоплевисаджувальний апарат з пружинною голкою містить відвід, ложечки-кільця, кріплення, ланцюговий конвеєр, зірочку, козирок, голки, опори, напрямні, пружини [ 8 ]. Ланцюговий конвеєр містить ведену зірочку. На конвеєрі через рівні проміжки закріплені ложечки-кільця за допомогою кріплення. Кожна ложечка-кільце виконана у вигляді кільця, до нижньої частини якого діаметрально навпроти один до одного жорстко закріплені напрямні, що мають на кінцях знімні упори. На напрямні надіта вільно крізь виконані в ній отвори опора з виступом, на якій жорстко закріплена голка таким чином, що вона займає місце по центру кільця. На напрямні також надіті пружини в зоні між упорами і опорою. В еліпсному отворі кожуха закріплений за допомогою гайки пружинний козирок. В еліпсному отворі кожуха, що прикриває ланцюговий конвеєр закріплений відвід. За рахунок еліптичних отворів відвід і козирок можна фіксувати в різних положеннях.

Застосування картоплевисаджувального апарату з пружинною голкою забезпечує відносно надійне захоплення і утримання різних за розміром бульб в кільці-ложечці апарату під час їх переносу з бункера до сошника, ворушіння бульб у бункері, висадку коренеплодів з певним діапазоном розмірів, зменшення їх травмування та підвищення якості висадки в різноманітних зовнішніх умовах роботи, а саме на схилах. При роботі на схилах крутістю до  $12^\circ$ , де підвищується ймовірність сходження бульби картоплі з кільця-ложечки, важливою обставиною є те, що голка утримує там дану картоплину (рис. 1).



Рисунок 1 - Картопле-висаджувальний апарат з пружинною голкою

Картоплевисаджувальний апарат з голками з гнучкою опорою містить відвід, кільця, кріплення, ланцюговий транспортер, зірочку, козирок, голки, опори. Кріплення кільця до ланцюгового транспортера аналогічно попередній конструкції. До нижньої частини кожного кільця жорстко прикріплена одним боком опора з виступом. На частині опори в протилежній зоні до кріплення кільця встановлені голки. На шляху руху кільця з коренеплодом, в еліпсному отворі кожуха закріплений пружинний козирок. В еліпсному отворі кожуха, що прикриває ланцюговий транспортер, закріплений відвід. За рахунок можливості встановлення і фіксації козирка з його пружинами певної жорсткості в різних положеннях в даному апараті є можливість регулювання

величини і напрямку тиску на коренеплоди з боку козирка. При цьому розташування голок в протилежній зоні до кріплення кільця дозволяє відрегулювати тиск козирка по прямій, що співпадає з віссю голок, що сприяє кращому насаджуванню бульби на голки, без її повертання в різних напрямках і, відповідно, уникнення травмування бульб, особливо в місці наколювання на голки. Розташування голок в протилежній зоні до кріплення кільця дозволяє при наїзді опори на відвід здійснити їх відведення з бульби за менший період часу, ніж у попередній конструкції.

Картоплевисаджувальний апарат з ножами і голкою має аналогічну до двох наведених вище конструкцій, але він містить ще ножі [ 9 ]. Застосування картоплевисаджувального апарата з ножами і голкою забезпечує зменшення зусилля різання, підвищення довговічності машини, економію насінневого матеріалу за рахунок розрізання насінневої картоплини на дві частини та їх подальшої висадки, підвищення продуктивності і якості роботи.

Експериментально досліджувалось відхилення від заданої глибини висаджування бульб картоплі для двох машин: стандартної і експериментальної. За експериментальну прийнята конструкція машини, що описана вище, яка є вдосконаленою, оскільки вона має картоплевисаджувальний апарат з голками. Досліджували зміну глибини висаджування в залежності від швидкості руху при різній вологості ґрунту. Відхилення вниз (в глибину) від заданої глибини приймали за мінусове значення, а відхилення вгору (в бік поверхні ґрунту) – за плюсове значення.

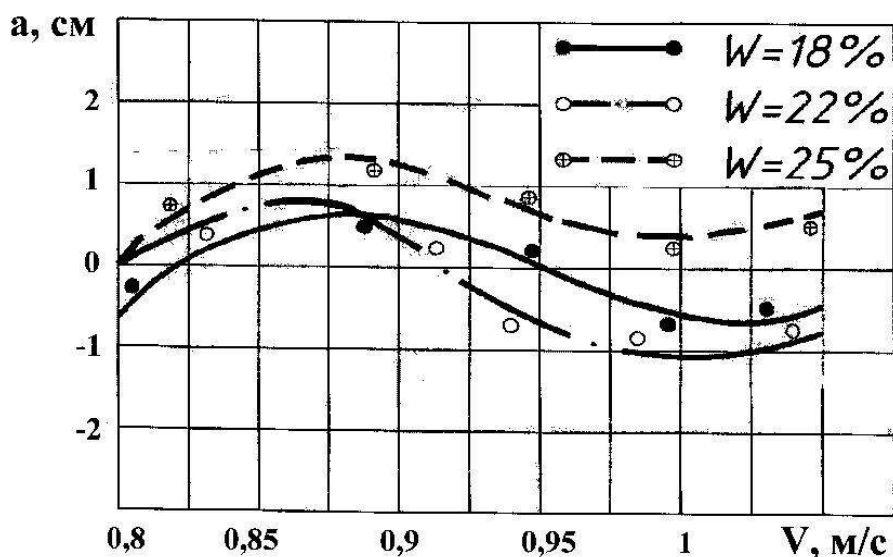


Рисунок 2 - Залежність відхилення від заданої глибини висаджування  $a$  від швидкості руху машини  $V$  при різній вологості ґрунту  $W$  при роботі стандартної картопле-висаджувальної машини

На рис. 2 зображена залежність відхилення глибини висаджування бульб від швидкості руху машини при різній вологості ґрунту при роботі стандартної картоплевисаджувальної машини. Дана зміна відбувається за криволінійною залежністю, що наближається до синусоїдальної. Варіаційні показники (для зручності подані в см): для  $W = 18\%$  -  $\bar{a} = -0,37$  см,  $\sigma = \pm 0,01$  см,  $V = 2,7\%$ ,  $m = \pm 0,002$  см,  $P = 0,54\%$ ; для  $W = 22\%$  -  $\bar{a} = -0,12$  см,  $\sigma = \pm 0,007$  см,  $V = 5,8\%$ ,  $m = \pm 0,002$  см,  $P = 1,67\%$ ; для  $W = 25\%$  -  $\bar{a} = -0,02$  см,  $\sigma = \pm 0,005$  см,  $V = 29,4\%$ ,  $m = \pm 0,0034$  см,  $P = 20\%$ .

Аналіз графіка показує, що збільшення швидкості руху картоплевисаджувальної машини дещо впливає на відхилення від глибини висаджування бульби, оскільки незначно збільшуються вібрації агрегату. Дані коливання відбуваються в межах встановлених агротехнічними правилами, тобто  $\pm 2$  см.

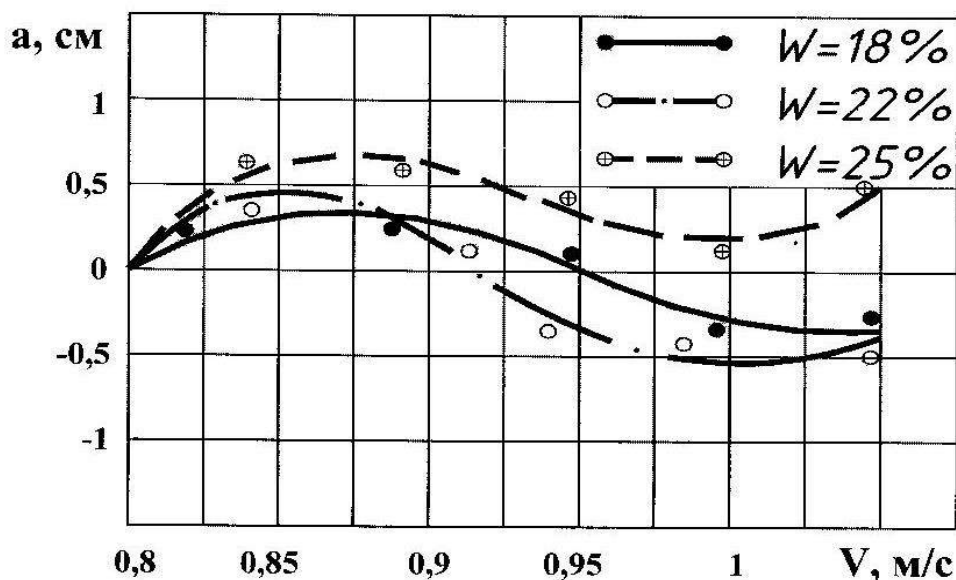


Рисунок 3 - Залежність відхилення від заданої глибини висаджування  $a$  від швидкості руху машини  $V$  при різній вологості ґрунту  $W$  при роботі експериментальної картоплевисаджувальної машини

На рис. 3 зображена залежність відхилення глибини висаджування бульб від швидкості руху машини при різній вологості ґрунту при роботі експериментальної картоплевисаджувальної машини. Дана зміна відбувається за криволінійною залежністю, що наближається до синусоїдальної. Варіаційні показники (для зручності представлені в см): для  $W = 18\%$  -  $\bar{a} = -0,08$  см,  $\sigma = \pm 0,005$  см,  $V = 6,3\%$ ,  $m = \pm 0,001$  см,  $P = 1,25\%$ ; для  $W = 22\%$  -  $\bar{a} = -0,25$  см,  $\sigma = \pm 0,007$  см,  $V = 2,8\%$ ,  $m = \pm 0,002$  см,  $P = 0,8\%$ ; для  $W = 25\%$  -  $\bar{a} = -0,8$  см,  $\sigma = \pm 0,015$  см,  $V = 1,9\%$ ,  $m = \pm 0,0034$  см,  $P = 0,4\%$ .

Аналіз графіка показує, що збільшення швидкості руху машини несуттєво впливає на показник відхилення від заданої глибини висаджування бульб, оскільки в даній експериментальній машині використаний висаджувальний апарат нової конструкції, завдяки якому бульба картоплі міцно тримається в кільці-ложечці і в необхідний момент звільняється з нього. Це призводить до практично стабільного значення глибини її висаджування.

Вплив вологості ґрунту, як і у попередньому випадку, несуттєво впливає на значення показника відхилення глибини висаджування бульби. В експериментальній машині дане відхилення становить максимум  $\pm 0,5$  см, що менше, ніж у попередньому випадку і, відповідно, знаходиться в межах, прийнятих агротехнічними правилами.

Вдосконалена конструкція розробленої нової машини з новим картоплевисаджувальним апаратом з голками сприяє досить точному висаджуванню бульб картоплі по глибині. Даний експеримент підтверджує перевагу експериментального агрегату.



Слід зазначити, що наведена конструкція картоплевисаджувального апарата не є кінцевою межею його вдосконалення. Існує багато варіантів для подальших розробок нових конструкцій даних апаратів в напрямку вдосконалення голки та кільця, що може призвести до досягнення ще меншого відхилення від заданої глибини висадки, а також до досягнення більш точних значень інших показників роботи машини.

*Висновки.* Наведений вище аналіз роботи картоплевисаджувальних машин з різними картоплевисаджувальними апаратами показує, що експериментальна машина забезпечує високі показники роботи і водночас стабілізацію ходу агрегату по глибині в різних умовах роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. А.с. 649355 СССР, МКИ А 01 С 9/04. Высаживающий аппарат картофеле-сажалки / В.Г. Гагулина и др. - № 2193458/30-15. Заявл. 26.11.76. Оpubл. 28.02.79. Бюл. № 8.
2. Гудзенко И.П. Машины для возделывания и уборки картофеля. – М.: Машгиз, 1962. – 276 с.
3. Емелин Б.Н., Ватухин А.П. К обоснованию геометрических параметров дозатора-распределителя вермикомпоста (ВК) к картофелепосадочной машине // Науковий вісник НАУ. – К. – 2005. - № 92, - С.193-197.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (ч. 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. –Харків: Око, 2001. - 444 с.
5. Залигин О.Г. и др. Малая механизация в приусадебном и фермерском хозяйствах. – К.: Урожай, 1996. – 368 с.
6. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування . – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
7. А.с. 1790843 СССР, МКИ А 01 С 9/00. Картофелесажалка / В.А. Соколов и др. - № 4867643/15. Заявл. 19.09.90. Оpubл. 30.01.93. Бюл. № 4.
8. Пат. № 79794 Україна, МКВ А01С 9/00. Картоплевисажувальний апарат з наколювальним пристроєм / М.В. Усенко та ін. – № 20041210905. Заявл. 29.12.2004. Оpubл. 12.07.2007, Бюл. № 11.
9. Пат. № 59213 Україна, МКВ А01С 9/00. Картоплевисажувальний апарат з ножами і голкою / М.В. Усенко – № 201011876. Оpubл. 10.05.2011, Бюл. № 9.

#### BIBLIOGRAPHY

1. CA 649355 USSR MKI A 01 C 9/04. Planted potato machine / V.G. Gagulin and oth. - № 2193458 / 30-15. Appl. 11.26.76. Publ. 28.02.79. Bull. No 8.
2. Gudzenko I.P. Machines for growing and harvesting potatoes. - M.: Mashgiz, 1962. - 276 s.
3. Yemelin B.N., Vatuhin A.P. On the justification of the geometric parameters of the dispenser-distributor of vermicompost (VC) to potato-planter // Scientific News NAU. - K. - 2005. - № 92 - S.193-197.
4. Zaika P.M. Theory of agricultural machines. Vol.1 (p. 1). Machines and tools for cultivation. Harkov: Oco, 2001. - 444 p.
5. Zalygin O.G. et al. Small mechanization in the backyards and farms. - K.: Harvest, 1996. - 368 s.
6. Sysolin P.V. et al. Farm equipment: theoretical basis, structure, designing. - K.: Harvest, 2001. - 384 s.
7. CA 1790843 USSR MKI A 01 C 9/00. Potato-planter / V.A. Sokolov and oth. - № 4867643/15 Appl. 19.09.90. Publ. 01.30.93. Bull. No 4.

8. Pat. No 79794 Ukraine, MEI A01S 9/00. Potato-planter device with pinning device / M.V. Usenko and oth. - № 20041210905. Appl. 29.12.2004. Publ. 12.07.2007, Bull. No 11.

9. Pat. No 59213 Ukraine, MEI A01S 9/00. Potato-planter with knives and needle / M.V. Usenko - № 201011876. Appl. 07.10.2010. Publ. 10.05.2011, Bull. No 9.

## **THE ANALYSIS OF POTATO-PLANTER DEVIATION INDICES FROM THE SPECIFIED DEPTH WHEN PLANTING**

Kozelko Y.I., Usenko M. V.

This paper describes the design features of potato-planters. The analysis of performance deviation from a given depth of planting by potato-planting machine with the machine having the needle at different speeds at different soil moisture. We consider the most spread machines with conveyor-type apparatus. They have many advantages, but they also have disadvantages. They do not provide strong retention potatoes in the ring, on the slopes and under vibration they have the loss of potato tubers out of the ring, especially in the area of asterisks. There are also strict requirements for potato-planting operation unit (such as straightness of lines, step planting, planting depth, etc.). There are data on using these machines even in small slopes they show poor quality operating (on the slopes slope of 3 ° -5 ° begins the process of unit sliding and deviation from the Stability Programme), which affects the poor reception of the crop. Operation of planting potatoes is not an exception and thus potato-planting machine can not work efficiently in terms of slopes.

**Key words:** apparatus, pinning device, coulter, ring-scoop, needle, soil, depth, potato, slope.

УДК 631.372/.373.004.5(075.5)

## **ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ ДЛЯ АПК**

Грушецький С.М., чл.-кор. МААО, чл. СВР ВНАУ, к.т.н., доц.

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

м. Кам'янець-Подільський, Україна

Тел. +380679316562

e-mail: g.sergiy.69@mail.ru

Дідур В.В., к.т.н., доц.,

*Уманський національний університет садівництва*

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: didur-vladimir@yandex.ru

**Анотація.** Одним з напрямків вирішення проблеми управління роботоздатністю техніки є використання інформації, отриманої при діагностуванні параметрів механізмів, вузлів, агрегатів і систем. Такий підхід може служити показником технологічного рівня проектування й виробництва із забезпеченням роботоздатності на етапах життєвого циклу. Це принципово новий підхід до вирішення важливої наукової про-

блеми забезпечення якості проектування, виготовлення й технічної експлуатації, підвищення ефективності їх функціонування.

Наведені концептуальні підходи з метою глибшого і комплексного вивчення основ забезпечення експлуатаційної надійності техніки, прогресивних технологій технічного сервісу та інших питань, які забезпечують експлуатацію техніки для АПК. Зроблено спробу викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки техніки до експлуатації. Значну увагу приділено технічному сервісу за технічним станом техніки з використанням сучасних методів і засобів технічного діагностування.

**Ключові слова:** технічний сервіс, забезпечення надійності техніки, експлуатація, діагностика, технічне обслуговування, періодичність.

*Постановка проблеми.* Викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки техніки до експлуатації.

*Аналіз останніх досліджень.* Вагомий вклад в розробку системи забезпечення роботоздатності автотранспортних засобів, технічної експлуатації, діагностики, технічного обслуговування і ремонту техніки внесли відомі вчені: О.А. Лудченко, В.Є. Канарчук, А.Д. Чигринець, М.В. Молодик, О.В. Козаченко, Я.М. Михайлович та ін. [1-4].

У зв'язку з цим постало питання викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки та забезпечення надійності техніки АПК до експлуатації.

*Мета дослідження.* Метою даної роботи є більш глибоке і комплексне вивчення основ забезпечення експлуатаційної надійності техніки для АПК, прогресивних технологій технічного сервісу та інших питань, які забезпечують експлуатацію техніки.

*Основна частина.* У ринкових умовах, що складаються в Україні, технічний сервіс в АПК потрібно розглядати як стратегічний напрям із забезпечення працездатності техніки в період експлуатації з позицій юридичного, економічного, нормативного, технічного, технологічного та кадрового забезпечення, як невід'ємну сполучну ланку між виробником і споживачем техніки. Це сприятиме завоюванню належного місця на вітчизняному та світовому ринках сільськогосподарського машинобудування. Основна маса вітчизняних і зарубіжних виробників сільськогосподарської техніки недооцінює роль і значення обов'язкового й надійного технічного сервісу для загальної виробничої діяльності.

Серед власників техніки також не сформовано специфічної і природної потреби в дотриманні правил її технічного обслуговування.

Технічна експлуатація техніки як область практичної діяльності – це комплекс технічних, економічних, організаційних і інших заходів, що забезпечують підтримку машин у роботоздатному, справному стані, попередження їхніх простоїв через технічні несправності. Технічна експлуатація включає: обкатку, технічне обслуговування, заправку, зберігання, технічні огляди, діагностування машин і попередження або усунення несправностей, тобто неплановий ремонт техніки. На відміну від технічної виробничої експлуатації включає використання техніки по призначенню.

Спробуємо викласти в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки та забезпечення надійності техніки для АПК до експлуатації (рис. 1).

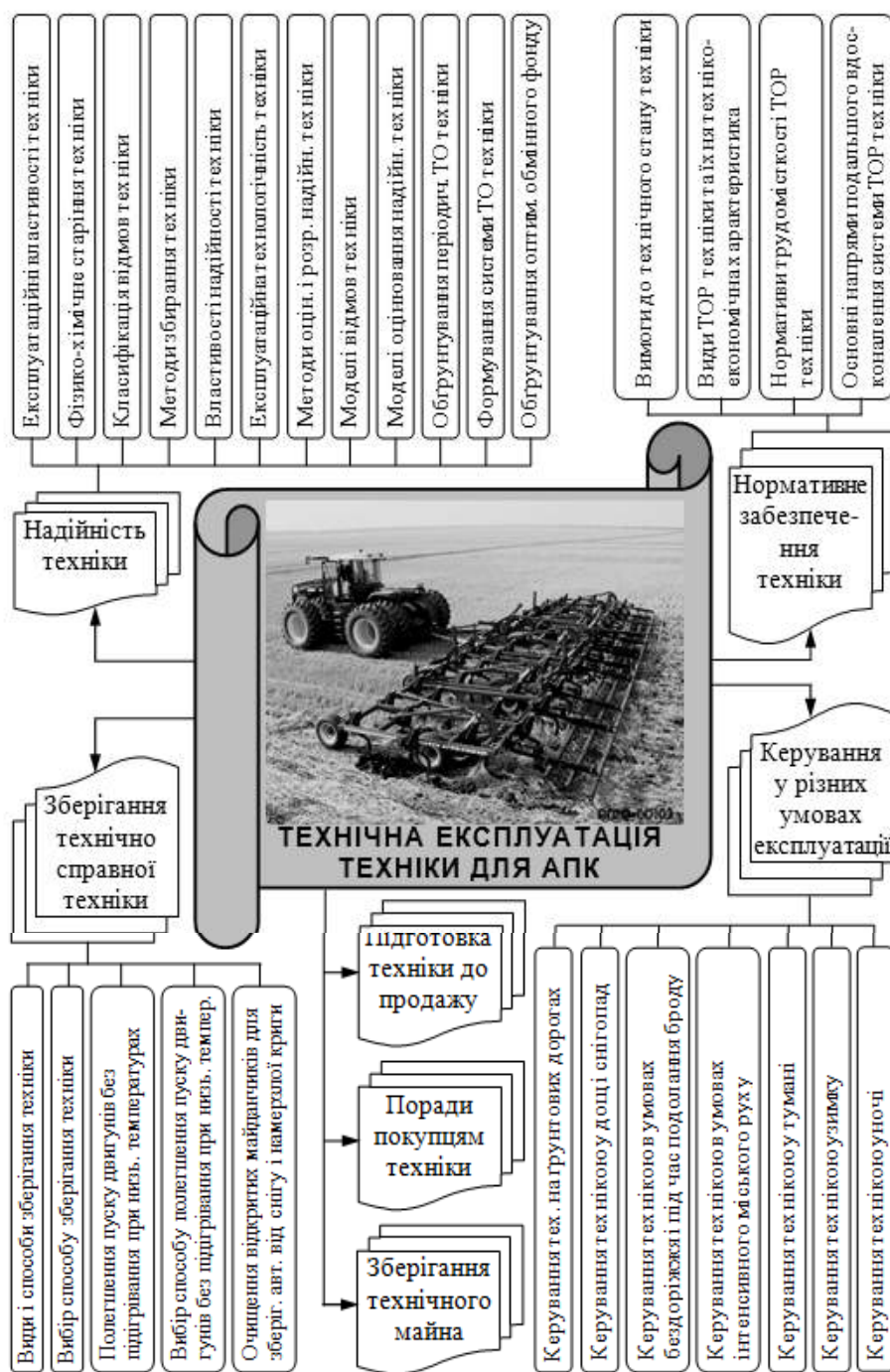


Рисунок 1 – Схема проблем з технічної експлуатації техніки для АПК

Технічний стан рухомого складу, його агрегатів і вузлів без розбирання визначають за допомогою контролю (діагностування), що є технологічним елементом ТО і ремонту.

*Мета контролю (діагностування) під час ТО* полягає у визначенні справжньої потреби у виконанні операцій і прогнозуванні моменту виникнення несправного стану порівнянням фактичних значень параметрів з граничними, а також в оцінюванні якості робіт.

*Мета контролю (діагностування) під час ремонту* полягає у виявленні несправного стану, причини його виникнення та встановленні найефективнішого способу усу-

нення: на місці, зі зняттям агрегату (вузла, деталі), з повним або частковим розбиранням і завершальним контролем якості робіт.

Значну увагу приділено технічному сервісу за технічним станом техніки з використанням сучасних методів і засобів технічного діагностування (рис. 2).

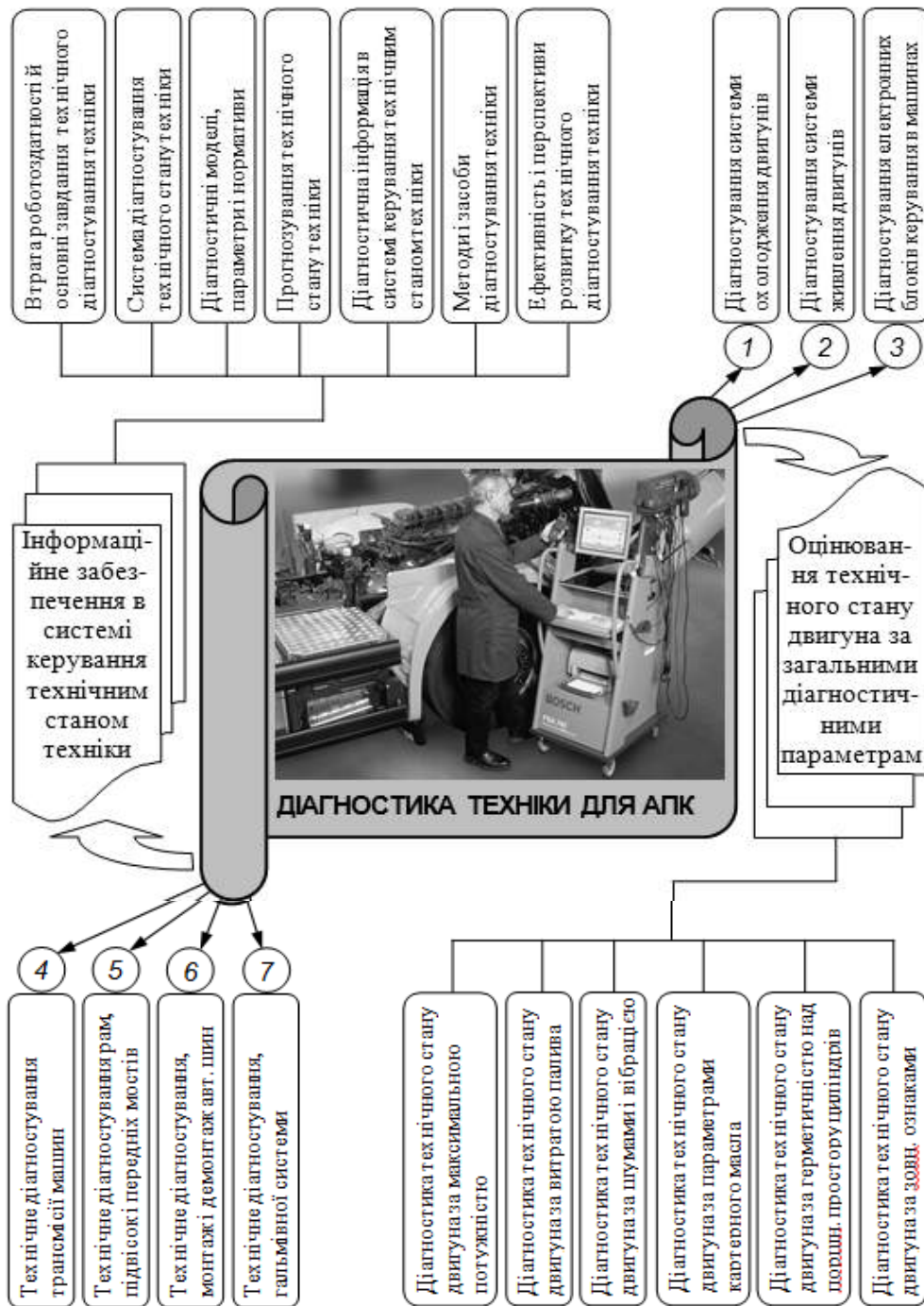


Рисунок 2 – Схема діагностики техніки для АПК

*Мета технічного обслуговування і ремонту* – підтримування техніки у технічно справному стані та належному зовнішньому вигляді, забезпечення надійності, економічності, безпеки руху та екологічної безпеки (рис. 3).

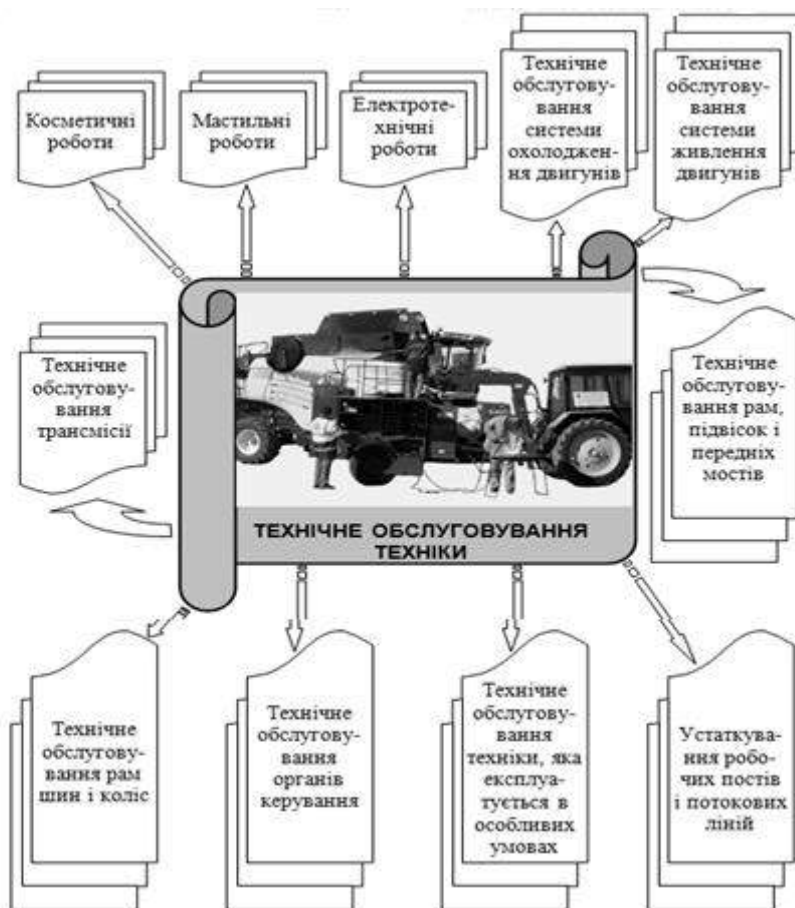


Рисунок 3 – Схема технічного обслуговування техніки для АПК

Якісне технічне обслуговування техніки може бути забезпечене технологією технічного обслуговування фірм, що отримали найбільшого поширення в Україні. Матеріал також викладений у вигляді таблиці 1, відповідно до прийнятої системою технічного обслуговування фірми-виробника техніки з використанням літературних джерел з діагностування техніки та інструкції по експлуатації заводів-виробників техніки [5-10].

Таблиця 1 – Регламенти технічних обслуговувань техніки (год.)

Марка техніки	10	50	100	125	250	300	500	600	750	1000	1200	1500	2000	2100	3000	4500	Щорічно	За необх.
ХТЗ	+			+*	+		+			+			+					
Fend	+	+		+	+		+		+	+			+					
Magnum	+	+	+			+		+			+	+		+	+			+
Беларус	+			+*	+		+			+			+					
John Deere	+				+		+		+			+	+			+	+	
Class Lexion	+	+	+		+		+			+							+	+
Grimme Tectron	+	+	+		+					+							+	+
Та ін.																		

\* - перші 125 годин

Періодичність ТО автомобілів залежить від типів автомобілів і умов експлуатації (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Періодичність технічного обслуговування ДТЗ

Тип ДТЗ	Періодичність видів технічного обслуговування, км пробігу		
	ЩО	ТО-1	ТО-2
Автомобілі легкові, автобуси	Забезпечення надійності автомобілів в експлуатаційних умовах	5000	20 000
Автомобілі вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів або з використанням базових агрегатів їх, автомобілі повнопривідні, причепа і напівпричепа		4000	16 000

Система технічного обслуговування автомобілів «Мерседес-Бенц» передбачає всі необхідні роботи, які в нормальних умовах експлуатації виконуються через певні інтервали часу або після певного пробігу. Технічне обслуговування в процесі експлуатації автомобіля проводиться: після перших 100 км., 500 км. пробігу; після кожних 10 000 км. пробігу або щорічно; після кожних 20 000 км. пробігу або кожні 2 роки; після кожних 60 000 км. пробігу (додаткові роботи).

*Висновки.* У статті наведені концептуальні підходи з метою глибшого і комплексного вивчення основ забезпечення експлуатаційної надійності техніки, прогресивних технологій технічного сервісу та інших питань, які забезпечують експлуатацію техніки в АПК. У статті викладено в систематизованому вигляді основне коло проблем, розв'язання яких потрібне для кваліфікованого керівництва виробничими процесами підготовки техніки до експлуатації. Значну увагу приділено технічному сервісу за технічним станом техніки з використанням сучасних методів і засобів технічного діагностування, охороні навколишнього середовища, ресурсозбереженню, зберіганню техніки і технічного майна, а також порадам щодо експлуатації техніки у нетипових умовах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., – 2007. – 527 с.
2. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник: У 2 ч., 4 кн. – К.: Вища шк., 2000. – Ч. 1: кн. 1. – 609 с, кн. 2. – 458 с; Ч. 2: кн. 3. – 321 с, кн. 4. – 552 с.
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
4. Технічний сервіс в АПК : навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні “Бакалавр” напрямку “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва” / [С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.] за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. – Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2014. – 680 с.
5. Технологічні карти діагностування і обслуговування тракторів. Навчальний посібник / О.В.Козаченко, В.М.Блезнюк, С.П.Сорокін та ін. За ред. О.В.Козаченко – Харків, 2010. – 212 с.
6. Руководство по эксплуатации трактора серии Magnum 225, 250, 280 и 310. – 430 с.
7. Руководство по эксплуатации Беларус 80/82. – РУП Минский тракторный завод, 2008. – 138 с.
8. Руководство по эксплуатации Беларус 90/92. – РУП Минский тракторный завод, 2008. – 125 с.

9. Руководство по эксплуатации Беларус 1025. – РУП Минский тракторный завод, 2008. – 206 с.
10. Руководство по эксплуатации Беларус 1523. – РУП Минский тракторный завод, 2009. – 300 с.
11. Руководство по эксплуатации трактора Fend серии Vario 924-930. – 280 с.
12. Руководство по эксплуатации John Deere 8130, 8230, 8330, 8430 и 8530. Издание для Европы K6, 2009. – 503 с.
13. Руководство по эксплуатации комбайна фирмы CLAAS LEXION 770-620, тип C59-C50 Издание для Европы K6, 2012. – 1028 с.
14. Руководство по эксплуатации Самоходного картофелеуборочного комбайна TECTRON 415 Издание для Европы K6, 2012. – 417 с.

#### BIBLIOGRAPHY

- 1.Ludchenko O.A. Automobiles technical maintenance and servicing: Tekhnolohiya: Pidruchnyk. – K.: Vyshha shk., – 2007. – 527 s.
- 2.Kanarchuk V.Ye., Ludchenko O.A., Chyhrynets' A.D. Automobiles operational reliability: Manual: In 2 ch., 4 kn. – K.: Vyshha shk., 2000. – Ch. 1: kn. 1. – 609 s, kn. 2. – 458 s; Ch. 2: kn. 3. – 321 s, kn. 4. – 552 s.
- 3.Ludchenko O.A. Automobiles technical servicing and repairing: arrangement and management: Manual. – K.: Znannia-Pres, 2004. – 478 s.
- 4.Technical service in AIC: navchal'no-metodychnyi kompleks: navch. posib. dlia studentiv inzh. spec. na osv.-kvalif. rivni "Bakalavr" naproiamku "Protsesy, mashyny ta obladnannia ahropromyslovoho vyrobnytstva" / S.M. Hrushets'kii, I.M. Bendera, O.V. Kozachenko ta in.: za red. S.M. Hrushets'koho, I.M. Bendery. – Kam'ianets'-Podil's'kii: FOP Sysyn Ya.I., 2014. – 680 s.
- 5.Checklists for tractors diagnosing and servicing. Navchal'nyi posibnyk / O.V.Kozachenko, V.M.Blezniuk, S.P.Sorokin ta in. Za red. O.V.Kozachenko – Kharkiv, 2010. – 212 s.
6. Manual on maintenance the tractor of Magnum 225, 250, 280 and 310 series. – 430 s.
7. Manual on Belarus 80/82 maintenance. – RUP Minskii traktorny zavod, 2008. – 138 s.
- 8.Manual on Belarus 90/92 maintenance. – RUP Mynskii traktorny zavod, 2008. – 125 s.
- 9.Manual on Belarus 1025 maintenance. – RUP Minskii traktorny zavod, 2008. – 206 s.
10. Manual on Belarus 1523 maintenance. – RUP Minskii traktorny zavod, 2009. – 300 s.
11. Manual on maintenance the tractor of Fend series Vario 924-930. – 280 s.
12. Manual on maintenance John Deere 8130, 8230, 8330, 8430 y 8530. Izdaniie dlia Evropy K6, 2009. – 503 s.
- 13.Manual on maintenance the combine of CLAAS LEXION 770-620, C59-C50 type. Izdaniie dlia Evropy K6, 2012. – 1028 s.
- 14.Manual on maintenance self-propelled potato-harvesting combain TECTRON 41. Izdaniie dlia Evropy K6, 2012. – 417 s.

#### THE PROBLEMS OF TECHNICAL SERVICING AND PROVIDING MACHINERY RELIABILITY FOR AIC

Hrushets'kii S.N., Didur V.V.

#### *Summary*

One of the aspects of solving the problem of techniques workability managing is the use of information obtained at diagnosing the parameters of mechanisms, components, as-



semblies and systems. This approach may serve as an indicator of technological designing and manufacturing that ensures the workability at the stages of the life cycle. This is absolutely new approach to solve important scientific problem of providing designing quality, construction and technical operation, increasing the effectiveness of their functioning. The conceptual approaches dealing with deeper and more comprehensive study of the foundations for ensuring operational engineering reliability, advanced technologies and other technical services for providing operation techniques for AIC have been given in the article. An attempt to present in a systematic form the main range of problems requiring the competent management of production processes as well as preparing technique for use has been made. Special attention is paid to the technical servicing depending on the technical condition by using modern methods and means of technical diagnostics.

**Key words:** technical service, providing engineering reliability, maintenance, diagnostics, technical servicing, maintenance frequency.

УДК 634.1/7.037:631.331

## СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Соколов В.О., с.н.с. \*  
 Привалов І.С., к.т.н., пров. наук. співробітник,  
 Саченко А.І., зав. відділом  
 Інститут садівництва (ІС) НААН,  
 м. Київ, Україна  
 Тел.: +380445260435, +380445266549,  
 e-mail: ic.mex@ukr.net

**Анотація.** Проведено аналіз загального стану механізації основних технологічних операцій по вирощуванню вегетативних підщеп і саджанців плодкових культур.

Машини, призначені для роботи у плодкових насадженнях, розподілено за технологічними комплексами. Наголошено на важливості механізації технологічних операцій при виробництві садивного матеріалу. Дослідження проведено з урахуванням агротехнічних і технологічних вимог, на підставі вивчення апріорної інформації про об'єкти досліджень та інженерних розрахунків. Наведено короткий опис машин розроблених в Інституті садівництва НААН України, конструктивні особливості робочих органів та принцип роботи, а також результати їх державних і виробничих випробувань. Надано фотоматеріали про машини. Представлено перелік операцій, які на даний час вимагають механізації.

**Ключові слова:** технологія, садивний матеріал, клонова підщепа, машина, саджанець, маточник, розсадник, технологічний процес, робочий орган.

**Постановка проблеми.** Одним з основних напрямків інтенсифікації виробництва в галузі садівництва України є вирощування високоякісного садивного матеріалу для реконструкції існуючих і закладання нових насаджень плодкових культур. На жаль, на

---

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

даний час в нашій країні не створена матеріально-технічна база його виробництва. Тому сьогоднішній обсяг випуску плодкових саджанців недостатній. Серед головних причин такого стану є низький рівень механізації технологічних операцій у розсадництві, який становить 7-8% при загальній трудомісткості робіт 4 тис. люд.-год./га [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Розробкою та виготовленням спеціальних машин для механізації технологічних операцій по вирощуванню вегетативних підщеп і саджанців плодкових культур займається в основному Інститут садівництва НААН. Враховуючи завдання, визначені в Галузевій програмі розвитку садівництва України на період до 2025 року [2], затвердженій Міністерством аграрної політики України та Національною академією аграрних наук, виготовлення та впровадження машин для виробництва садивного матеріалу плодкових культур є актуальною та пріоритетною справою загальнодержавного масштабу. Це і є основною метою наших досліджень.

*Основна частина.* На підставі розробленої в Україні Системи техніко-економічного забезпечення виробництва продукції рослинництва [3] всі технічні засоби для вирощування плодкових саджанців розділено на два технологічні комплекси (табл. 1).

Таблиця 1 - Розподіл машин для роботи у плодкових насадженнях по технологічних комплексах

Найменування комплексів	Машини						машини для інших технологічних комплексів с/г
	всього.	розроблені в Інституті садівництва НААН	знаходяться на стадії розроблення	потребують розроблення	виготовляються на підприємствах України.	іноземне виробництво	
Вирощування: клонових підщеп	9	6	-	1	2	-	15
саджанців	7	4	-	1	2	-	14
Всього:	16	10	-	2	4	-	29

Вони включають 16 машин спеціального і 29 загального призначення, які входять до інших технологічних комплексів сільськогосподарського виробництва.

Комплекс для вирощування клонових підщеп

У загальній технології виробництва клонових підщеп виділяються дві групи операцій:

— загальні при вирощуванні різних культур (передпосадкова підготовка ґрунту, основний обробіток його з внесенням органічних і мінеральних добрив, розпушення міжрядь, знищення бур'янів, полив і т.д.);

— обумовлені біологічними та виробничими умовами вирощування (посадка маточних рослин, дво-трикратне підгортання їх ґрунтом, осіннє розкриття, відокремлення відсадків, укриття рослин на зиму та весняне розкриття).

Виходячи з вищесказаного, машини, які необхідні для вирощування клонових підщеп, теж розділено на дві групи [4]:

1. Загального призначення;
2. Спеціальні. Промисловість такі машини серійно не випускає і через

відсутність їх у господарствах більшість технологічних операцій проводиться з порушенням агротехнічних строків або не виконується зовсім, внаслідок чого значно погіршується якість садивного матеріалу.

В останні роки в ІС НААН розробляються технології та засоби механізації для вирощування високоякісних клонових підщеп у маточниках [5, 6].

Весняне розкриття маточних кущів. Цю операцію необхідно виконувати у стислі строки, що вимагає не тільки повної механізації праці, а й застосування найбільш ефективних способів роботи, котрі забезпечать її високу якість, зменшать витрати енергії та ступінь пошкодження маточних рослин. Невчасне або неякісне розкриття спричиняє не лише різке зниження виходу відсадків, а навіть загибель маточних кущів [7].



Рисунок 1 - Машина ВВП-1 в роботі

В ІС НААН для проведення даної операції створено машину ВВП - 1 (рис.1) з таким технологічним процесом. Агрегат сідлає ряд маточних рослин, укритих валком ґрунту. Частина його верхнього шару під час руху машини зрізується відгортачем, який має форму двобічного плужного корпусу зі спеціальним вирізом центральної частини. Після проходження агрегату залишається валок ґрунту, який служить своєрідною зоною захисту від механічних пошкоджень основи маточного куща. Далі ґрунт, що залишився над його основою, розпушується за допомогою пружинних пальців розпушувача, за яким під гострим кутом до напрямку руху встановлено, барабан для розкриття. Він являє собою вал з горизонтальною віссю обертання, на твірній якого в чотири ряди по гвинтовій лінії встановлено еластичні робочі органи у вигляді гумових пластин або пучків синтетичного ворсу. За допомогою цих органів, у процесі їх обертання видаляється ґрунт із зони росту маточного куща, відкриваючи його основу, знятий ґрунт переміщується на бокову поверхню покривного валка повздовж ряду рослин. Це створює сприятливі умови для виконання наступної операції (підгортання маточних рослин ґрунтом).

Державні та виробничі випробування показали, що описана машина надійно та високоякісно виконує заданий технологічний процес. Продуктивність за годину основного часу становить 0,4-0,5 га, забезпечується 97-100% розкриття основи маточного куща на висоту 3-5 см над поверхнею розкритого валка, при цьому кількість пошкоджених бруньок не перевищує 5%. Робоча швидкість до 5 км/год. Машина агрегується з тракторами класу 0,6-1,4 у начіпному варіанті.

Новизна та конструктивна особливість її робочих органів захищені двома патентами України на винахід [8, 9].

Підгортання маточних рослин. З метою покращення окорінення відростаючих пагонів маточний куц за період вегетації багаторазово підгортається ґрунтом на висоту 25-30 см. Для цього розроблено машину ПВМ-1 (рис. 2), котра складається з рами, на якій встановлено два підгортальники у вигляді сферичних дисків. Останні за допомогою фланців можна повертати на необхідний кут у горизонтальній та вертикальній площинах, а також переміщувати поперек рами для забезпечення необхідних розмірів насипного ґрунтового валка. Попереду дисків до рами прикріплено стрілочасті лапи, призначені для розпушування ґрунту і знищення бур'янів у міжрядді. Величина заглиблення дисків і лап регулюється за допомогою опорних коліс.



Рисунок 2 - Машина ПВМ-1

Державні та виробничі випробування показали, що ця машина надійно та високоякісно виконує свій технологічний процес. Продуктивність за годину основного часу складає 0,8-1 га, робоча швидкість 5-6 км/год, максимальна висота ґрунтового валка – 30 см. Агрегатуються з трактором класу 0,9 у начіпному варіанті.

Розкриття кореневої системи маточних рослин і відокремлення відсадків є найбільш трудомісткими технологічними операціями по вирощуванню вегетативних підщеп. На їх виконання припадає 583 люд.-год/га, або 52% від загальних затрат праці протягом року [10]. Відповідні технічні пристрої можна розділити на два основні класи відповідно до призначення:

- для розкриття кореневої системи з наступним відокремленням відсадків за допомогою секаторів;
- для відокремлення відсадків без розкриття кореневої системи.

Робота виконується створеною в ІС НААН машиною РВМ-1 (рис. 3), робочі органи якої є два пасивних сферичних диска і два привідних вертикально встановлених барабани з радіально розташованими щітками з еластичного матеріалу.

Під час руху агрегат сідає ряд куців. Диски, опуклі поверхні яких повернуті до ряду рослин, попередньо відгортають основну частину ґрунту з обох боків насипного валка, а еластичні щітки остаточно очищують від нього кореневу систему вирощених відсадків. Привід барабанів здійснюється від валу відбору потужності трактора. Висота

розміщення барабанів, а також сферичних дисків відносно ґрунту регулюється за допомогою опорних коліс.



Рисунок 3 - Машина RBM-1 в роботі

Державні та виробничі випробування підтвердили працездатність машини і можливість виконання технологічної операції з високими якісними показниками. Продуктивність машини становить 0,3-0,4 га/год., ступінь розкриття кореневої системи – 75-85%. Агрегатується з тракторами класу 1,4 у начіпному варіанті.

Новизна та конструктивна особливість робочих органів захищені патентом України на винахід [11].

Відокремлення відсадків клонових підщеп. У минулому столітті було створено ряд технічних засобів для механізованого відділення відсадків. Робочі органи цих машин бувають двох типів. Перший (однорисковий) - обертовий диск для безпідпорного зрізу відсадків, другий (дворисковий) виконує зріз із підпором.

Широкого використання дані пристрої не набули через значні пошкодження, які вони завдають маточним рослинам та низьку зносостійкість їх ріжучої кромки, викликану інтенсивною роботою в абразивному середовищі (ґрунті). Цим пояснюється значна зрідженість маточних насаджень при використанні таких засобів під час відокремлення відсадків.

Отже, питання залишається відкритим, і тому подальші дослідження в ІС НААН у цій сфері будуть спрямовані на створення більш ефективного технічного засобу.

Укриття маточних рослин на зиму. При укритті ґрунту мульчею зменшується випаровування вологи, корені рослин захищаються від підмерзання зимою, покращується їх живлення. Крім того, поліпшується структура ґрунту, посилюються мікробіологічні процеси в ньому, не допускається утворення ґрунтової кірки, послаблюються добові скачки температури, пригнічується ріст бур'янів.

Після відокремлення відсадків укривають маточні рослини на зиму з метою захисту їх від морозів.

Щоб механізувати цю операцію в ІС НААН було створено машину МСТ-1 (рис. 4). Вона монтується на розкидач твердих органічних добрив РОУ-6 або на інші розкидачі подібної конструкції. Складається з навішувального пристрою, прийомного бункера, стрічкового поперечного транспортера та механізму передачі крутного моменту. Приводиться в дію від зрушувального валу базової машини за допомогою карданної та двох ланцюгових передач.



Рисунок 4 - Машина МСТ-1 в роботі

Згідно з результатами державних і виробничих випробувань машина забезпечує формування валка висотою 0,05-0,2 і шириною 0,8-1,2 м в залежності від обраної швидкості поступального руху і продуктивності подавального транспортера. Продуктивність за годину основного часу роботи складає – 0,4 – 0,5 га.

Новизна та конструктивні особливості робочих органів машини захищені патентом України на винахід [12].

Комплекс машин для плодового розсадника

Найбільш трудомісткими технологічними операціями в розсаднику, на виконання яких припадає близько 60% усіх витрат по вирощуванню саджанців, є: садіння підщеп у перше поле, обробіток ґрунту в міжряддях, захист рослин від шкідників і хвороб і викопування саджанців.

Садіння підщеп. Підщепи висаджують восени, за 20-30 днів до замерзання ґрунту, або рано навесні. В залежності від обсягу посадки і наявності техніки застосовують два варіанти відповідної технології. Перший полягає в механізованому нарізанні посадкових канавок (борозен), другий – у використанні машини, що виконує цілий комплекс операцій: нарізає канавки сошником, подає спеціальним апаратом (дисковим або ланцюговим) підщепи в канавку, засипає загортачами та прикочувальними котками ущільнює ґрунт у зоні посадки. При обох варіантах проводиться загальна для них операція – нарізання посадкових канавок, якість виконання якої значною мірою визначає приживлюваність підщеп. Для виконання цієї операції в ІС НААН розроблено машину з активними робочими органами фрезерного типу (рис. 5). Вона включає горизонтальний вал, на якому встановлено два диски з Г-подібними ножами, котрі під час руху агрегату обертаються і фрезерують ґрунт з виносом його на край борозни. Кількість фракцій ґрунту розміром 0,25-10 мм, найбільш цінних для приживання та росту рослин, становить – 65-70%. Це сприяє підвищенню на 5-7% приживлюваності підщеп у порівнянні з пасивними борозноутворювачами у вигляді сошників [13].

Машина пройшла державні та широкі виробничі випробування, результати яких свідчать, що вона високоякісно виконує технологічний процес – одночасно нарізає 2 борозни глибиною до 30 і шириною 11 см. Може комплектуватися знаряддями для одночасного поливу посадкових борозен. Агрегується з тракторами класу 1,4 в начіпному варіанті.



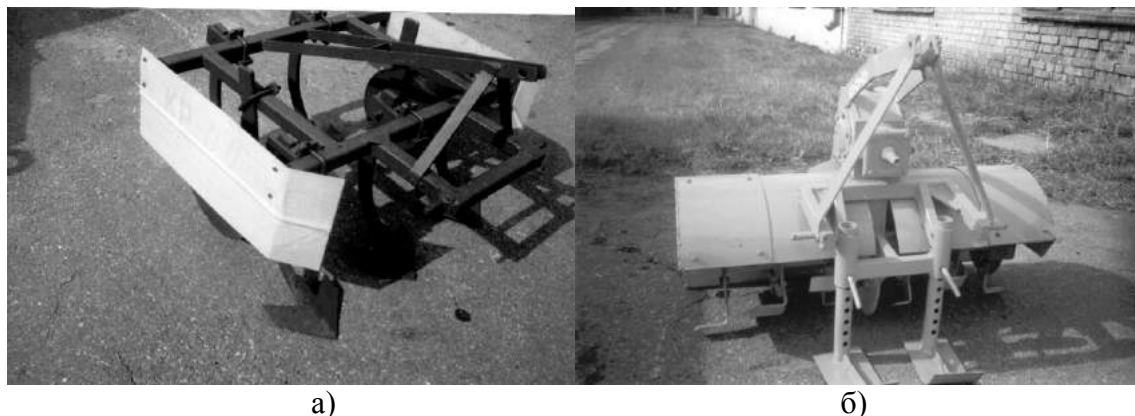
Рисунок 5 - Машина МНБ-2

Новизна та конструктивні особливості робочих органів захищені авторським свідоцтвом [14].

Обробіток ґрунту в міжряддях. До основних агротехнічних прийомів догляду за рослинами в черговому полі плодового розсадника належить боротьба з бур'янами в міжряддях і захисних зонах, що виконується, головним чином, із застосуванням механічних засобів – культиватора і фрези.

Враховуючи невелику ширину міжрядь та можливі розміри саджанців (висота до 2 м і більше), для догляду за ґрунтом в плодovому розсаднику ІС НААН створив набір малогабаритної техніки – культиватор КР-0,9 і фрезу ФР-0,9 (рис. 6).

Перший складається з рами з начіпним пристроєм. На рамі у два ряди встановлено: стрілочасті лапи, захисні щитки і опорні колеса. Продуктивність складає 0,45-0,6 га/год, ширина захвату – 0,9-0,95 м, максимальна глибина обробітку – до 12 см. Фреза включає раму, редуктор і фрезерний барабан з Г-подібними ножами, закритий захисним кожухом. Продуктивність – 0,2-0,3 га/год., ширина захвату 0,9-0,95 м, глибина обробітку регулюється опорними лижами і досягає 12 см. Фреза і культиватор агрегуються з малогабаритними тракторами класу 0,2-0,4 і розраховані на роботу в розсадниках з мінімальною шириною міжрядь 1,3 м.



а)

б)

Рисунок 6 - Малогабаритна техніка для догляду за ґрунтом у міжряддях плодового розсадника: а) культиватор КР-0,9; б) фреза ФР-0,9.

Обидві машини пройшли державні та виробничі випробування, які показали, що їх конструкції, комплектація та агрегування дозволяють стабільно і високоякісно виконувати поверхневий обробіток ґрунту в міжряддях розсадників.

Захист рослин від шкідників і хвороб. У комплексі заходів по захисту рослин у плодовому розсаднику від шкідників і хвороб досить важливим є хімічний метод, нині найбільш поширений. Він полягає у використанні малогабаритного обприскувача ОМТ-100, створеного на заводі «Львівсільмаш». Обприскувач складається з поліетиленового баку ємкістю 100 л, штанги з розпилювачами, насосу та регульовально-запірної апаратури. Робочий тиск 0,5-1,2 мПа, витрати робочої рідини – 3,5-8,5 л/хв, ширина захвата штанги – 3 м. Агрегується з тракторами класу 0,2-0,4. Викопування саджанців. Завершальною технологічною операцією з вирощування саджанців плодових культур є їх викопування. Це – найбільш енергоємний і трудомісткий процес. Однією з основних агровимог при його виконанні є високоефективне розпушування підкопаного шару ґрунту з саджанцями для зменшення фізичних зусиль на їх вибирання. З урахуванням цих вимог в ІС НААН розроблено викопувальний плуг ВСН-1 (рис. 7). Він складається з викопувальної скоби напівкруглого поперечного перерізу, пальців-розпушувачів і розпушувача активного типу, зв'язаного шарнірно зі скобою та виконаного у вигляді двоплечевої витрушувальної решітки з опуклою робочою поверхнею. Задній кінець решітки шарнірно з'єднаний з кривошипно-шатунним механізмом.

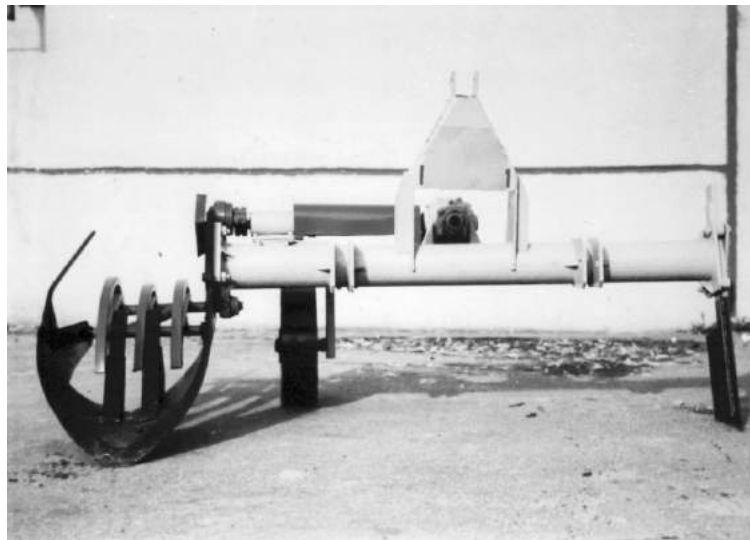


Рисунок 7 - Плуг викопувальний ВСН-1

У процесі роботи скоба підрізає шар ґрунту з саджанцями, пальці спільно з початковою ділянкою скоби стискають його. Після цього ґрунт потрапляє на опуклу решітку, де за рахунок напруги розтягування (ефект знакозмінного навантаження) руйнується і частково сепарується. Далі саджанці падають на денну поверхню ґрунту, де їх збирають робітники. Порушення зв'язку їх кореневої системи з ґрунтом, а також його часткова сепарація значно полегшують їх вибірку та зменшує відрив тонких коренів від них.

Державні та широкі виробничі випробування показали, що викопувальний плуг забезпечує стабільне виконання описаного процесу. Продуктивність – 0,3-0,4 га/год., ширина скоби – 0,5 м, глибина викопування – до 40 см. Агрегується з тракторами класу 3 у начіпному варіанті.

Новизна та конструктивна особливість робочих органів захищені патентом України на винахід [15].



Невирішеними питаннями поки що залишаються обробіток ґрунту в ряду рослин, підґрунтове внесення добрив у зоні росту саджанців, дефоліація листя перед викопуванням саджанців та ін.

*Висновки.* Механізація основних технологічних операцій у розсадництві є актуальною та пріоритетною справою загальнодержавного значення. З метою покращення стану виробництва садивного матеріалу в Інституті садівництва НААН ведуться дослідження, спрямовані на розробку сучасних імпортозамінних технологій і засобів механізації найбільш трудомістких технологічних операцій. В результаті проведених в указаній установі науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт створено комплекс машин для вирощування садивного матеріалу плодкових культур, застосування якого забезпечить підвищення продуктивності праці у 2,5-3 рази та рівня механізації до 20-25%, що дозволить значно знизити собівартість садивного матеріалу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сафонов О.П. Механізація вирощування плодкових саджанців //Техніка АПК. – 1998. – №1. – С. 18-19.
2. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. – Міністерство аграрної політики України – УААН – Інститут садівництва, 2008. – 76 с.
3. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва /за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. наука, 2012. – 416 с.
4. Алехин С.Д., Манаєнков А.Н., Засыпкин А.Д. Технологический комплекс машин для производства вегетативно-размножаемых подвоев /Достижения сельскохозяйственной науки – развитию агропромышленного комплекса. – Мичуринск: Плодоовощной институт им. И.В. Мичурина, 1988. – С. 37-39.
5. Привалов І.С., Соколов В.О., Майбенко М.І., Ведмідь Д.М. Комплекс машин для механізації робіт у плодкових розсадниках і маточниках // Садівництво. – 2009. – №61. – С. 334-340.
6. Гриник І.В., Омельченко І.К., Литовченко О.М.. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні. – К.: ПресаУкраїни – Інститут садівництва НААН України, 2012. – 120 с.
7. Татаринев А.Н., Зуев В.Ф. Питомник плодовых и ягодных культур. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 371 с.
8. Пат. 84225, України, МПК А01В 13/04. Машина для весняного відкриття маточних рослин клонових підщеп //Соколов В.О., Привалов І.С., Петренко С.О. – 2008.
9. Пат. 91654, України, МПК А01В 13/04. Пристрій для відкривання маточних рослин клонових підщеп //Соколов В.О., Привалов І.С., Петренко С.О., Соколова М.В. – 2010.
10. Фришев С.Г., Войтік А.В. Обґрунтування і розробка технологічного комплексу машин для вирощування садивного матеріалу плодкових культур: монографія. – Київ: НУБіП України, 2008. – 248 с.
11. Пат. 81010, України, МПК А01В 13/04. Машина для розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп //Привалов І.С., Майбенко М.І., Войтік А.В. – 2007.
12. Пат. 92269, України, МПК А01С 17/00. Пристрій для стрічкового внесення сипкої речовини у зону розміщення кореневої системи рослин //Тимошок І.В., Привалов І.С. – 2010.
13. Фришев С.Г. Удосконалення технології вирощування саджанців плодкових культур //Техніка АПК. – 1998. – №1. – С. 18-19.
14. А.С. 1526589 СССР, МКИ А01В 13/04. Устройство для нарезания посадочных щелей /Фришев С.Г., Алдушин П.И., Кротов А.М. (СССР). – №4239255/30-15, 1989.

15. Пат. 10844 України, МКИ А01С 11/00. Робочий орган для викопування саджанців /Фришев С.Г., Тарнапольський С.Б., Коцюбейник А.С., Дубровський В.І. – 1996.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Safonov O.P. Mechanization of fruit saplings growing //Tekhnika APK. – 1998. – №1. – S. 18-19.
2. Branch programme of the horticulture development in Ukraine for the period up to 2025. – Ministry of the Agrarian Policy of Ukraine – Ukrainian Academy of Agrarian Sciences – Institute of Horticulture of UAAS, 2008. – 76 s.
3. System of the technics – technological provision of the plant growing products production /V.V. Adamchuk, M.I. Grytsyshyn (ed.). – K.: Agrar. nauka, 2012. – 416 p.
4. Alyokhin S.D., Manaienkov A.N., Zasytkin A.D. Technological complex of machines for the vegetative rootstocks production /Achievements of the agricultural science for the development of the agroindustrial complex. - Michurinsk: I.V. Michurin Institute of Fruit and Vegetable Production, 1988. – S. 37-39.
5. Pryvalov I.S., Sokolov V.O., Maibenko M.I., Vedmid' D.M. Machines complex for the mechanization of operations in fruit nurseries and parental gardens //Sadivnytstvo. – 2009. - №61. – S. 334-340.
6. Grynyk I.V., Omel'chenko I.K., Lytovchenko O.M. Inland technologies of the fruits and small fruits production, storage and processing in Ukraine. – K.: Presa Ukrainy – Instytut sadivnytstva NAAN Ukrainy, 2012. – 120 s.
7. Tatarinov A.N., Zuiev V.F. Nursery of fruit and small fruit crops. – M.: Ros-sel'khozizdat, 1984. – 371 s.
8. Pat. 84225 of Ukraine, Machine for uncovering the clonal rootstocks mother plants in spring //Sokolov V.O., Pryvalov I.S., Petrenko S.O. – 2008.
9. Pat. 91654 of Ukraine, Device for uncovering the clonal rootstocks mother plants // Sokolov V.O., Pryvalov I.S., Petrenko S.O., Sokolova M.V. – 2010.
10. Fryshev S.G., Voitik A.V. Substantiation and development of the machines complex for the fruit crops planting stock growing: monography. – Kyiv: NUBiP of Ukraine, 2008. – 248 s.
11. Pat. 81010 of Ukraine, Machine for uncovering the root system of the clonal rootstocks mother plants // Pryvalov I.S., Maibenko M.I., Voitik A.V. – 2007.
12. Pat. 92269 of Ukraine, Device for the dispersible substance band placement in the zone where the plants root system is placed //Tymoshok I.V., Pryvalov I.S. – 2010.
13. Fryshev S.G. Improvement of the technology for growing fruit crops young trees //Tekhnika APK. – 1998. – №1. – S. 18-19.
14. Authorship certificate 1526589 of USSR, Fryshev S.G., Aldushin P.I., Krotov A.M. (USSR). – №4239255/30-15, 1989.
15. Pat. 81010 of Ukraine, Tool for digging out young trees / Fryshev S.G., Tarnapolsky S.B., Kotsyubeinyk A.S., Dubrovsky V.I. – 1996.

#### STATE AND PERSPECTIVES FOR FRUIT CROPS PLANTING STOCK PRODUCTION MECHANIZING

Sokolov V.O., Pryvalov I.S., Sachenko A.I.

#### *Summary*

The authors have analysed the state of mechanizing main technological operations connected with growing vegetative rootstocks and fruit crops young trees. The machines assigned for work in fruit plantations have been distributed in technological complexes. The

importance of mechanizing technological operations connected with the planting stock production has been stressed. The researches have been carried out taking into consideration agro technical and technological requirements on the basis of studying the a priori information about the objects of the investigations and design calculations.

They present a brief description of the machines developed at the Institute of Horticulture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, constructive peculiarities of their tools, principle of work as well as the results of their state and production tests. The list of the operations demanding mechanization at present has been presented by authors.

**Key words:** technology, planting material, clone rootstocks, car, seedling, mother liquor, nursery, technological process, working body.

УДК 621.9.048.7:621.373.826:631.31

### ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ 45 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц. \*  
 Невзоров А.В., к.т.н., доц.  
 Кравченко В.В., к.т.н., доц.  
 Уманський національний університет садівництва  
 м.Умань, Україна  
 Тел. +380474439837  
 e-mail: temp1405@mail.ru

**Анотація.** Розглянуто властивості сталі 45 в результаті впливу лазерного випромінювання на її поверхню. Наведено залежність глибини зони лазерного впливу від швидкості лазерної обробки. Визначено зв'язок глибини зміцненого шару від нанесених на зміцнювану поверхню поглинаючих покриттів, що дозволяє значно підвищити ступінь поглинання поверхнею матеріалу лазерного випромінювання та збільшити глибину зміцненого шару. Порівняно лазерне гартування зі звичайним гартуванням та з гартуванням із відпуском за інтенсивністю зносу внаслідок особливостей залишкових напружень у поверхневому шарі сталі. Розглянуто можливість застосування поверхневого легування шляхом лазерного борування для підвищення зносостійкості сталі 45. Визначено найкращий серед інших метод нанесення покриттів – лазерне наплавлення. Доведено наявність значного підвищення зносостійкості різних деталей сільськогосподарської техніки внаслідок лазерної обробки.

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

**Постановка проблеми.** Нині не втрачає своєї актуальності збільшення ресурсу виробітку різних деталей сільськогосподарської техніки. Однією із першочергових задач, що стоять перед виробниками сільськогосподарських машин, є забезпечення вищої міцності та зносостійкості деталей, які найбільше піддаються зносу та виходять з ладу.

---

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

Для зміцнення різноманітних деталей сільськогосподарської техніки може застосовуватися метод поверхневої лазерної обробки.

Багато деталей тракторів, комбайнів, засобів механізації тваринництва та інших сільськогосподарських машин, такі як колінчаті, розподільчі та шліцеві вали, складові кривошипно-шатунного механізму, шестерні, зубчаті колеса, зірочки, плунжери тощо, що повинні задовільняти відповідні вимоги щодо міцності та зносостійкості, виготовляються зі сталі 45.

Тому актуальним та важливим є забезпечення підвищення ресурсу виробітку відповідних деталей сільськогосподарської техніки шляхом аналізу впливу на властивості сталі 45 методу поверхневої лазерної обробки.

*Аналіз останніх досліджень.* Вплив методу поверхневої лазерної обробки на властивості матеріалів за останні роки досліджували в своїх працях такі науковці та вчені, як О.Г. Григор'янц, В.П. Вейко, В.С. Черненко, І.М. Шиганов, М.В. Кіндрачук, О.І. Дудка, В.С. Коваленко та інші, які детально займалися питаннями впливу лазерного випромінювання на поверхню сталевих зразків у різних випадках та для різних матеріалів [1-4].

Останні дослідження щодо зміцнення різних деталей сільськогосподарської техніки за допомогою лазерного випромінювання наводились в наукових працях В.М. Бобрицького, В.П. Бірюкова, І.Ф. Буханової, Т.С. Скобло, О.Й. Мажейка та інших [5-10].

*Мета дослідження.* Визначення властивостей сталі 45 в результаті впливу лазерного випромінювання на її поверхню для забезпечення підвищення ресурсу виробітку відповідних деталей сільськогосподарської техніки.

*Основна частина.* Для ефективного застосування на виробництві методу поверхневого лазерного зміцнення спочатку необхідно провести детальний аналіз впливу потужного лазерного випромінювання на властивості сталі 45.

Відомо, що під час лазерного зміцнення деталей сільськогосподарської техніки важливим фактором впливу на їх зносостійкість та ресурс виробітку є глибина зміцненого шару, який називають зоною лазерного впливу (ЗЛВ). Глибина ЗЛВ залежить від параметрів поверхневої лазерної обробки, зокрема, від швидкості обробки, що визначає час впливу лазерного випромінювання та температуру відповідної поверхні [2] (рис. 1).

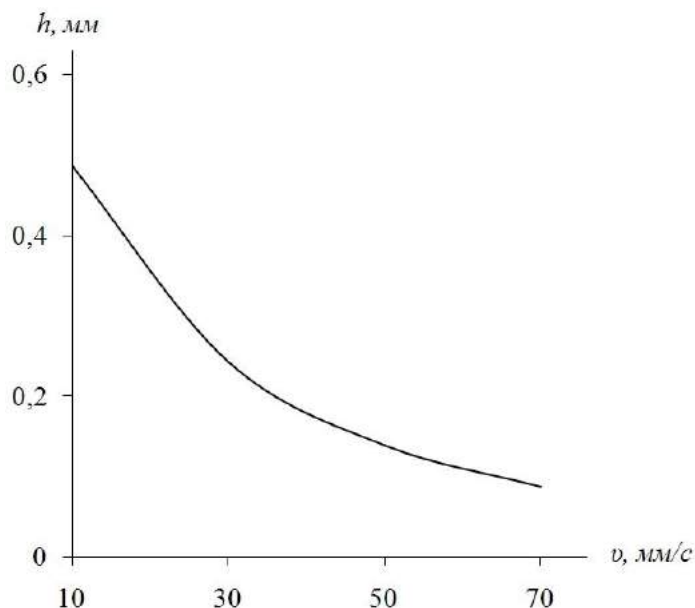


Рисунок 1 – Залежність глибини ЗЛВ сталі 45 від швидкості лазерної обробки

Як видно з рис. 1, зі збільшенням швидкості лазерної обробки глибина ЗЛВ зменшується.

Глибина зміцненого шару також залежить від нанесених на зміцнювану поверхню поглинаючих покриттів. У випадку їх правильного підбору для конкретної сталі значно підвищується ступінь поглинання поверхнею матеріалу лазерного випромінювання, що призводить до збільшення глибини зміцненого шару [1] (рис. 2). Для випадку збільшення швидкості обробки ( $v > 6,6$  мм/с) при заданих параметрах лазерного зміцнення оплавлення поверхні дослідного зразка не відбувається.

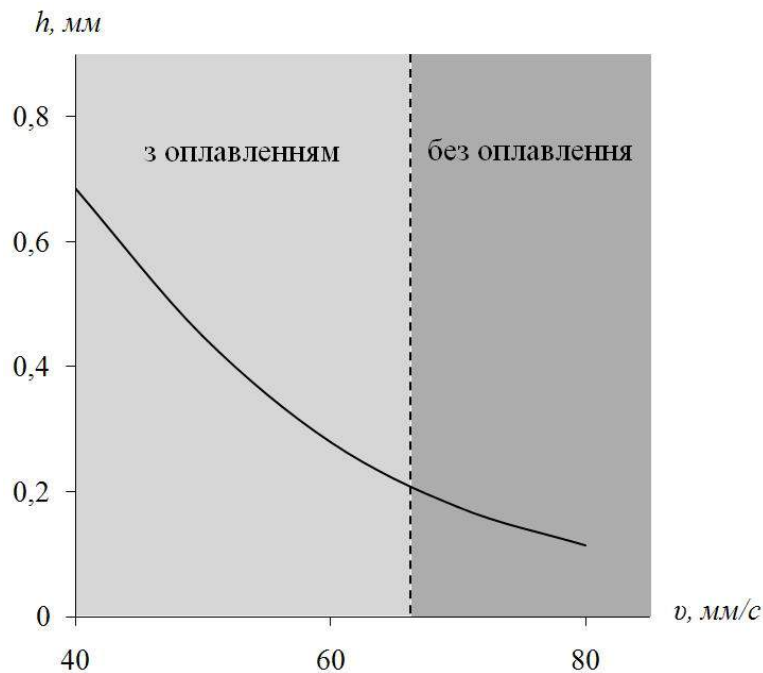


Рисунок 2 – Вплив швидкості лазерної обробки на глибину ЗЛВ сталі 45 ( $P=3,1$  кВт, поглинаюче покриття – сажа)

На поверхні деталей, зокрема, зі сталі 45, зміцнених безперервним або імпульсним лазерним випромінюванням, виникають неоднорідно розподілені залишкові напруження. Розміри області зі зміненими напруженнями значно більші, ніж зона лазерного впливу, причому має місце певна симетрія відносно центру зміцненої смуги чи плями. Величина та знак залишкових напружень залежать від режимів лазерної обробки, хімічного складу сталі та деяких інших факторів. Вони визначають такі властивості деталей, як зносостійкість, втомні характеристики, залишкові деформації тощо.

Порівняно зі звичайним гартуванням та з гартуванням із відпуском лазерне гартування забезпечує в декілька разів меншу інтенсивність зносу внаслідок особливостей залишкових напружень у поверхневому шарі сталі [1] (рис. 3).

В результаті зміцнення поверхні зразків зі сталі 45 шляхом лазерного гартування під час зворотно-поступального переміщення в парі із контрзразком із чавуну СЧ20 зносостійкість збільшується в середньому в 3 рази порівняно із незміцненими зразками [5].

Також підвищення зносостійкості деталей зі сталі 45 може досягатися шляхом застосування поверхневого легування або наплавлення.

Одним із варіантів поверхневого легування є лазерне борування, при якому подача легуючих елементів здійснюється шляхом нанесення відповідних паст (обмазок).

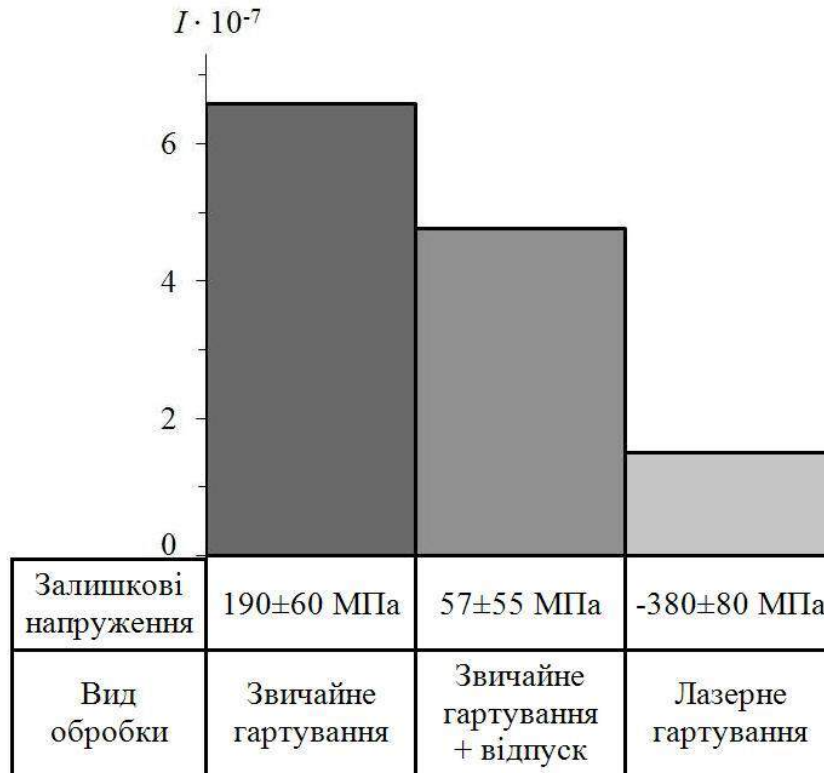


Рисунок 3 – Інтенсивність зносу сталі 45 при сухому терті в залежності від максимальних залишкових напружень у поверхневому шарі термозміцненого зразка

Борований за допомогою імпульсного лазерного випромінювання шар може мати товщину 50...110 мкм та містить крім утворених боридів FeB та Fe<sub>2</sub>B ще й метастабільний борид Fe<sub>3</sub>B. Стабільні бориди заліза мають наступні значення твердості: у бориду Fe<sub>2</sub>B – до 17000 МПа, а у FeB – до 20000 МПа [2].

Завдяки використанню лазерного борування відбувається зниження коефіцієнта тертя разом зі сталлю з 0,045 до 0,018 та забезпечується підвищення зносостійкості.

У випадку застосування борування за допомогою безперервного лазерного випромінювання до відпаленої сталі 45, крім боридів FeB та Fe<sub>2</sub>B у поверхневому шарі також присутній твердий розчин заліза в ромбодринчній β-модифікації бору з мікротвердістю 25000...30000 МПа (найвища твердість у сплавах заліза), що також сприяє підвищенню зносостійкості деталей сільськогосподарської техніки, виготовлених з даної сталі.

За допомогою нанесення покриттів на деталі сільськогосподарської техніки зі сталі 45 шляхом лазерного наплавлення (зокрема, з метою відновлення даних деталей), забезпечуються завдяки отриманню ультрадисперсних структур найбільш високі показники зносостійкості деталей. Формування структури матеріалу відбувається під час розплавлення відповідного порошку та наступного швидкого охолодження. Високу міцність зчеплення на межі основи з покриттям забезпечують відповідні дифузійні процеси.

Необхідними умовами для отримання покриття з високим рівнем адгезії, максимальним збереженням властивостей наплавленого порошку, обмеженим вмістом елементів основи та високими експлуатаційними характеристиками є відсутність значного перегрівання даного порошку завдяки мінімальному часу взаємодії рідкого розплаву покриття з твердою основою та високих швидкостей нагрівання і охолодження.

Найкраще забезпечує виконання даних умов саме нанесення покриттів лазерним наплавленням. На наступному місці знаходиться плазмове наплавлення, а вже потім і наплавлення струмами високої частоти (СВЧ) [2].

*Висновки.* Отже, застосування поверхневої лазерної обробки для сталі 45, що використовується вітчизняними виробниками різних деталей сільськогосподарських машин, забезпечить значне підвищення їх міцності і зносостійкості та може вже зараз успішно впроваджуватись у виробництво.

З метою розробки широкої номенклатури конкретних технологій лазерного зміцнення різних деталей сільськогосподарської техніки доцільно проводити подальші широкомасштабні теоретичні та практичні дослідження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Черненко В.С. Променеві методи обробки : Навч. посібник / Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. – К.: Кондор, 2008. – 166 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
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. 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.
9. Разработка технологии восстановления с использованием лазерного луча / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.В. Сайчук, В.Л. Манило // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. Серия «Технические науки». – 2011. – № 30. – С. 257–265.
10. Бирюков В.П. Восстановление и упрочнение поверхностей лазерным излучением / Бирюков В.П. // Фотоника. – 2009. – № 3. – С. 14–16.

#### BIBLIOGRAPHY

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

2. Chernenko V.S. Radiation processing methods: Teach. manual / Chernenko V.S., Kindrachuk M.V., Dudka O.I. – K.: Condor, 2008. – 166 s.
3. 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 s.
4. Hardening parts laser beam / V.S. Kovalenko, L.F. Golovko, G.V. Merkulov, A.I. Stryzhak; ed. V.S. Kovalenko. – K.: Engineering, 1981. – 131 s.
5. Byriukov V.P. Improving the durability of parts of agricultural machinery and tillers of laser hardening and cladding / V.P. Byriukov // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – S. 256–264.
6. Bukhanova I.F. The use of laser radiation for hardening and restoring of Agricultural Engineering / I.F. Bukhanova, V.V. Divinskiy, V.M. Zhuravel // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – P. 264–270.
7. Mazheika O.Y. Modification of Laser processing Technology for agricultural machinery parts / Mazheika O.Y. // Scientific Papers of Kirovohrad National Technical University. Technology in agriculture, industrial engineering, automation. – No. 21 – Kirovohrad: KNTU, 2008. – S. 164–167.
8. Bobritskii 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 s.
9. Restoring technology development using a laser beam / T.S. Skoblo, A.I. Sidashenko, A.V. Saychuk, V.L. Manilo // Scientific Bulletin of Lugansk National Agrarian University. A series of "Engineering". – 2011. – № 30. – S. 257–265.
10. Biriukov V.P. Restoration and hardening of surfaces by laser radiation / Biriukov V.P. // Photonics. – 2009. – № 3. – S. 14–16.

### **APPLICATION OF LASER TREATMENT OF STEEL 45 FOR STRENGTHENING ENDURANCE OF AGRICULTURAL MACHINES COMPONENTS**

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

#### *Summary*

The properties of steel 45 as a result of laser radiation on the surface have been considered in the article. The dependence of laser impact zones depth on the rate of laser treatment has been given. The connection of the depth of hardened layer deposited on the surface strengthened by absorbing coatings enabling to significantly increase the rate of absorption of laser surface material and increase the depth of hardened layer has been. Laser hardening has been compared with conventional laser hardening and tempering with quenching of the intensity of wear due to the nature of residual stresses in the surface layer of steel. The possibility of the use of laser surface alloying by boriding to improve the wear resistance of steel 45 has been considered. The best method including coating - laser welding among the others ones has been defined. The presence of a significant increase in the durability of various parts agricultural machinery due to laser treatment has been substantiated.

**Key words:** method of surface laser treatment, laser radiation, laser treatment zone, hardening, tempering, steel 45, wear, agricultural machines parts.



УДК 631.331

**ПРЯМА СІВБА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКА**

Лісовий І.О., к.т.н., ст. викл. \*

*Уманський національний університет садівництва*

м.Умань, Україна

Бойко А.І., д.т.н., проф.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

м.Київ, Україна

Свірень М.О., д. т. н., проф..

*Кіровоградський національний технічний університет*

м.Кіровоград, Україна

Пушка О.С., к. т. н., доц.

*Уманський національний університет садівництва*

м.Умань, Україна

Тел.+38667667808

e-mail lisovui\_ivan@list.ru

**Анотація.** У статі розглянуто фактори, що впливають на розвиток рослини, суть технології та світові конструкції сошників прямого посіву. Також проаналізована можливість розширення застосування технології прямої сівби в природно-кліматичних умовах України. Показано, що для її ефективної реалізації запропоновано використання зубчастого диска-очисника, що попередньо на полі прокладає розрихлену очищену смугу для подальшого виконання процесу сівби.

Дослідженнями встановлені основні кінематичні параметри ефективної роботи диска-очисника, розроблена його математична модель, за допомогою якої виявлені енергетичні показники і показники якості виконання технологічного процесу прямої сівби. Обґрунтована раціональна форма ріжучого елемента (ножа), що в експериментальній перевірці підтвердила доцільність використання ковзаючого різання рослинних решток.

Запропонована конструкція сошника з зубчастим диском-очисником.

**Ключові слова:** пряма сівба, рослинні рештки, зубчастий диск-очисник, кут установки, глибина ходу, ніж (ріжучий елемент), крутний момент опору.

**Постановка проблеми.** У світовій практиці все більшого поширення набуває сівба без попереднього обробітку та підготовки ґрунту. В цілому сучасна технологія прямої сівби є складним процесом і полягає у наступних етапах (рис. 1). Поле після збирання врожаю не обробляється плугами чи плоскорізами, культиваторами і боронами. Перед посівом його за один - два проходи обробляють гербіцидами, а потім сівалки, які обладнані спеціальними сошниками, висівають насіння і туки в борозни, що нарізані в ущільненому та насиченому рослинними рештками ґрунті.

Таким чином, сошники сівалок працюють у складних умовах експлуатації – ґрунтах різної щільності, вологості, фракційного складу та інших складових. Виходячи з характеристики технології прямої сівби (табл. 1), переконуємося, що саме наявність рослинних решток на поверхні поля в різних фазах їх розкладу забезпечують основу

---

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

позитивних аспектів процесу розвитку рослини. Але саме наявністю рослинних решток як у вигляді кореневих систем, так і залишків стебел на поверхні поля ускладнюються умови роботи сошника при виконанні прямої сівби.

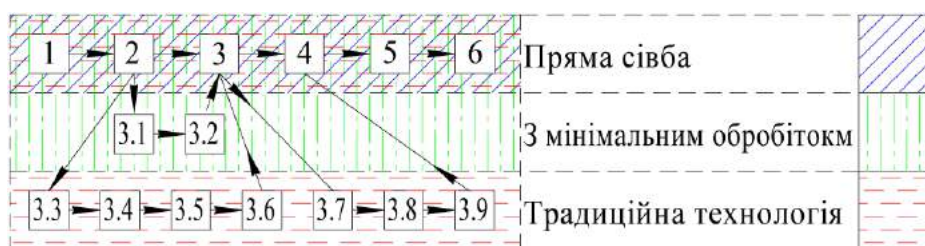


Рисунок 1 – Порівняльна схема технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур

1. Внесення гербіцидів; 2. Внесення мінеральних добрив; 3. Сівба; 3.1. Мульчування, 3.2. Обробіток без перевертання скиби ґрунту; 3.3. Лушення стерні; 3.4. Оранка; 3.5. Боронування; 3.6. Культивуація; 3.7. Прикочування посівів; 3.8. Досходове боронування; 3.9. Боронування сходів; 4. Обприскування проти шкідників; 5. Внесення гербіцидів; 6. Збирання

Таблиця – 1 Характеристика технології прямої сівби

Переваги		
Екологічні	Економічні	Агрономічні
1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>- збереження структури ґрунту;</li> <li>- створення сприятливих умов для розвитку фауни (дошових черв'яків, мікроорганізмів та ін.);</li> <li>- забезпечення захисту ґрунту від ерозії завдяки наявності рослинних решток;</li> <li>- зменшення поверхневого стоку та поліпшення фільтрації води;</li> <li>- зниження рівня забруднення стічних вод.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- економія палива становить 70-80% [1];</li> <li>- економія часу на виконання – 1-3, а не 10 технологічних операцій [1, 2];</li> <li>- підвищення прохідності техніки;</li> <li>- зниження витрат на технічні засоби;</li> <li>- зменшення числа працівників.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>зростання вмісту органічної речовини у ґрунті;</li> <li>зменшення витрат на добрива;</li> <li>забезпечення затримання вологи у ґрунті;</li> <li>- краще регулювання температурного режиму ґрунту.</li> </ul>
Недоліки		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ймовірність зниження врожайності в перехідний період;</li> <li>- необхідність використання тракторів більшої потужності;</li> <li>- потреба розробки нової техніки для прямого посіву;</li> <li>- зростання проблем у боротьбі зі шкідниками і хворобами [3].</li> </ul>		

Однак для її реалізації необхідні сівалки, обладнані відповідними робочими органами, насамперед сошниками. Існуючі конструкції сошників для прямої сівби тільки

частково задовольняють вимоги до якості виконання технологічного процесу, не відповідають достатньому рівню ефективності роботи та універсальності, що вимагає подальших удосконалень їх конструктивних рішень.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз робіт С. Дж Бейкера, К. Е. Сакстона, А. И. Мордуховича, П. В. Сисоліна, Я. Епперляйна, А. Кассама, Л. Хонгвена та інших [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], які присвячені історії та еволюції розвитку прямої сівби, переконує у її перевагах, а також виявляє недоліки порівняно з іншими способами сівби (табл. 1).

Тому маючи на меті створення універсального сошника для прямої сівби розглядаємо сошники та елементи, що спрямовані на прокладання борозни крізь рослинні рештки.

Таблиця 2 – Класифікація сошників для прямого посіву

Сошники для прямого посіву						
За додаванням зусилля від приводу		Безприводні				З приводом
За кутом входження у ґрунт		Тупим	Прямим	Гострим	Комбінованим	
Розподіл за формою утвореної борозни	V-подібною	Дводискові; Трьохдискові	-	-	Комбіновано-лапові	Суцільним обробітком Ланцюговим обробітком Стрічковим обробітком
	U- подібною	Однострижкові	-	-		
		-	Трубчасті	-		
	Перевернутою Т-подібною	-	-	Лапові		
-		-	-			

Вплив технологічного процесу і параметрів робочих органів посівних машин на урожайність підтверджується результатами наукових досліджень В.П. Горячкіна, П.М. Василенка, Л.В. Погорілого, П.В. Сисоліна, В.О. Белодедова, І.В. Морозова, М.І. Любушко, А.С. Кушнар'єв, Ю.І. Трофимченка, В.Е. Козакова, С.І. Шмата, В.Ф. Голубченка, В.В. Буйнова та інших науковців.

Технологія прямої сівби порівняно з традиційною є відносно складнішим процесом, потребує іншого підходу до культури землеробства і передбачає використання іншої техніки. Таким чином, реалізація переваг прямої сівби і відмова від спеціального попереднього обробітку ґрунту або зведення його до мінімального потребує, фактично, створення нових робочих органів. До їх функцій входять: підготовка поля, яка включає прорізання смуги в ґрунті і рослинних рештках для подальшого проходження сошника; формування ложе борозни під висів насіння; загортання насіння на необхідну глибину; ущільнення борозни.

*Метою дослідження* є підвищення якості виконання прямої сівби шляхом обґрунтування конструкції і параметрів сошника.

*Основна частина.* Виходячи з проведеного аналізу і на підставі розподілу функцій в технологічному процесі, що їх повинен виконувати сошник для прямої сівби, запропонована конструкція посівної секції, яка описана в роботах та захищена Деклараційними патентами на корисну модель [3, 11 – 13].

Працює сошник наступним чином. Примусове зусилля заглиблення від долота і сили ваги створюють необхідний тиск на зубчастий диск-очисник. Під дією цього тиску його зуби заглиблюються на деяку глибину і входять в зчеплення з ґрунтом рослинними рештками. В подальшому русі зубчастого диска рослинні рештки видаляються з ґрунту і підводяться зубами диска до ріжучого ножа. Таким чином, сумісна робота зубчатого диска-очисника і ріжучого ножа забезпечує прокладання смуги під борозну в ґрунті, засміченому рослинними рештками. Борозна під посів кінцево формується спеціальним виступом. За його допомогою ущільнюється дно борозни і стабілізується глибина сівби. Операція посіву завершується загортанням висіяних насінин насіннезагортаючою п'яткою (рис. 2).

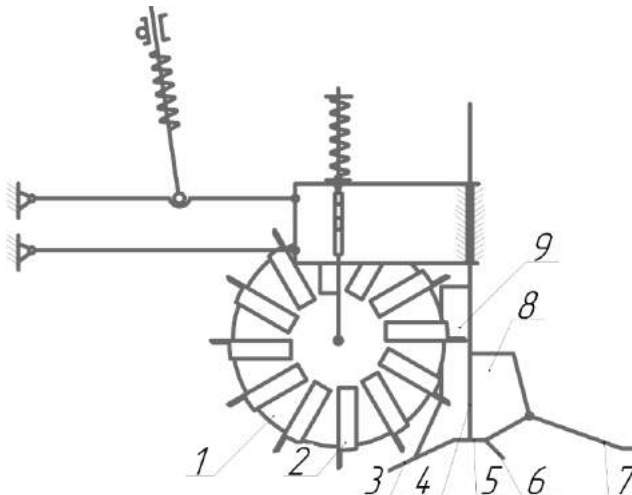


Рисунок 2 – Схема сошника для прямої сівби

1-зубчастий диск-очисник; 2- підкопуючий зуб; 3-долото; 4-борозноутворювач; 5-захисна пластинка; 6-виступ формуючий борозну; 7 - насіннезагортаюча п'ятка; 8-лійка для подачі насіння; 9- ніж.

Багатофазність операцій при виконанні прямої сівби по попередньо необробленому полю функціонально зв'язує роботу окремих елементів розробленого сошника. Умовою нормальної роботи є те, що в послідовності операцій технологічного процесу, який виконується, продуктивність кожної наступної повинна бути більшою, ніж попередньої. В іншому випадку можна очікувати порушення технологічного процесу у вигляді забивання рослинними рештками борозноутворювача.

Таким чином, від зубчастого диска-очисника та ножа, що забезпечує видалення і подрібнення рослинних решток, багато в чому залежить ефективність роботи всього сошника в цілому.

Згідно технології проведення посівних робіт по попередньо необробленому полю у запропонованій конструкції сошника першим і важливим елементом, що контактує з ґрунтом, є зубчастий диск-очисник.

Тому в його роботі особлива роль належить узгодженості руху окремих елементів для створення раціональних умов входження зубів у ґрунт, виконанні підкопування рослинних решток, видалення їх з ґрунту, підведення під ніж для ефективного перерізання і направлення відокремлених частин до міжрядь. Така складна багатофункціональна роль зубчастого диска-очисника накладає вимоги до обґрунтування його конструктивних параметрів.

Елементом зубчастого диска-очисника, який безпосередньо взаємодіє з рослинним рештками є зуб. Його абсолютний рух складається з двох наступних: відносного і переносного. Відносний рух відбувається в результаті обертання зубчастого диска-очисника навколо власної осі, а переносний забезпечується переміщенням сівалки вздовж рядка (рис. 2).



Рисунок 3 – Схема переміщення зубчастого диска-очисника сошника

Так як в запропонованій конструкції сошника згідно технологічному процесу необхідно, щоб зуб входив у ґрунт і виконував підкопуючу дію відносно рослинних решток, тоді коефіцієнт (лямбда)  $\lambda$  завжди повинен мати значення  $\lambda > 1$ . Але це характерно для активного привода на половині рух зміні положення миттєвого центру обертання в напрямку до поверхні поля. Таке може відбутися при деформації ґрунту під дією натиску передньої поверхні зуба. Тоді радіус кочення ( $r$ ) буде зменшуватися, а значить згідно  $\omega = V_c / r$  кутова швидкість зросте і відповідно параметр ( $\lambda$ ) також буде зростати [15],

де:

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_c}. \quad (1)$$

Враховуючи, що  $\varphi = \omega \cdot t$ ;  $r = R - h$ , систему рівнянь, яка описує траєкторію руху крайньої точки зуба, можна записати таким чином:

$$\begin{cases} X_M = R \left( \frac{\varphi}{\lambda} - \sin \varphi \right); \\ Y_M = R \cdot \cos \varphi. \end{cases} \quad (2)$$

У момент заглиблення зуба достатньо, щоб виконувалась умова:

$$V_{xM} \leq 0, \quad (3)$$

де  $V_{xM}$  - горизонтальна складова швидкості прийнятої точки зуба диска-очисника.

Гранична умова не защемлення зовнішньої поверхні зуба при вході в ґрунт отримуємо:

$$\begin{cases} V_{xM} = \frac{dX_M}{dt} = V_c - R \cdot \cos \left( \frac{V_c}{R-h} \cdot t \right) \cdot \frac{V_c}{R-h}; \\ V_{yM} = \frac{dY_M}{dt} = -R \cdot \sin \left( \frac{V_c}{R-h} \cdot t \right) \cdot \frac{V_c}{R-h}. \end{cases} \quad (4)$$

Тоді:

$$\varphi_{ex} = \arccos\left(\frac{R-h}{R}\right) \quad (5)$$

Як видно з отриманого рівняння, на граничне значення кута повороту зуба, після досягнення якого, горизонтальна швидкість стає меншою нуля і можливе підкопування рослинних решток, впливає заглиблення зуба і радіус його обертання.

Із представлених залежностей також видно, що при фіксованій глибині ходу сошника зменшення радіуса обертання зуба приводить до зменшення кута його входження у ґрунт. Це сприяє відводу зовнішньої поверхні зуба від зрізу ґрунту. І тільки після проходження нижньої точки горизонтальна швидкість буде знижуватися, а орієнтація зовнішньої поверхні сприятиме її контакту із обрізом ґрунту, що є важливим фактором для забезпечення необхідних зусиль на привід зубчастого диску [15].

Для того, аби зуб входив у ґрунт як можна ближче до вертикального положення і в той же час жодною точкою зовнішньої поверхні не наштовхувався на утворений зріз, необхідно, щоб зуб розташовувався під деяким кутом установки ( $\gamma$ ) (рис. 4.).

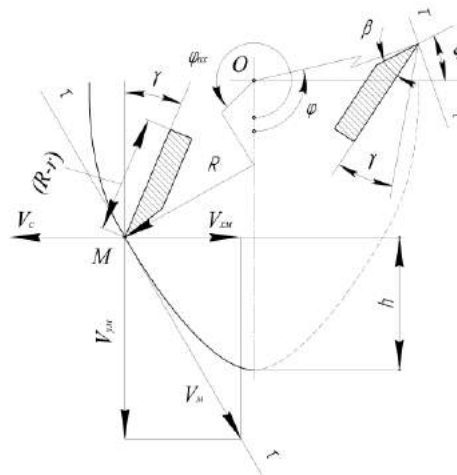


Рисунок 4 – Схема щодо визначення кута установки зуба диска-очисника

Тоді умова незатирання витікає з переміщень у горизонтальному й вертикальному напрямках згідно з траєкторією та установкою зуба під кутом ( $\gamma$ ) і може бути представлена таким чином:

$$V_c \cdot t \leq V_{xm} \cdot t + V_{ym} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \gamma. \quad (6)$$

Звідки кут установки зуба дорівнює:

$$\gamma \geq \operatorname{arctg} \left( \frac{V_c - V_{xm}}{V_{ym}} \right). \quad (7)$$

Отримане рівняння дає можливість розрахувати кут установки зуба з метою реалізації його раціональної взаємодії з ґрунтом. Робота, що виконується зубом на ділянці траєкторії в кінцевому вигляді, отримаємо [16]:

$$A = P_{\max} \cdot R \left\{ \frac{V_c}{\omega R} \sqrt{1 - \left( \frac{R-h}{R} \right)^2} + \frac{1}{2} \arccos \left( \frac{R-h}{R} \right) + \frac{1}{2} \sqrt{1 - \left( \frac{R-h}{R} \right)^2} \cdot \frac{R-h}{R} \right\}. \quad (8)$$

Відповідно момент опору зуба дорівнює:

$$M(\varphi) = \frac{dA(\varphi)}{d\varphi} P_{\max} R \cdot \cos \varphi \Big|_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вих}}} \left( \frac{1}{\lambda} + \cos \varphi \Big|_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вих}}} \right). \quad (9)$$

В процесі роботи зубчастого диска-очисника одночасно працюють декілька зубів, що знаходяться в різних фазах взаємодії з ґрунтом і рослинними рештками. Виходячи з вищесказаного мінімальна їх кількість може бути не менше трьох, а їх кількість можемо записати:

$$N \geq \frac{2\pi}{\arccos \left( \frac{R-h}{R} \right)}. \quad (10)$$

Тоді для зубчастого диска-очисника, що знаходяться в зачепленні з ґрунтом і рослинними рештками отримуємо:

$$M_{\text{зк}} = \sum_{i=1}^N P_{\max} R \cdot \cos \varphi \Big|_{\varphi_{\text{вх}} + \Delta\varphi(i-1)}^{\varphi_{\text{вих}} + \Delta\varphi(i-1)} \left( \frac{1}{\lambda} + \cos \varphi \Big|_{\varphi_{\text{вх}} + \Delta\varphi(i-1)}^{\varphi_{\text{вих}} + \Delta\varphi(i-1)} \right). \quad (11)$$

Отримане рівняння у вигляді суми моментів представляє математичну модель роботи диска-очисника [16].

Прерізання рослинних решток є наступним етапом підготовки поля для прокладання борозни і проведення сівби. Вирішуються такі задачі: очищення зубчастого диска від рослинних решток; направлення їх на бокові сторони борозни для створення сприятливих умов сівби і проростання рослин. Враховуючи, що рослинні рештки представляють собою в'язко-пружний матеріал доцільно процес різання забезпечити таким чином, щоб він протікав з ковзаючою дією ножа. Тобто контакт по дотичній (рис. 5).

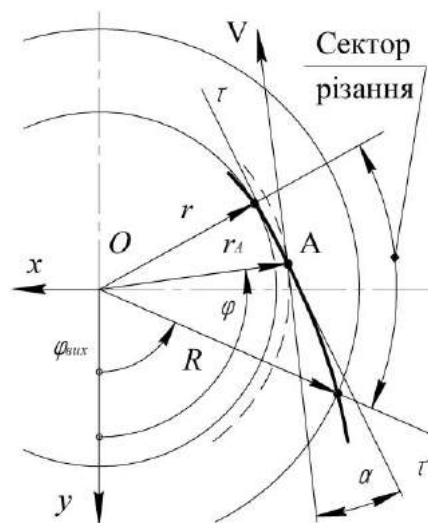


Рисунок 5 – Схема для обґрунтування форми леза ріжучого елемента сошника для прямої сівби [17]

Під кутом різання, для забезпечення ковзаючого різання, розуміється кут між вектором швидкості переміщення зубчастого робочого органу і дотичної до лінії, яка описує форму леза (рис. 5).

Таким чином, задача даного дослідження зводиться до пошуку і визначення форми леза, в кожній точці якого, в зоні сектора різання (рис. 5), виконувалась би умова:

$$\operatorname{tg} \alpha \geq f, \quad (12)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя руху рослинних решток по матеріалу леза.

Для цього на першому етапі дослідження встановлюємо вид рівняння, що описує вектор швидкості переміщення точки поверхні зуба:

$$y = -\operatorname{tg} \varphi \cdot x + r_A \cdot \sin \varphi; \quad (13)$$

яка транспортує рослинні рештки, а також рівняння дотичної до лінії, що описує форму леза ріжучого елемента:

$$Y - y_A = \frac{dy}{dx} (X - x_A), \quad (14)$$

На другому етапі необхідно визначити кут:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2ar_A \cdot \sin \varphi_A + b + \operatorname{tg} \varphi_A}{1 + (2ar_A \cdot \sin \varphi_A + b) \cdot \operatorname{tg} \varphi_A}; \quad (15)$$

під яким ці вектори перетинаються, і прирівняти цей кут до виконання умови (12).

На третьому етапі по відомому куту перетину вектора швидкості і дотичній необхідно визначити рівняння самої лінії, що описує форму леза яке в робочому секторі забезпечує ковзаюче різання рослинних решток. Таким чином, для початку фази перерізання маємо:

$$f = \frac{2a \cdot R \sin \varphi_{\text{вих}} + b + \operatorname{tg} \varphi_{\text{вих}}}{1 + (2a \cdot R \sin \varphi_{\text{вих}} + b) \operatorname{tg} \varphi_{\text{вих}}}. \quad (16)$$

Відповідно для кінця фази різання запишемо:

$$f = \frac{2ar \cdot \sin(\gamma + \beta + \operatorname{arctg} f_1) + b + \operatorname{tg}(\gamma + \beta + \operatorname{arctg} f_1)}{1 + (2ar_A \cdot \cos(\gamma + \beta + \operatorname{arctg} f_1) + b) \cdot \operatorname{ctg}(\gamma + \beta + \operatorname{arctg} f_1)}. \quad (17)$$

Сумісне рішення рівнянь визначає коефіцієнти ( $a_0$ ) і ( $b_0$ ), що входять у поліном другого ступеня, який в декартовій системі координат описує форму леза, що реалізує ковзаюче різання [17]:

$$y = a_0 \cdot x^2 + b_0 \cdot x + c_0. \quad (18)$$

Експериментальні дослідження є доповнення результатів теоретичного аналізу взаємодії елементів сошника, уточнення впливу факторів середовища і умов експлуата-



ції на показники якості виконання технологічного процесу висіву насіння в необроблене поле.

Експериментальними дослідженнями виявлено:

раціональні умов входження і переміщення зуба в ґрунті, при зміні конструктивних параметрів диска-очисника; зміни моменту опору, роботи та потужності при видавленні і транспортуванні рослинних решток, в залежності від кута повороту зубчастого диска-очисника і кута установки зуба [18];

визначено ефективну форму ріжучого елемента, встановлено закономірність зміни крутного моменту та роботи, що забезпечує мінімальний опір різанню рослинних решток в періоди подачі, перерізання та направлення їх в міжборозневий простір [19 – 21];

Визначено якісні показники роботи експериментального сошника при проведенні прямої сівби по таким параметрам: місце розташування рослинних залишків та насіння в борозні, динаміці появи сходів висіяної культур та врожайності.

Перевірка виконання технологічного процесу здійснюється в декілька етапів: першим етапом є взаємна робота диска-очисника та ножа із землею в ґрунтовому каналі, наступним етапом є робота зубчастого диска-очисника в комплексі з сошником для прямого посіву в ґрунтовому каналі (рис. 6) та на дослідному полі, завершальним етапом є порівняння з серійним робочим органом очистки в господарчих умовах.

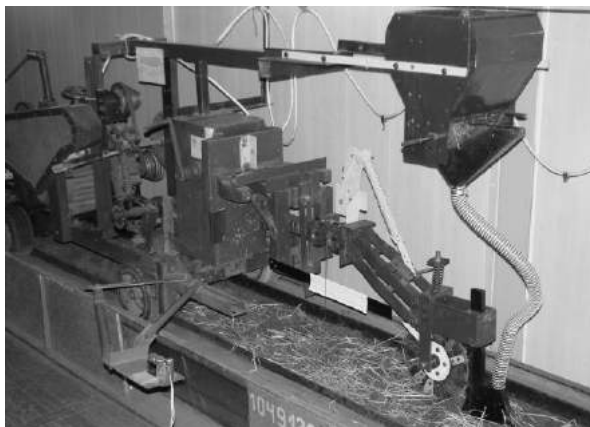


Рисунок 6 – Установка для дослідження якості виконання технологічного процесу прямої сівби експериментальним сошником [22]

Дослідження в польових умовах рядової експлуатації проводяться для виявлення працездатності запропонованого робочого органу. Кількісна оцінка якості роботи виконується по точності загортання насіння у борозні та врожайності. Посів виконується сівалкою, де два серійних гофрованих диски замінюються двома запропонованими робочими органами очистки борозни.

Отримані значення статистичних характеристик якості роботи дослідного робочого органу співставляються з еталонним зразком, після чого робляться висновки стосовно його працездатності та ефективності роботи.

Шляхом обробки даних виміру глибин загортання насіння, отриманих на залікових ділянках поля, виявлені показники основних статистичних характеристик розподілу випадкової величини. На підставі цього побудовано відповідні гістограми (рис. 7).

Порівняльний аналіз якості роботи дослідного зразка робочого органу з аналогом – закордонною сівалкою Great Plains CPN 2000 (США), що обладнана прорізаючим хвилястим (гофрованим) диском, показав дещо кращі результати у дослідного зразка. Кількісна оцінка якості виконання прямої сівби при всіх інших однакових факторах

впливу на розвиток рослин (кліматичні умови, підготовка посівного матеріалу, внесення добрив тощо) проводилася в міру та з урахуванням одночасності їх проростання й урожайності. Виявлено, що встановлення диска-очисника з ножом привело до формування більш підготовленої смуги для подальшого проходу сошника. Завдяки цьому рослинні рештки не вдавлюються у ґрунт, а піднімаються на поверхню поля і перерізаються ножом та направляються на бокові сторони борозни.

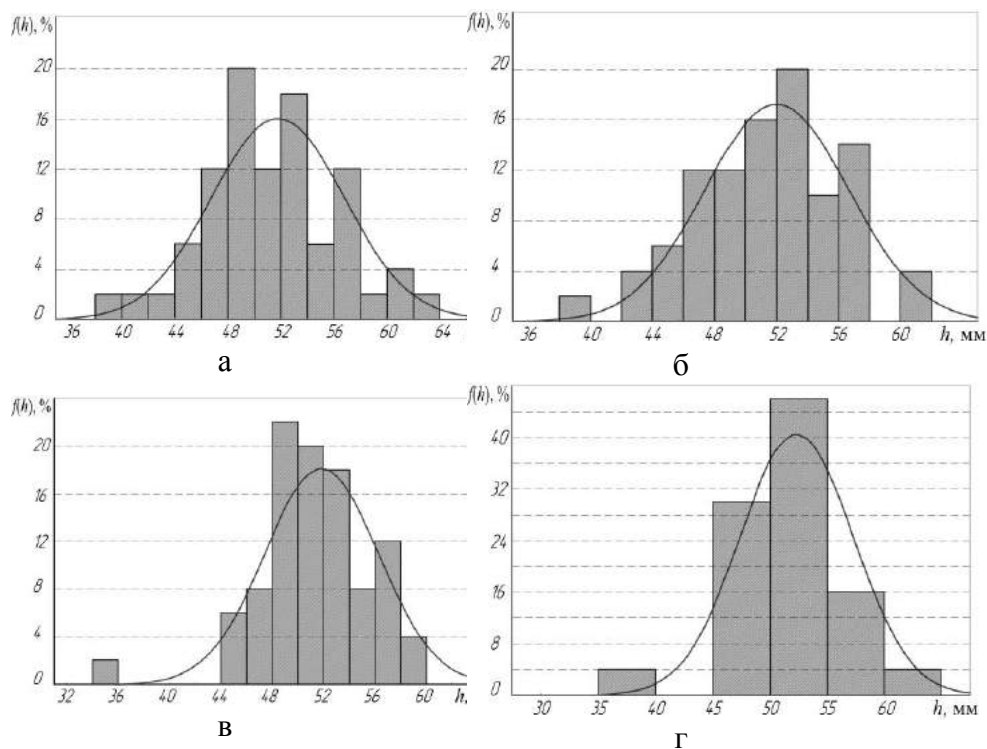


Рисунок 7 – Розподіл глибини загортання насіння із застосуванням дослідного робочого органу при прямій сівбі по рослинних рештках:

а - кукурудзи; б - соняшника; в - пшениці; г - пірію

У результаті проведених випробувань з'ясовано, що проростання насіння, при використанні сівалки з експериментальними робочими органами, відбулося на 2 – 3 дні раніше, ніж з серійним.

При роботі гофрованого диска відсоток рослинних решток, які знаходяться на шляху сошника 20-35% з них зтягаються в борозну 10–15%, тих, що непорізані, - 10–20%. Це приводить до недостатнього контакту насіння з ґрунтом.

*Висновки.* Загальні енергетичні витрати на зубчастому диску-очиснику представляються сумарним моментом опору його переміщення, що становить математичну модель (11) функціонування даного робочого органу.

Проведені дослідження нових робочих органів показали, що в результаті підвищення якості очистки борозни від рослинних решток, збільшується врожайність в середньому на 8%.

Річний економічний ефект від упровадження запропонованого сошника для прямої сівби складає 67462,8 грн на одну сівалку. Термін окупності конструкції становить 0,25 р. (станом на осінь 2013р.)

Розроблені рекомендації по удосконаленню елементів сошника, передані до впровадження у виробництво на заводах сільськогосподарського машинобудування ПАТ «Уманьферммаш» м.Умань, ПАТ «Червона зірка» м. Кіровоград та ПАТ «ТО-ДАК» м.Київ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Международные конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода No-Till [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nt-ca.org.ua>.
2. GASSEN, D.N.; GASSEN, ER. Plantio direto Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 с.
3. Сисолін П.В. Пряма сівба. Задачі і напрямки розвитку сошників для прямої сівби. / П.В. Сисолін, М.О. Свірень, І.О. Лісовий. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2007. – Вип. 37. – С. 94–98.
4. Технология и посев / С.Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи. – США, 2002. – 263 с.
5. Мордухович А.И. Прямой посев: достоинства, проблемы / А. И. Мордухович // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – №6. – С. 17–20.
6. Друзяк В.Г. Зміна властивостей чорноземів південних районів при застосуванні ґрунтозахисного обробітку ґрунту / В.Г. Друзяк, Л.А. Щетінікова, В.М. Кириленко // Науково-методичні проблеми покращення довкілля Одеського регіону: Матеріали регіон. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2006 р., м. Одеса. – Одеса: ІНВАЦ, 2006. – С. 71–82.
7. Лообб Д. Система растениеводства по технологии No-Till / Д. Лообб // Агробизнес–Украина. – 2007.–№1. – С. 26–28.
8. Харпаньяк Д. Потенциальные преимущества методов прямого посева с нарушениям поверхностного слоя / Д. Харпаньяк // Агробизнес–Украина. – 2007.– №1. – С. 28–29.
9. Рожанський О. Доцільність повернення соломи в ґрунт та чинники, що впливають на ефективність цього заходу / О. Рожанський, О. Боднар // Техніка і технології АПК. – 2011.–№8(23).– С. 27–30.
10. Сисолін П.В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої, технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. – Кіровоград, 2009. – 128 с.
11. Корчма М.М. Обґрунтування технологічних параметрів подрібнювача рослинних залишків грубостеблових культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.М. Корчма. – Глеваха, 2004. – 20 с.
12. Бойко А.І. Функціонування сошника прямого посіву як відкритої технічної системи. / А.І. Бойко, І.О. Лісовий, В.В. Тасенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2008. – Вип. 75; Т. 1. – С. 256–258.
13. Пат. 17212 Україна, МПК А01С 7/00. Посівна секція / П.В. Сисолін, М.О. Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200603187; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.
14. Пат. 17214 Україна, МПК А01С 7/00. Сошник. / П.В. Сисолін, М. О. Свірень, І.О. Лісовий, І.П. Сисоліна (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №200603190; заявл. 24.03.06; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.
15. Лісовий І.О. Аналіз кінематики руху і обґрунтування конструктивних параметрів зубчастого диска-очисника для прямого посіву. / І.О. Лісовий // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2008. – Вип. 38. – С. 191 – 198.

16. Бойко А.І. Підкопування і видалення поживних решток з ґрунту зубчастим диском-очисником при прямому посіві. / А.І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий. // Технічний сервіс АПК технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. – Вип. 77. – С. 299–305.

17. Бойко А.І. Дослідження енергетичних показників і встановлення раціональних параметрів зубчатого робочого органу сошника прямого посіву / А.І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград : КНТУ, 2011. – Вип. 41; Ч. I. – С. 47–52.

18. Бойко А. І. Перерізання рослинних решток з обґрунтуванням форми ріжучого елемента. /А. І. Бойко, М.О. Свірень, І.О. Лісовий // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк, 2009. – Вип.18. – С. 22–32.

19. Лісовий І.О. Енергетика процесу перерізання рослинних решток комбінованим сошником для прямого посіву / І.О. Лісовий, А.І. Бойко, М.О. Свірень, В.А. Пашинський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 42; Ч. I. – С. 75–81.

20. Лісовий І.О. Методика визначення моменту опору різанню рослинних залишків для перевірки ефективної форми ріжучого елемента комбінованого сошника для прямого посіву / І.О. Лісовий, А.І. Бойко, М.О. Свірень // Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» 17-19 жовтня 2012 р. – Вінниця: ВНАУ, 2012. – С. 57–58.

21. Лісовий І.О. Обґрунтування ріжучого елемента сошника для прямого посіву / І.О. Лісовий // «Розвиток наукових досліджень' 2012»: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції, м. Полтава, 19-21 листопада 2012 р. – Полтава: Видво «ІнтерГрафіка», 2012. – Т. 11. – С. 61–65.

22. Пат. 79456 Україна, МПК А01В 59/00 (А01В 63/00). Пристрій для визначення тягового опору робочих органів ґрунтообробних та посівних машин / В.М. Сало, П.Г. Лузан, С.Н. Лещенко, І.О. Лісовий, О.Р. Лузан (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200603187; заявл. 08.10.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.

## BIBLIOGRAPHY

1. International conferences on self-restoring cultivation on the basis of systematic approach No-Till [Electronic Resource]. – Access: <http://www.nt-ca.org.ua>.

2. Gassen, D.N.; Gassen, ER. Plantio direto Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. – 207 s.

3. Sysolin P. V. Direct Sowing. The Tasks and Directions of Development of Coulters for Direct Sowing. / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. Lisovyy. // Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection. – Kirovohrad: KNTU, 2007. – Issue 37. – S. 94–98.

4. Technology and Sowing / S.J. Baker, K. E. Saxton, V. R. Richie. – USA, 2002. – 263 s.

5. Mordukhovich A. I. Direct sowing: advantages and problems / A. I. Mordukhovich // Mechanization and Electrification of Agriculture. – 1987. – №6. – S. 17–20.

6. Druziak V. H. Change of Soil Properties of the Southern Area While Application of Soil-Protecting Tillage / V. H. Druziak, L. A. Schetnikova, V. M. Kyrylenko // Scientific and Methodological Problems of the Improvement of the Environment of Odessa Region: Materials of Regional Scientific and Practical Conference, June 15-16, 2006., Odessa. – Odessa: INVAC, 2006. – S. 71–82.

7. Loobb D. System of Plants by the Technology No-Till / D. Loobb // *Agribusiness – Ukraine*. – 2007. – №1. – S. 26–28.
8. Kharpaniak D. Potential Advantages of Methods of Direct Sowing with the Change of Surface Level / D. Kharpaniak // *Agribusiness–Ukraine*. – 2007.– №1. – S. 28–29.
9. Rozhans'kii O. The Effectiveness of Putting the Straw Back to Soil and the Factors that Influence the Efficiency of this Process / O. Rozhanskii, O. Bondar // *Machines and Technologies in Agriculture*. – 2011.–№8(23).– S. 27–30.
10. Sysolin P. V. Design Elaborations of the New National Universal Machines for Regular, Mulch, Ecological Technologies of Growing of Agricultural Cultures in Ukraine. – Kirovohrad, 2009. – 128 s.
11. Korchma M. M. Substantiating of Technological Parameters of the Pulverizer of Plant Residues of Rough-stem Plants: abstract for dissertation for a degree of a candidate of technical sciences: specialty 05.05.11 «Machines and Appliances of Mechanization of Agricultural Production» / M. M. Korchma. – Hlevakha, 2004. – 20 s.
12. Boiko A. I. The Functioning of a Coulter for Direct Sowing as an Open Technical System. / A. I. Boiko, I. O. Lisovyy, V. V. Tsenko // *Mechanization of Agricultural Production: Visnyk of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*. – Kharkiv, 2008. – Issue 75; Vol. 1. – S. 256–258.
13. Patent 17212 Ukraine, MPK A01C 7/00. Sowing Section / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi, I. P. Sysolina (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – № U200603187; application 24.03.06; published 15.09.06, Bulletin № 9.
14. Patent 17214 Ukraine, MPK A01C 7/00. Coulter. / P. V. Sysolin, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi, I. P. Sysolina (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – №200603190; application 24.03.06; published 15.09.06, Bulletin № 9.
15. Lisovyi I. O. Analysis of Kinematics of Motion and Reasoning the Construction Parameters of a Cog Disk-cleaner for Direct Sowing. / I. O. Lisovyy // *Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection*. – Kirovohrad: KNTU, 2008. – Issue 38. – S. 191 – 198.
16. Boiko A. I. Undermining and Extraction of Residues from the Soil after Harvest by a Cog Disk-cleaner for Direct Sowing. / A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi. // *Technical Service of Agricultural and Industrial Complex Technology in Agricultural Machine Building: Visnyk of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko*. – Kharkiv, 2009. – Issue 77. – S. 299–305.
17. Boiko A. I. Research of Energy Performance and Setting of Rational Parameters of a Cog Working Part of a Coulter for Direct Sowing / A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyi // *Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection*. – Kirovohrad: KNTU, 2011. – Issue 41; Part I. – S. 47–52.
18. Boiko A. I. Cutting Plant Residues with Reasoning the Form of a Cutting Element. /A. I. Boiko, M. O. Sviren, I. O. Lisovyy // *Agricultural Machines: Collection of Scientific Works*. – Lutsk, 2009. – Issue 18. – S. 22–32.
19. Lisovyi I. O. Energy of the Process of Cutting Plant Residues by a Combined Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi, A. I. Boiko, M. O. Sviren, V. A. Pashynskyy // *Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines: State Interagency Scientific and Technical Collection*. – Kirovohrad: KNTU, 2012. – Issue 42; Part I. – S. 75–81.
20. Lisovyi I. O. Methodology of Determining the Moment of Cutting Resistance of Plant Residues for Testing the Effectiveness of the Form of Cutting Element of a Combined Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi, A. I. Boiko, M. O. Sviren // *Materials of XIII International Scientific Conference «Modern Problems of Cultivating Machines» October 17-19, 2012*. – Vinnytsya: VNAU, 2012. – S. 57–58.

21. Lisovyi I.O. Reasoning of Cutting Element of a Coulter for Direct Sowing / I. O. Lisovyi // "Development of Scientific Research" 2012: Materials of the 8<sup>th</sup> international scientific and practical conference, Poltava, November 19-21, 2012. – Poltava: Publishing House «InterGraphics», 2012. – Vol. 11. – S. 61–65.

22. Patent 79456 Ukraine, MPK A01B 59/00 (A01B 63/00). Appliance for Determining the Traction Resistance of Working Parts of Tillage and Sowing Machines / V. M. Salo, P. H. Luzan, S. N. Leschenko, I. O. Lisovyy, O. R. Luzan (Ukraine); Declarant and Patent Holder is Kirovohrad National Technical University. – № U200603187; application 08.10.2012; published 25.04.2013, Bulletin № 8.

## DIRECT SOWING AND COULTER PARAMETERS SUBSTANTIATING

Lisovyi I.O., Boiko A.I., Sviren M.O., Pushka O.S.

### *Summary*

The factors that influence the development of plants, the essence of technology and the world's designs of coulters for direct sowing have been considered in the article. The possibility of the expanding application of the technology of direct sowing in the conditions of Ukraine has been analysed. For its realization we suggested application of a cog disk-cleaner, which pre-cleans the lane, making it loose for further sowing.

The study established the basic kinematic parameters for the effective operation of disk-cleaner and developed its mathematical model, by means of which we detected energy performance indicators and quality of the process of direct sowing.

The rational form of cutting element (blade) was grounded which was experimentally proved the feasibility of using a sliding cutting plant residues.

The design of a combined coulter with a cog disk-cleaner was suggested.

**Key words:** direct sowing, plant residues, cog disk cleaner, installation angle, depth motion, cutting blade (cutting element), torque resistance.

УДК 631.31:634

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМИ ЩІТКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ МАТОЧНИХ РОСЛИН

Войтік А.В., к.т.н., доц. \*

Гнатюк М.Г., ст. викл.

Уманський національний університет садівництва

м.Умань, Україна

Тел.: +380972567606

e-mail: afex81@meta.ua

**Анотація.** В статті розглянуто технології та технічні засоби для розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп. Встановлено, що раціональним варіантом є використання комбінованого пристрою з пасивними відгоратчами та активними циліндричними щітками з вертикальними осями обертання і гнучкими робо-

---

\* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Діордієва В.Т.

чими елементами. Проаналізовано робочий процес одного прутка ворсу щітки та визначено сили, які на нього діють. Знайдено умову, при якій змітальний елемент щітки буде видаляти часточки ґрунту або субстрату з валка. За допомогою еліптичних інтегралів Лежандра визначено максимально допустиму довжину прутків ворсу на щітці та їх прогин від сили опору ґрунту і реакції ґрунтової основи. На підставі силового аналізу обґрунтовано форму профілю циліндричної щітки з вертикальною віссю обертання.

**Ключові слова:** щітка, прутки ворсу, прогин, деформація, коренева голівка, маточна рослина, валок, ґрунт, основа, реакція, опір.

*Постановка проблеми.* Необхідність збільшення виробництва плодів та ягід зумовлена їхніми незамінними харчовими якостями. Але посадка нових садів у значній мірі пов'язана з виробництвом необхідного посадкового матеріалу. Зараз в Україні через нестачу якісного садивного матеріалу старих садів викорчується більше ніж замість них закладається нових, що призвело до значного скорочення площ садів та ягідників. Інтенсифікація садівництва, значне зменшення площі живлення рослин обумовили зростання попиту на посадковий матеріал плодкових і ягідних культур.

*Аналіз останніх досліджень.* Необхідно відзначити, що сучасне виробництво посадкового матеріалу є складна, трудомістка і найменш механізована підгалузь садівництва. Однією з трудомістких операцій по виробництву клонових підщеп є розкриття маточних рослин та відокремлення відсадків клонових підщеп. На ці операції затрачається біля 50% від загальних затрат на протязі року [1].

В Україні, а також в світовій практиці садівництва розроблені і застосовуються наступні технології розкриття маточних рослин та відокремлення відсадків клонових підщеп.

Механізований спосіб відокремлення відсадків клонових підщеп полягає в застосуванні машин, робочим органом яких являється один або два диски ножового чи пилкового типу. Інститутом садівництва УААН в 1995-1997 рр. було розроблено машину ОП-1 для відокремлення відсадків клонових підщеп. На машині встановлено сегментний диск з приводом та механізм копіювання мікрорельєфу. Під час проходження машини вздовж рядка підрізаний ґрунт валка, за рахунок високої частоти обертання диску, розкидається в міжряддя [2]. Недоліком такого типу зрізу, який називається безпідірним, є пошкодження відсадків маточних рослин за рахунок деформуючої дії на них дискової пилки.

На Кримській дослідній станції розробили відокремлювач відсадків маточних рослин з двома дисковими ножами, які обертаються в протилежних напрямках. Диски мають взаємне перекриття, в зоні якого і відбувається різання. Через відносно невелику частоту обертання дисків ґрунт з валка не виноситься і зріз відбувається на глибині 10-15 см. Такий зріз є підірним. Недоліком цього способу є те, що диски спричиняють вертикальні деформації, вириваючи та виламуючи відсадки з ґрунту [3].

Останнім часом відбулися зміни в структурі виробництва посадкового матеріалу. Основними виробниками стали невеликі господарства з площею маточних насаджень до 5 га і застосування машинного відокремлення відсадків стало недоцільним через механічне травмування маточних рослин (5-10%), особливо в перші роки використання розсадника. Тому в господарствах відокремлення відсадків виконують в ручну. Цей процес поділяється на два етапи: розкриття маточних рослин та власне відокремлення відсадків.

Засоби розкриття маточників поділяються на два типи – пневматичні та механічні. Основними недоліками даних машин є: пневматичних – зменшення ефектив-

ності роботи з підвищенням вологості ґрунту та спричинення його ерозії; механічних – потреба в застосуванні ручної праці для остаточного відкриття маточника, що призведе до збільшення затрат праці.

*Мета дослідження.* Через низький рівень механізації в розсадництві, що становить 12-15%, маємо високу собівартість продукції та низьку її якість [4]. Застосування ручної праці для виконання багатьох технологічних процесів з вирощування посадкового матеріалу негативно впливає на якість робіт та агротехнічні строки їх проведення. Щоб покращити ситуацію в Інституті садівництва НААН України розроблено та впроваджено у виробництво спеціальної машини для механізації технологічного процесу відкриття кореневої системи маточних рослин.

Розгортальник РВМ-1 являє собою раму з механізмом начіпки, на якій послідовно встановлені відгортачі у вигляді сферичних дисків та активні щіткові робочі органи з вертикальною віссю обертання, на яких закріплено еластичний ворс. Результати випробувань показали, що дана машина може видаляти близько 90 % ґрунту з валка, при цьому пошкоджуючи до 3 % рослин. Але застосування машини потребує все ж додаткової ручної праці для доочищення корневих голівок маточних рослин. Тому, потрібно вдосконалити щіткові робочі органи з метою підвищення ступеня видалення ґрунту.

*Основна частина.* Пруток ворса, який має прямокутний поперечний переріз, в процесі його роботи по переміщенню частинок ґрунту можна розглядати як двогранний клин, який формується передньою робочою гранню прутка і нижнім обрізом прутка. Ґрунт, який змітає пруток ворсу, будемо розглядати як суцільне сипке середовище тому, що у валок ґрунт нагортається за три проходи дискового підгортача, при цьому добре розпушуючись, і ущільнюється лише під дією власної ваги.

Однією з основних вимог, що ставляться до операції розкриття кореневої системи є забезпечення змітання ґрунту або субстрату з валка без пропусків.

Кратність впливу ворсу щітки на шар впливає на процес змітання частинок з поверхні покривного валка. При збільшенні кратності впливу відбувається більш ретельне змітання ґрунту.

На рис. 1 показана схема процесу змітання ґрунту двома гнучкими елементами, що обертаються в одній площині змітання.

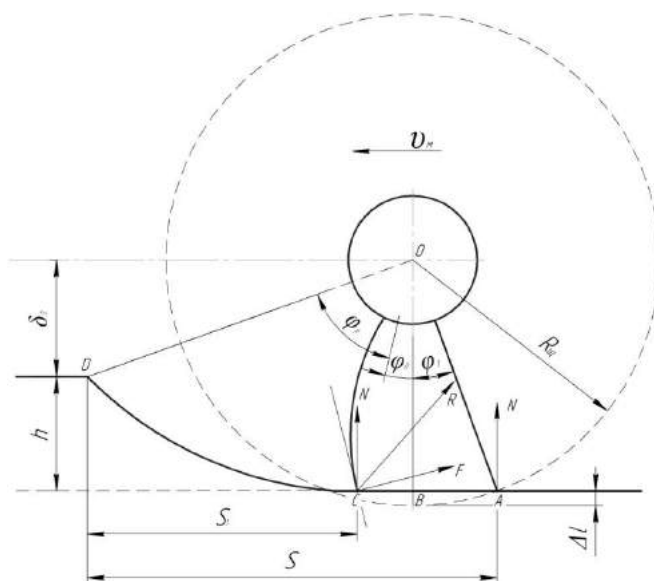


Рисунок 1 – Схема роботи щітки

Розглядаючи щітки, які мають окремі елементи, необхідно виконання наступної умови: шлях, що проходить елемент при контакті з основою ґрунтового валка  $S=AD$



(рис. 1), повинен бути більше відстані, на яку переміститься машина за період часу між контактами сусідніх елементів з ґрунтовою основою.

На першій ділянці АВ елемент входить в контакт з ґрунтовою основою і згинається під дією нормальної реакції N. Ця ділянка визначається кутом зустрічі передньої робочої грані прутка ворсу з поверхнею ґрунтової основи  $\varphi_1$ , який визначає максимальну деформацію ворсу.

$$\varphi_1 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta l}{R_{щ}}\right) \quad (1)$$

де:  $\Delta l$  – величина прогину прутка ворсу, м;  
 $R_{щ}$  – радіус щітки, м.

У роботах Гусєва Л.М. [5, 6] встановлено, що ворс щітки виконує свої змінюють функції в той момент, коли його кінці, дотичні з поверхнею, складають з нею кут  $\pi/2$  або близький до нього. В інших випадках ворс ковзає по поверхні і змінання не відбувається, або відбувається дуже неефективно.

Ворс, розташований в області центрального кута  $\varphi_1$ , значно деформований, і кут його зустрічі з поверхнею більше  $\pi/2$ , тобто інтенсивного змінання ґрунту не відбувається. У межах робочого кута  $\varphi_r$  кінці ворсу займають близьке до нормального положення по відношенню до основи, і змінання відбувається інтенсивно і повністю [7, 8].

Відповідно, контакт прутка ворсу з ґрунтом буде на деякій ділянці S, але виконання корисної роботи по змінанню частинок ґрунту відбуватиметься лише на ділянці S<sub>1</sub>, яка починається після того як щітка повернеться на кут  $\varphi_0$ , що визначає розвантаження елемента.

Розглянемо сили, що діють на пруток ворсу під час його роботи. На ділянці АВ відбувається зростання нормальної реакції N основи ґрунту і збільшення прогину прутка ворсу. Після проходження точки В нормальна реакція зменшується і відбувається розвантаження прутка до тих пір, поки кут між робочою гранню прутка і поверхнею ґрунту не складе  $90^\circ$  в точці С. з цього моменту відбувається виконання корисної роботи по видаленню ґрунту з валка і на пруток ворсу починає діяти сила опору ґрунту F. Процес видалення ґрунту триває до точки D і в цей період на пруток ворсу діють дві сили – нормальна реакція ґрунтової основи N та сила опору ґрунту F. Ці сили можна звести до їх результуючої R.

Силу опору ґрунту, яка складається з опору ґрунту деформації, опору на відривання частинок ґрунту та опору на їх відкидання, можна визначити наступним чином [9]:

$$F = \frac{\pi v_a}{z} \left( \frac{2 \sin \alpha}{\omega} (\eta v + ([\tau] - c) a) + \frac{a v h k_{сид}^2 \mu}{\arccos\left(1 - \frac{h}{R_{щ}}\right)} \right). \quad (2)$$

де:  $v_a$  – швидкість руху агрегату, м/с;  
 $z$  – кількість прутків ворсу в одному ряду, шт.;  
 $v$  – абсолютна швидкість кінця прутка ворсу, м/с;  
 $\omega$  – кутова швидкість щітки, рад/с;  
 $\alpha$  – кут повороту щітки, рад;

$\eta$  – коефіцієнт в'язкості ґрунту при зсуві (відношення сил внутрішнього тертя до площі шару при градієнті швидкості рівному одиниці), Н·с/м<sup>2</sup>;  
 ( $[\tau]$ -с) – нормальний опір ґрунту зсуву, Н/м<sup>2</sup>;  
 $a$  – ширина шару ґрунту, що відокремлюється і прийнята рівною ширині прутка ворсу, м;  
 $h$  – товщина шару ґрунту, який відокремлюється прутком, м;  
 $k_{\text{від}}$  – відносний коефіцієнт, що враховує рух частинок ґрунту до і після контакту з прутком ворсу;  
 $\mu$  – щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $R_{\text{щ}}$  – радіус щітки, м.

Аналізуючи рівняння (2) можна зробити наступні висновки. При збільшенні  $\omega$  до 20..25 рад/с зменшується подача ґрунту  $S$ , а тому і сила  $F$  теж зменшується від 0,48 до 0,24 Н при  $z = 70$  шт. Подальше збільшення  $\omega$  хоча і зменшує подачу, але значно збільшує абсолютну швидкість  $v$  кінця прутка ворсу, що збільшує опір ґрунту відкиданню, а також потребує більшого зусилля для подолання в'язкості ґрунту. Тому існує мінімум функції в межах  $\omega = 17..25$  рад/с, коли  $F$  приймає значення від 0,24 до 0,26 Н.

Силу нормальної реакції ґрунтової основи можна визначити за наступною формулою:

$$N = 0,01 \cdot D \cdot k_E \left( \frac{E \cdot I}{l} \right) \cdot \Delta l^{\frac{1}{3}} \cdot i_3 \cdot [1 + \alpha_2 \cdot (v_{\text{щ}} - 2)] \cdot \arccos \left( 1 - 2 \frac{D \cdot l}{R_{\text{щ}}} \right), \quad (3)$$

де:  $\Delta l$  – величина прогину ворсу, м;  
 $D$  – діаметр щітки, м;  
 $i_3$  – кількість ворсинок в одному змітальному елементі;  
 $l$  – початкова довжина прутка ворсу щітки, м;  
 $v_{\text{щ}}$  – колова швидкість щітки, м / с;  
 $\alpha_2 = 0,480$  – коефіцієнт пропорційності;  
 $k_E$  – коефіцієнт, що враховує зменшення модуля пружності матеріалу ворсу в експлуатаційних умовах, який слід приймати:  $k_E 0,6..1,0$  (залежно від характеру виконаного розрахунку).

В конструкції розробленої машини РВМ-1 використано щітки радіусом 200 мм з прутками ворсу 140 мм. Довжину прутків ворсу визначено з умови дотримання кута між робочою гранню прутка і поверхнею ґрунту біля 90°. Для визначення допустимої довжини прутків ворсу було використано метод еліптичних інтегралів Лежандра першого роду [10, 11] і встановлено, що прутки ворсу з поліпропілену можуть витримати навантаження 0,24-0,6 Н із забезпеченням умови дотримання кута при максимальній довжині 140 мм.

Рівняння, що дозволяє визначити максимальну довжину прутків ворсу має наступний вигляд.

$$l = \int_{\psi_0}^{\pi/2} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi}} \sqrt{H/R}, \quad (4)$$

де:  $H$  – жорсткість прутка ворсу при згині, Н·м<sup>2</sup>;  
 $R$  – результуюча сил, що діють на пруток ворсу під час роботи, Н;  
 $k, \psi$  – відповідно модуль і амплітуду еліптичного інтегралу.

За допомогою еліптичних інтегралів Лежандра другого роду встановлено, що при роботі такого прутка ворсу його прогин становить 6 мм. Відповідно до рівняння (3) це відповідає нормальній реакції ґрунтової основи 0,1-0,14 Н, з врахуванням того, що сила  $F$  в більшій мірі викликає прогин прутка ворсу.

Однак, під час розкриття кореневої системи маточних рослин прутки ворсу щітки контактують не лише з ґрунтом чи субстратом, а також з кореневими голівками рослин (рис. 2).

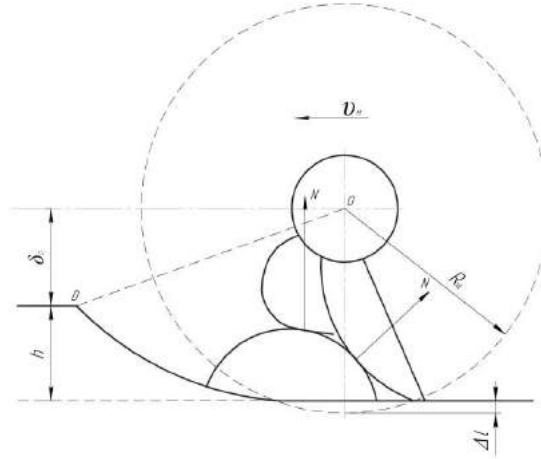


Рисунок 2 – Вплив корневих голівок на деформацію прутків ворсу

Маючи більшу твердість та значні розміри (у порівнянні з ґрунтовими часточками) кореневі голівки викликають значну нормальну реакцію на прутки ворсу, спричиняючи їх значний прогин. При цьому порушується умова по дотриманню кута між робочою гранню прутка ворсу і основою в межах біля  $90^\circ$ . Прутки ворсу сильно деформуються внаслідок значного прогину і перестають виконувати корисну роботу. Вони починають ущільнювати ґрунт, змінати і вдавлювати його. Така робота характеризується різким збільшенням потужності на привід щітки.

*Висновок.* Для усунення негативного явища надмірного прогину прутків ворсу циліндричної щітки під час розкриття кореневої системи маточних рослин та збільшення енергозатрат на виконання операції (більшість яких затрачається на виконання шкідливої роботи по ущільненню ґрунту), робочий профіль щітки повинен повторювати профіль корневих голівок, що розміщені у валку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Нормативы затрат на выращивание посадочного материала плодовых и ягодных культур и технологические карты по питомниководству / Гос. агропром. ком. СССР: - Отв. за вып. В.Т. Гонтарь. – К.: 1989. – 94с.
2. Каталог машин и оборудования для механизации работ в плодopитомниках; ВДНХ СССР. – М., 1989. – 101с.
3. Довідник з механізації садівництва. Бабій М.О., Бабешко Л.Є., Демидко М.О. та інші. За ред. М.О. Демидка – 2-е видання, перероб. і доп. – К.: Урожай, 1992. – 261с.
4. Фришев С.Г., Привалов І.С., Войтік А.В. Порівняльна оцінка технологій розкриття та відокремлення відсадків клонових підщеп // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2005. – №80. – С. 62-66.
5. Гусев Л.М. Основы теории и расчета машин для подметания городских дорог. Автореферат диссертации докт.техн.наук. М., 1961. 48 с.

6. Гусев Л.М. Расчет и конструирование подметально-уборочных машин. – М.-Л.: Машгиз, 1963. 204 с.
7. Михайлов А.В. Многофункциональные щеточные торфяные машины // Записки СПбГГИ. Вып. 157. - СПб.: 2004. с. 42-45.
8. Мурашов М.В. Теория и расчет фрезерующих рабочих органов машин для разработки торфяной залежи. Диссертация докт.техн.наук. Калинин, 1964. – 196 с.
9. Войтік А.В. Обґрунтування технології та параметрів пристрою для розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп: дисертація к. т. н.: 05.05.11 / Войтік Андрій Володимирович. – К. 2007. – 160 с.
10. Попов Е.П. Нелинейные задачи статики тонких стержней. Л.-М.: Гостехиздат. 1948. – 170 с.
11. Попов Е.П. теория и расчёт гибких и упругих стержней. – М.: Наука, 1986. – 264 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Regulatory costs for growing seedlings of fruit and berry crops and routings for Nursery / State. agricultural industry. com. USSR - Ed. by V.T. Hontar'. - K. : 1989. - 94 s.
2. The catalogue of machines and equipment for mechanization of work in nursery gardens; ENEA USSR. - M., 1989. - 101 s.
3. Reference on mechanization gardening. Babii M.O., Babeshko L.E., Demydko M.O. and others. Ed. M.O. Demydka - 2nd edition, processing. and add. - K. : Vintage, 1992. - 261 s.i
4. Fryshev S.G., Privalov I.S., Votik A.V. Comparative evaluation of technologies and disclosure of clonal rootstocks jiggging separation // Scientific Bulletin of the National Agrarian University. - 2005. - №80. - S. 62-66.
5. Gusev L.M. Fundamentals of the theory and calculation of machines for sweeping city roads. Abstract of the thesis dokt.techn.s. Moscow, 1961. 48 s.
6. Gusev L.M. Calculation and design of sweepers. - M.-L. : Mashgiz, 1963. 204 s.
7. AV Mikhailov Multifunction Brush peat machines // Notes SPbGGI. Vol. 157. - SPb. : 2004. p. 42-45.
8. Murashov M.V. Theory and calculation of milling machines working bodies for the development of peat deposits. Thesis dokt.techn.s. Kalinin, 1964. - 196 s.
9. AV Voitik . Substantiation of technologies and device settings for disclosing of the root system of clonal rootstocks of mother plants: thesis Ph.D. : 05.05.11 / Voitik Andrey. - K. 2007. - 160 s.
10. Popov Ye.P. Nonlinear problems of statics of thin rods. L. M. : Gostekhizdat. 1948. - 170 s.
11. Popov Ye.P. Theory and calculation of flexible and elastic rods. - M. : Nauka, 1986 - 264 s.

#### **THE RESEARCH OF THE BRUSH TOOL SHAPE FOR DISCLOSING THE MOTHER PLANTS ROOTAGE**

Voitik A.V., Hnatiuk M.G.

#### *Summary*

The technologies and technical tools for disclosing the mother plants rootage of the clonal rootstocks have been observed in this article. It was determined that the rational option is the usage of the combined device with the passive thortach and the active cylindrical brushes with vertical axis of rotation and flexible working elements. The working process of

one rod brush pile has been analyzed and the forces acting on it have been determined. The condition has been found under which the brush sweeping element removes the particles of soil or substrate of swath. With the help of elliptic integrals of Legendre it has been defined the permissible maximum length of the pile rods on the brush and their flexure from the resistance of soil and the reaction of soil foundation. On the basis of the power analysis the shape of the cylindrical brush profile with vertical axis of rotation has been substantiated.

**Key words:** brush, rod pile, flexure, deformation, root head, mother plants, swath, soil, foundation, reaction, resistance.

УДК.631.3.004.67

## МЕСТО И РОЛЬ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МАШИН В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Серый И.С., к.т.н., проф., \*

*Таврический государственный агротехнологический университет*

г. Мелитополь, Украина

Тел. (0619) 42-20-74

**Аннотация.** Раскрывается место и роль капитального ремонта машин как эффективного пути ресурсосбережения и возможности обеспечить техникой сельскохозяйственных производителей разных финансовых возможностей через вторичный рынок сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** техсервис, капитальный ремонт машин, восстановление изношенных деталей, ресурсосбережение, вторичный рынок техники.

*Постановка проблемы.* Капитальный ремонт машин входил в планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта техники как важная и неотъемлемая составная часть. Нарботка до капитального ремонта строго регламентировалась. Затраты на капитальный ремонт относились по статье расходов на реновацию техники.

Для плановой экономики это было удобно, так как позволяло в годовых планах сельхозпредприятий определять количество капитальных ремонтов и предусматривать для этого необходимые затраты.

Однако, фактическая наработка машин до необходимости проведения капитального ремонта колебалась в значительных размерах, в зависимости от своевременного и качественного проведения технических уходов и соблюдении элементарных правил эксплуатации.

Поэтому, часть капитальных ремонтов проводилась задолго до действительной необходимости в нем.

Развитие средств и методов диагностики позволили объективно оценивать техническое состояние машины и объем необходимых ремонтных воздействий.

В соответствии с этим «Комплексная система технического обслуживания и ремонта» предусматривала обязательное соблюдение сроков проведения и объемов работ

---

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

при техническом обслуживании. Время проведения и вид ремонта определялись по результатам диагностики. Это было важным шагом в сокращении расходов на ремонт сельскохоззяйственной техники.

После реформирования сельского хозяйства и полной ликвидации «Сельхозтехники», техническое обслуживание и ремонт остались в ведении сельхозпроизводителей.

В связи с этим, полнокомплектный капитальный ремонт машин проводится в малых объемах. В условиях рыночных отношений, владельцы машин предпочитают проводить самостоятельно текущий ремонт с заменой агрегатов новыми или отремонтированными на стороне.

Если сельскохоззяйственные холдинги и крупные хозяйства имеют необходимую ремонтно-технологическую базу и в состоянии осуществлять все виды ремонтов и технического обслуживания, то средние и мелкие хозяйства вынуждены проводить ремонт, покупая запасные части и отремонтированные агрегаты в мастерских, не имеющих лицензий и не гарантирующих их надежность и срок службы.

Академия аграрных наук разработала концепцию развития технического сервиса в Украине, в которой выражение «капитальный ремонт машин» не употребляется ни разу.

В проводимых исследованиях используется термин «гарантийный ремонт», по существу заменивший термин «капитальный ремонт». Но суть не в названии, а в объеме и качестве выполняемых ремонтных воздействий.

*Основная часть.* Капитальный ремонт – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности машин и полному, или близко к полному восстановлению ресурса (машины или агрегата), с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые [3].

Главным является восстановление базовых деталей. Например, для двигателя это блок цилиндров, головка блока, коленчатый вал, то есть детали, к которым крепятся другие детали и определяют их взаимное расположение. Без восстановления базовых деталей, отремонтированный агрегат превращается в «мясорубку» и требует многократной замены быстро изнашиваемых деталей.

Ресурс отремонтированной коробки перемены передач, без восстановления корпуса, хотя и с заменой всех деталей на новые, составляет 20-45% от нового.

Таким образом, отсутствие специализированных мастерских по ремонту агрегатов и машин, в целом, вынуждает сельхозпроизводителей затрачивать на эксплуатацию и ремонт техники средств, в 2 раза больших, чем при их создании.

Генеральным направлением в развитии технологий, в настоящее время, является ресурсосбережение.

При восстановлении деталей, особенно базовых, затрачивается металлов и материалов в 20-50 раз меньше, чем при изготовлении новых [4]. Поскольку при восстановлении обрабатываются только изношенные поверхности деталей, экономится также овеществленный труд литейщиков, прокатчиков, токарей, фрезеровщиков, так как конструкция детали в целом сохраняется.

Капитальный ремонт вместо списания машин и отправку их на переплавку сохраняет 70-80% массы машины за счет использования остаточного ресурса большей части деталей [5]. Для сельского хозяйства, в котором используется колоссальное количество техники, это может дать экономию десятков и сотен тысяч тонн металла и энергоресурсов.

В связи с переходом к рыночной экономике, в сельском хозяйстве произошло расслоение сельхозпроизводителей. И если крупные хозяйства работают уверенно и имеют финансовые возможности приобретать новую, в том числе импортную технику, то средние и мелкие хозяйства находятся в трудном финансовом положении и не в состоянии приобретать новую технику.

Поэтому, обеспеченность сельскохозяйственной техникой, в особенности «мобильной» приближается к 50% от технологической и нормативной потребности [6].

В экономически развитых странах эти вопросы решаются созданием вторичного рынка, на котором бывшая в эксплуатации и капитально отремонтированная техника продается по цене в 2-3 раза меньше, чем цена новой.

Например, в США и Германии новых тракторов продается в разы меньше, чем отремонтированных после 3-6 лет эксплуатации.

Основой при организации вторичного рынка могут быть только ремонтные предприятия, производящие капитальный ремонт с гарантийным ресурсом. Они могут работать в кооперации с мастерскими, производящими капитальный ремонт агрегатов.

Такие предприятия могут обеспечивать ресурс отремонтированных машин до 80% от новых, а цена составит 30-50% от новых [7].

Это позволит удовлетворить потребность в технике сельхозпроизводителей с ограниченными финансовыми возможностями и которые оставляют основную массу хозяйств.

В законе «О системе инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса Украины» технический сервис определяется как «обеспечение агропромышленного комплекса техническими средствами и поддержание их в технически исправном состоянии на протяжении всего периода эксплуатации, изучение потребности, реклама, техническая и торговоэкономическая информация, доставка, предпродажная подготовка, гарантийное обслуживание новых и отремонтированных технических средств, обеспечение запасными частями, обучение эксплуатационно-ремонтного персонала» [7].

«Поддержание технических средств в технически исправном состоянии на протяжении всего периода эксплуатации «гарантированное обеспечение новых и отремонтированных технических средств, обеспечение запасными частями» невозможно без создания системы технического обслуживания и ремонта, которая должна быть основой технического сервиса.

Остальные составляющие по затратам труда и средств, количеству персонала, участвующего в его реализации не идут ни в какое сравнение с этой частью техсервиса.

Но именно эта часть возлагается на регионы, которые без государственной поддержки не в состоянии с ней справиться.

Разработка системы техобслуживания и ремонта, нормативной документации, необходимой для ее функционирования, должна быть выполнена государственными учреждениями.

Сердцевиной этой системы должны быть ремонтные предприятия для проведения капитального ремонта машин и централизованного восстановления изношенных деталей. Это обеспечит возможность функционирования вторичного рынка поддержанной техники. А для создания материально-технической базы регионами, государство должно обеспечить материальную заинтересованность в виде налоговых льгот для привлечения частного капитала.

Без решения этих вопросов, технический сервис в Украине будет неполноценным и не сможет обеспечить выполнение закона.

*Выводы.* В системе технического сервиса ремонтно-технические предприятия, осуществляющие капитальный ремонт машин и централизованное восстановление деталей, должны являться его основой, так как позволяют экономить значительные количества металла и энергоресурсов. Наличие таких предприятий является необходимым условием при организации вторичного рынка поддержанной техники и позволит в короткий срок обеспечить сельхозпроизводителей техникой в необходимых количествах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України «Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України». Відомості Верховної Ради України (ВВР ) 2006, № 47, 464 с.
2. Волчок И.П., Беликов С.П. Системы современных технологий / И.П. Волчок, С.П. Беликов.- Запорожье, Мотор-Сич, 2004. - 352 с.
3. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов (руководитель), А.Э. Северный, Л.М. Пильщиков / Россельхозакадемия, М.: ГОСНИТИ, 2001. – 168 с.
4. Сідашенко О.І. Ремонт машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський . – Київ, Урожай, 1994 – 397 с.
5. Черноиванов В.И. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ, 2002. – 772 с.
6. Войтюк В.Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки / В.Д. Войтюк. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Київ, 2012. – 43 с.
7. Создание вторичного рынка сельскохозяйственной техники. С 58. Научное издание. – М.: ФГНУ, Росинформагротех, 2011.- 80 с.

## BIBLIOGRAPHY

1. The Law of Ukraine «On the system of engineering and technical provision of agro-industrial complex of Ukraine». Vidomosti Verhovnoyi Rady Ukrayiny (VVR ) 2006, № 47, 464 s.
2. Volchok Y.P., Belykov S.P. Modern technologies systems / Y.P. Volchok, S.P. Belykov.- Zaporozh'ie, Motor-Sych, 2004. - 352 s.
3. Technical servicing system and machines repairing in agriculture / V.Y. Chernoi-vanov (rukovodytel'), A.E. Severnyi, L.M. Pyl'schhskov / Rossel'hozakademia, M.: GOSNITI, 2001. – 168 s.
4. Sidashenko O.I. Machines repairing / O.I. Sidashenko, O.A. Naumenko, A.Ya. Pol-lis'kyi . – Kyiv, Urozhai, 1994 – 397 s.
5. Chernoi-vanov V.Ya. Resource-saving under technical maintenance of farm machin-ery / V.Ya. Chernoi-vanov. – M.: GOSNITI, 2002. – 772 s.
6. Voitiuk V.D. Technical and technological development of servicing system of ener-gy-saturated farm machinery / V.D. Voitiuk. Avtoreferat dysertaciyi na zdobuttya naukovo-ho stupenya doktora texnichnyx nauk. – Kyiv, 2012. – 43 s.
7. Secondary market of farm machinery creating. S 58. Nauchnoe izdaniie. – M.: FGNU, Rosinformagroteh, 2011.- 80 s

**THE ROLE AND PLACE OF MACHINES OVERHAUL REPAIRING IN  
THE SYSTEM OF TECHNICAL SERVICE**

Seryi I.S.

*Summary*

The role and place of machines overhaul repairing is being disclosed as the effective way of resource-saving as well as the possibility to provide agrarian producers possessing different financial capabilities with machinery by means of secondary market of agrarian machinery.

**Key words:** technical servicing, machines overhaul repairing, worn parts restoring, resource-saving, secondary machinery market.



УДК.631.312.68

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛАСТА С САЖЕНЦЕМ ПО АКТИВНОМУ РАБОЧЕМУ ОРГАНУ ВЫКОПОЧНОГО ПЛУГА

Караев А. И., чл. – кор. МААО, к.т.н., доц.

Матковский А.И., инж.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. 0619-42-21-32

**Аннотация.** Разработана математическая модель изменения работы движущей силы затраченной на перемещение почвы с саженцем в зависимости от конструктивных и кинематических параметров рабочего органа выкопчного плуга, совершающего поступательное и колебательное движение. Получены зависимости изменения работы движущей силы от угловой скорости эксцентрика, длины рычага и от угла установки рыхлителя. Это позволило определить уровни варьирования значений данных параметров для планирования эксперимента с целью установления их оптимальных значений.

**Ключевые слова:** движущая сила, колеблющийся рыхлитель, работа, саженцы, выкопчный плуг.

**Постановка проблемы.** Выкапывание саженцев плодовых культур существующими выкопчными плугами должно сопровождаться достаточным разрушением почвы вокруг корневой системы саженцами и перемещением саженца на поверхность поля для последующей выборки. При этом, почва с корневой системой саженца перемещается по рабочему органу (рыхлителю), который совершает колебания. Такие условия перемещения способствуют более интенсивному разрушению внутрпочвенных связей вокруг корневой системы саженца. Перемещение отделенного почвенного пласта почвы с саженцем осуществляется за счет движущей силы, возникающей от подпора со стороны неразрушенной почвенного массива. Для определения движущей силы на перемещение почвенного пласта почвы с саженцем необходима разработка математической модели, позволяющей получить зависимости ее изменения от конструктивных и кинематических параметров рыхлителя.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Перемещение почвы, при условии подпора со стороны неразрушенной почвенной среды, рассмотрено в работах [1, 2, 3] как составляющая тягового сопротивления. В работах [1, 2] рассмотрены условия перемещения почвы по поверхностям, параметры положения которых остаются постоянными, а в [3] – переменными, что изменяет затраты энергии на перемещение в составе тягового сопротивления плуга. Однако, не установлено как изменяются затраты энергии на перемещение почвы при переменных параметрах рабочих органов. Затраты энергии на перемещение почвенного пласта с саженцем предлагается оценить через работу движущей силы на этом перемещении [4].

**Цель исследования:** установить зависимость изменения величины работы на перемещение почвы с саженцем от конструктивных и кинематических параметров рыхлителя, совершающего поступательное и колебательное движение.

**Основная часть.** Процесс выкопки саженцев рабочим органом, установленным на выкопчном плуге ВПН - 2 представлен на рис. 1. Рабочий орган состоит из выкопчной скобы 1 и рыхлителя 6

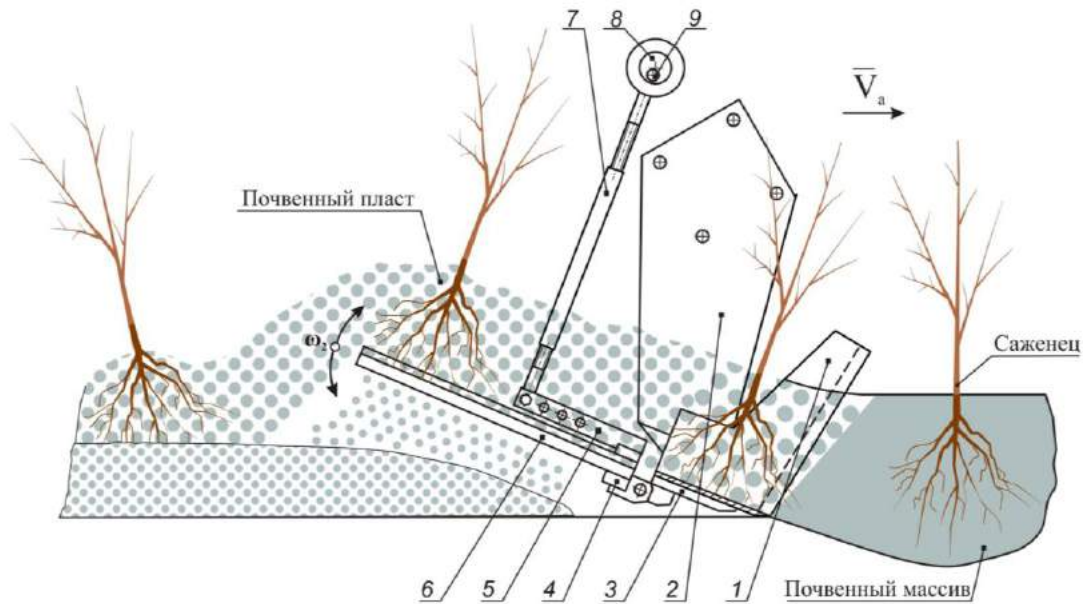


Рисунок 1 - Конструктивно - технологическая схема рабочего органу выкопчного плуга: 1 - выкопчная скоба; 2 - стовба; 3 - башмак; 4 - траверса; 5 - рычаг; 6 - рыхлитель; 7 - эксцентриковая тяга; 8 - эксцентриковый механизм; 9 - приводной вал.

Отделение почвенного пласта с корневой системой саженца осуществляется выкопчной скобой. Дальнейшее перемещение почвенного пласта с саженцем на поверхность поля осуществляется рыхлителем (рис. 1). Рыхлитель колеблется вокруг горизонтальной оси расположенной перпендикулярно направлению движению выкопчного плуга от воздействия на него через рычаг 5 эксцентриковой тяги 7, которая приводится через эксцентриковый механизм 8 приводным валом 9. Поверхность рыхлителя выполнена в виде плоских прямых прутков, образующих линейчатую поверхность параллельного переноса.

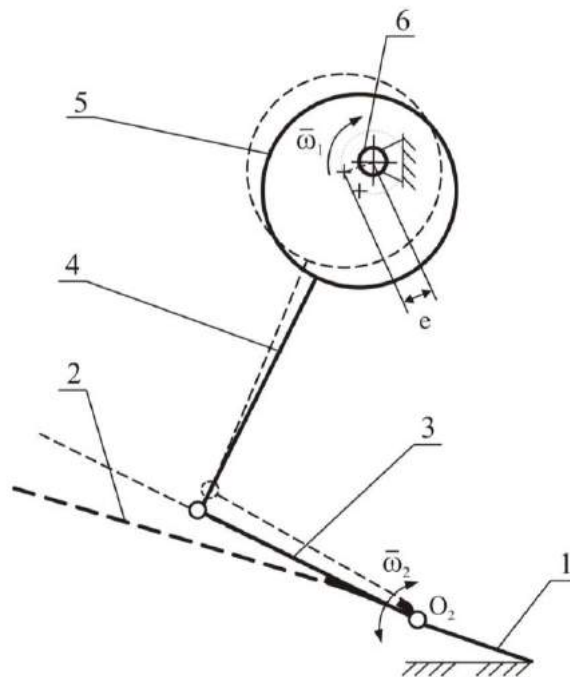


Рисунок 2 - Кинематическая схема привода рыхлителя плуга: 1 - выкопчная скоба; 2 - рыхлитель; 3 - рычаг 4 - эксцентриковая тяга; 5 - эксцентрик; 6 - приводной вал.

Рассмотрим движение почвенного пласта с корневой системой (рис. 2) после схода с выкопчной скобы. Перемещение почвенного пласта с корневой системой происходит со скольжением по поверхности рыхлителя при условии подпора со стороны почвенного массива. При этом сила сопротивления почвенного пласта сжатию будет достаточна для преодоления сил трения (в противном случае происходит сгуживание, отсутствие движения). В связи с этим деформацию сжатия почвенного пласта от силы трения не будем учитывать.

Для создания математической модели перемещения почвенного пласта с саженцами по рыхлителю сделаем такие допущения:

- а) отделенный почвенный пласт с корневой системой рассматриваем как материальную точку;
- б) реакция рыхлителя после схода с него почвы с рыхлителя не учитывается;
- в) масса почвы по длине рыхлителя считаем неизменной;
- г) движение почвенного пласта с саженцем происходит без отрыва от поверхности рыхлителя;
- д) доля массы саженца в грунтовом пласте является незначительной и существенного влияния на процесс выкопки не оказывает.

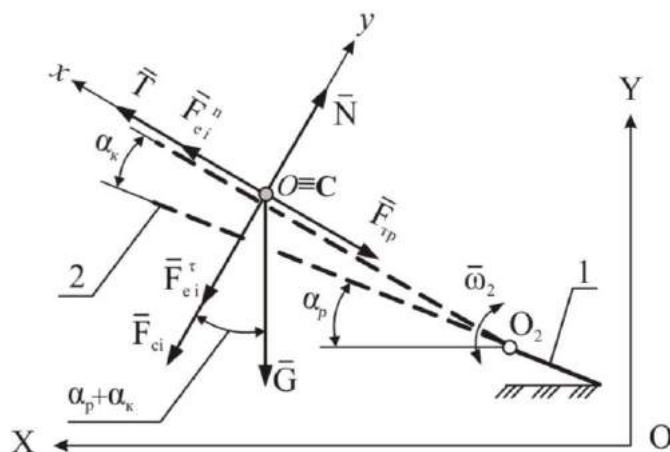


Рисунок 3 - Схема сил, действующих на почвенный пласт с саженцами (т. С) во время движения рыхлителя вверх: 1 - выкопчная скоба; 2 - рыхлитель.

Векторное уравнение движения материальной точки  $C$  относительно подвижной системы координат  $x o y$ , размещенной в неподвижной системе  $XOY$  составим в соответствии со схемой (рис. 3)

$$m \cdot \bar{a}_r^\tau = \bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{mp} + \bar{F}_{ei}^n + \bar{F}_{ei}^\tau + \bar{F}_{ci}, \quad (1)$$

где  $\bar{T}$  - движущая сила;  $\bar{G}$  - сила тяжести;  $\bar{N}$  - нормальная реакция связи поверхности рыхлителя;  $\bar{F}_{mp}$  - сила трения;  $\bar{F}_{ei}^n$  - переносная нормальная сила инерции колебаний;  $\bar{F}_{ei}^\tau$  - переносная касательная сила инерции колебаний;  $\bar{F}_{ci}$  - кориолисова сила инерции.

Материальная т. С в системе отсчета  $x o y$  движется прямолинейно и равномерно. В этом случае относительная скорость постоянна по модулю и направлению, поэтому относительное ускорение  $\bar{a}_r = \ddot{x} = 0$ . Тогда уравнения (1) примет вид

$$\bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{mp} + \bar{F}_{ei}^n + \bar{F}_{ei}^\tau + \bar{F}_{ci} = 0. \quad (2)$$

При движении рыхлителя вверх уравнение (2) будет следующее

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= \dot{O} + F_{ei}^n - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_{\hat{e}}) - F_{\delta\delta} = 0 \\ m\ddot{y} &= N - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_{\hat{e}}) - F_{ei}^\tau - F_{ci} = 0 \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

Найдем N из системы уравнений (3)

$$N = G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_{\hat{e}}) + F_{e^3}^\tau + F_{c^3}, \quad (4)$$

тогда  $F_{mp}$  равна

$$F_{\delta\delta} = N \cdot f = (G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_{\hat{e}}) + F_{ei}^\tau + F_{ci}) \cdot f. \quad (5)$$

Подставим значение силы трения  $F_{mp}$  в первое уравнение формулы (3) и решим его относительно  $T$

$$T = G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_{\kappa}) + (G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_{\kappa}) + F_{ei}^\tau + F_{ci}) \cdot f - F_{ei}^n. \quad (6)$$

Составляющие уравнения (6) определяются по формулам:

сила тяжести

$$G = m \cdot g, \quad (7)$$

переносная касательная сила инерции

$$F_{ei}^\tau = m \cdot \frac{e \cdot \omega_l^2 \cdot \cos(\omega_l \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l}, \quad (8)$$

кориолисова сила инерции

$$F_{ci} = 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_l \cdot \sin(\omega_l \cdot t) \cdot v_r}{l}, \quad (9)$$

переносная нормальная сила инерции

$$F_{ei}^n = m \left( \frac{e \cdot \omega_l \cdot \sin(\omega_l \cdot t)}{l} \right)^2 v_r \cdot t, \quad (10)$$

угол колебаний рыхлителя равен

$$\alpha_{\hat{e}} = \frac{e(1 - \cos(\omega_l \cdot t))}{l}. \quad (11)$$

С учетом составляющих (7 - 11) движущая сила равна

$$\begin{aligned} T = & m \cdot g \cdot \sin\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_l \cdot t))}{l}\right) + \\ & + \left(m \cdot g \cdot \cos\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_l \cdot t))}{l}\right)\right) + m \cdot \frac{e \cdot \omega_l^2 \cdot \cos(\omega_l \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l} + \\ & + 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_l \cdot \sin(\omega_l \cdot t) \cdot v_r}{l} \cdot f - m \left(\frac{e \cdot \omega_l \cdot \sin(\omega_l \cdot t)}{l}\right)^2 v_r \cdot t. \end{aligned} \quad (12)$$

где  $m$  - масса грунтового пласта на рыхлителе, кг;

$g$  - ускорение свободного падения, м / с<sup>2</sup>;

$\alpha_p$  - угол установки рыхлителя к горизонтали, рад ;

$\alpha_k$  - угол колебаний рыхлителя, рад;

$\omega_l$  - угловая скорость эксцентрика, с<sup>-1</sup>

$e$  - величина эксцентриситета, м;

$v_r$  - относительная скорость движения грунтового пласта по рыхлителю, м/с (принимая равной скорости агрегата,  $v_a$ );

$f$  - коэффициент внешнего трения почвы по стали;

$l$  - длина рычага, м.

Работа движущей силы зависит от времени, и может быть представлена функцией [4].

$$A_T = \int_0^t \vec{D} \cdot \vec{v}_a dt. \quad (13)$$

где  $v_a$  - абсолютная скорость относительного и переносного движения т. С по рыхлителю, м/с.

Абсолютная скорость т. С в векторном виде определяется формулой

$$\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r. \quad (14)$$

а ее величина

$$v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}. \quad (15)$$

Для определения скорости  $v_e$  рассмотрим перемещение т. С, осуществляющей колебательное движение в системе координат XOY (рис. 3).

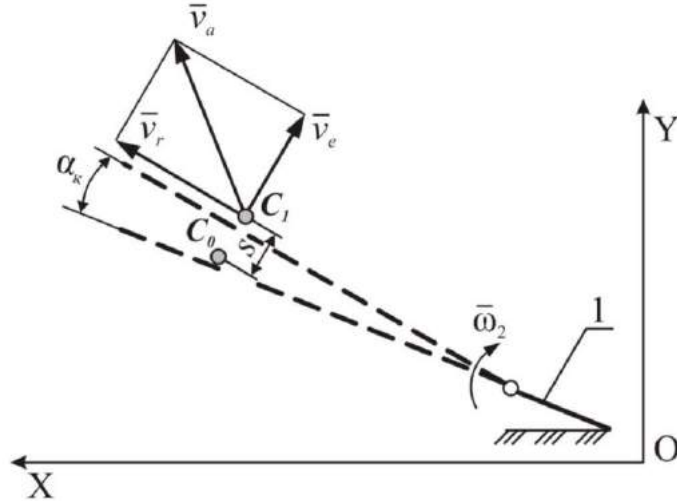


Рисунок 4 - Схема к определению абсолютной скорости т. С

Расстояние на которое переместится т. С из положения  $C_0$  в положение  $C_1$  будет определяться величиной эксцентриситета  $e$  и углом поворота эксцентрика  $\omega_1 t$  и составит

$$s = e(1 - \cos(\omega_1 t)) \quad (16)$$

Переносная скорость т. С равна производной от расстояния  $s$  (16). Для произвольного момента времени перемещения по радиусу равна

$$v_e = \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 t) \cdot v_r \cdot t}{l} \quad (17)$$

Модуль абсолютной скорости  $v_a$  в окончательном виде равен

$$v_a = \sqrt{\left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2 + v_r^2} \quad (18)$$

Подставим движущую силу и абсолютную скорость в формулу (13)

$$\begin{aligned} A_T = & \int_0^t \left( m \cdot g \cdot \sin\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right) + \right. \\ & + \left( mg \cdot \cos\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 \cdot t))}{l}\right) + m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l} + \right. \\ & + \left. 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} \cdot f - m \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l}\right)^2 v_r \cdot t \right) \times \\ & \times \left( \sqrt{\left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2 + v_r^2} \right) dt \end{aligned} \quad (19)$$

Работа движущей силы  $T$  на перемещение грунта по рыхлителю равна алгебраической сумме работ составляющих сил в уравнении (19) [4].

$$A_T = A_{G_x} + A_{G_y} + A_{F_{ei}^\tau} + A_{F_{ci}} - A_{F_{ei}^n}. \quad (20)$$

Работы составляющих сил выразятся интегралами:

сила тяжести в проекции на ось  $x$

$$A_{G_{\delta}} = m \cdot g \cdot \int_0^t \sin\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 t))}{l}\right) \cdot \sqrt{v_r^2 + \left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2} dt, \quad (21)$$

сила тяжести в проекции на ось  $y$

$$A_{G_y} = m \cdot g \cdot f \int_0^t \cos\left(\alpha_p + \frac{e(1 - \cos(\omega_1 t))}{l}\right) \cdot \sqrt{v_r^2 + \left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2} dt, \quad (22)$$

переносная касательная сила инерции

$$\dot{A}_{F_{ei}^\tau} = m \cdot f \int_0^t \frac{\dot{a} \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r \cdot t}{l} \cdot \sqrt{v_r^2 + \left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2} dt, \quad (23)$$

кориолисова сила инерции

$$\dot{A}_{F_{ci}} = 2m \cdot f \int_0^t \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot v_r}{l} \cdot \sqrt{v_r^2 + \left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2} dt, \quad (24)$$

переносная нормальная сила инерции

$$A_{F_{ei}^n} = \int_0^t m \left(\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)}{l}\right)^2 v_r \cdot t \cdot \sqrt{v_r^2 + \left(\frac{e \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \cdot \omega_1 \cdot v_r \cdot t}{l}\right)^2} dt. \quad (25)$$

Уравнение работы (19) является математической моделью работы движущей силы, характеризует процесс перемещения почвенного пласта с саженцем и устанавливает зависимость ее изменения от конструктивных и кинематических параметров рыхлителя.

Время взаимодействия рыхлителя с почвенным пластом и саженцем определится из соотношения

$$t = \frac{L}{v_r}, \quad (26)$$

где  $L$  - длина рыхлителя, м.

Для исходных данных:  $v_r = 1,45$  м/с;  $e = 0,019$  м;  $\alpha_p = 0,43$ ; рад;  $\omega_l = 40$  рад/с;  $m = 100$  кг;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $f = 0,5$ ;  $l = 0,4$  м;  $L = 1$  м,  $t = 0,74$  с по формулам (20 - 25) произведены вычисления в программе Maple и получены значения работы движущей силы и составляющих ее сил на перемещение почвы с саженцем по рыхлителю (табл.1).

Таблица 1 - Результаты расчетов работы движущей силы (Дж) и доля составляющих сил по перемещению почвенного пласта с саженцем по рыхлителю ( проц. )

$A_{G_{\bar{\theta}}}$	$A_{G_y}$	$\dot{A}_{F_{ei}^c}$	$\dot{A}_{F_{ci}}$	$A_{F_{ei}^n}$	$A_T$
552	531	186	14	-132	1150
Доля работы составляющих сил					
39	38	13	1	9	100

Влияние конструктивных и кинематических параметров на величину работы движущей силы представлено зависимостями на рис. 5 - 7.

$A_T, Дж$

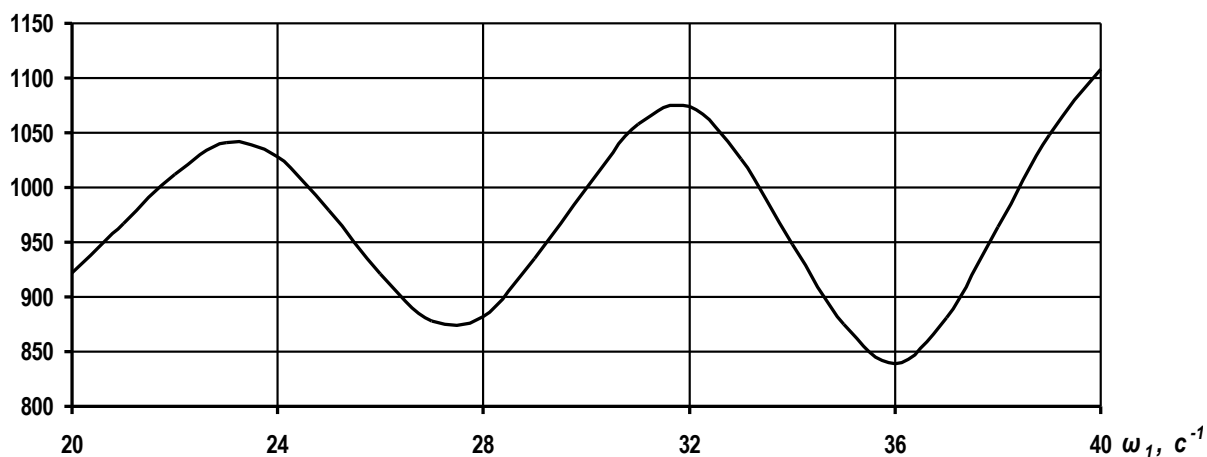


Рисунок 5 - Изменение работы движущей силы от угловой скорости  $\omega_l$  (кинематический параметр) за время перемещения почвы с саженцем по рыхлителю

$A_T, Дж$

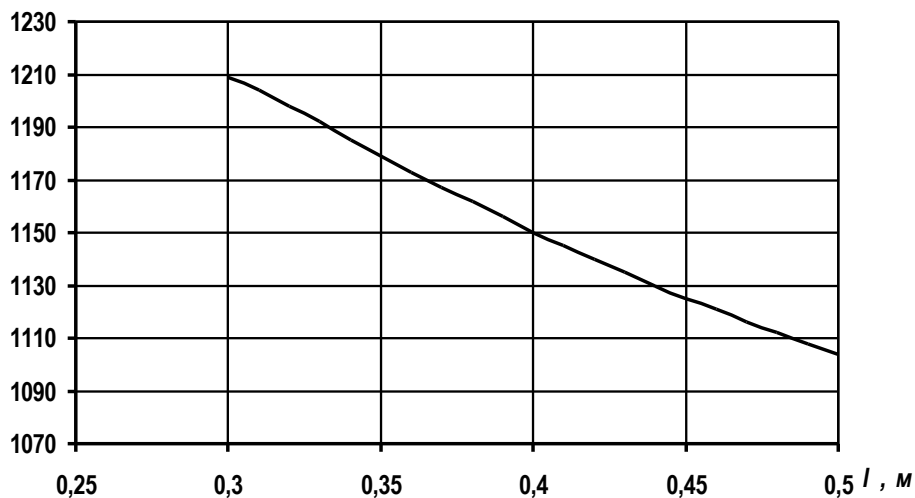


Рисунок 6 - Изменение работы движущей силы от длины рычага  $l$  (конструктивный параметр)



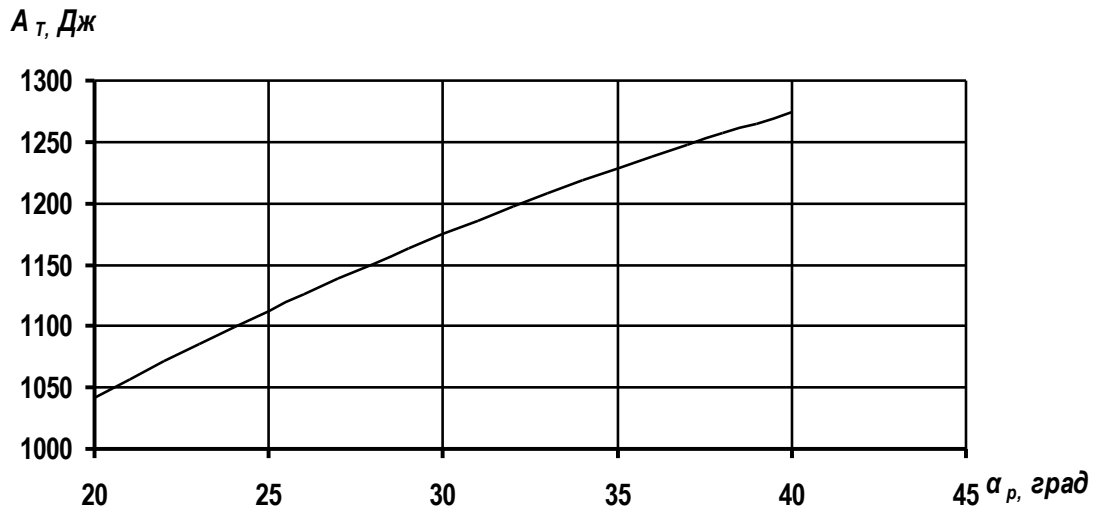


Рисунок 7 - Изменение работы движущей силы от угла установки рыхлителя  $\alpha_p$  (параметр положения)

#### Выводы.

1 Математическая модель работы движущей силы на перемещение почвенного пласта с саженцем позволяет через полученные зависимости (рис.5 - 7) рассмотреть характер ее изменения от конструктивных параметров и выбрать уровни варьирования для планирования эксперимента с целью установления их оптимальных значений.

2. С повышением угловой скорости увеличивается работа движущей силы на перемещение (рис. 5) грунтового пласта по рыхлителю. Предельные значения угловой скорости должны устанавливаться с учетом режимов колебаний, которые желательно с подбрасыванием грунтового пласта для достаточного его разрушения.

2. Длину рычага следует выбирать с середины рассмотренного интервала в пределах от 350 до 450 мм. Увеличение длины рыхлителя уменьшает амплитуду его колебаний, что снижает разрыхление почвенного пласта.

3. Увеличение угла установки рыхлителя к горизонтали повышает работу движущей сил (рис 7). Положение рыхлителя должно обеспечивать транспортировку почвенного пласта с саженцем на поверхность поля без сгуживание, что возможно с углом установки до  $30^\circ$  и длиной рыхлителя до 0,8м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бледных В.С. Построение рабочей поверхности корпуса плуга на основе технологических требований/ В.С. Бледных, С.В. Олейников // Совершенствование методов использования сельскохозяйственной техники / Научн. труды ЧИМЭСХ. — Челябинск, 1984.— С. 82–85.

2. Бледных В.С. Тяговое сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.С. Бледных // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов / Сбор. научн. трудов. ЧИМЭСХ.— Челябинск, 1990.— С. 10–16.

3. Кольцов М.П. Тяговое сопротивление колебательного рабочего органа выкопного плуга / М.П. Кольцов, А.И. Матковский // Труды Таврического государственного агротехнологического университета. - Мелитополь: ТГАТУ, 2013. — Вып. 13 т. 3.— С.156-160.

4. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики: Учеб. для машиностроит. и приборостроит. спец. вузов. — 5-е изд. перераб. и доп. — М.:Высш. шк., 1990.—607 с.

## BIBLIOGRAPHY

1. Blednyh V.S. Plough body working surface building on the basis of technological requirements / V.S. Blednyh, S.V. Oleinikov // *Sovershenstvovaniye metodov ispol'zovaniia sel'skohoziastvennoi tekhniki* / Nauchn. trudy ChIMESH. — Cheliabinsk, 1984.— S. 82–85.
2. Blednyh V.S. Tillage machines working parts draft resistance / V.S. Blednyh // *Pochvoobrabatyvaiuschiie mashyny i dinamika agregatov* / Sbor. nauchn. trudov. ChIMESH.— Cheliabinsk, 1990.— S. 10–16.
3. Kol'tsov M.P. Excavating plough oscillating working part draft resistance / M.P. Kol'tsov, A.Y. Matkovskii // *Trudy Tavricheskoho gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta*. – Melitopol': TDATU, 2013. — Vyp. 13 t. 3.— S.156-160.
4. Nikitin N.N. Theoretical mechanics course: Ucheb. dlia mashinostroit. i priborostroit. spec. vuzov. — 5-e izd. pererab. i dop. — M.:Vysch. shk., 1990.—607 s.

**MODELLING OF SOIL LAYER WITH TRANSPLANT MOVEMENT  
ALONG THE OPERATING ELEMENT OF EXCAVATING PLOUGH**

Karaiev A.I., Matkovsky A.I.

*Summary*

The mathematical model for changing driving force having been spent for moving the soil with transplant subject to constructive and kinematic parameters of the excavating plough operating element, performing sliding and oscillating movement has been worked out. The dependences in changing the driving force operation against eccentric angular speed, lever length and ripper angle setting have been obtained. It enabled to define these parameters value variation levels for experiment planning in order to determine their optimal values.

**Key words:** driving force, oscillating ripper, operation, excavating plough.

УДК 631.3.002.5

**ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ В ПРИСТВОЛЬНЫХ  
ПОЛОСАХ САДА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.

Тел. 0619 – 44-02-74

Караев А.И., чл.-кор. МААО, к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

г. Мелитополь, Украина

Тел.0619-42-13-83

Минько С.А., асп.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

**Аннотация.** В статье приведены результаты лабораторного опыта по изучению динамики процесса изменений структурно-агрегатного состояния чернозема южного под воздействием воды от десяти поливов. Начальное, агрегатно-структурное состояние почвы было представлено коэффициентом структурности в пяти вариантах: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Влажность почвы каждым поливом доводилась до 70% (НВ), наименьшая влагоемкость, высушивалась и определялся коэффициент структурности.

Получены зависимости, характеризующие изменение структурно – агрегатное состояние почвы под воздействием поливов при разном ее начальном состоянии.

**Ключевые слова:** почва, параметры процесса, структурно-агрегатное состояние, коэффициент структурности, лабораторный опыт, вода, вегетационные поливы, зависимости.

*Постановка проблемы.* Более двух третей пресной воды, которая используется человечеством, идет на потребности сельского хозяйства. Более половины этого количества направлено на орошение. За последние 30 лет площадь орошаемых земель в мире увеличилась приблизительно на 25% и составляет около 270 миллионов га. Под плодовыми насаждениями на Украине находится 912 тыс. га, с которых орошается приблизительно 10%, и получают шестую часть валового сбора плодов. При этом, орошение, в среднем, способствует увеличению урожая семечковых культур на 30-35% , а косточковых на 40-50%, а в зависимости от способа орошения - 1м<sup>3</sup> поливной воды обеспечивает такую прибавку урожая[1]:

- полив по бороздам – до 2кг;
- дождевание машинами с аппаратами кругового действия – до 4кг;
- микророшение (стационарные системы капельного орошения и дождевания) – до 10кг.

Последний способ подачи поливной воды дает наибольшую прибавку урожая и в настоящее время является самым распространенным в промышленном садоводстве. Однако, по данным [1] после 15 лет выращивания плодового сада на черноземе южном с применением капельного орошения коэффициент глыбистости увеличивается до 0,6, что требует проведения масштабных мелиоративных работ по восстановлению плодородия почвы.

По данным [2] неудовлетворительное структурно-агрегатное состояние оподзоленных почв ухудшает ее водопроницаемость и не способствует увеличению вододерживающей способности.

Из сказанного следует, что под воздействием воды структурно-агрегатное состояние почвы может стать неудовлетворительным, а для разработки управляющих воздействий необходимо изучение динамики процесса.

*Цель исследования.* Установить закономерности изменений структурно-агрегатного состояния почвы под воздействием вегетационных поливов путем проведения лабораторных опытов.

*Основная часть.* Процесс преобразования агрегатного – структурно состава почвы в приствольных полосах сада, исходя из внешних признаков, может быть параметризован группами параметров, которые характеризуют ход процесса и фазовое состояние почвы в любой момент времени. Согласно [3] выделяют такие группы параметров: входные, возмущающие, управляющие и выходные. Определим виды параметров и их значения для анализа процесса преобразования твердой фазы почвы в приствольных полосах сада.

Значения параметров первой группы (входные) не зависят от режима процесса, а возможность воздействия на них отсутствует. В нашем случае такими параметрами являются:

- тип почвы;
- плодородие почвы;
- вид / сорт плодовой культуры.

Значения параметров второй группы (возмущающие) изменяются с течением времени случайно и не всегда доступны для измерения. К таким параметрам можно отнести:

- климатические факторы (температура воздуха, атмосферные осадки, солнечное излучение);

- биологически активные среды;
- химически активные вещества.

Значения параметров третьей группы (управляющие) можно изменять путем оказания на них прямого воздействия, что позволяет управлять процессом. В нашем случае такими параметрами являются:

- вода из системы орошения;
- механическое воздействие на почву;

Параметры четвертой группы (выходные) определяются режимом процесса и характеризуют состояние объекта, а именно:

- измененное плодородие почвы;
- физиологическое состояние деревьев.

Согласно ДСТУ 4362 [4] плодородие почвы может определяться такими агрофизическими показателями:

- агрегатный состав;
- плотность почвы;
- наименьшая влагоёмкость;
- запасы продуктивной влажности почвы,

а шкалой оценивания агрегатно - структурного состояния почвы определено, что наличие более 80% агрегатов с размерами от 0,25мм до 7 (10) мм характеризует состояние почвы как «отличное». Данные агрегаты являются мезо агрегатами и относятся к средней фракции  $m_{II}$ . Агрегаты более 10мм являются макроагрегатами и относятся к крупной фракции  $m_{III}$ , а агрегаты менее 0,25мм являются микроагрегатами – мелкая фракция  $m_I$ . Тогда агрегатно-структурное состояние почвы можно представить коэффициентом структурности, который вычисляется по формуле:

$$K_C = \frac{m_{II}}{m_I + m_{III}}, \quad (1)$$

где:  $m_I, m_{II}, m_{III}$  – масса почвы I, II и III фракций, г.

Для планирования и проведения опыта данный коэффициент целесообразно представить в нормированном виде в шкале от 0 до 1. Тогда формулу 1 преобразуем к виду:

$$K_{C(H)} = \frac{m_{II}}{m_I + m_{II} + m_{III}} = \frac{K_C(m_I + m_{III})}{m_I + m_{III} + K_C(m_I + m_{III})} = \frac{K_C}{1 + K_C}. \quad (2)$$

#### *Методика лабораторного опыта.*

В опыте изучалось изменение агрегатно - структурного состояния почв под воздействием воды при 10-и вегетационных поливах. Начальное, агрегатно-структурное состояние почвы (чернозем южный) было представлено коэффициентом структурности в пяти вариантах:

- 1 - коэффициентом структурности 0,2;
- 2 - коэффициентом структурности 0,4;
- 3 - коэффициентом структурности 0,6;
- 4 - коэффициентом структурности 0,8;
- 5 - коэффициентом структурности 1,0.

По каждому варианту была подготовлена почва с соответствующим коэффициентом структурности и помещена в емкости по  $20\text{дм}^3$  в трех повторностях по каждому поливу. Общее количество емкостей в опыте составило 150шт.

Влажность почвы в емкостях каждым поливом доводилась до 70% НВ.

Затем почва из емкостей трех повторностей по каждому варианту высушивалась в сушильном шкафу с последующим определением гранулометрического состава ситовым методом по ГОСТ 12536 [5] и коэффициента структурности по формуле 2.

После обработки результатов 10-и поливов по каждому варианту построены зависимости изменений коэффициента структурности, которые представлены на рисунках 1 - 5.

На приведенных зависимостях точками пересечения прямых L с кривыми определены коридоры 10% отклонения коэффициента структурности почвы от максимального значения.

Проанализируем характер изменения в состоянии твердой фазы почвы под воздействием воды по полученным зависимостям.

Так, в первом варианте (начальное значение коэффициента структурности почвы 0,2) после первого полива значение коэффициента увеличилось незначительно и достигло максимального значения на шестом поливе, а затем на 10 поливе произошло снижение до 0,1.

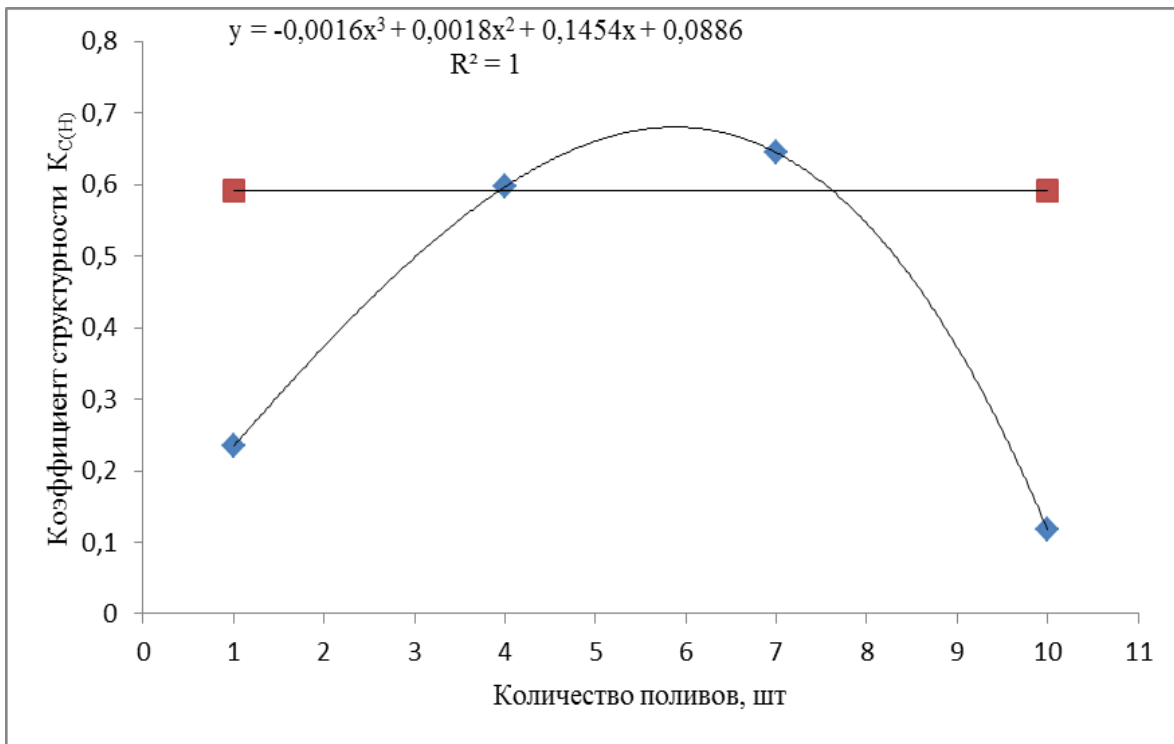


Рисунок 1 - Изменение коэффициента структурности почвы в зависимости от количества поливов при начальном значении коэффициента 0,2

Во втором варианте (начальное значение коэффициента структурности почвы 0,4) после первого полива значение коэффициента увеличилось на 0,15 и достигло максимального значения на четвертом поливе, а затем на 10 поливе произошло снижение до 0,56, то есть до значения первого полива.

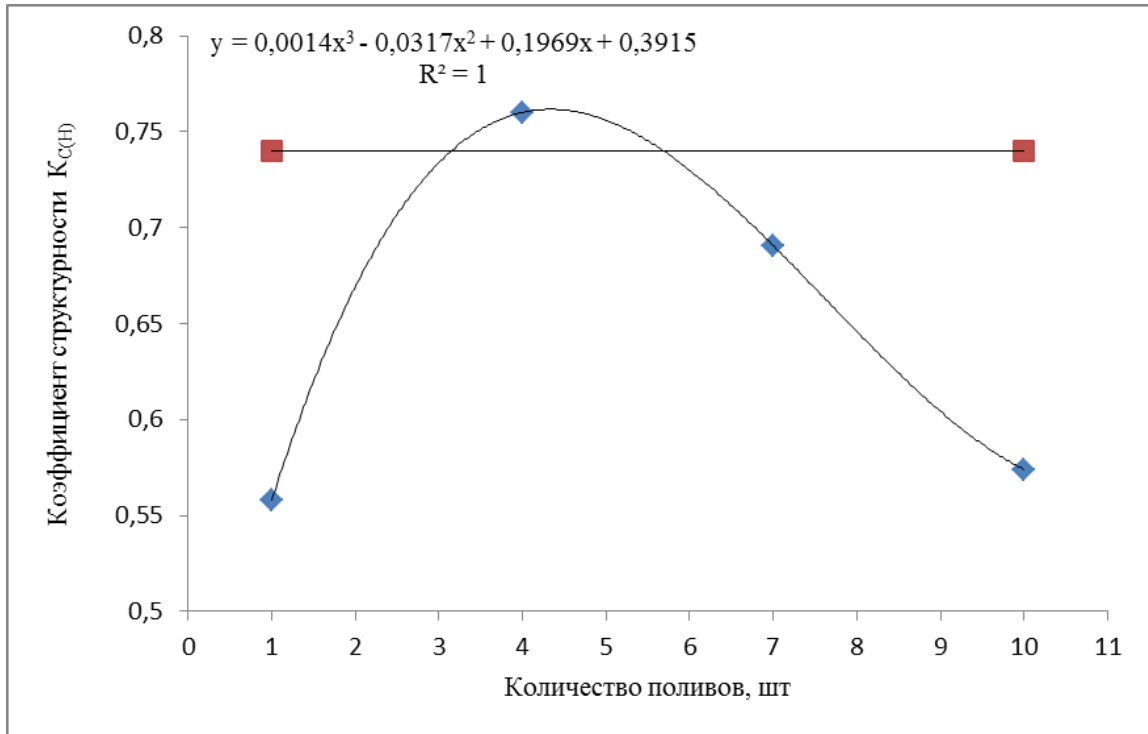


Рисунок 2 - Изменение коэффициента структурности почвы в зависимости от количества поливов при начальном значении коэффициента 0,4

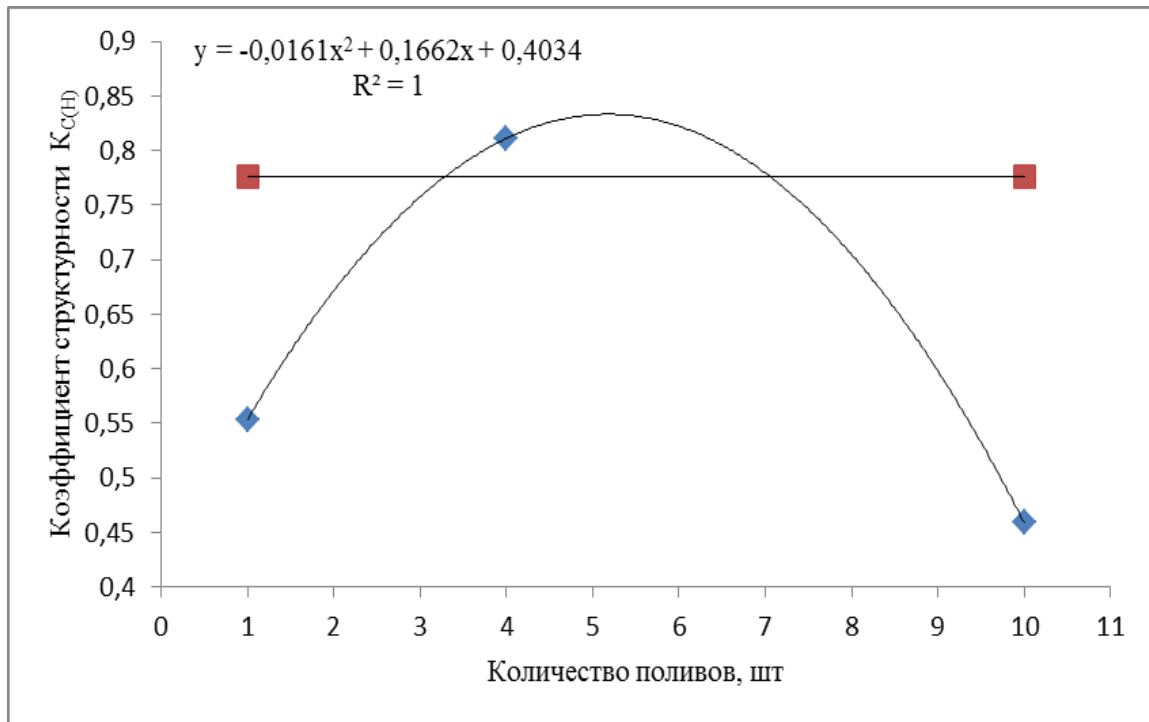


Рисунок 3 - Изменение коэффициента структурности почвы в зависимости от количества поливов при начальном значении коэффициента 0,6

В третьем варианте (начальное значение коэффициента структурности почвы 0,6) после первого полива значение коэффициента снизилось на 0,10. Затем произошло

увеличение, которое достигло максимального значения на восьмом поливе, а на 10 поливе произошло снижение до 0,63, то есть до первоначального значения.

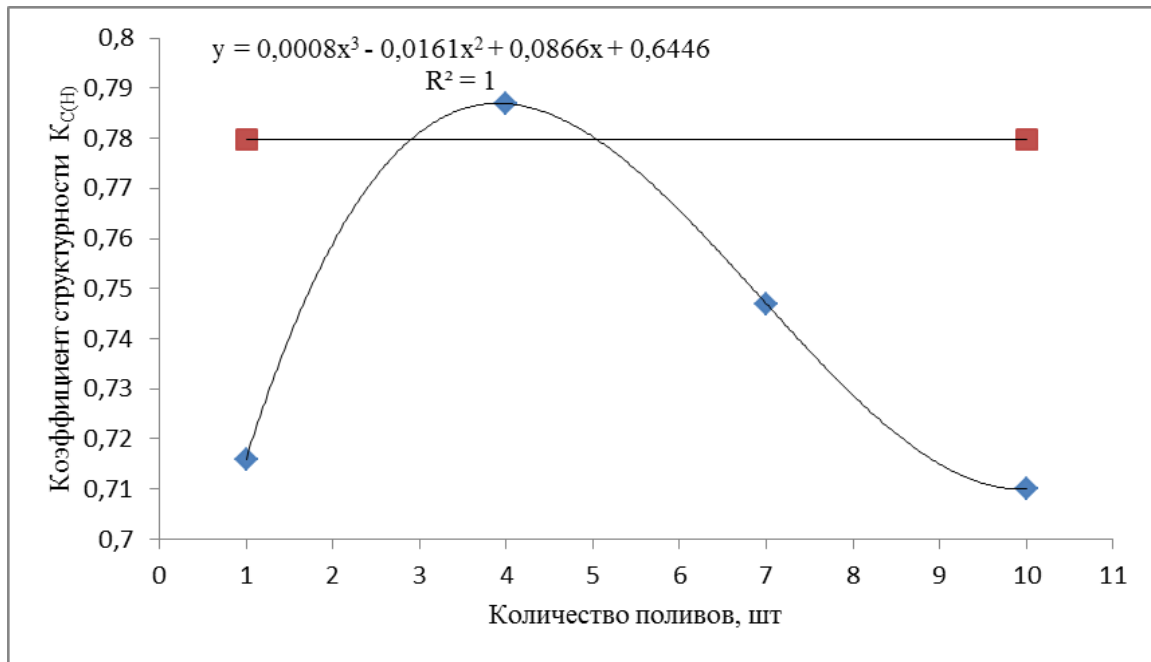


Рисунок 4 - Изменение коэффициента структурности почвы в зависимости от количества поливов при начальном значении коэффициента 0,8

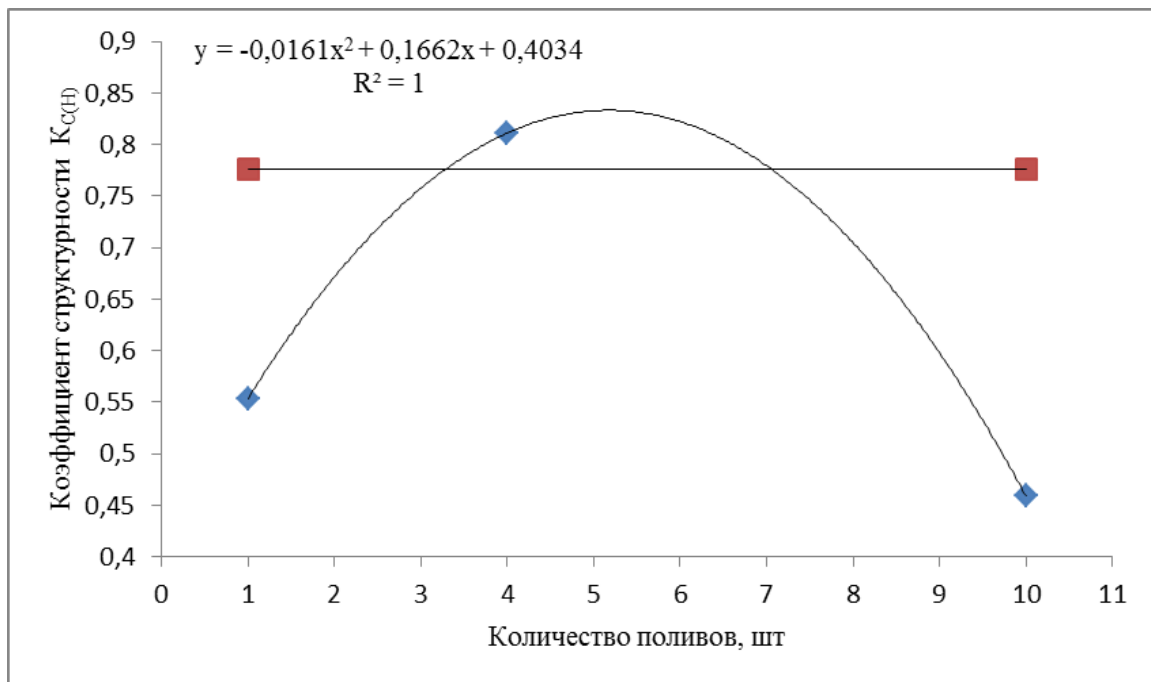


Рисунок 5 - Изменение коэффициента структурности почвы в зависимости от количества поливов при начальном значении коэффициента 1,0

В четвертом варианте (начальное значение коэффициента структурности почвы 0,8) после первого полива значение коэффициента снизилось на 0,085 и достигло мак-

симального значення на четвертому поливі, яке оказалось нижче початкового, а потім на 10 поливі відбулося зниження практично до 0,7.

В п'ятому варіанті (початкове значення коефіцієнта структурності ґрунту 1,0) після першого поливу відбулося значуще зниження значення коефіцієнта (на 0,45) і досягло максимального значення на п'ятому поливі, яке оказалось нижче початкового значення, а потім на 10 поливі відбулося зниження до 0,45, то є нижче початкового значення на 0,55.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки.

#### *Висновки.*

1. Встановлено, що під впливом десяти поливів родючість ґрунту за показателем структурно – агрегатного стану змінюється в залежності від початкового стану наступним чином:

- при відмінному структурному стані ґрунту (коефіцієнт 1,0) відбувається її погіршення на 50%;
- при хорошому структурному стані ґрунту (коефіцієнт 0,8) відбувається її погіршення на 11,3%;
- при задовільному стані ґрунту (коефіцієнт 0,6) погіршення ґрунту практично не відбувається;
- при незадовільному структурному стані ґрунту (коефіцієнт 0,4) відбувається покращення ґрунту на 45%;
- при поганому структурному стані ґрунту (коефіцієнт 0,2) відбувається погіршення ґрунту на 50%;

2. Отримані залежності дозволяють визначити час проведення управляючих впливів на ґрунт (для пристовольних смуг садів – обробка ґрунту фрезерною машиною [6]) з метою підвищення ефективності зрошення.

3. Для встановлення зв'язку між змінами в структурно – агрегатному стані ґрунту і фізіологічним станом рослин необхідно проведення польових експериментів.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Розробити наукові основи створення інформаційних і технологічних систем управління ресурсами в процесах відтворення товарної продукції садівництва на меліоративних землях. Звіт про НДР (закл.) / ІЗС УААН; кер. О.Г. Караєв. – № 0106U006180. – Мелітополь, 2010.

2. Томашинський З.М. Поліпшення родючості ґрунтів і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур: нав. посіб./ З.М. Томашинський. – Львів: ЛДСГІ, 195.-149с.

3. Методи оптимізації в хімічній технології / під загальною ред. чл.-корр. АН СРСР В.В. Кафарова. – М.: Хімія, 1969. – 564с.

4. Якість ґрунтів. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362: 2004. - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 19с. – (національний стандарт України)

5. Ґрунти. Методи визначення гранулометричного (зернового) і мікроагрегатного складу: ГОСТ 12536 – 79.- [ переиздан в 1988-01-01].-М.: Издательство стандартов, 1988. – 24с.

6. Мінько С.А. Механізація обробки ґрунту в плодових насадженнях / Зінько С.А. // Праці таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь.: ТДАТУ, 2015.-Вип 14, Том 2, - С.61-66.



## BIBLIOGRAPHY

1. To work out the scientific foundations for creating informational and technological systems for resources management in the processes of marketing fruit produce restoring on reclamation soils. Zvit pro NDR (zakliuch.) / IZS UAAN; ker. O.I. Karaiev. – № 0106U006180. – Melitopol', 2010.
2. Tomashins'kyi Z.M. Improving soil fertility and productivity of farm crops: nav. posib./ Z.M. Tomashins'kyi. – L'viv: LDSGI, 195.-149 s.
3. Optimization methods in chemical technology / pod obshei red. chl.-korr. AN SSSR V.V. Kafarova. – M.: Khimia,1969. – 564 s.
4. Yakist' gruntiv. Soil fertility indices: DSTU 4362: 2004.-[ chynnyi vid 2006-01-01].- K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. – 19s. – (natsional'nyi standart Ukrainy)
5. Hrunty. Metody opredelenyya hranulometrycheskoho (zernovoho) y mykroagregatnoho sostava: HOST 12536 – 79.- [ pereizdan v 1988-01-01].-M.: Izdatel'stvo standartov, 1988. – 24 s.
6. Min'ko S.A. Soil treatment mechanization in fruit plantations / S.A. Zin'ko // Pratsi tavriss'kogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universytetu. – Melitopol'.: TDATU,2015.- Vyp. 14, Tom 2, - S.61-66.

**SOIL AGGREGATE COMPOSITION CHANGE IN BY-STEM ORHARD STRIPS UNDER DROP IRRIGATION**

Didur V.A., Karaiev A.I., Min'ko S.A.

*Summary*

The results of laboratory experiment on studying the dynamics of the process of structural and aggregate condition changing of the southern black soil under the water influence of ten watering have been given in the article. The initial aggregate and structural soil condition has been presented by the coefficient of structural properties in five variants: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. With each watering the soil humidity was being led to 70 %. Field moisture capacity has been dried in the drying chamber and the structure properties coefficient has been defined. The dependencies characterizing the changing in structural and aggregate soil condition having different initial state under the influence of watering have been derived.

**Key words:** soil, process parameters, structural and aggregate condition, structure ratio, laboratory experiment, water, vegetation watering, dependences.

## ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

УДК 378.147

### О ВНЕДРЕНИИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ВУЗОВ

Вольвак С.Ф., акад. МААО, к.т.н., проф.

Нестерова Н.В., д.т.н., проф.

*Белгородский государственный аграрный университет*

п. Майский, Россия

Несвит В.Д., к.т.н., доц.

Бондарец О.А., ас.

*Луганский национальный аграрный университет,*

г. Луганск, Украина

Тел. +384722391280

e-mail: volvak.s@yandex.ua

**Аннотация.** Приведен анализ предлагаемой системы дистанционного обучения и определены рациональные подходы к внедрению дистанционных образовательных технологий в учебный процесс вузов.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, дистанционные образовательные технологии, учебный процесс, качество образования.

*Постановка проблемы.* Внедрение в вузах дистанционного обучения автоматически поднимает проблемы методики (и дидактики) перехода на такое обучение с решением специфики использования индивидуумом инфомедиапространства.

*Анализ последних исследований.* Наряду с традиционными формами осуществления самостоятельной работы студентов все чаще возникает необходимость использования в учебном процессе информационных образовательных технологий, которые позволяют обеспечить удаленный доступ к образовательным ресурсам, оперативный поиск и обработку необходимой информации, а также контроль знаний с помощью компьютерной программы. В связи с этим ставится задача формировать коммуникативные навыки умения добывать информацию из разнообразных источников, обрабатывать, хранить ее, оперативно обмениваться с помощью современных компьютерных технологий [1].

Компьютерные технологии, являясь мощным средством обучения, позволяют организовать самостоятельную работу студентов на качественно новом уровне [2, 10].

В связи с этим традиционному заочному образованию, которое преимущественно осуществляется в реальном пространстве аудиторий и лабораторий, в настоящее время приходит на смену образование с применением дистанционных образовательных технологий, носящее характер открытого информационного обмена субъекта образования с его окружением – как правило, в виртуальном Интернет-пространстве. Таким образом, формируется комплексная среда – реальная и виртуальная, в которой происходит процесс современного дистанционного обучения (ДО) [1].

*Цель исследования.* Целью данной работы является определение на основе анализа предлагаемой системы дистанционного обучения рациональных подходов к внедрению дистанционных образовательных технологий в учебный процесс вузов.

*Основная часть.* Любое внедрение новых форм обучения без обсуждения широкой аудиторией, в которую будут «вкладывать» такую форму обучения приведет либо к замедлению этого внедрения (если новое имеет массу преимуществ), либо к отторжению нового и слому старого. Т. е. если идея не овладеет массами, то новое, внедряемое в вековые традиции обучение, будет практически отторжено.

За примером ходить далеко не надо. В Украине была повсеместно внедрена Болонская система, практически без широкой дискуссии. Краеугольными положениями Болонской декларации были три пункта:

1. Одинаковая для всех стран система ученых степеней и званий (с одинаковыми документами, едиными для всех стран): бакалавр-магистр-доктор. На сегодня пока этого нет.

2. Любой студент (аспирант-соискатель) мог получить т. н. кредиты ЕКТС в одном вузе любой страны – подписанта и продолжить обучение в любой стране Европы.

Один кредит «весил» 36 часов (на сегодня согласно приказа МОН от 28.02.2014 №174) 30 часов.

Однако для поездки в страны Европы от студента необходимо:

а) шенгенская виза;

б) наличие 9500 евро (практически во все страны);

в) наличие тех же евро для оплаты за жилье, проезд, питание и т. д.

Для 99% студентов Украины этот пункт невыполним. А этот 1% студентов может ездить по всем странам, без Болонской системы и без кредитов ЕКТС.

3. Автономность вузов. На сегодня ее нет и только в вышеуказанном приказе, есть пожелание о такой автономности.

И, кроме того, Болонская декларация предусматривала бесплатную возможность всю жизнь повышать квалификацию и переквалификацию [3].

Европейский национальный союз студентов (ESIB) объединяющий 11 млн. студентов из 37 стран, который взял на себя обязанности поддерживать Болонский процесс, уже три года назад забил тревогу, отмечая:

а) все новое и привлекательное в Болонском процессе оказалось недееспособным;

б) обнаружились крупные недостатки в системе бакалаврат-магистратура;

в) увеличилась плата за обучение (в Нидерландах с 2500 евро до 15000 евро в год);

г) все студенты этого объединения указывают на ухудшение качества обучения.

И главное: практически все студенты при опросе показали, что до Болонской системы качество образования было лучше: т. е. разрушив старую систему, мы создали худшую новую. Одно хорошо: прекратится отток из Украины мозгов, так как их практически не будет [8].

Поэтому попробуем проанализировать предлагаемую систему дистанционного обучения (ДО). Она не будет ясна, если не проанализировать систему подготовки специалистов со школы до ученых советов, имеющую свою вековую методику, дидактику и неписанные правила.

Главной проблемой современного образования является необходимость уяснить подавляющей части обучаемых и учителей, что основное поле получения образования, где играют все – информационно-медиа-пространственно. А на пространстве всей инфраструктуры, если рассматривать обобщенно образование и промышленность, существует, не преодоленное в настоящее время противоречие между требованием работодателей получить адекватного, мгновенно адаптирующегося к любым условиям социума и т. д., творческого и инициативного индивида, способного к самосовершенствованию без дополнительных подзатыльников, и между системой обучения, дающей только вчерашние знания и умения. Т. е. одной из главных проблем в образовании, – требования к которой сформулировали мировым сообществом (иначе хочешь получить

любую должность – соответствующим предъявляемым стандартам) является то, что существуют параллельно, не пересекаясь, современные информационно-медийные технологии и образование. Сейчас во всем мире и в том числе Украине подавляющее большинство работников образования (от яслей до академий) понимают, что старая система образования не в состоянии переработать весь тот колоссальный поток информации, медиапространства (от теле- до интернета) и поэтому та лакуна (дыра), постоянно расширяющаяся между возможностями этого пространства и системой обучения, не сокращается, а в лучшем случае замедляется [5]. И на это есть, как объективные, так и субъективные причины, начиная от разного условия жизни в социуме до различных возможностей образования в регионах страны [3, 7, 13].

Для перевода всех форм заочного обучения (ЗО) на дистанционную, необходимо определить те болевые точки, которые имеются в обоих видах образования, и проанализировать можно ли переводить все регионы на дистанционное обучение.

Рассмотрим условно заочное образование:

а) студент изучает самостоятельно все теоретические дисциплины и дисциплины, требующие проведения лабораторных работ. Он также самостоятельно (мы не рассматриваем сейчас наличие необходимой литературы в печатном или медиаинформационном пространстве) выполняет контрольные и курсовые работы. В межсессионное время он эвентуально имеет право на консультации у преподавателей того вуза, за которым он закреплен (куда он зачислен приказом и в котором у него хранятся все документы). Практически, он в реалии, лишен консультаций, т. к. стоимость поездки, на консультацию такова, что лишает студента этой возможности;

б) преподаватели в большинстве вузов не работают в субботу и воскресенье, а студент может консультироваться в основном только в эти дни.

ЗО предполагает, что студент на установочных сессиях два раза в течение учебного года получает очное общение по наиболее сложным дисциплинным циклам, а также работает в лабораториях вуза, практически осваивая, осмысливая и переосмысливая им самостоятельно знания. Формально, студент, не успевший на сессию (по производственным особенностям) может отработать пропущенные занятия в межсессионный период, но при условии, что студента отпустят с работы и на это время будет задействован преподаватель, который формально уже выполнил запланированный ему отрезок работы на сессии. Положим, вуз выделил преподавателю еще время на проведение лабораторных и практических работ. Однако весь парадокс в том, что у студентов периоды, когда они могут дополнительно пройти все это у всех разный, то есть практически преподаватель должен ежедневно ждать приезда студента. Но в подавляющей массе студенты ЗО могут прослушать наиболее проблемные курсы и пройти реальные лабораторные работы в сессию. Еще одна проблема у всех студентов очной и заочной форм обучения, такова, что все они со школы привыкли к получению знаний через видеореал – то есть видят преподавателя со всеми движениями и слышат речь и т. д. и через видеомоторику, поскольку ведут записи, т. е. психология запоминания как бы концентрирует триединую форму запоминания – аудио-видео-видеомоторику. Многие студенты не могут получать информацию из медиапространства поскольку изначально их к этому не приучили и в силу присущего человечеству инерционности. И здесь должна быть педагогика построенная таким образом, чтобы со школы индивид получал умения «выдергивать» из медиа пространства на подсознательном уровне необходимый ему материал. Именно на подсознательном уровне, на «автомате», потому что информации столько, что пока сознание будет включаться подойдет другая информация. Вот здесь еще со школы возникает лакунация, пропасть между действующей педагогикой и той, которая есть, существует в медиа пространстве. Для того, чтобы вводить то обуче-

ние, которое будет использовать это пространство необходимо сначала подготовить тех, кто умеет его использовать в педагогике. Сейчас все это существует параллельно: педагогика отдельно, а медиа пространство отдельно [6, 9, 11, 12].

Естественно у дистанционного обучения в идеале есть масса преимуществ. При глобализации всех видов медиаинфо и т. д. видов донесения до индивида информации, и организации предметных кабинетов, то практически по любой дисциплине достаточно на всем украинском пространстве по одному предметному кабинету, оборудованному по последнему слову инфотехники. Преподавать в таком кабинете достаточно и одному ученому с ассистентом [14, 15]. Например: детали машин, сопромат, техническая механика и т. д., т. е. в идеале на всю Украину будут созданы кабинеты, а все вузы практически будут упразднены, либо должен быть выбран один вуз, для которого будут созданы все условия для совершенствования материально-технической базы.

Однако из вековых практик преподавания от риториков древнего Рима до продвинутых медиа преподавателей ведущих вузов современности известно, что личное лицеизрение того, кто преподает и услышанное с одновременно увиденным написанием формул дает более глубокие знания.

Поэтому индивиду, вышедшему из социума до медиа пространства, то есть подавляющему большинству обучающихся необходимо «переключение» на другой стиль обучения. Это быстрее и надежнее сделать, преподавая по новому, хотя бы в выпускных классах школы. Хотя дистанционная форма обучения активно упоминается в Положении об организации учебного процесса (приказ МОН Украины № 161 от 02.06.1993 г.). Но до настоящего времени внедрения не получила. Внедрение дистанционной формы обучения, наряду с экстернатом, решает очень много проблем, стоящих перед высшей школой Украины, особенно в период перестройки образования, ориентированного на мировые рынки рабочей силы и на подготовку специалистов, которые могут и должны войти в украинскую экономику, которая должна выпускать продукцию на уровне мировых стандартов. Именно сейчас стоит особенно остро вопрос о подготовке высокопрофессиональных, легко адаптирующихся к любой форме и виду производства специалистов. Украина, которая должна возродить свою индустрию, обязана предусмотреть номенклатуру специалистов, которые будут нужны и в каком количестве. И именно под эти специальности необходимо организовывать дистанционное обучение, ибо оно предусматривает переучивание под новые специальности тех уже сложившихся работников, которые уже не смогут найти себя в новой индустрии [7].

На наш взгляд, необходимо в дискуссионном порядке определить те специальности, которые будут востребованы (поскольку ненужных специалистов мы произвели выше крыши) и на них в основном ориентировать специализацию преподавателей. Если трезво посмотреть на то положение, которое сложилось во всей системе подготовки кадров, то окажется, что вузы выпускают много (на сколько данных нет) специалистов, которые на современном этапе и приблизительно лет на 5–10 в ближайшей перспективе не будут востребованы: юрист, социальные работники, работники культуры и т. д. Это напоминает сложившееся в советское время положение со специальностью бионика. Для этой, организованной с величайшей помпой специальности в Москве отбирались со вторых и третьих курсов всех университетов только «круглые» отличники (причем школу они должны были окончить с золотой медалью). После окончания вуза удалось трудоустроить 3 человека. Для остальных работы по специальности не нашлось. Аналогично может сложиться сейчас ситуация с дистанционным обучением, поскольку широкой педагогической общественности не доведена его концепция и наработка на конечный результат. И с этой целью необхо-

димо максимально изучить опыт организации стран мирового европейского уровня, именно в опыте адаптации и преподавателей и студентов в систему медиапространства [15].

Если сейчас проанализировать всю методическую литературу по всем, в том числе и по техническим дисциплинам, то такой, которая бы учитывала использование информационных технологий, практически нет. Вся существующая система образования базируется на классической методологии, которая не может разложить по полочкам, как человеку зрелому (студенту 2-го – 3-го курса) абстрагироваться от предыдущего и резко перейти на другое. Вопрос, какое? Если классическая методика преподавания имеет своих адептов и свою традицию, то новую, учитывающую инфомедиапространство еще практически не создали, а внедрить ее можно только тогда, когда «идея овладеет массами».

Сейчас предлагается с такого числа перейти на дистанционную форму обучения, не имея подготовленных кадров и не учитывая менталитет потенциальных и действующих студентов. Если в системе образования, например США, Австрии и т. д. эта система действует давно (параллельно с традиционной), то и преподаватели для этой системы были готовы заранее.

*Выводы.* Для внедрения дистанционных образовательных технологий в учебный процесс вузов необходимо: организовать переподготовку не только учителей, но и учащихся, начиная, хотя бы, с последних классов школы; провести онлайн-семинар-видеоконференцию с участием всех методобъединений вузов по проблемам ДО и издать «белую книгу» разработанных руководящих материалов по всем аспектам ДО; перед началом введения ДО выпустить достаточное количество методразработок по частным методикам преподавания в условиях информационного пространства; создать в сети интернет т.н. вебквест, куда собрать все методические рекомендации по ДО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев А.Н. Рациональный подход к реализации дистанционных образовательных технологий в вузе / А.Н. Беляев, А.В. Котарев, Т.В. Тришина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1-2 (40-41). – С. 121-124.
2. Беляев А.Н. Дистанционные технологии обучения при подготовке инженеров-механиков / А.Н. Беляев, Ю.В. Некрасов // Сб. материалов пятой международной конф. по вопросам обучения с применением e-learning. – М.: ООО «Синергия Экспо», 2011. – С. 32-34.
3. Боброва И.И. Некоторые проблемы дистанционного образования России / Боброва И.И. // Сборник научных трудов SWorld: Perspective innovations in science, education, production and transport '2013. – 17-26 December 2013. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/dec-2013>.
4. Воеводин А.Д. Самостоятельная работа студентов над источниками – эффективное средство самообразования. – Вестник Московского ун-та. Сер. 11, Право-1996. – №4. – С. 49-62.
5. Громова Т. Подготовка преподавателя к дистанционному обучению. – Народное образование. – 2006. – №5. – С.153-156.
6. Зенкина С.В. Педагогические основы ориентации информационно-коммуникационной среды на новые образовательные результаты: автореф. дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02. – С.В. Зенкина. – М., 2007.

7. Иванова М.А. Некоторые проблемы организации дистанционного обучения в вузе. [Электронный ресурс]. Инвестиции, бизнес и право. <http://www.ibl.ru/index.shtml>.
8. Иванович Леся. Реалии болонской системы в Европе. [Электронный ресурс]. – Неофіційна газета Київського університету. Url: <http://gazeta.univ.kiev.ua/> 28.10.2006.
9. Модернизация образовательного процесса в начальной, основной и старшей школе: варианты решения // Под редакцией А.Г. Каспржака, Л.Ф. Ивановой. – М.: «Просвещение», 2004.
10. Некрасов Ю.В. Перспективы развития дистанционные образовательных технологий обучения при подготовке инженерных кадров / Ю.В. Некрасов, А.Н. Беляев, Т.В. Тришина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – Вып. 2 (37). – С. 282-290.
11. Несвіт В.Д., Бондарець О.А., Вольвак С.Ф., Пушка О.С., Вихватнюк Р.В. Інформаційний супровід курсового і дипломного проектування з технічних дисциплін / Матеріали X Всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти». Збірник наукових праць. Під заг. ред. І.М. Бендери, Л.Ю. Збаравської. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2014. – С. 210-214.
12. Несвіт В.Д., Бондарець О.А., Вольвак С.Ф., Пушка О.С., Вихватнюк Р.В. Активізація конструкторсько-розрахункової складової проектування з технічних дисциплін / Матеріали X Всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти». Збірник наукових праць. Під заг. ред. І.М. Бендери, Л.Ю. Збаравської. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2014. – С. 214-219.
13. Пеньков С. Дистанционное обучение: идеи, технология, проблемы и перспективы. [Электронный ресурс]. Русский гуманитарный интернет университет. Url: [http://www.i-u.ru/biblio/archive/noname\\_distanc\\_obuchenie/](http://www.i-u.ru/biblio/archive/noname_distanc_obuchenie/)
14. Пидкостый П. И., Тыщенко О. Б. Компьютерные технологии в системе дистанционного обучения // Педагогика. – 2000. – №5. – С. 7-12.
15. Соловьев А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Beliaiev A.N. Rational approach to distant educational technologies realization in higher educational institution / A.N. Beliaiev, A.V. Kotarev, T.V. Trishina // Vestnyk Voronezhskoho gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1-2 (40-41). – S. 121-124.
2. Beliaiev A.N. Technologies of distant learning when training mechanic engineers / A.N. Beliaiev, Yu.V. Nekrasov // Sb. materialov piatoi mezhdunarodnoi konf. Po voprosam obucheniiia s primeneniem e-leaming. – М.: ООО «Sinergiaa exp», 2011. – S. 32-34.
3. Bobrova I.I. Some problems of distant education in Russia / Bobrova I.I. // Sbornik nauchnyh trudov SWorld: Perspective innovations in science, education, production and transport '2013. – 17-26 December 2013. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/dec-2013>.
4. Voievodin A.D. Self-supporting students work with resources – effective means of self-education. – Vestnik Moskovskogo un-ta. Ser. 11, Pravo-1996. – №4. – S. 49-62.
5. Gromova T. Training teacher to distant learning. – Narodnoe obrazovanye. – 2006. – №5. – S.153-156.

6. Zenkina S.V. Pedagogical principals of orientation in informative and communicative environment for getting new educational results: avtoref. dys. ... doktora ped. nauk: 13.00.02. – S.V. Zenkina. – M., 2007.
7. Ivanova M.A. Some problems of distant courses organization in higher educational institution. [Elektronnyi resurs]. Investitsii, biznes i pravo. [http:// www.ibl.ru/index.shtml](http://www.ibl.ru/index.shtml).
8. Ivanovich Lesia. Realia of Bologna system in Europe. [Elektronnyi resurs]. – Neofitsiina gazeta Kyivs'kogo universytetu. Url: <http://gazeta.univ.kiev.ua/> 28.10.2006.
9. Modernyzatsiia obrazovatel'noho processa v nachal'noj, osnovnoj y starshej shkole: varyanty reshenyia // Pod redakcyej A.H. Kasprzhaka, L.F. Yvanovoj. – M.: «Prosveshhenye», 2004.
10. Nekrasov Yu.V. Perspektivy razvytyia dystancyonnye obrazovatel'nykh tehnolohyj obuchenyya pry podhotovke ynzhenerykh kadrov / Yu.V. Nekrasov, A.N. Belyaev, T.V. Tryshyna // Vestnyk Voronezhskoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta. – 2013. – Vyp. 2 (37). – S. 282-290.
11. Nesvit V.D., Bondarec" O.A., Vol"vak S.F., Pushka O.S., Vyxvatnyuk R.V. Informacijnyj suprovid kursovoho i dyplomnoho proektuvannya z texnichnyx dyscyplin / Materialy X Vseukrayins'koyi naukovy-metodychnoyi konferenciyi «Problemy pidhotovky faxivciv-ahrariyiv u navchal'nyx zakladax vyshhoyi ta profesijnoyi osvity». Zbirnyk naukovykh prac". Pid zah. red. I.M. Bendery, L.Yu. Zbaravs"koyi. – Kam'yanec"-Podil's"kyj: FOP Sysyn Ya.I., 2014. – S. 210-214.
12. Nesvit V.D., Bondarec" O.A., Vol"vak S.F., Pushka O.S., Vyxvatnyuk R.V. Aktyvizaciya konstruktors"ko-rozraxunkovoyi skladovoyi proektuvannya z texnichnyx dyscyplin / Materialy X Vseukrayins'koyi naukovy-metodychnoyi konferenciyi «Problemy pidhotovky faxivciv-ahrariyiv u navchal'nyx zakladax vyshhoyi ta profesijnoyi osvity». Zbirnyk naukovykh prac". Pid zah. red. I.M. Bendery, L.Yu. Zbaravs"koyi. – Kam'yanec"-Podil's"kyj: FOP Sysyn Ya.I., 2014. – S. 214-219.
13. Pen"kov S. Dystancyonnoe obuchenye: ydey, tehnolohyya, problemy y perspektivy. [Elektronnyj resurs]. Russkyj humanytarnyj ynternet unyversytet. Url: [http://www.iu.ru/biblio/archive/noname\\_distanc\\_obuchenie/](http://www.iu.ru/biblio/archive/noname_distanc_obuchenie/)
14. Pydkostyj P. Y., Tyshhenko O. B. Komp"juternye tehnolohyy v systeme dystancyonnoho obuchenyya // Pedahohyka. – 2000. – №5. – S. 7-12.
15. Solov"ev A.V. Elektronnoe obuchenye: problematyka, dydaktyka, tehnolohyya. – Samara: Novaya texnyka, 2006. – 464 s.

## **ON THE IMPLEMENTATION OF DISTANCE EDUCATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS OF UNIVERSITIES**

Volvak S. F., Nesterova N. V., Nesvit V. D., Bondarets O. A.

### *Summary*

The analysis of the proposed system of distance learning is given and a rational approach to the implementation of distance education technologies in the educational process of universities has been identified.

**Key words:** distance learning, distance education technologies, educational process, quality of education.



УДК 009

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В СИСТЕМЕ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.**

Пепелина Н.И., к.и.н., доц.\*  
ФГБОУ ВПО МГАВМиБ  
г. Москва, Россия  
Тел.: +79104427381  
e-mail: pep17@yandex.ru

**Аннотация.** Очень важно, чтобы в рамках высшего аграрного образования решались не только образовательные, но воспитательные задачи, участвуя в формировании духовно развитой личности и становлении нравственных ориентиров и мировоззрения будущих специалистов. Особая роль в этом процессе принадлежит гуманитарным дисциплинам, которые преподают в любом вузе независимо от его профессиональной специфики.

**Ключевые слова:** духовность, нравственность, культура, мировоззрение, аграрное образование, студенты.

**Постановка проблемы.** Сегодня вопросам высшего образования во всем мире уделяется значительное внимание. И это понятно, ведь именно высшее образование готовит специалистов, способных приложить свои знания, умения и навыки к развитию своей страны. Его цель не только подготовить профессионалов, но и соответствовать социальным требованиям современности. А это невозможно без формирования творческой всесторонне развитой личности, способной принести максимальную пользу Отечеству своим трудом. Обучение будущих аграриев в этом отношении не является исключением.

**Цель исследования.** Современное высшее образование призвано решать не только задачу подготовки высококлассных специалистов, но и отвечать на многие вопросы нравственного воспитания студентов, развития духовного потенциала личности. Поэтому независимо от специфики вуза обязательным является знакомство будущих специалистов с содержанием целого цикла гуманитарных наук. Так, в любом вузе, в том числе аграрном, обязательно существует кафедра, отвечающая за социально-гуманитарные дисциплины, такие как отечественная история, философия, культурология, правоведение, политология и социология и некоторые другие. Это позволяет, с одной стороны, обеспечивать выполнение федерального государственного образовательного стандарта и отвечать за приобретение студентами общекультурных компетенций, которые изложены в упомянутом документе, а с другой стороны, способствует воспитанию чувства патриотизма и ответственности за свою Родину, содействует формированию образованной, эстетически и этически развитой личности, свободно ориентирующейся в многообразном и изменчивом современном мире.

**Основная часть.** Следует отметить, что изучение гуманитарных наук помогает выработать у студентов способность к разумному критическому отношению к идеям и ценностным установкам различных культур в современности, помогает сформировать необходимое для любого человека отношение к природе, основанное на принципах гуманизма. Выпускник любого вуза должен владеть культурой мышления, способностью к

---

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

обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. В дальнейшей социальной и профессиональной деятельности специалисту необходимо использовать основные положения и методы гуманитарных наук при решении разнообразных задач. Для продолжения научной работы нужно владеть навыками изучения специальной литературы, её конспектирования и анализа. Решение всех поставленных задач как раз находится в компетенции гуманитарной кафедры.

Необходимо помнить, что в современном мире изучение основ гуманитарных наук является одной из важнейших составляющих мировоззрения человека. Именно философия, история, культурология и другие гуманитарные дисциплины во многом отвечают за формирование целостной, всесторонне и гармонично развитой личности. В достижении этого результата состоит главная цель работы сотрудников социально-гуманитарных кафедр в системе высшего аграрного образования. На преподавателях гуманитарных дисциплин лежит большая ответственность: направить развитие творческой мысли молодых людей в социально значимое русло, научить расставлять приоритеты, выбирать нравственные ориентиры. На практике возникает ряд проблем, требующих решения в ходе учебного процесса. Препятствие, которое встречает на своем пути педагог - это непонимание студентами важности изучения гуманитарных дисциплин, являющихся непрофильными. От преподавателя требуется донести до студентов необходимость и смысл постижения гуманитарных наук. Важно, что преподаватель должен не только передавать знания студентам, но и участвовать в воспитательной работе. Это особенно трудно в сфере высшего образования, поскольку студенты уже имеют определенный личный жизненный опыт и сформировавшиеся в большей или меньшей степени убеждения.

Содержание гуманитарных наук позволяет отчасти решить эту задачу. Гуманитарные дисциплины, каждая из которых имеет свою неповторимую специфику, позволяют направить в нужное русло молодых людей при самоопределении, формировать у них основанную на нравственных принципах систему ценностей, которая поможет распределить приоритеты в частной жизни и в профессии.

Преподаватель должен увидеть и развернуть творческий потенциал студентов, научить видеть, воспринимать прекрасное и создавать его. Заинтересовать предметом можно лишь в том случае, если для изучения предложены не сухие схемы, а наполненные жизнью примеры, отвечающие чаяниям молодежи. Стимул к изучению гуманитарных наук, зачастую кажущихся столь далекими от профессиональной деятельности многих будущих выпускников негуманитарных вузов, дает правильная и четкая мотивация. Здесь важное место занимает вопрос установления межпредметных связей изучаемых специальных и гуманитарных дисциплин, сопоставить их с будущей профессией, что чрезвычайно важно для обеспечения эффективности учебного процесса и соблюдение основополагающих дидактических принципов. Связь излагаемого материала с профилем специальности позволит привлечь внимание студентов к преподаваемому предмету и поможет возбудить увлеченность им. Например, грамотно увязанные с предметом отечественной истории элементы специального знания дадут возможность не только расширить багаж знаний изучаемых специальных дисциплин, но и помочь будущим специалистам-аграриям лучше подготовиться к участию в общественно-политической жизни общества, понять место Родины во всемирно-историческом процессе. В рамках преподавания отечественной истории следует обращать внимание студентов-аграриев на вопросы краеведения, исторические особенности их «малой родины», что позволит пробудить интерес к родному краю, желание возрождать и приумножать его богатства.

*Выводы.* Вышесказанное подтверждает мысль о том, что содержание социально-гуманитарных дисциплин открывает студентам-аграриям возможности для гуманизации всех сфер своей профессиональной деятельности и целью его является создание высокоразвитого общества, путь к которому прокладывает гуманитарное воспитание и образование.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грачев, М.В. Философия [Текст] / М.В. Грачев. – М.: Спутник+ - 2011. – 363 с.
2. Ларионова, И.С., Ворожихина, К.В. Философия. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов [Текст] / И.С. Ларионова, К.В. Ворожихина. – М.: ФГБОУ ВПО МГАВМиБ - 2013. – 86 с.
3. Пепелина, Н.И. Культурология. Учебно-методические рекомендации для самостоятельной работы студентов [Текст] / Н.И. Пепелина. – М.: ФГБОУ ВПО МГАВМиБ - 2015. – 73 с.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования [Текст] / ФГОС – 03. – М.: – 2009. – 19 с.
5. Итоги научно-педагогической работы/ Под ред. А.Д. Крюковой. – М.: Колос – 1969. – 157 с.
6. Степин В.С. Теоретическое знание. – М.: Традиция-Пресс – 2003 – 744 с.
7. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис-пресс – 2009 – 576 с.
8. Наука о жизни и современная философия / Под ред. Лисеева И.К. – М.: - Канон+ – 2010. – 496 с.
9. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы. – М.: – Логос – 2014. – 448 с.
10. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук /Под ред. Миронова В.В. – М.: – Гардарика – 2006. – 639 с.

## BIBLIOGRAPHY

1. Grachev M.V. Philosophy [Text] / M.V. Grachov– М.: Sputnik+ - 2011. – 363 s.
2. Larionova I.S., Vorozhihina K.V. Philosophy guidance manual for unassisted students work / Larionova I.S., Vorozhihina K.V. – М.: FGBOU VPO MGAVMiB. – 2013. – 86 s.
3. Pepelina N.I. Culturology guidance manual for unassisted students work. – М.: FGBOU VPO MGAVMiB. – 2015. – 73 s.
4. Federal state educational standard of high professional education. FGOS – 03. - М.: – 2009. – 19 s.
5. Scientific teaching work results / Under the editorship of A.D. Krukova. – М.: - Kolos – 1969 – 157 p.
6. Stepin V.S. A priori Knowledge. – М.: Tradition - Press – 2003 – 744 s.
7. Vernadsky V.I. Biosphere and noosphere. – М.: Iris press – 2009 – 576 s.
8. Science about life and modern philosophy / Under the editorship of Liseiev I. K. – М.: - Kanon+ - 2010 – 496 s.
9. Sharipov F.V. High school pedagogics and psychology. – М.: - Logos – 2014 – 448 p.
10. Modern philosophical problems of natural technical and social – human sciences / Under the editorship of Mironov V.V. – М.: Gardarica – 2006 – 639 s.

**ACTUAL PROBLEMS OF SOCIAL AND HUMAN SCIENCES TEACHING IN  
AGRICULTURAL EDUCATION**

Pepelina N.I.

*Summary*

Today it is very important for higher agricultural school to solve not only educational but also pedagogical problems. Furthermore higher school must take part in forming future specialists as well-developed and moral persons with wide world outlook. In this process particular role belongs to the humanities that are taught in any university in spite of its professional specificity.

**Key words:** morals, humanism, culture, world outlook, agricultural education, students.

УДК 514.18:536.3

## ДЕЯКІ ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ РОБОТИ З ПАТЕНТНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОВИЗНИ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ РОЗРОБОК

Ветохін В.І., д.т.н.,<sup>\*</sup>  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут»*  
 м. Київ, Україна  
 e-mail: veto-kpi@mail.ru  
 Лісовий І.О., к.т.н.,  
*Уманський національний університет садівництва*  
 м. Умань, Україна

**Анотація.** Розглядаються практичні питання роботи з патентними базами даних різних країн та WEB-ресурсів дослідником-початківцем. В сучасних умовах, при роботі з патентною інформацією, окрім баз даних інтелектуальної власності окремих країн, доцільно використовувати можливості пошукових WEB-систем, зокрема, FINDPATENT ([www.findpatent.com.ua](http://www.findpatent.com.ua), [www.findpatent.ru](http://www.findpatent.ru)), UAPATENTS.COM, Google Patent Search ([www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)). Пошукова система Google Patent Search в зручній формі надає інформацію щодо патентів, взятих до уваги при проведенні експертизи патентним відомством.

Така інформація дозволяє охопити поле пошуку, як по історичній глибині, так і по технічним ознакам. Значні можливості для пошуку та аналізу інформації надає WEB-сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності WIPO, у тому числі експрес виявлення провідних країн, заявників, динаміки патентування, тощо. Таким чином розвиток сучасних комунікацій значно розширив можливості дослідника, у досягненні світового рівня власних розробок.

**Ключові слова:** технічний рівень, новизна, патенти, бази даних, WEB-ресурси, тенденції розвитку, дослідник-початківець.

**Постановка проблеми.** Забезпечення технічного рівня та конкурентоспроможності продукції, мають базуватися на вивченні нових розробок та тенденцій розвитку галузі. Однак, в останній час набула стійкості тенденція підготовки та захисту дипломних робіт (дисертацій) без проведення міжнародного патентного пошуку у сфері власних досліджень. В кращому випадку дисертант подає заявку та отримує патент України на корисну модель. Такий вид охоронного документу видається заявнику під його відповідальність, не потребує відповідності критерію «новизна». Описане положення ускладнює оформлення та захист дисертації, оскільки обмежена база для оцінки науково-технічної новизни проведеної роботи.

**Аналіз останніх досліджень.** В студентській практиці при виконанні курсових (дипломних) проектів, та у подальшій інженерній або науковій роботі, виникає потреба проведення патентних досліджень. Метою таких досліджень є, зокрема, виявлення світових тенденцій в галузі, запобігання дублювання розробок, формування бази посилань для патентування власних розробок, та таке інше. Патентні документи можуть бути посібником при вивченні історії розвитку та сучасних розробок, тим самим формувати культуру інженера. Відома значна кількість методичних порад [1-5], а також стандарти [6, 7], відносно роботи з базами патентної інформації, орієнтовано на спеціалістів з елементами фахової освіти, передбачає суттєві попередні

<sup>\*</sup> Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Червінського Л.С.

знання з патентознавства, та досить громіздкі. Звичайна практика патентних досліджень передбачає звернення до баз даних національних патентних відомств, що доступні через інтернет [8, 9, 10]. Для цього необхідно знати клас за міжнародною [11], або національною класифікацією патентів, та ключові слова. Деякі бази даних надають доступ за номером патенту. Електронні адреси національних патентних відомств містяться, наприклад, в публікації [1]. Згадані національні бази даних мають деякі відмінності в організації доступу, потребують початкові знання, у тому числі іноземних мов. Виділити провідну державу, на початку досліджень в необхідній пошукачеві галузі, також досить складно. Значна кількість студентів та аспірантів, котрі вперше стикаються з потребою патентного пошуку, мають потребу отримати результати в стислі терміни, та в майбутньому будуть поглиблювати знання у даній сфері.

*Мета дослідження.* Ціллю нашого дослідження є опрацювання конкретних порад з патентного пошуку з використанням можливостей інтернет доступу до баз даних.

*Основна частина.* Перший етап роботи потребує формування сукупності базових термінів, так званих ключових слів, за якими пошукові системи мають видати результат. Допомогою в цьому можуть слугувати Міжнародна патентна класифікація винаходів [11] (рис. 1), та бібліотечна пошукова система Web IP-BIS.

18.04.2015

Міжнародна патентна класифікація (МПК, ІРС)

<b>А</b>		<b>РОЗДІЛ А — ЖИТТЄВІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ</b>
<b>A01</b>	<b>СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО; ЛІСІВНИЦТВО; ТВАРИННИЦТВО; МИСЛИВСТВО; ВІДЛОВЛЮВАННЯ ТВАРИН; РИБНИЦТВО</b>	
<b>A01G</b>	<b>САДІВНИЦТВО; ОВОЧІВНИЦТВО, ВИРОЩУВАННЯ КВІТІВ, РИСУ, ФРУКТІВ, ВИНОГРАДУ, ХМЕЛЮ АБО МОРСЬКИХ ВОДРОСТЕЙ; ЛІСІВНИЦТВО; ЗРОШУВАННЯ</b> (збирання фруктів, овочів, хмелю тощо <b>A01D 46/00</b> ; розмножування рослин способами тканинних культур <b>A01H 4/00</b> ; пристрої для зрізування верхівок або очищення цибулин або квіткових цибулин від лушпиння <b>A23N 15/08</b> ; розмножування одноклітинних морських водоростей <b>C12N 1/12</b> ; культури рослинних клітин <b>C12N 5/00</b> )	
A01G	<b>Показчик</b> ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ВЗАГАЛІ	<b>A01G 1/00, A01G 3/00, A01G 7/00, A01G 9/00, A01G 16/00, A01G 17/00</b>
	ГІДРОПОНІКА, ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН БЕЗ ҐРУНТУ ВИРОЩУВАННЯ МОРСЬКИХ ВОДРОСТЕЙ ЗАХИСТ РОСЛИН	<b>A01G 31/00 A01G 33/00 A01G 11/00, A01G 13/00, A01G 15/00</b>
	ЗБИРАННЯ АБО ДОГЛЯД ЗА КВІТАМИ І ФРУКТАМИ ЛІСІВНИЦТВО ЗРОШУВАННЯ	<b>A01G 3/00, A01G 5/00 A01G 23/00 A01G 25/00, A01G 27/00, A01G 29/00</b>
<b>A01G 1/00</b>	<b>Садівництво; вирощування овочів</b> (етикетки або таблички з найменуванням <b>G09F 3/00, G09F 7/00</b> )	
<b>A01G 1/02</b>	· вирощування спаржі	

Рисунок 1 - Вигляд сторінки МПК «A01G Садівництво; овочівництво, вирощування квітів, рису, фруктів, винограду, хмелю ...» [<http://base.ukrpatent.org/mpk2009/>]

Після визначення класу МПК, ключових слів, доцільно переглянути патенти на винаходи зареєстровані на території України, наприклад, за допомогою сервісу «База патентів України» [12]. Згаданий сервіс надає можливість швидко переглянути патенти за ключовим словом, всі патенти обраного автора, та одночасно на екран виводиться зображення сторінок патенту (рис. 2).

Більш докладну інформацію, та дані для бібліографічного опису патенту за його номером можливо отримати в державній спеціалізованій БД "Винаходи (корисні моделі)

в Україні" [8], або скачавши повнотекстову версію патенту безпосередньо з сайту UAPATENTS.COM [12]. Пошук патентів країн світу доцільно проводити з використанням відповідних інтернет-сервісів.

18.04.2015

Результати пошуку за запитом «сади́в Умань» — База патентів України

[База патентів України](#)

## Пошук

сади́в Умань

Знайти

 Текстовий пошук  За номером

Про результати: 15 (0,39 сек.)

Оголошення від Google, пов'язане із запитом сади́в Умань

[Форма «Моя Дорожка»](#)[www.dorozhka.com.ua/](#)

Оригинальные дорожки в саду. Сезонная распродажа. От 160 грн/шт.

Как это работает. Видео

Цены от производителя

### Спосіб формування веретеноподібної крони плодкових дерев ...

Мельник О.В. Формування й обрізування інтенсивних насаджень яблуні // Новини **сади́вництва**. Спеціальний випуск. - **Умань**, 2005. - с.11-23. 3.

### Спосіб вирощування яблуневих садів на середньорослих підщепах

Відомий спосіб вирощування яблуневих садів на середньорослих підщепах [1], ... яблуні для Поділля України. Автореф. дис. канд. сільськ. н., **Умань** - 2002.

### Спосіб формування крони дерев в інтенсивних плодкових садах ...

Джерела інформації; 1. Мельник О.В. Формування й обрізування інтенсивних насаджень яблуні //Новини **сади́вництва**. Спеціальний випуск. - **Умань**, 2005 ...

### підщеп — Мітка — База патентів України

Спосіб вирощування інтенсивних яблуневих садів з використанням ... UA (73 ) **Уманський державний аграрний університет**, UA 3 27943 4 ...

Рисунок 2 - Вигляд сторінки з результатами пошуку за ключовими словами «сади́в Умань» на сайті uapatents.com [12]

Значні можливості для пошуку інформації надають спеціалізовані інтернет-сервиси та пошукові системи. Одна з надпотужних - Google Patent Search ([www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)). Деякі складнощі представляє встановлення термінологічної відповідності термінів на різних мовах. Наприклад, нас цікавила «Голчаста борона». Відповідний англійський термін «Soil rotary harrow» (Грунтообробна роторна борона), не є результатом прямого перекладу. Зрозумілі історичні та мовні розбіжності при формуванні термінології, але сам процес пошуку відповідності значно розширює уявлення про предмет дослідження. Результати пошукового запиту за ключовими словами Soil rotary harrow представлені на рис. 3.

Здійснивши перехід за обраним посиланням [www.google.com/patents/US5040617](http://www.google.com/patents/US5040617) отримаємо сторінку наступного вигляду (рис. 4).

Soil rotary harrow   

Поиск   Картинки   Видео   Карты   Ещё ▼   Инструменты поиска

Результатов: примерно 59 500, страница 2 (0,11 сек.)

### A rotary harrow



[www.google.com/.../EP0776598B1?...](http://www.google.com/.../EP0776598B1?...) - Перевести эту страницу  
 Грант - Заявлен 20 ноя 1996 - Выдан 2 май 2002 - Der Lely Olaf Van -  
 Maasland N.V.



A **rotary harrow** including drivable soil working members (6), provided with  
 a roller and/or a crumbling and levelling member (46) arranged ...  
 Обзор - Похожие результаты - Обсудить

### Rotary harrow



[www.google.com/patents/US1331340](http://www.google.com/patents/US1331340) - Перевести эту страницу  
 Грант - Заявлен 4 окт 1918 - Выдан 17 фев 1920 - James Gordon - James  
 Gordon

A further object of the invention is to provide a machine of this kind having  
 circular and rotatable disk harrows, whereby the soil may be harrowed at  
 right angles, ...

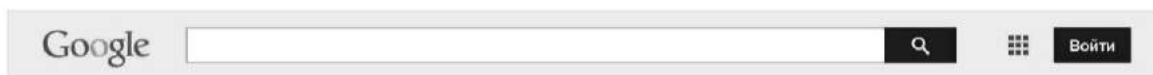
Рисунок 3 – Вид сторінки з результатами пошуку в системі Google Patent Search за запитом «Soil rotary harrow»

В нижній частині сторінки (рис. 4 б) містяться посилання на патенти, що взяті до уваги при проведенні експертизи патентним відомством, так звані «Протиставлені патенти». Номери патентів «активні», тобто при наведенні на них курсору здійснюється перехід на сторінку з інформацією по обраному патенту. Можливо отримати повнотекстову версію обраного патенту у форматі PDF. Основні зображення, що ілюструють патент, завантажуються безпосередньо зі сторінки [www.google.com/patents/US5040617](http://www.google.com/patents/US5040617).

Інформація пошуковою системою Google Patent подається в більш зручному вигляді для користувача-початківця, ніж на сайті американського патентного відомства USPTO (United States Patent and Trademark Office) [10], та адаптована до неангломовних користувачів.

Слід зазначити, що пошукова система [www.google.com](http://www.google.com) на той самий запит надає результати, відмінні від результатів [www.google.com/patents](http://www.google.com/patents). Система [www.google.com](http://www.google.com) охоплює більш широкі ресурси, включаючи проспекти виробників та науково-технічні публікації.

За необхідністю пошуку виключно національних патентів в спеціалізованій базі даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" [8] доцільно скористуватися інструкцією по використанню інформаційно-пошукової системи Укрпатенту [12]. Якщо відомі провідні країни світу, доцільно провести пошук за національними базами даних. Перелік електронних адрес зарубіжних баз даних об'єктів промислової власності, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті, міститься в джерелі [1].



Патенты

Найти уровень техники

Обсудить

Создать PDF-файл

Скачать PDF

Настройки

**Активный борона**

США 5040617

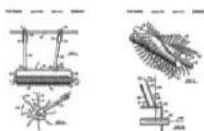
**РЕФЕРАТ**

Активная борона содержит вращающийся цилиндрический корпус на внешней поверхности которого установлен множество зубцов, которые выступают наружу для зацепления с землей. Вращающийся корпус осуществляется в ярмо и поддерживаются с панели инструментов таким образом, что позволяет ось вращающегося тела, чтобы отрегулировать по отношению к панели инструментов. Зубцы наклонены таким образом, что они лежат в осевых плоскостях, но наклонены относительно радиальной плоскости под углом в порядка 20 ° до 30 °. Каждый выступ включает в себя основную часть корпуса и концевой участок, который коленчатый. Эта ориентация лап обеспечивает эффективное боронование действия, но и предотвращает накопление мусора.

Номер публикации	US5040617
Тип публикации	Грант
Номер заявки	США 07/527207
Дата публикации	20 авг 1991
Заявлен	23 май 1990
Дата приоритета	11 апр 1990
Состояние гонорара	Оплачено
Другие номера патента	CA2014441A1 , CA2014441C
Авторы изобретения	Раймонд Дж Bussiere
Первоначальный патентообладатель	Привет-Line Manufacturing Inc.
Библиографические ссылки	BiBTeX , EndNote , RefMan

Другие патенты (18), Документы, не являющиеся патентами (3), Ссылки на этот патент (1), Классификация (6), Юридические события (6)

Внешние ссылки: Посмотреть патент в Бюро по патентам и товарным знакам США , История правообладания в Бюро по патентам и товарным знакам США , Посмотреть патент в Espacenet

**ИЗОБРАЖЕНИЯ (2)****ОПИСАНИЕ****ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Это изобретение относится к земле рабочего реализации типа, включая вращающегося тела, который имеет множество зубьев, установленный на

**ПАТЕНТНАЯ ФОРМУЛА (20)**

Я утверждаю,:

1. Активная борона элемент содержит опорную раму, удлиненный по существу твердое тело поддержки, установленный на опорной раме для

а

06.04.20

US704897 *	7 фев 1901	15 июл 1902	Эдгар F мая	Нarrow.
US1196954 *	4 янв 1916	5 сен 1916	Джордж M Huebsch	Дорожно-классник.
US1610311 *	2 сен 1921	14 дек 1926	Deere & Co	Дисковая борона
US1639104 *	6 ноя 1926	16 авг 1927	Deere & Co	Дисковая борона
US2430148 *	1 июн 1945	4 ноя 1947	Травел Гарри G	Роторная косилка хлам и возделывание аппарат
US2538594 *	18 авг 1944	16 янв 1951	Дело Co CO	Трактор обращается Дисковая борона
US2591851 *	9 ноя 1949	8 апр 1952	Милпа Alford J	Сельскохозяйственное орудие
US2954084 *	10 мар 1958	27 сен 1960	Корень Удаление Corp	Аппарат для расколкам корни деревьев
US3047075 *	1 окт 1958	31 июл 1962	Deere & Co	Смещение дисков бороны
US3306371 *	14 июн 1965	28 фев 1967	Евгений Буш Roland	Ротационные культиваторы
US3504748 *	2 янв 1969	7 апр 1970	Крофт Пол H	Перетачите колесо для сада румпель

б

Рисунок 4 - Вид экрану монітору з результатами переходу за адресою [www.google.com/patents/US5040617](http://www.google.com/patents/US5040617) :

а – фрагмент сторінки з рефератом та даними реєстрації патенту US5040617; б – фрагмент сторінки з даними про патенти, що взяті до уваги при проведенні експертизи патентним відомством

*Висновки.* В сучасних умовах, при роботі з патентною інформацією, окрім баз даних інтелектуальної власності окремих країн, доцільно використовувати можливості по-



шукових WEB-систем, зокрема, FINDPATENT ([www.findpatent.com.ua](http://www.findpatent.com.ua), [www.findpatent.ru](http://www.findpatent.ru)), UAPATENTS.COM, Google Patent Search ([www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)). Пошукова система Google Patent Search в зручній формі надає інформацію щодо патентів, взятих до уваги при проведенні експертизи патентним відомством. Така інформація дозволяє охопити поле пошуку, як по історичній глибині, так і по технічним ознакам. Значні можливості для пошуку та аналізу інформації надає WEB-сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності WIPO, у тому числі експрес виявлення провідних країн, заявників, динаміки патентування, тощо.

Таким чином розвиток сучасних комунікацій значно розширив можливості дослідника, у досягненні світового рівня власних розробок.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Методичні вказівки до виконання індивідуальних робіт з дисциплін «маркетинг інтелектуальної власності» та «науково-технічні інформаційні ресурси та патентно-кон'юнктурні дослідження»* (відповідно до вимог ECTS) для студентів 5-6 курсу. електронне видання / Уклад.: Лерантович Е.Т., Капінос М.М. Національний технічний університет «ХПІ». – Харків:, ХПІ, 2011. – 64 с. Режим доступу: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/13362/1/prohramy\\_2011\\_Marketynh\\_intelektualnoi.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/13362/1/prohramy_2011_Marketynh_intelektualnoi.pdf).

2. Патентні дослідження. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за напрямом підготовки 0601 «Право», спеціальністю 7.03040101 «Правознавство» [Електронний ресурс] / Харківський національний університ ім. В.Н. Каразіна. - Харьков: ХНУ, 2012. – 15 с. Режим доступу: [http://www-jurfak.univer.kharkov.ua/201213news/CPD\\_RP/patent.pdf](http://www-jurfak.univer.kharkov.ua/201213news/CPD_RP/patent.pdf).

3. Положення про організацію дипломного проектування та державної атестації студентів НТУУ “КПІ” / Уклад. В. Ю. Угольніков. За заг. ред. Ю.І. Якименка – К.: ВПК “Політехніка”, 2006. – 84 с.

4. Патентные исследования: Метод. пособие. – Часть 1. Порядок проведения поиска патентной информации / Сост.: В.В. Коробко. – Хабаровск: 2004. – 31 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://edu.dvgups.ru/MetDoc/Patent/Patent\\_Issled/1/MP.htm](http://edu.dvgups.ru/MetDoc/Patent/Patent_Issled/1/MP.htm)

5. Консолидация патентной информации из различных источников / Алешкина Ю.А., Деревянко А.С. // Вестник НТУ “ХПИ”. Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2008. – №. 49. – С. 3 – 10.

6. ДСТУ 3575-97 Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення [Текст]. - Вид. офіц. - Введено вперше; Введ. з 1997-06-06. - К.: Держстандарт України, 1997. - 14 с.

7. СТВУЗ-ХПІ-2.03-2003 Дипломні науково-дослідні роботи. Порядок виконання [Текст]. - Взамін Введено вперше; Введ. с 2003-02-19. - Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. - 13 с. - (Стандарт вищого навчального закладу. Система стандартів з організації навчального процесу).

8. Український інститут інтелектуальної власності (УКРПАТЕНТ). Спеціалізована БД "Винаходи (корисні моделі) в Україні" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://base.uipv.org/searchINV/>

9. Офіційний сайт «Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент)» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/link\\_resources/pat\\_v\\_mejd\\_org](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/link_resources/pat_v_mejd_org).

10. Офіційний сайт United States Patent and Trademark Office [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.uspto.gov/>.

11. Міжнародна патентна класифікація. Українська версія (2015.01) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://base.ukrpatent.org/mpk2009/>

12. База патентів України «UAPATENTS.COM» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uapatents.com/?search=> – Назва з екрану.

13. Інструкції по використанню інформаційно-пошукової системи [Електронний ресурс] / Державне підприємство Український інститут промислової власності (Укрпатент). – Режим доступу: <http://www.ukrpatent.org/old/instructions.html>.

14. Офіційний сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності World Intellectual Property Organization (WIPO) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html>.

## BIBLIOGRAPHY

1. Guidance for the individual works on the disciplines of “Intellectual Property Marketing "and" scientific and technical information resources and Patent tactical research " (according to the ECTS) for students 5-6 course. electronic edition / Compiler Lerantovych E.T., Kapinos M.M.; National Technical University "KPI". - Kharkiv: HPI, 2011. - 64 p. Access: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/13362/1/prohramy\\_2011\\_Marketynh\\_intelektualnoi.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/13362/1/prohramy_2011_Marketynh_intelektualnoi.pdf).

2. Patent Research. The work program of the course for students in the direction of 0601 "Law" specialty 7.03040101 "Law" [electronic resource] / Kharkiv National University universyt. VN Nomination. - Kharkiv: KNU, 2012. – 15 p. Access: [http://www-jurfak.univer.kharkov.ua/201213news/CPD\\_RP/patent.pdf](http://www-jurfak.univer.kharkov.ua/201213news/CPD_RP/patent.pdf).

3. The provisions on the organization of graduate design students and state certification "KPI" / Compiler V. Uholnikov. According to the Society. ed. Y.I. Yakimenko - K.: MIC "Polytechnic", 2006. - 84 s.

4. Patent study: method. posobiie. - Part 1. The conduction of information patent Search / Compiler: V.V. Korobko. - Khabarovsk, 2004. – 31 p. [Electronic resource] - Access: [http://edu.dvgups.ru/MetDoc/Patent/Patent\\_Issled/1/MP.htm](http://edu.dvgups.ru/MetDoc/Patent/Patent_Issled/1/MP.htm).

5. Consolidation patent IZ DIFFERENT sources of information / Aleshkyna Y.A., Derevianko A.S. // Vestnik NTU " KPI ". Tematycheskyi issue : Informatics and Modeling . - Kharkiv: NTU "KPI" . - 2008. - №. 49. - S. 3 - 10.

6. GOST 3575-97 patent research. The main provisions and procedure [text]. - Ed. official. - Introduced for the first time ; Intr . on 06/06/1997 . - K.: State Standard of Ukraine , 1997. - 14 s.

7. STVUZ - HPI - 2.03-2003 Graduation research work. The execution [text]. - Introduced in return for the first time ; Intr . 19/02/2003 p . - Kharkov: NTU "KPI", 2003. - 13 s. - (The standard of higher education. The system of standards of the educational process).

8. Ukrainian Institute of Intellectual Property (UKRPATENT). Specialized D.B. "Inventions (Utility Models) in Ukraine" [electronic resource] - Access: <http://base.uipv.org/searchINV/>.

9. Official Site "Federal Service for Intellectual Property (Rospatent)" [electronic resource] - Access: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/link\\_resources/pat\\_v\\_mejd\\_org](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/link_resources/pat_v_mejd_org).

10. Official Site United States Patent and Trademark Office [electronic resource] - Access: <http://www.uspto.gov/>.

11. International Patent Classification. Ukrainian version (2015.01) [electronic resource]. - Access: <http://base.ukrpatent.org/mpk2009/>

12. Base Patent Ukraine «UAPATENTS.COM» [electronic resource]. - Access: <http://uapatents.com/?search=> - Name of the screen.

13. Instructions on the use of information retrieval systems [electronic resource] / State Enterprise Ukrainian Institute of Industrial Property (UPTO). - Access: <http://www.ukrpatent.org/old/instructions.html>.

14. The official website of the World Intellectual Property Organization World Intellectual Property Organization (WIPO) [electronic resource] - Access: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html>.

### **SOME PRACTICAL ISSUE WITH PATENT DATABASES TO ENSURE THE NOVELTY AND COMPETITIVENESS DEVELOPMENTS**

Vetohin V.I., Lisovyi I.O.

#### *Summary*

Practical issues of patent databases of different countries and WEB- resources early stage researchers have been considered in the article. It deals with practical issues of patent databases in different countries and WEB- resources at early stage of research. In modern terms, when dealing with patent information, in addition to intellectual property databases of individual countries, it is appropriate to use the WEB- search systems, in particular, FIND-PATENT ([www.findpatent.com.ua](http://www.findpatent.com.ua), [www.findpatent.ru](http://www.findpatent.ru)), UAPATENTS.COM, Google Patent Search ([www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)). Searching of Engine Google Patent Search in a convenient form provides information on patents, taken into account in the examination of patent office. Such information can cover the search box, like the historic deep, and on the technical characteristics. Significant opportunities for search and analysis provides WEB-site of the World Intellectual Property Organization (WIPO), including rapid detection of the leading countries, applicants patenting dynamics, and so on.

Thus the development of modern communications significantly enhances the ability of the researcher to achieve world-class own development.

**Key words:** technical level, novelty, patents, database, WEB-resources development trends, novice researcher.

УДК 53: 378.147: 37.047

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫЕ ЗАДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

Збаравская Л.Ю., чл.-кор. МААО, к.п.н., доц.

Слободян С.Б., к.ф.-м.н., доц.

*Подольский государственный аграрно-технический университет*

г. Каменец-Подольский, Украина

Тел. (097) 90-90-991

e-mail: [zbaravska@mail.ru](mailto:zbaravska@mail.ru)

**Аннотация.** Проанализированы особенности использования профессионально направленных заданий в курсе физики для студентов аграрно-технических учебных заведений. Доказано, что использование профессионально направленных заданий в курсе физики даёт огромный вклад для усвоения предмета будущими специалистами аграрно-технической отрасли. Показано, что внедрение профессионально направленных заданий даст возможность составить целостное и объемное представление про структуру и содержание курса физики и его значение для будущей профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** межпредметные связи, профессионально направленные задания, физика, познавательный интерес.

В современной требовательной и быстроизменяющейся социально-экономической среде уровень образования в значительной степени будет зависеть от результативности внедрения технологий обучения, которые основываются на новых методологических, современных дидактических принципах и психолого-педагогических теориях, которые развивают деятельностный подход к обучению.

*Постановка проблемы.* Обучение в высшем учебном заведении должно быть моделью, которую выпускник может применять в своей профессиональной деятельности. В высшем аграрно-техническом учебном заведении принцип профессиональной направленности при изучении физики является основным принципом обучения физики, именно знание основных фундаментальных законов и их использование в профессиональной деятельности позволит ориентироваться в технике, технологиях (в их физических основах). Проблема заключается в рациональном сочетании фундаментальной, профессионально направленного обучения физики при подготовки специалистов аграрной сферы. При этом одним из главных заданий есть установление связей между дисциплинами профессионально-практической и естественно-научной подготовки. Их органическое сочетание представляет надежный фундамент реализации принципа профессиональной направленности. Следовательно, процесс подготовки специалистов в высшем аграрно-техническом учебном заведении нужно строить по комплексной целевой программе, направленной на будущую профессию как конечный результат, а не как результат изучения независимых друг от друга автономных дисциплин

*Анализ последних исследований.* Следует отметить, что методика обучения физики в высшей школе за последнее десятилетие развивается достаточно интенсивно. Проблемы обучения физики в высших учебных заведениях нашли отражение в докторских диссертационных исследованиях Г.Ф. Бушка, Е.В. Лучика, В.П. Сергиенко, Б.А. Суся и др., в кандидатских диссертациях Л.Л. Коношевского, Л.Г. Сергиенко и др. Ряд общих положений дидактики и методики преподавания физики в высшей школе разработан в исследованиях С.У. Гончаренко, П.И. Самойленко, Н.И. Шута и др., которые могут быть трансформированы на разработку модели обучения в высшей аграрно-технической школе при соответствующем учёте специфики её реализации.

*Цель исследования.* Целью данной работы является анализ использования профессионально направленных заданий – как основного средства формирования познавательного интереса в процессе изучения физики в аграрно-техническом начальном заведении.

*Основная часть.* Известно, что физика является основой, фундаментом любой агротехнической дисциплины. В первую очередь преподавание физики мы рассматриваем в двух аспектах: как общеобразовательную дисциплину, которая способствует пониманию окружающей среды и как фундаментальную: знания, сформированные у студентов на занятиях по физике, являются фундаментальной базой для изучения общетехнических и специальных дисциплин, освоения новой сельскохозяйственной техники и технологий. Говоря о втором аспекте необходимости обучения физики мы считаем необходимым уделить особенное внимание профессиональной направленности при изучении курса физики. Особенное значение приобретает эта проблема в процессе подготовки специалистов агроинженерных направлений подготовки, поскольку в учебных планах 30% дисциплин цикла профессиональной и практической подготовки опираются на фундаментальные знания из курса физики.

Задание курса физики сводится к тому, что необходимо показать, как законы и явления курса проектируются на данную специальность, то есть как они используются при решении конкретных инженерных заданий. В процессе изучения курса физики у

студентов формируется профессиональная мотивация и профессиональная направленность, способность к коллективной умственной и практической работе, а также складывается целостное представление о будущей профессиональной деятельности.

Содержание курса физики определено содержанием учебного материала, которое включает фундаментальные знания (физические законы, понятия, научные теории) и профессиональные умения (приложение фундаментальных знаний на объекты сельского хозяйства), а также элементы научно-исследовательской деятельности. В связи с этим приведем критерии отбора содержания курса физики [8]:

- соответствие дидактическим принципам (сочетание научности и доступности, систематичность, профессиональная направленность, наглядность и т.д.);
- опора на содержание основного курса физики, его дополнение и создание условий для успешного применения полученных навыков в профессиональной деятельности;
- отражение актуальных проблем техники, основных методов измерения и анализа, новейших методов обработки материалов на основе физических законов и теорий;
- мотивирование студентов на эффективное использование научно-исследовательских умений.

Основу курса физики для агроинженерных направлений составляют факты, понятия, величины, законы, теории, физическая картина мира, методы исследования физики, практическое применение законов физики, а также их проявление в природе и технике. Факты, понятия, законы, теории курса физики, должны быть поданы студентам в систематизированном виде в соответствии с дидактическими принципами систематичности и последовательного изложения знаний. Большой объем знаний и невозможность увеличения времени на изучение материала, который отображает профессиональную направленность курса физики, требуют тщательного отбора и систематизации учебного материала. Эффективнее всего профессионально направленный материал можно изучать, рассматривая последствия теорий и практических применений. Одним из основных методов обучения студентов курса физики является решение задач. Учебные задачи предназначены для формирования у студентов умений применять законы физики к выполнению конкретных профессиональных заданий. Вместе с традиционными задачами, мы рассматривали такие, которые более приближены к агроинженерным задачам и нуждаются в применении знаний из физических основ механики, основ молекулярной физики, термодинамики и других разделов курса физики для анализа работы машин, механизмов сельскохозяйственной техники и устройств. В ходе исследования определены основные методические требования, на основе которых разрабатывались задачи с вариативным содержанием:

1. Содержание задач должно соответствовать программе курса физики, требованиям квалификационной характеристики [1; 2; 3; 4] и ориентировать студента на проблемы, которые он будет решать в своей профессиональной деятельности.

2. Содержание задач и заданий не должно быть узкоспециализированным, оно должно дополняться смежными областями знаний, которые необходимо иметь при выполнении заданий агротехнического производства. Например, задачи по физике с использованием сельскохозяйственных машин, механизмов, их конструирования и расчетов должны быть тесно связаны с производственными процессами, в которых их используют [6].

3. В формулировках задач следует отобразить важнейшие параметры, которые дадут возможность студентам для их решения и в будущей профессиональной деятельности выделить главные показатели, которые определяют содержание и характер действий во время принятия решений.

4. Задачи необходимо составлять таким образом, чтобы они отображали соответствующий вид профессиональной деятельности, то есть за некоторый отрезок времени обучения должно выполняться максимально возможное количество частичных профессиональных заданий [7].

5. В процессе решения профессионально направленных задач нужно анализировать не только конечный результат, но и признаки развития в определенном процессе личности студента.

6. Решение задач требует от студента самостоятельных творческих усилий, что будет обеспечивать индивидуализацию профессиональной подготовки будущих специалистов сельскохозяйственного производства.

7. Во время решения профессионально направленных задач необходимо учитывать все факторы, которые способствуют формированию мотивов к творческой профессиональной деятельности будущих специалистов [5].

8. Решение профессионально направленных задач способствует глубокому пониманию физической сущности процессов, которые происходят в природе, сельскохозяйственных машинах, механизмах, устройствах. Например во время изучения курса "Физика с основами биофизики растений" для студентов направления подготовки "Агротехнология" целесообразно давать задания, которые содержат примеры из их будущей профессии:

Как такие растения, как череда трёхраздельная, грабелки обычные, крестовник обыкновенный используют силу трения (рис.1)?



Рисунок 1 Крестовник обыкновенный, череда трёхраздельная, грабелки обыкновенные

Ответ на этот вопрос мы можем объяснить используя межпредметные связи физики и ботаники. Семена растений прекрасно используют законы природы, чтобы после созревания найти себе убежище - дать жизнь следующим поколениям. Семечки одуванчика, крестовника (рис. 1) имеют крючки и поэтому хорошо разносятся ветром. Волоски крючка крестовника выделяют клейкую слизь, благодаря чему цепляются к животным или людям и так переносятся на большие расстояния. Семена используют силы межмолекулярного взаимодействия. А семена череды (рис. 1) для перемещения на большие расстояния используют силу трения. Плоды этого растения клиновидные, сплюснутые, с двумя (реже тремя-четырьмя) зазубренными щетинками на широком конце. Ими оно цепляется к одежде людей и шерсти животных и, таким образом, распространяется. Разносится оно и водой. На мелких местах щетинки цепляются за дно, а впоследствии плод прорастает. Сила трения между щетинками и почвой или шерстью животных противодействует отрыванию семечка. Достаточно известный распространённый сорняк - грабелки обычные тоже используют законы физики. Грабелки (рис. 1) цветут полдня и не красотой цветов привлекают внимание, а приспособлением к ра-

змноженню. Плод, который имеет "хвостик", цепляется за травинки и "ввинчивается" в почву. В сухую погоду хвостик скручивается в пружинку, которая в дождливую погоду раскручивается, заталкивая плод глубже в землю. Волоски, которые густо укрывают плод, препятствуют ему двигаться в обратном направлении. Решение задач межпредметного характера стимулирует познавательный интерес к изучению физики как науки. Позволяет лучше усваивать материал других дисциплин естественного цикла, развивает их познавательные и творческие способности, влияет на формирование стойких мотивов к получению знаний из профессиональных дисциплин.

*Выводы.* Следовательно, использование профессионально направленных заданий в курсе физики делает весомый вклад в усвоение знаний курса физики будущих специалистов аграрно-технической отрасли. Внедрение профессионально направленных заданий в учебный процесс позволит создать целостное и системное представление студентов о структуре и содержании курса физики и его значения для будущей профессиональной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра напряму підготовки 0919 «Механізація та електрифікація сільського господарства». Галузевий стандарт вищої освіти України. Вид. офіційне. Міністерство освіти і науки України, Навчально-методичний центр аграрної освіти. – К., 2005. – 161 с.

2. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра напряму підготовки 1301 «Агрономія» кваліфікації 3212 «Технолог з агрономії». Галузевий стандарт вищої освіти України. Вид. офіційне. Міністерство освіти і науки України. Навчально-методичний центр аграрної освіти. – К. 2005. – 183 с.

3. Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів напряму «Механізація та електрифікація сільського господарства». Галузевий стандарт вищої освіти України. Вид. офіційне. Міністерство освіти і науки України, Навчально-методичний центр аграрної освіти. – К., 2005. – 161 с.

4. Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів напряму 1301 «Агрономія» кваліфікації 3212 «Технолог з агрономії». Галузевий стандарт вищої освіти України. Вид. офіційне. Міністерство освіти і науки України, Навчально-методичний центр аграрної освіти. – К. 2005. – 183 с.

5. Балл Г.А. Теория учебных задач / Г.А. Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 184с.

6. Внедрение в учебно-воспитательный процесс профессиональной направленности изучения физики в высших учебных заведениях Украины / Збаравская Л.Ю., Бендера И.Н., Гуцол Т.Д. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Межд. науч.-практ. конф. – Владикавказ, 2010. – С. 371- 374.

7. Збаравська Л.Ю. Збірник задач з фізики з професійним спрямуванням/ Л.Ю.Збаравська, І.М. Бендера, С.Б. Слободян – Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., – 2010. – 64с.

8. Масленникова Л.В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике студентов инженерных вузов: автореф. дис. на соискание учен. степени доктора пед. наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (физика)» / Л.В. Масленникова. – М., 2001.– 40с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Educationally-qualifying description of bachelor of direction of preparation 0919 "Mechanization and electrification of agriculture". Industry standard of higher education of Ukraine. Edition official. Department of education and science of Ukraine, Educational-methodical center of agrarian education. - K., 2005. - 161 s.

2. Educationally-qualifying description of bachelor of direction of preparation 1301 "Agronomics" qualifications 3212 "Technologist on agronomics". Industry standard of higher education of Ukraine. Edition official. Department of education and science of Ukraine, Educational-methodical center of agrarian education. - K., 2005. - 183 s.

3. Educationally-professional program of preparation of bachelors of direction "Mechanization and electrification of agriculture". Industry standard of higher education of Ukraine. Edition official. Department of education and science of Ukraine, Educational-methodical center of agrarian education. - K., 2005. - 161 s.

4. Educationally-professional program of preparation of bachelors of direction 1301 "Agronomics" qualifications 3212 "Technologist on agronomics". Industry standard of higher education of Ukraine. Edition official. Department of education and science of Ukraine, Educational-methodical center of agrarian education. - K., 2005. - 183 s.

5. Ball G.A. Theory of educational tasks / G.A. Ball.– M.: Pedagogika, 1990.– 184 s.

6. Introduction in the educational process of professional orientation of study of physics in higher educational establishments of Ukraine / Zbaravskaja L., Bendera I., Gutsol T. // Molodye uchenyie v reshenii aktualnykh problem nauki: Megd. Nauch. Konf.– Vladikavkaz, 2010.– s. 371-374.

7. Zbaravska L. Collection of tasks and problems on physics (professionally-oriented) / L. Zbaravska, I. Bendera, S. Slobodian – Kamenets-Podolskiy: Izdatel PP Zvoleyko D.,– 2010.– 64 s.

8. Maslennikova L.V. Intercommunication of fundamentality and professional orientation in preparation on physics of students of engineering institutions of higher learning: avtoref. dis. na soiskanie uchen. stepeni doktora ped. nauk: spets. 13.00.02 «Teoriya i metodika obuchenia i vospitania (fizika)» / L.V. Maslennikova.– M.: 2001.– 40 s.

## **PROFESSIONALLY DIRECTED TASKS IN THE PROCESS OF STUDY OF PHYSICS IN AGRARIAN-TECHNICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENT**

Zbaravska L. Yu., Slobodian S.B.

### *Summary*

The peculiarities of using the professionally directed tasks in a course of physics for the students of agrarian-technical educational establishments have been analysed. It was proved that by using professionally directed tasks in a course of physics gives enormous contribution for mastering the subject by the specialists-to-be in agrarian-technical industry. It was also shown that professionally directed tasks introduction will give an opportunity to make up integral and by volumetric conception about the structure and content of the course of physics and its value for future professional activity.

**Key words:** intersubject copulas, professionally directed tasks, physics, cognitive interest.



## ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

УДК 631.365.22

### ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МЕТОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ СУШІННІ ЯБЛУК

Кірчук Р.В., к.т.н., доц. \*

Панасюк С.Г., к.т.н., доц.

Тарасюк В.В., к.т.н.

*Луцький національний технічний університет*

м. Луцьк, Україна

Тел. +380332746132,

e-mail: ruslan-mail@ukr.net

**Анотація.** У статті приведено результати порівняльної оцінки методів і засобів сушіння яблук з метою зменшення енергозатрат процесу загалом. Експериментально отримані графіки кінетики сушіння та виконано їх аналіз. Представлено дослідження впливу попередньої обробки плодів яблук та температури сушильного агента на тривалість та інтенсивність процесу сушіння. Показана доцільність застосування комбінованих методів і засобів сушіння плодів і запропонована схема сушарки, що поєднує процес конвективного та сушіння ІЧ-променями. На теперішній час проблема зниження енергозатрат при процесі сушіння залишається актуальною, так як, незважаючи на велику різноманітність сушильних установок, ще не розроблено універсальної сушильної установки, яка б забезпечувала хорошу якість готової продукції та була економною у відношенні використання електроенергії.

**Ключові слова:** сушіння, експозиція сушіння, методи і засоби сушіння, яблука, енергозбереження.

**Постановка проблеми.** Проблема зберігання продукції у міжсезоння з мінімальними втратами її корисних властивостей є особливо важливою задачею у процесі виробництва харчових продуктів [1,2,3].

Переважає більшість рослинних продуктів у свіжому вигляді містить в собі 80 – 90% води. Така висока вологість та особливості біохімічного складу фруктів, овочів та зелені обмежують термін зберігання цих продуктів до декількох годин чи діб. Тому необхідно виконувати операцію сушіння [4,5].

**Аналіз останніх досліджень.** Питанням кінетики сушіння сільськогосподарських матеріалів, волого- та теплообміну присвячено багато наукових праць [6,7,8,9]. В результаті аналізу попередніх досліджень можна виділити такі основні методи інтенсифікації процесу сушіння як збільшення швидкості повітря та температури сушильного агента, що в свою чергу призводить до збільшення коефіцієнту теплообміну, збільшення площі контакту сушильного агента з поверхнею матеріалу.

---

\* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.с.-г.н., проф. Любинського О.І.

Особливої уваги заслуговують дослідження, де інтенсифікувати процес пропонується шляхом попередньої підготовки матеріалу до сушіння. Ця підготовка полягає у розділенні матеріалу на фракції [10], підведенні різних об'ємів сушильного агента до матеріалу залежно від вологості компонентів [11], поділу на дрібніші частини [12], розпушуванні шару матеріалу [13,14]. У цих дослідженнях виконано математичне моделювання процесів сушіння сільськогосподарських матеріалів та експериментально встановлено режимні параметри.

*Метою дослідження є забезпечення зниження енерговитрат із застосуванням комбінованих методів сушіння рослинних матеріалів. Обґрунтувати функціональну схему сушарки плодів яблук, що поєднує процес конвективного та сушіння ІЧ-променями, що може бути використано підприємствами та господарствами при розробці спеціального обладнання з метою зниження енерговитрат на отримання продукції.*

*Основна частина.* Для аналізу закономірності сушіння плодово-ягідної сировини необхідно дослідити теплофізичні параметри плодів, встановити параметри сушіння, що дозволяють інтенсифікувати процес і підвищити якість готової продукції.

Узагальнені графіки результатів конвективного сушіння зображені на рис.1. та рис.2.

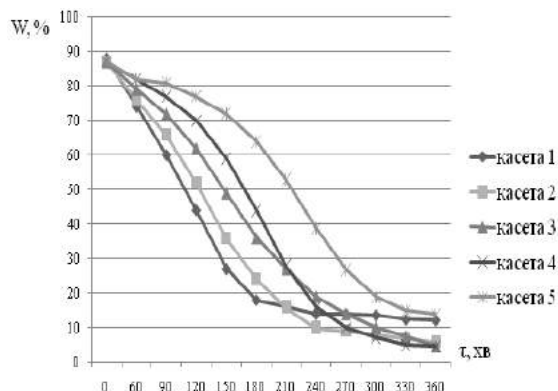


Рисунок 1 – Результати сушіння яблук залежно від відстані до джерела повітряного потоку при  $t=60^{\circ}\text{C}$

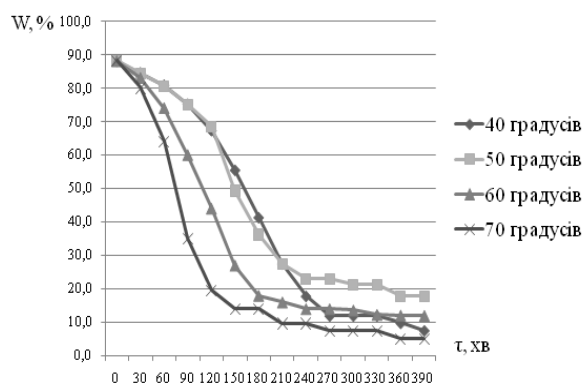


Рисунок 2 – Крива сушіння яблук залежно від температури сушильного агента

Провівши аналіз отриманих кривих сушіння можна зробити висновок, що при всіх температурах сушильного агента зберігається загальна тенденція зниження вологості. Як видно, швидкість сушіння найвища при температурі сушильного агента  $70^{\circ}\text{C}$ . Проте цю температуру недоцільно використовувати через те що біохімічні процеси протікають дуже інтенсивно, а тому при сушінні разом з парами води видаляються леткі речовини.

Сушіння продуктів у харчовій промисловості є технологічним процесом, при проведенні якого повинні бути збережені первинні властивості матеріалів, а в деяких випадках ці властивості повинні бути покращені. Найбільш актуальним і перспективним методом сушіння в даний момент є інфрачервоне сушіння насіннячкових плодів.

Перенос енергії при інфрачервоному сушінні відбувається від тіла з великим потенціалом переносу тепла до тіла з меншим потенціалом. При цьому способом до матеріалу підводиться тепловий потік в 30-70 разів потужніший, ніж при конвективній сушці. Швидкість сушіння збільшується у порівнянні з конвективною, але не пропорційно збільшенню теплового потоку. Це пояснюється тим, що швидкість сушіння залежить не стільки від швидкості передачі тепла, скільки від швидкості переміщення воло-

ги в середині матеріалу. Для збереження високих показників якості висушеного продукту застосування потужних потоків ІЧП.

За отриманими значеннями побудовано криву сушіння яблук ІЧ-променями (рис.3) та порівняльний графік залежності вологості матеріалу від тривалості сушіння сировини ІЧ-променями при різних температурах сушильного агента (рис.4)

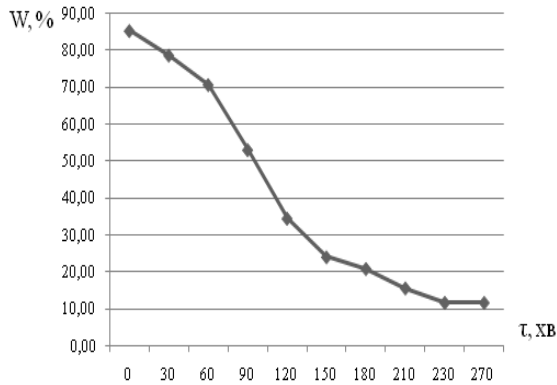


Рисунок 3 – Крива сушіння яблук ІЧ-променями

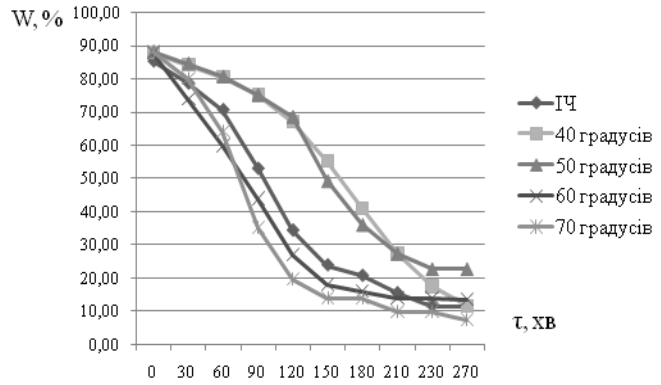


Рисунок 4 – Порівняльна крива сушіння яблук ІЧ-променями та різною температурою сушильного агента

Проаналізувавши сушіння яблук ІЧ-променями можна зробити такий висновок, що за 2,5 години сировина висушується до вологості 24 %, а при конвективному сушінні при температурі 50 °С за цей час сировина висушується до вологості 50 %, проте цей показник гірший, ніж при 60 °С та 70 °С.

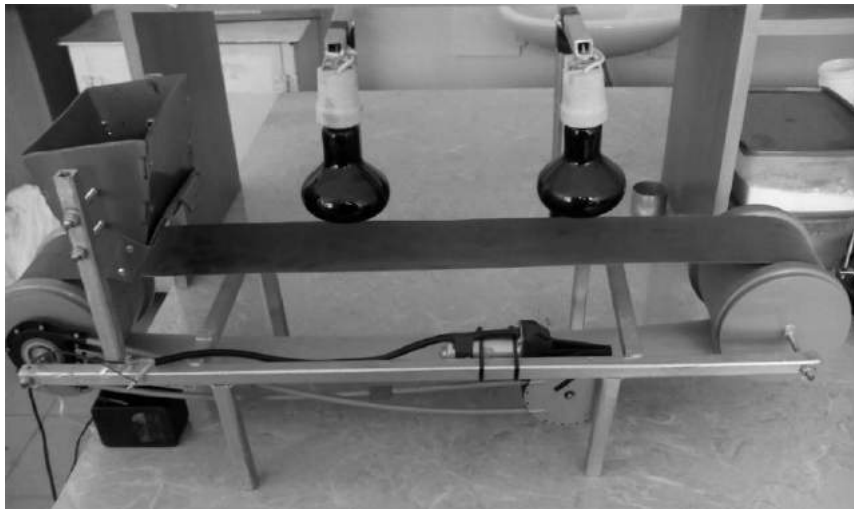


Рисунок 5 – Лабораторна установка для сушіння ІЧ- випромінюванням

При сушінні пластинок яблук відбувається зміна лінійних розмірів, що викликає усушкою матеріалу.

Після проведення експерименту було отримано значення зміни довжини та товщини зразків від вологості матеріалу та побудовані відповідні графіки (рис.6 та рис.7).

При прогріванні матеріалу, коли вологість пластинок яблук змінюється на незначну величину, невеликих змін зазнають і їх лінійні розміри. В період постійної

швидкості сушіння через інтенсивне випаровування вологи з поверхні зразків відбувається значна зміна цієї поверхні в результаті усушки.

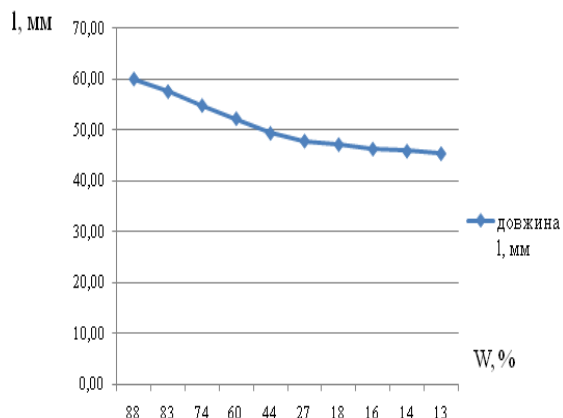


Рисунок 6 – Узагальнена крива зміни довжини дослідних зразків при сушінні сировини залежно від вологості

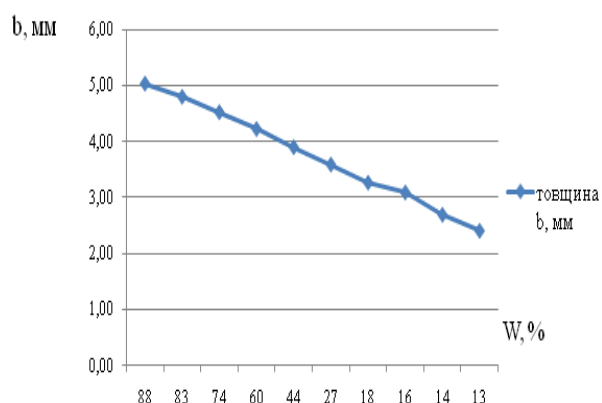


Рисунок 7 – Узагальнена крива зміни товщини дослідних зразків при сушінні сировини залежно від вологості

З аналізу графіків, представлених на рис.6 та 7 випливає, що довжина зразків при сушінні зменшується до досягнення вологості 18%, а після цього залишається майже не змінною, однак товщина зразків змінюється рівномірно протягом всього процесу сушіння.

Для інтенсифікації процесу сушіння проведено ряд експериментів, що передбачали підготовку матеріалу до операції сушіння.

Основна мета бланшування — руйнування ферментів, збільшення проникності протоплазми клітин, що необхідно для сушіння плодів яблук та поліпшення смаку, зменшення кількості мікрофлори, часткового видалення із сировини повітря, а з ним і кисню.

За отриманими значеннями будуємо графіки залежності вологості матеріалу від тривалості сушіння (рис.8).

Проаналізувавши вплив бланшування на процес сушіння можна зробити такий висновок, що при попередньому бланшуванні протягом 150 с буде найкраща швидкість сушіння, що проілюстровано на відповідній кривій. Так при тривалості попереднього бланшування 150 с за 3 години яблука висушуються до вологості 24%, а при бланшуванні протягом 30 с за 4,5 години досягається вологість 26%.

Щоб визначити яким чином впливатиме проморожування пластинок яблук перед сушіння на зміну вологості проводили ряд експериментів.

Визначалось зниження вологості яблук в залежності від тривалості сушіння  $\tau$ , хв. За отриманими значеннями будуємо графіки залежності вологості матеріалу від тривалості сушіння (рис.9).

Як видно з отриманих кривих сушіння, зображених на рис.10, вологість пластинок яблук залежно від тривалості проморожування сировини зменшується майже однаково.

Були отримані результати дослідження впливу витримування сировини у цукровому сиропі на процес сушіння яблук. Визначалось зниження вологості яблук в залежності від тривалості сушіння  $\tau$ , хв.

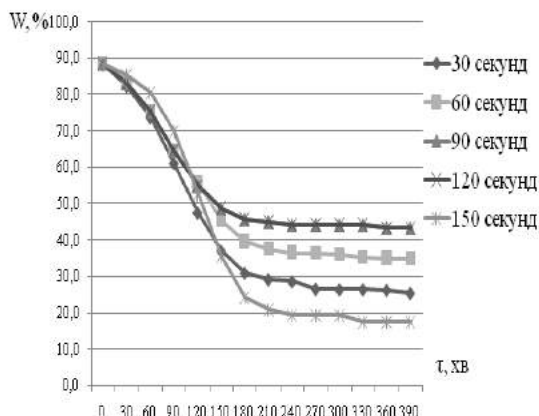


Рисунок 8 – Крива сушіння яблук залежно від тривалості бланшування сировини

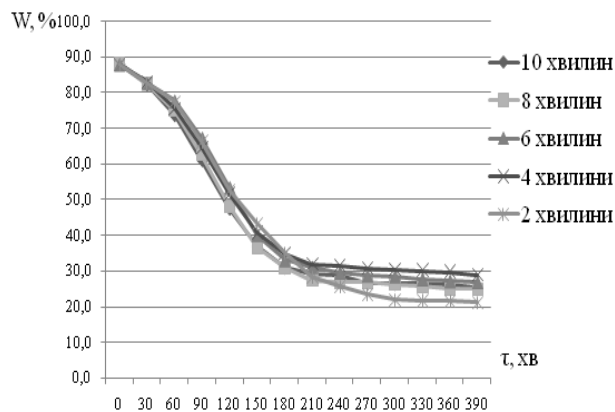


Рисунок 9 – Крива сушіння яблук на першій касеті залежно від тривалості проморожування сировини

В результаті аналізу графіка можна сказати, що процес сушіння яблук після їх витримання у цукровому сиропі досить тривалий.

Узагальнений графік порівняння впливу методів попередньої обробки сировини, а саме: бланшування парою протягом 30 с, проморожування тривалістю 2 хвилини, витримання в 20-% цукровому сиропі зображений на рис.11. За отриманими результатами побудовано відповідні криві сушіння.

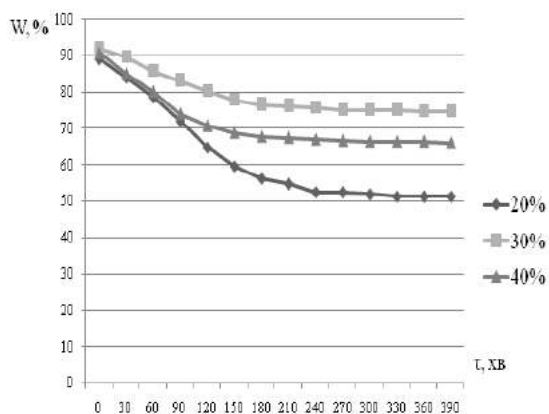


Рисунок 10 – Крива сушіння яблук залежно від тривалості витримання сировини у цукровому сиропі

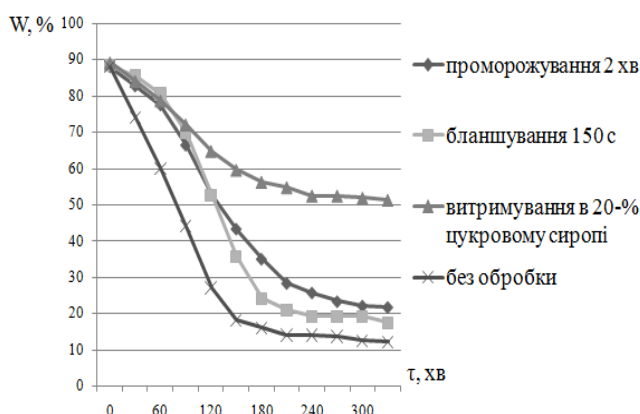


Рисунок 11 – Криві сушіння яблук залежно від попередньої обробки

Як показав аналіз кривих попередня обробка має відносно невеликий вплив на тривалість процесу, проте дозволяє отримати продукт з відмінними смаковими якістьми та гарним товарним виглядом.

Під час проведення дослідження були оцінені смак, запах, консистенція, зовнішній вигляд та забарвлення чотирьох зразків сушеної продукції. Отримані результати органолептичної оцінки зведені у табл. 1. Зовнішній вигляд досліджуваних зразків проілюстрований на рис.12.

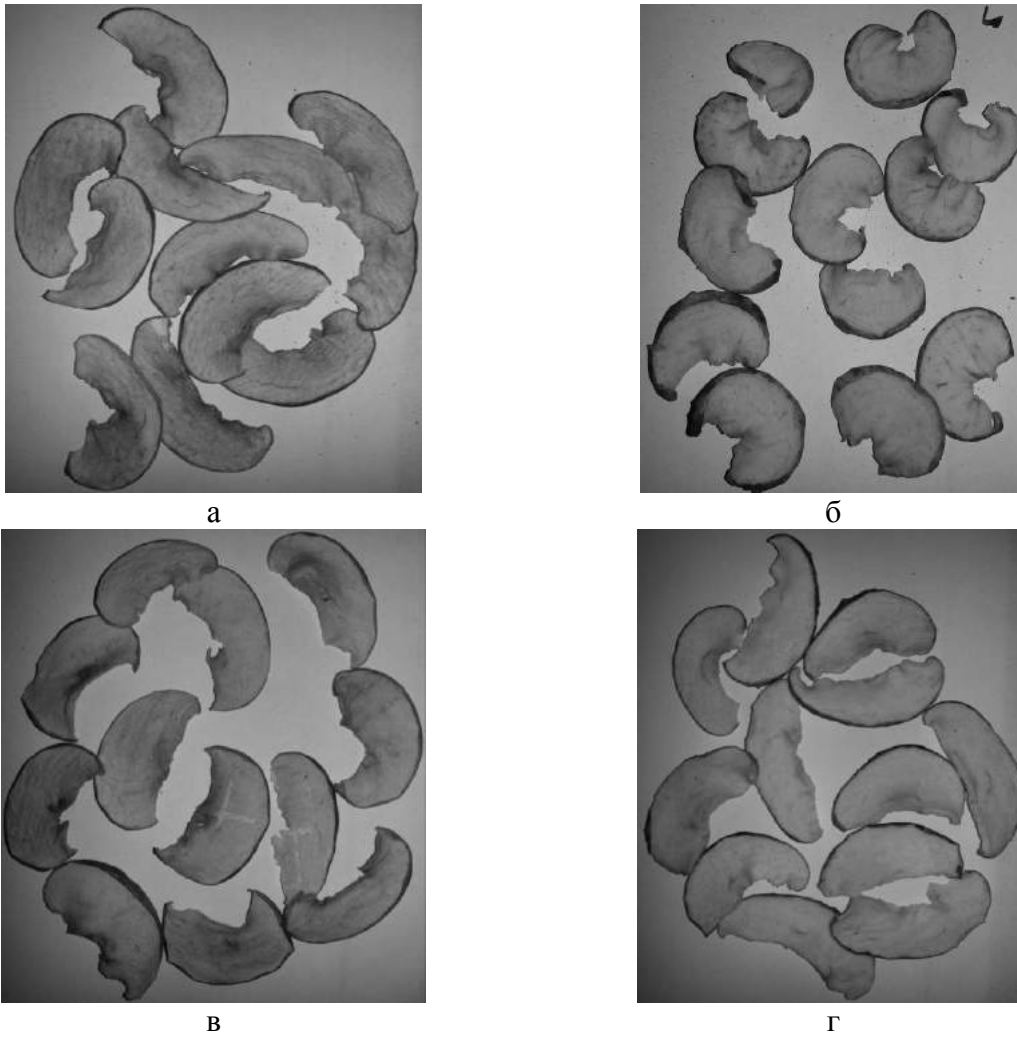


Рисунок 12 – Зовнішній вигляд досліджуваних зразків яблука: а – без обробки; б – після бланшування; в – після проморожування; г – після витримування у цукровому сиропі.

Таблиця 1- Порівняльний аналіз органолептичної оцінки зразків продукції

Вид зразка	Найменування показників	
	Зовнішній вигляд, консистенція та забарвлення зразків	Смак та запах зразків
Сушені яблука без попередньої обробки при $t=60^{\circ}\text{C}$	Пластинки цілі, сухі, еластичні, без тріщин. Колір неоднорідний, жовто-оранжевий.	Приємний, чітко виражений, аромат та солодкий смак.
Сушені яблука з попередньою обробкою бланшуванням	Пластинки цілі, сухі, еластичні, без тріщин. Колір неоднорідний, світло-кремовий.	Комфортний, характерний для сушених яблук аромат та солодкий смак.
Сушені яблука з попередньою обробкою проморожуванням	Пластинки цілі, сухі, еластичні, без тріщин. Колір однорідний, кремовий.	Приємний аромат та солодкий смак.
Витримування у цукровому сиропі	Пластинки цілі, сухі, крихкі, без тріщин. Колір однорідний, світло-жовтий. На поверхнях деяких зразків помітні кристалики цукру.	Приємний аромат та дуже солодкий смак характерний десертній продукції.

Таким чином, можна зробити висновок, що органолептичні показники усіх видів сушених яблук є належними, проте найкращі смакові якості та гарний товарний зовнішній вигляд притаманні сушеним яблукам попередньо витриманим у цукровому сиропі.

Проаналізувавши отримані експозиції сушіння можна зробити висновок про доцільність застосування комбінованих методів і засобів сушіння яблук. Для енергозбереження процесу сушіння плодів запропонуємо функціональну схему комбінованої сушарку (рис. 13).

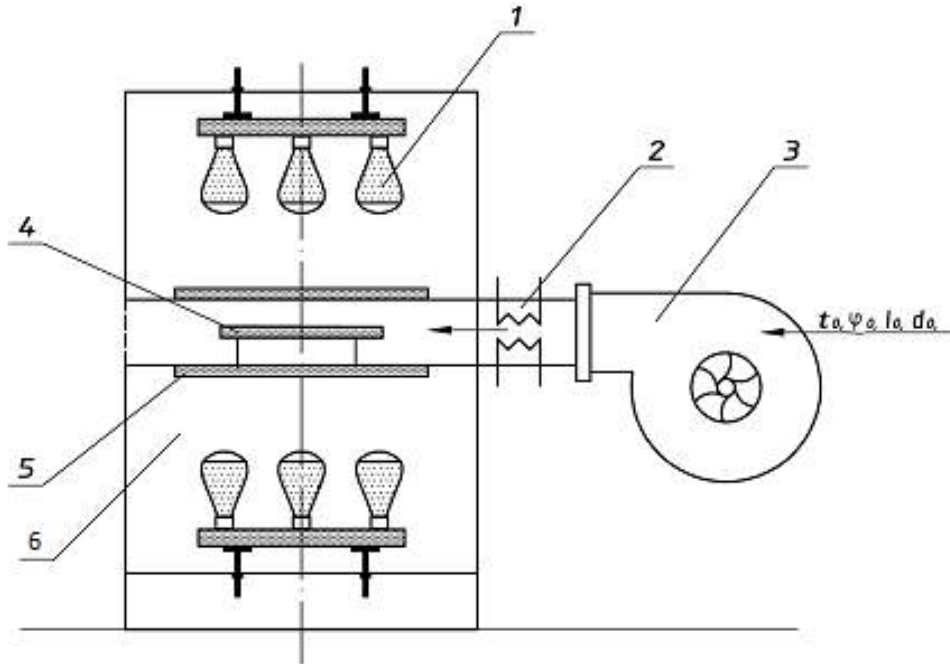


Рисунок 13. – Схема комбінованої сушильної установки

Комбінована сушарка (рис. 13) складається з інфрачервоних випромінювачів 1, калорифера для нагрівання повітря 2, вентилятора 3, підноса 4, кварцового скла 5 та сушильної камери 6.

Комбінована сушарка призначена для сушіння насіннячкових плодів. Принцип сушіння заснований на спільному застосуванні конвективного методу сушіння у комбінації з інфрачервоними випромінювачами.

*Висновки.* Проведено аналіз властивостей насіннячкових плодів як об'єктів сушіння та існуючих конструкцій сушильних установок, та встановлено, що інтенсифікувати процес сушіння необхідно поєднанням конвективного та сушіння ІЧ-променями. Експериментально досліджено різноманітні методи сушіння плодів яблук з метою оцінки енерговитрат на процес загалом.

Запропоновано перед сушінням проводити попередню обробку бланшуванням, що дозволяє отримати продукт з відмінними смаковими якостями та гарним товарним виглядом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Скалецька Л.Ф., Подпрятков Г.І. Зберігання і переробка продукції рослинництва. – К.: вища школа. 2001 – 303 с.
2. Зберігання і переробка сільськогосподарської продукції з основами стандартизації / За ред. Лесика Б.В.. – К.: Вища школа. – 1983 – 247 с.
3. Хранение плодов и овощей.— Мн.: Харвест, 2003.— 192 с..

4. Атаназевич, В.И. Сушка пищевых продуктов /В.И. Атаназевич. – М.: ДеЛи, 2000. – 295 с.
5. Бурич, О., Берки Ф. Сушка плодов и овощей / О. Бурич, Ф. Берки. – М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 280 с.
6. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.; Пищевая промышленность. –1979. – 528 с.
7. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков – М.: Энергия, 1968. –472 с.
8. Котов Б.И. Технологические и теплоэнергетические основы повышения эффективности сушки растительного сырья: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01 / Борис Иванович Котов. – Глеваха, 1994. – 440 с.
9. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільсько-господарських рослинних матеріалів: монографія – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с.
10. Подоляк В.М. Вдосконалення процесу сушіння вороху льону в нерухомому товстому шарі: дисертація ... канд. техн. наук: (05.20.01) / В.М. Подоляк; ЛДТУ. — Луцьк: РВВ ЛДТУ, 1999. — 204 с.
11. Дударев І.М. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів сушарки льоносировини в рулонах: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Ігор Миколайович Дударев. – Глеваха, 2007. – 208 с.
12. Панасюк С.Г. Обґрунтування параметрів технологічного процесу сушіння качанів кукурудзи : Дис... канд. наук: 05.05.11/ Світлана Григорівна Панасюк. Вінниця. - 2008. – 178с.
13. Забродоцька Л. Ю. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів сушарки вороху насіння трав : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Л. Ю. Забродоцька; Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград, 2012. - 22 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Skalets'ka L., Podpriatov G. Storage and processing of crop production. -Kyiv.2001 -303 s.
2. Storage and processing of agricultural products according to the basics of standardization/ Ed. Lesyk B.–Kyiv. 1983 – 247 s.
3. Storage of fruit and vegetables. - Harvest, 2003.— 192 s.
4. Atanazevich B.I. Drying food – M. 2000. – 295 s.
5. Burich O., Berki F. Drying of fruits and vegetables– M. 1978. – 280 s.
6. Ginsburg A. Fundamentals of the theory and technology of drying food.-M.1979. – 528 s.
7. Lykov A.V. Theory of Drying.– М.: Energy, 1968. –472 s.
8. Kotov B.I. Technological and thermal power bases of increasing the efficiency of vegetable raw materials drying: dis. ... the doctor Sciences: 05.20.01– Glevaha, 1994. – 440s.
9. Didukh V. F. Improving the efficiency of agricultural plant materials drying: monograph – Lutsk.2002. – 165s.
10. Podoliak V.M. Drying flax heap stationary thick layer improvement: dis. ... Ph.D. (05.20.01) – Lutsk.1999. – 204s.
11. Dudarev I.M. Rationale of technological process parameters and raw flax dryer coils: dis. ... Ph.D. (05.05.11) - Glevaha, 2007. - 208 s.
12. Panasiuk S. Process parameters of drying corn ears substantiation: dis. ... Ph.D. (05.05.11) - Vinnitsa. - 2008. – 178 s.
13. Zabrodots'ka L.V. Technological process and drying parameters of grass seed heap substantiation: dis. ... Ph.D. (05.05.11) - Kirovograd. 2012. - 22 s.



## COMPARATIVE EVALUATION OF ENERGY SAVING METHODS IN THE PROCESS OF APPLE DRYING

Kirchuk R.V., Panasiuk S.G., Tarasiuk V.V.

### *Summary*

This article presents the results of the comparative assessment of methods and means for drying apples to reduce energy consumption process in general. The diagrams of drying kinetics have been experimentally obtained as well as their analyses has been made. The study of the impact of pre-processing of fruits and apples temperature drying agent on the duration and intensity of the drying process has been presented. The expediency of the use of combined methods and means for drying fruit has been proved as well as the scheme, combining process of convective drying and infrared rays, for dryer has been proposed. At present the problem of reducing energy consumption during the drying process remains relevant because, despite the great diversity the dryers are not yet developed as universal drying installation that would provide a high quality of the finished product and be economical for the use of electricity.

**Key words:** drying, drying exposition, methods and means of drying, apples, energy saving.

УДК 631.371

## ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СУШІННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Сацюк В.В., к.т.н., доц.\*

*Луцький національний технічний університет*

м. Луцьк, Україна

Тел. (063) 6469433

e-mail: vs-07@ukr.net

**Анотація.** У статті наведено конструкції сонячної конвективної сушарки для сушки плодово-ягідної сировини а також сонячного теплового колектора з метою приготування сушильного агента. Окрім того, виготовлено дослідний зразок такого сонячного колектора, проведено його випробування, проведено багатофакторний експеримент та отримано рівняння регресії. побудовано залежності зміни температури сушильного агента від величини витрати  $G$ , площі колектора  $S$  та температури  $T$  повітря на вході в тепловий колектор. Також проаналізовано вплив розглядуваних факторів на ефективність роботи сонячного колектора з метою зменшення енергозатрат на процес сушіння. Останні підвищення цін на енергоносії посилили пошуки альтернативних джерел енергії, особливо таких, які відновлюються, не забруднюють атмосферу та не залежать від політичного клімату.

**Ключові слова:** сушарка, колектор, плодово-ягідна сировина, ефективність, енергія.

---

\* Публікується по рекомендації: к.б.н., с.н.с., Троїцької О.О.

*Постановка проблеми.* На верхні шари атмосфери Землі постійно поступає 174 РВ сонячної радіації (інсоляції). Близько 6% інсоляції відбивається атмосферою, 16% поглинається нею. Середні шари атмосфери в залежності від погодних умов (хмари, пил, атмосферні забруднення) віддзеркалюють до 20% інсоляції та поглинають 3%. Після проходження атмосфери близько половини інсоляції знаходиться в видимій частині спектру. Друга половина знаходиться переважно в інфрачервоній частині спектру. Тільки незначна частина цієї інсоляції являється ультрафіолетовим випромінюванням. Саме завдяки цьому ультрафіолетовому випромінюванню можна отримати сонячну енергію.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Питанням сушіння сільськогосподарських матеріалів присвячено ряд наукових праць [1 – 7]. В результаті аналізу попередніх досліджень можна зробити висновок, що дані науковці для підготовки сушильного агенту використовували традиційні джерела енергії. Використання сонячної енергії для сушіння фруктів розглянуто в працях [8 – 10]. Дані дослідження ґрунтувались на розробці геліоустановок для сушіння фруктів прямим сонячним промінням без приготування сушильного агенту. Такі установки є малопродуктивними та вимагають довготривалого сушіння.

*Метою дослідження:* розробка конструкції конвективної сонячної сушарки із повітряним сонячним тепловим колектором та випробування розробленого колектора.

*Основна частина.* Географічне розташування України та її економічний стан дають можливість використовувати сонячну енергію, зокрема для сушіння сільськогосподарської продукції.

Розроблена функціональна схема універсальної сонячної конвективно-радіаційної сушарки для сільськогосподарської продукції (рис.1).

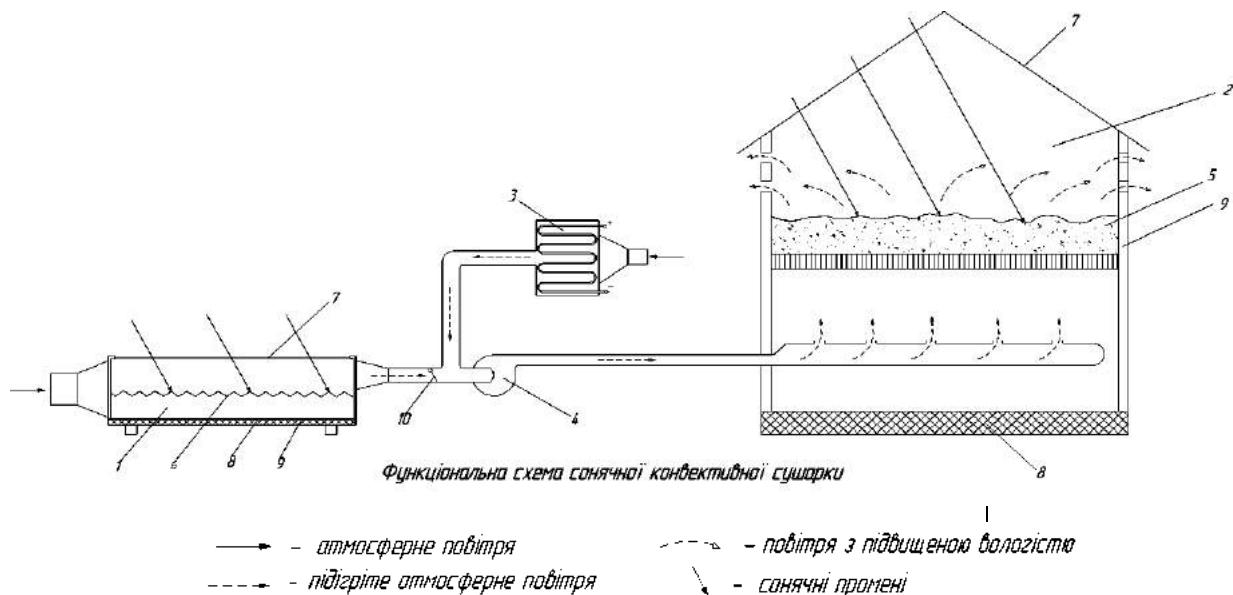
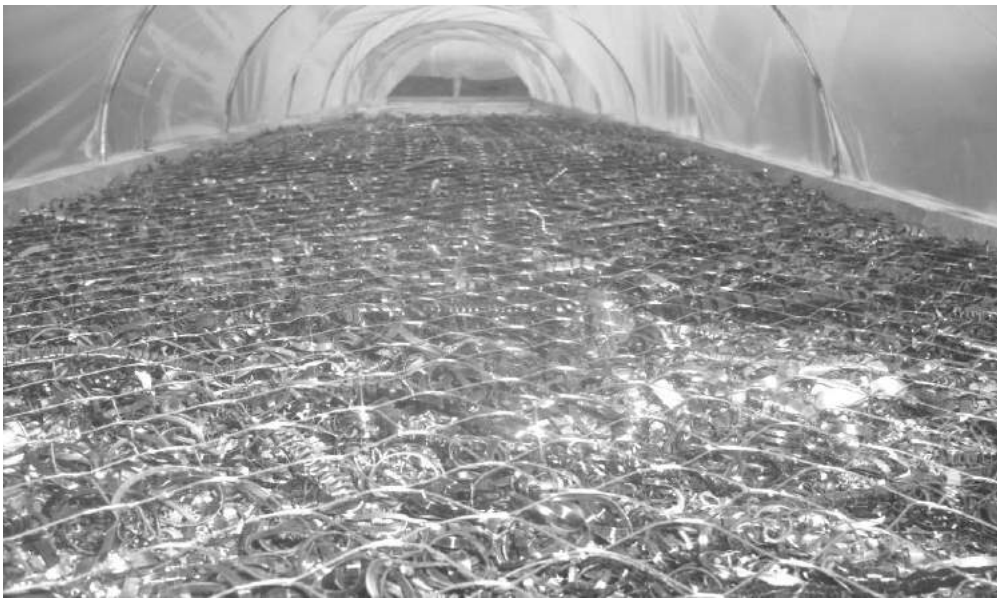


Рисунок 1 – Функціональна схема сонячної конвективної сушарки: 1 – повітряний сонячний тепловий колектор; 2 – радіаційно-конвективна сушильна камера; 3 – калорифер; 4 – вентилятор; 5 – осушуваний матеріал (плодово-ягідна сировина); 6 – поглинаючий елемент; 7 – прозоре покриття; 8 – теплова ізоляція; 9 – світловідбиваюче покриття; 10 – перекидний клапан

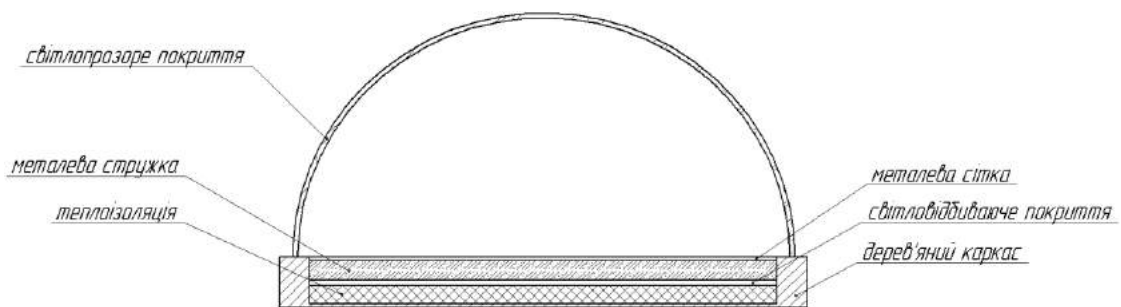
Основним елементом сонячних низькотемпературних систем є відносно простий за конструкцією перетворювач сонячної енергії в теплову – сонячний тепловий колектор.

Розроблено конструкцію та виготовлено дослідний зразок сонячного теплового колектора для сушіння сільськогосподарської продукції (рис 2). Сонячний тепловий колектор представляє собою циліндричну конструкцію (рис.2) із теплоізоляцією 1 знизу, світлопрозорим покриттям 2 зверху та поглинаючим елементом 3 між ними.

Теплова ізоляція (пінопласт, мінвата) товщиною 50 – 100 мм, з коефіцієнтом теплопровідності  $\alpha < 0,5$  вкладається в нижній частині корпусу та покривається світловідбиваючим покриттям. В якості поглинаючого елемента використовуємо чорну металеву стружку, оскільки вона має високу тепловіддачу, високе значення степені чорноти, а також в шарі стружки наявна велика кількість повітряних прошарків, через які проходить повітря і нагрівається. Для фіксації та рівномірного розподілу стружки у сонячному колекторі застосовується металева сітка.



а)



б)

Рисунок 2 - Сонячний тепловий колектор: а – загальний вигляд; б – схема колектора

Повітряний сонячний тепловий колектор працює наступним чином. Сонячне коротко-хвильове електромагнітне випромінювання практично без втрат (до 5%) проходить через світлопрозоре верхнє покриття колектора і попадає на поглинаючий елемент (металеву стружку). В свою чергу в поглинаючому елементі сонячна енергія перетворюється в довгохвильове електромагнітне випромінювання в інфрачервоному спектрі, для якого верхнє прозоре покриття стає непрозорим. Повітря, яке проходить вздовж

поглинаючого елемента, підігривається і подається за допомогою вентилятора в сушильну камеру.

Окрім цього верхнє покриття в сушильній камері виготовлено із прозорого матеріалу, а стінки із світловідбиваючого матеріалу. Це сприяє тому, що осушуваний матеріал ще додатково нагрівається і осушується прямими сонячними променями. Підігріте в колекторі повітря проходить через осушуваний матеріал, зволожується і викидається в оточуюче середовище.

У випадках, коли сонячна енергія відсутня, в конструкції передбачений перекидний клапан 10 (рис.1), який він перекриває повітропровід від сонячного теплового колектора і відкриває повітропровід від калорифера. Повітря підігривається в калорифері і вентилятором подається в сушильну камеру. Якщо ж калорифер вимкнений, або взагалі відсутній, в такому випадку здійснюється активне вентилявання.

Для дослідження процесу нагріву теплоносія у тепловому колекторі проведено експериментальні дослідження. Для отримання впливу досліджуваних факторів на температуру нагріву теплоносія (сушильного агента) у вигляді рівняння регресії було застосовано математичний метод планування експерименту. Дослідження проводилось за допомогою симетричного некомпозиційного плану Бокса-Бенкіна другого порядку.

Обробка отриманих результатів досліджень на ЕОМ (за допомогою розробленої у середовищі програми Mathcad, згідно з трирівневим планом другого порядку Бокса-Бенкіна) дозволила отримати рівняння регресії вихідної температури повітря із факторами у кодованих значеннях:

$$Y = 42.556 + 7.646 \cdot x_1 - 2,958 \cdot x_2 + 6.771 \cdot x_3 - 0.542 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.181 \cdot x_1^2 + 0.472 \cdot x_2^2 - 0.319 \cdot x_3^2 \quad (1)$$

де  $x_1$  – кодоване значення вхідної температури повітря;  $x_2$  – кодоване значення витрати повітря;  $x_3$  – кодоване значення робочої площі колектора;

Перевірку адекватності отриманого рівняння регресії (1) проводили за допомогою критерію Фішера  $F_\phi$ . Розрахункове значення критерію Фішера становило  $F_\phi = 21,1$  при дисперсії неадекватності  $S_{\text{неад}2} = 0.195$  і дисперсії відтворюваності  $S_{y2} = 9.259 \cdot 10^{-3}$ .

Табличне значення критерію Фішера при прийнятому 5%-му рівні значущості, згідно з , складало:

$$F_\phi(0,05; f_2; f_1) = 3,023$$

де  $f_2$  – число ступенів вільності дисперсії неадекватності ( $f_2 = 5$ )

$f_1$  – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності ( $f_1$ ).

Оскільки  $F_\phi = 21,1 \geq F_\phi(0,05; f_2; f_1) = 3,023$ , то отримана модель адекватна.

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась за допомогою критерію Стьюдента.

Підставивши фактори у (1), отримали рівняння із факторами в натуральному виді:

$$y(S, G) = 73.75 \cdot G^2 - 11.29 \cdot G \cdot T - 105.24 \cdot G + 0.47975 \cdot S^2 - 0.45 \cdot S + 0.005 \cdot T^2 + 1.53 \cdot T + 13.49 \quad (2)$$

Для аналізу зміни вихідної температури сушильного агента із сонячного теплового колектора було побудовано поверхні відгуку та їх двомірні січення рис. 3

*Висновки.* Найбільший вплив із досліджуваних факторів на температуру сушильного агента має робоча площа колектора та температура вхідного потоку повітря у колектор, про що свідчать значення коефіцієнтів при даних факторах у рівнянні регресії.

Значний вплив на значення ККД сонячного колектора має температура вхідного потоку повітря у колектор: чим нижча температура, тим менші теплові втрати і вищий ККД теплового сонячного колектора.

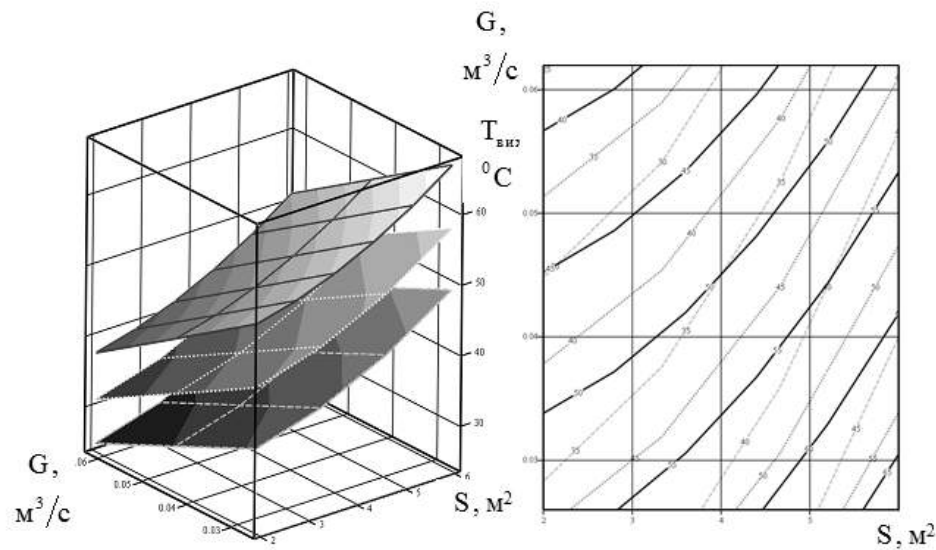


Рисунок 3 – Залежність температури сушильного агента  $T_{\text{вих}}$  від величини витрати  $G$  та площі колектора  $S$  при температурі повітря на вході в тепловий колектор: 1 –  $T=18^{\circ}\text{C}$ ; 2 –  $T=24^{\circ}\text{C}$ ; 3 –  $T=30^{\circ}\text{C}$

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность. –1979. – 528 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков – М.: Энергия, 1968. –472 с.
3. Котов Б.И. Технологические и теплоэнергетические основы повышения эффективности сушки растительного сырья: дис. доктора техн. наук: 05.20.01 / Борис Иванович Котов. – Глеваха, 1994. – 440 с.
4. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських рослинних матеріалів: монографія – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с.
5. Подоляк В.М. Вдосконалення процесу сушіння вороху льону в нерухомому товстому шарі: дисертація ... канд. техн. наук: (05.20.01) / В.М. Подоляк; ЛДТУ. — Луцьк: РВВ ЛДТУ, 1999. — 204 с.
6. Дударев І.М. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів сушарки льоносировини в рулонах: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Ігор Миколайович Дударев. – Глеваха, 2007. – 208 с.

7. Панасюк С.Г. Обґрунтування параметрів технологічного процесу сушіння качанів кукурудзи : Дис... канд. наук: 05.05.11/ Світлана Григорівна Панасюк. Вінниця. - 2008. – 178с.
8. Тюрин Г. Я., Набиханов Б. М., Абидов Т. З. Гелиоустановка для сушки фруктів // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1989. - №5. – с.37.
9. Умаров Г. Я., Тюрин Г. Я., Набиханов Б. М., Абидов Т. З. Солнечная фруктосушилка с автоматической системой управления // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. - №1. – с. 9-10.
10. Драганов Б.Х. Использование возобновляющих и вторичных энергоресурсов в сельском хозяйстве.–Киев: Высшая школа, 1988. –54с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Ginzburg A.S. Fundamentals of theory and technics for food products drying. - М. : Pischevaya industry. -1979. - 528 s.
2. Lykov A.V. Drying theory / A.V. Lykov - М. : Energy, 1968. -472 s.
3. Kotov B.I. Technological and heat power engineering fundamentals for increasing the efficiency of vegetable raw materials drying: Dis. Dr. Sc. Sciences: 05.20.01 / Boris Ivanovich Kotov. - Glevaha, 1994. - 440 s.
4. Didukh V.F. Improving the efficiency of agricultural plant materials drying: monograph - Lutsk LDTU, 2002. - 165 s.
5. Podoliak V.M. Improvement of drying heap flax in stationary thick layer: thesis ... candidate. Sc. sciences (05.20.01) / V.M. Podolak; LDTU. - Luck: RIO LDTU, 1999. - 204 s.
6. Dudarev I.M. Substantiation of technological process parameters and raw flax dryer coils: Thesis. ... Candidate. Sc. Sciences: 05.05.11 / Igor Dudarev. - Glevaha, 2007. - 208 s.
7. Panasiuk S.G. Substantiation of process parameters for drying corn ears: Dis ... Cand. Sciences: 05.05.11 / Svetlana G. Panasiuk. Vinnitsa. - 2008. – 178 s.
8. Tiurin G.Ya., Nabihanov B.M., Abidov T.Z. Solar power plant for drying fruit // Mehanizatsia i elektrifikatsia sel'skogo hoziaistva. - 1989. - №5. - S.37.
9. Umarov G.Y., Tiurin G.Y. BM, Abidov T.Z. Sun fruitdryer with automatic control systems // Technique in agricultural sector. - 1988. - №1. - S. 9-10.
10. Draganov: B.Kh. Using renewable and secondary power resources in the farm.- Kiev: Vyscha Shkolal, 1988. -54 s.

#### **SOLAR ENERGY USING FOR RAW FRUIT-BERRY MATERIAL DRYING**

Satsiuk V. V.

##### *Summary*

The article presents the design of solar convection dryer for drying fruits and berries raw materials and solar thermal collectors in order to prepare the drying agent. Besides, the a prototype of such a solar collector has been produced , its testing has been conducted in the course of multivariate experiment and regression equation has been derived. built temperature changes depending on the size of the drying agent costs collector area  $S$  and  $T$  air temperature at the inlet of the heat collector. As the influence of the factors under consideration the efficiency of the solar collector to reduce energy consumption in the drying process. Latest higher energy prices strengthened find alternative sources of energy, especially those that are recovered, do not pollute the atmosphere and do not depend on the political climate.

**Key words:** dryers, drains, fruit raw, efficiency, energy.

УДК 636.085

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТАБІЛІЗУЮЧОЇ ДІЇ ВІДХОДУ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНОГО $\beta$ -КАРОТИНУ

Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с. \*

Запорізька державна інженерна академія

м. Запоріжжя, Україна

Тел/факс (061) 212-38-87

**Анотація.** В статті надані результати експериментальних досліджень ефективності використання фільтрату - відходу виробництва мікробного  $\beta$ -каротину, в якості антиоксиданту з метою стабілізації провітаміну А у вітамінних кормах при зберіганні.

**Ключові слова:** антиоксидант, відхід виробництва  $\beta$ -каротину, вітамінні корми, ефективність стабілізації, каротин, провітамін А.

*Постановка проблеми.* У сучасних умовах екологічний аспект використання різноманітних відходів в світі та Україні набув великого значення. Проблема накопичення відходів має характер екологічної загрози, яка є актуальною для кожної країни нашої планети. Відходи відносять до матеріальних об'єктів, що наділені потенційною небезпекою для довкілля [1]. Тому, виробнича діяльність людства повинна базуватися не тільки на оптимальному процесі виробництва продукції, але й на керуванні всією технологічною схемою так, щоб вона була сумісна зі збереженням якості навколишнього середовища [2].

Виробники різноманітної продукції вимушені вирішувати насущні проблеми, що пов'язані із видаленням, знешкодженням і утилізацією відходів, які виникають практично на всіх етапах, пов'язаних із виробництвом кінцевої продукції. Ці проблеми з кожним роком набувають все більшого значення. Вирішуючи їх, на основі науково - обґрунтованих рішень, можливо не тільки зменшити дефіцит ресурсів, а й сприяти оздоровленню довкілля [1, 2]. В процесі виробництва мікробного  $\beta$ -каротину утворюється фільтрат, який є відходом технологічного процесу. Цей фільтрат не знайшов практичного використання. Тому, пошуки шляхів його залучення у господарчий обіг – це актуальне питання. Значні втрати тваринництву наносить А-авітаміноз, це захворювання, яке часто зустрічається, головним чином, при стійловому утриманні тварин, особливо в кінці зимівлі. До цього часу корми втрачають більшу частину вітамінів, а літні запаси в тілі тварин вичерпуються. При цьому знижується репродуктивна здатність тварин, опір організму інфекційним захворюванням, А-вітамінна цінність молока, масла, яєць, молодняк народжується слабким. Тому велике значення має поповнення раціону кормами, що містять провітамін А [2, 3]. Таким чином, проведені дослідження дозволять наблизитися до вирішення одразу трьох проблем:

- залучити відхід технологічного процесу виробництва мікробного  $\beta$ -каротину в господарчий обіг та запобігти його негативному впливу на екосистеми при потраплянні у довкілля;
- стабілізувати провітамін А в вітамінних кормах, використовуючи натуральний і дешевий антиоксидант (відхід виробництва мікробного  $\beta$ -каротину);
- сприяти забезпеченню взимку тварин натуральними вітамінними кормами, які є основним джерелом каротину у цей період, що дозволить знизити ризик виникнення А-авітамінозів та позитивно вплине на продуктивність тварин.

\* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.с.-г.н., проф. Любинського О.І.

*Аналіз останніх досліджень.* При тривалому зберіганні значна частина каротину (50% і більше) руйнується і різко знижується вітамінна цінність кормів. Найбільші втрати спостерігаються в перші 3-4 місяці зберігання. Для зберігання вітаміну А (каротину) до вітамінних кормів додають речовини, які попереджують його окислення – антиоксиданти [3]. Відомі такі антиокислювачі, як вітамін Е, бутилоксианізол, пропілгаллат, дифенілгексаметилендіамин, сантохін та ін. За даними різних дослідників, антиоксиданти сприяють кращій засвоюваності вітаміну А в організмі тварин. В нашій країні та за кордоном випробувана велика кількість антиокислювачів і лише декотрі з них забезпечили задовільний результат. Активність одного й того ж препарату оцінюють по-різному. Наприклад, у США віддають перевагу сантохіну, в Англії - інолу, в Голландії - патентованим засобом фірми "Наарден", в Японії та Франції - сірковмісним антиокислювачам. В США використання діфеніл-пара-фенілендіаміна призупинено, в Чехії, навпаки, його вважають найбільш перспективним стабілізатором каротину в кормах [2, 3, 4]. Помітно зменшити втрати каротину в кормах при зберіганні можна шляхом витіснення повітря, що міститься між частками корму і заміною його азотом, вуглекислим та іншими інертними газами. Для зберігання таким способом потрібні спеціальні герметичні приміщення і відповідне обладнання. За даними різних науковців після шестимісячного зберігання в середовищі азоту каротину зберігалось 80%, а при звичайному зберіганні 47% [3]. Однак, вищеперераховані стабілізатори провітаміну А, або дуже дорогі, або вимагають дорогого обладнання та приміщення, тому експериментальні дослідження з визначення ефективності стабілізуючої дії дешевого відходу виробництва мікробного  $\beta$ -каротину, мають певне наукове і практичне значення [3, 4].

*Мета дослідження.* Метою даної статті – є ознайомлення з результатами експериментальних досліджень з визначення ефективності стабілізуючої дії відходу при виробництві мікробного  $\beta$ -каротину на провітамін А при зберіганні сухих вітамінних кормів та порівняння ефективності його використання з традиційними антиоксидантами.

*Основна частина.* Результати досліджень хімічного складу фільтрату, відходу при виробництві мікробного  $\beta$ -каротину наведено у табл. 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад фільтрату, % в натуральному вигляді

Найменування показнику	% в натуральному вигляді
Суха речовина	5,0
„ Сирий” протеїн	1,62
Білок	0,18
Жир	0,06
Зола	1,14
Розчинний цукор	0,54
Кальцій	0,015
Фосфор	0,11
Калій	0,21
Натрій	0,36
Вміст кислот, %:	
молочна	4,19
оцтова	0,34
масляна	0,00
% співвідношення:	
молочна	92,49
оцтова	7,51
масляна	0,00



Для досліджень використовували листову фракцію сіна з бобових трав зібраних у фазі повної бутонізації рослин, яку одержували в результаті процесу фракціонування досушеного до вологості 12-14 % сіна. У табл. 2 наведений хімічний склад листової фракції сіна. Дослідження проводили на протязі 5 місяців. Вміст каротину в зразках визначали за ДСТУ 13496.17 – 84. Проби для аналізу відбирали щомісячно. Кожний з закладених варіантів мав контрольний зразок. Використовували наступні антиоксиданти: іонол в дозі 0,05 %; фільтрат, який є відходом виробництва мікробного  $\beta$ -каротину в дозі 20%; вуглекислий газ. Необроблена листова фракція була контролем.

На рис. 1 видно, що процес руйнування каротину в зразках, які зберігалися в паперових мішках та були оброблені антиоксидантами, відбувався повільно на протязі всього періоду досліджень.

Таблиця 2- Хімічний склад листової фракції сіна, %

Назва зразку	Волога	Суша речовина	Протеїн	Білок	Жир	Клітковина
у природному вигляді						
Листова фракція	47.6	52.37	10.8	4.54	1.58	18.92
	Зола	БЕР	Са	Р	Розч. вуглевод.	Каротин, мг/кг
Листова фракція	3.52	17.5	0.36	0.20	3.39	41.6
у перерахунку на абсолютно - суху речовину						
Листова фракція	Волога	Суша речовина	Протеїн	Білок	Жир	Клітковина
	-	100	20.7	8.67	3.02	36.13
	Зола	БЕР	Са	Р	Розч. вуглевод.	Каротин, мг/кг
Листова фракція	6.72	33.5	0.64	0.38	6.47	79.43

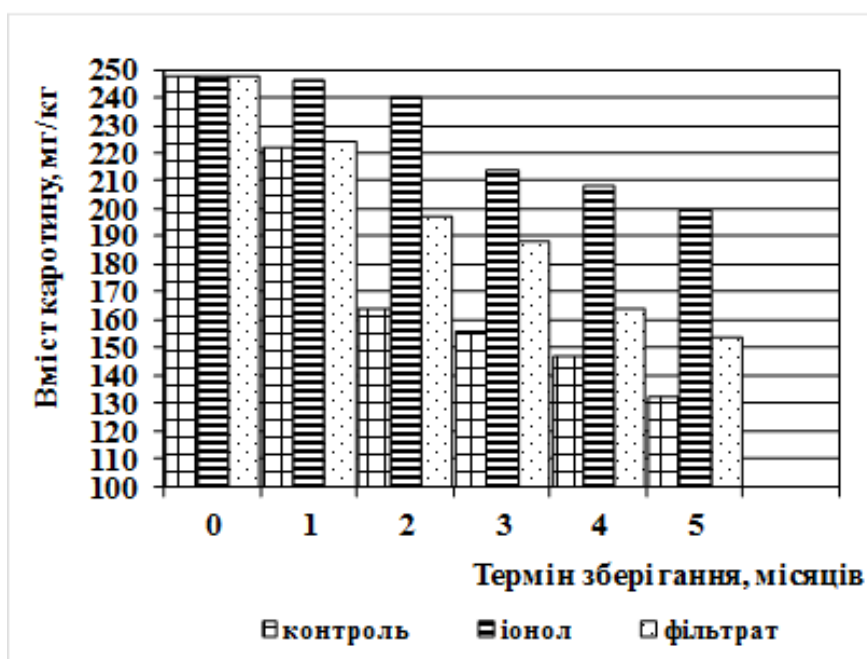


Рисунок 1 - Втрати каротину в листовій фракції сіна при стабілізації іонолом та фільтратом

Вміст каротину з 247,3 мг на початку досліджень у варіанті, обробленому іонолом, знизився лише до 199,9 мг, що дозволило зберегти 80,8% каротину.

У варіанті, обробленому фільтратом, наприкінці 5-го місяця зберігання, вміст каротину складав 154,0 мг або 62,3% від вихідного вмісту.

Втрати каротину в контролі досягли 50%.

Динаміка процесу стабілізації каротину в зразках, які зберігалися в паперових мішках, пояснюється тим, що вони зберігалися ізольовано від навколишнього середовища, що дозволило пролонгувати дію антиоксидантів на протязі всіх п'яти місяців зберігання листової фракції сіна.

За результатами досліджень, визначено, що найкращі антиоксидантні властивості виявив – іонол (при зберіганні стабілізованої маси у паперових мішках). За 5 місяців зберігання втрати каротину при обробці іонолом та при зберіганні стабілізованої маси у паперових мішках склали лише 19,2%. Таким чином, вдалося зберегти 80,8% каротину. У контрольній партії втрати каротину склали 46,6% (збереглося лише 53% каротину).

Листова фракція сіна, каротин в якій стабілізували вуглекислим газом в процесі зберігання на протязі 5 місяців містила 142,8 мг/кг каротину. В порівнянні з вихідним вмістом, втрати каротину склали 104,5 мг/кг або 42,3%. У контролі після 5 місяців зберігання втрати – 169,6 мг/кг, що складає 68,6%. Таким чином, вуглекислий газ сприяв сповільненню процесу руйнування каротину, але його антиоксидантна ефективність поступається іонолу та фільтрату, відходу при виробництві мікробного  $\beta$ -каротину.

Використання фільтрату, наприкінці 5-го місяця зберігання забезпечило збереження 62,3% вмісту каротину.

*Висновки.* За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

- антиоксидантна ефективність фільтрату - відходу при виробництві мікробного  $\beta$ -каротину, поступається іонолу, однак стабілізуюча ефективність вуглекислого газу нижча ніж фільтрату;

- у варіанті, обробленому фільтратом, наприкінці 5-го місяця зберігання, вміст каротину складав 62% від вихідного вмісту.

Узагальнюючий висновок - хоча фільтрат поступився за антиоксидантними властивостями іонолу, він безперечно сприяв гальмуванню процесу руйнування каротину (збереглося на 37,3% каротину більше ніж у контролі) і може використовуватися при відсутності більш потужних антиоксидантів для стабілізації каротину у сухих вітамінних кормах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекоекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2004. – 256 с.
2. Емелина Н.Т., Крылова В.С., Петухова Е.А., Бромлей Н.В. Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц. – М.: Колос, 1970. – 153 с.
3. Медведева В.Т. Виробництво трав'яного борошна. – Київ: Урожай, 1980. – С. 48-52.
4. Троїцька О.О., Безпалов Р.І., Шапоренко Л.Г. Вплив різних антиоксидантів на якість стабілізації каротину у листовій фракції сіна. - Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького, т. 8, № 4 (31), ч. 1. Львів: ЛКТ ЛНАВМ, 2006. – С. 45-55.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Suharev S.M., Chundak S.Yu., Suhareva O.Yu. Technology and environmental protection. – L'viv: «Novyi Svit - 2000», 2004. – 256 s.

2. Emelina N.T., Krylova V.S., Petuhova E.A., Bromlei N.V. Vitamins in feeding farm animals and poultry. – M.: Kolos, 1970. – 153 s.
3. Medvedyeva V.T. Grass flour production. – Kyiv: Urozhai, 1980. – S. 48-52.
4. Troyits'ka O.O., Bezpалov R.I., Shaporenko L.G. various antioxidants effect on carotene stabilization quality in leaves hay. – Naukovi visnyk L'vivs'koyi natsional'noyi akademiyi veterynarnoyi medytsyny im. S.Z. Hzhys'koho, t. 8, № 4 (31), ch. 1. L'viv: LKT LNAVМ, 2006. – S. 45-55.

### **THE EFFICIENCY OF STABILIZED ACTION OF $\beta$ -CAROTENE MICROBE PRODUCTION WASTE RESEARCHING**

Troyits'ka O.O.

#### *Summary*

The results of experimental research of the filtrate – microbe  $\beta$ -carotene production waste - application efficiency in the capacity of anti-oxidant to stabilize A provitamin in vitamin fodders in the course of their keeping have been given in the article.

**Key words:** anti-oxidant, production waste,  $\beta$ -carotene, vitamin fodders, stabilization efficiency, carotene, A provitamin.

**ЭКОНОМИКА АПК**

УДК 330

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ В  
СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Коба Е.Е., д.э.н., проф. \*

Коба Е.Е., к.э.н., доц.

Васина Н.В., к.э.н., доц.

*Технологический университет*

г. Королев, Московской области, Россия

Тел.+79167998607

e-mail: lotos46@mail.ru

**Аннотация.** В статье обоснована важность производства комбикормов в агропромышленном комплексе России. Рассмотрены предложения по повышению эффективности работы предприятий по производству комбикормов. Одним из предложений авторы предлагают изменение в организационной структуре ремонтной службы, с выделением двух подразделений: механического возглавляемого главным механиком и энергетического возглавляемого главным энергетиком. Кроме этого авторы предлагают оптимизацию запасов и затрат на хранение сырья, результатом которых является повышение эффективности деятельности.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, производство комбикормов, организационно-управленческие инновации.

**Постановка проблемы.** Агропромышленный комплекс для Российской экономики является одним из наиболее значимых секторов экономики. В этот сектор входят предприятия по производству сельскохозяйственной продукции, ее переработке и реализации, предприятия производящие сельскохозяйственную технику, необходимую для производства продукции сельского хозяйства, а также организации научной сферы и учебные заведения.

Важное место в переработке сельскохозяйственной продукции занимает производство комбикормов. Потребление комбикормов способствует развитию рынка мяса, особенно в свиноводстве и птицеводстве, что реально способствует решению продовольственной безопасности России. Проведенный анализ, за период 2009-2012 гг. показал, что появилась положительная тенденция в увеличении производства мяса. Руководство страны принимает действенные меры для поддержания этой положительной тенденции. На 2013-2020годы принята «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции», это обязывает повышать эффективность деятельности предприятий по производству комбикормов.

Несмотря на эти положительные моменты в принятой госпрограмме развития сельского хозяйства на 2013–2020 годы не содержится раздела, определяющего поддержку в развитии кормопроизводства в целом, и производство комбикормов в частно-

---

\* Публикуется по рекомендации: акад. МААО, к.э.н., доц. Вороновской Е.В.

сти. Комбикормовая промышленность в России представлена заводами, цехами, имеющими различную степень технической оснащенности, и те заводы, которые слабо технически оснащены, требуют для инвестирования в модернизацию, реконструкцию и обновление основного капитала, определенное количество финансовых ресурсов, которых без участия государства взять негде. Исходя из этого, авторы видят в вопросах повышения эффективности работы предприятий по производству комбикормов не только повышение технической оснащенности, но и изменения в процессах организации и управления.

*Анализ последних исследований.* Исторический опыт развитых стран подтверждает важность развития инновационной сферы в экономической жизни общества. Инновационная деятельность на российских предприятиях направлена в основном на технические, технологические инновации: создание современной техники, разработка новейших технологий, внедрение нового сырья или ресурсов, которые хотя и являются основными, но в инновационной экономике не единственными. Наряду с техническими и технологическими нововведениями приобретают особое значение организационно-управленческие инновации, внедряемые не только в мировой, но и в отечественной практике. По оценкам экспертов, опубликованным в Национальном докладе Ассоциации Менеджеров, за счет реализации инноваций в области менеджмента в российских компаниях, можно увеличить ВВП страны на 50-80% [1].

*Цель исследования* разработать организационно-управленческие решения для комбикормовых предприятий и обосновать их внедрение, предполагающие изменение методов управления ремонтной службой, оптимизацию запасов и затрат на хранение сырья, не требующих значительных финансовых затрат, способствующих повышению эффективности деятельности.

*Основная часть.* Управление производством, как один из организационно-экономических факторов, занимает важное место в повышении эффективности производства. Особенно возрастает его роль с ростом общественного производства и усложнением хозяйственных связей. Управленческие инновации ставят своей целью преобразование управленческой структуры предприятия, совершенствование системы финансов, а также управление персоналом.

Необходимо совершенствовать формы и методы управления, планирования, экономического стимулирования. При планировании необходимо учитывать сбалансированность и реальность планов. В первую очередь необходимо широко применять многообразные рычаги хозрасчета и материального поощрения, материальной ответственности и других хозрасчетных экономических стимулов[3].

В производстве комбикормов участвует значительное количество машин и механизмов. В настоящее время на предприятиях по производству комбикормов наблюдаются простои оборудования из-за частых отказов и сбоев оборудования, что влечет за собой сокращение выпуска продукции и как результат снижение эффективности деятельности.

Для улучшения сложившегося положения необходимо улучшить качество ремонта технологического оборудования и технического обслуживания, понизить себестоимость технического обслуживания и ремонтных работ, повысить эффективность производства за счет совершенствования методов управления ремонтной службой.

Исследования российских предприятий по производству комбикормов показали, что в настоящее время на этих предприятиях функционируют организационные структуры ремонтных служб, которые были основаны в шестидесятых годах прошлого века. Обслуживанием, в том числе ремонтом оборудования занимаются ремонтные службы, возглавляемые главным инженером и ремонтные участки, входящие в состав службы механика и метролога. Разнохарактерное подчинение ремонтных служб и

участков способствует снижению эффективности при подготовке и проведении ремонтов, ликвидации аварийных ситуаций.

Одним из путей решения этой проблемы авторы предлагают изменение в организационной структуре ремонтной службы. Предложение апробировано на построении организационной структуры ремонтной службы ОАО «Болшево хлебопродукт» с выделением двух подразделений: механического - возглавляемого главным механиком и энергетического возглавляемого главным энергетиком. В подчинение главного механика находится бригада по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, а в подчинение главного энергетика – бригада по ремонту энергетического оборудования и средств автоматизации. Их основные задачи: осуществлять профилактическое обслуживание, устранять остановки и мелкие поломки оборудования, осуществлять все виды ремонтов оборудования в соответствии с графиком планово - предупредительного ремонта, и обслуживания, изготавливать запасные части нестандартного оборудования, а также его модернизацию (рис.1).

Вся информация о неисправностях поступает непосредственно к главному механику или главному энергетикам, которые и направляют специализированных работников к месту возникновения поломки для ее устранения.

В дежурном журнале фиксируется время возникновения причины неисправности, место ее возникновения, и время устранения поломки.

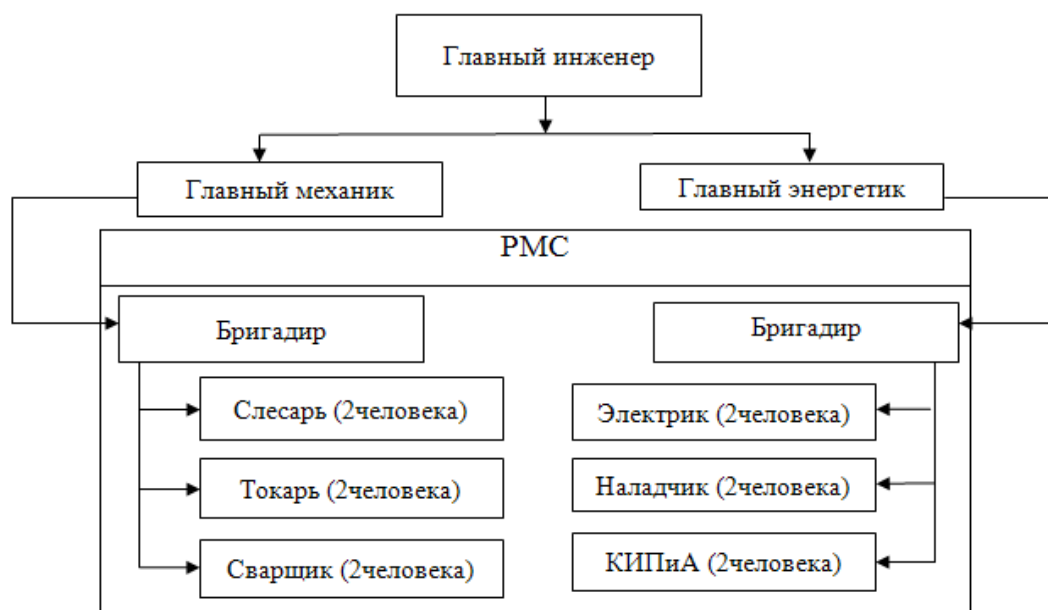


Рисунок 1 - Предлагаемая структура управления ремонтно-механической службой на предприятиях по производству комбикормов

Бригада работников, прибывшая на место для устранения неисправности, обязана составить акт о поломке, в присутствии главного механика или главного энергетика предприятия, а также начальника цеха. В сменном цеховом журнале фиксируется время простоя. После устранения неполадок ремонтная бригада сдает отремонтированное оборудование мастеру смены, с указанием в журнале времени, все записи фиксируются подписями мастера смены. При существенных поломках, которые невозможно устранить на месте, неисправные узлы или агрегаты демонтируются и замещаются аналогичными узлами и агрегатами, неисправные части оборудования отправляются на ремонтный участок для устранения поломки.

Ежедневный осмотр проводится с записью в сменном цеховом журнале за подписью работника, выполняющего осмотр, и цехового мастера смены.

Другим направлением повышения эффективности деятельности на предприятиях по производству комбикормов может быть оптимизация запасов и затрат на хранение сырья, на основе улучшения организации производства.

Бесперебойное осуществление процессов производства, реализации продукции, а также сокращение текущих затрат по хранению запасов возможно при эффективном управлении запасами. Управление запасами направлено на осуществление бесперебойного процесса производства и реализации продукции, а также на минимизацию текущих затрат по их обслуживанию на предприятии.

Управление товарно-производственными запасами состоит из ряда последовательно выполняемых этапов работ, основные из которых, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Этапы управления складскими запасами

Эффективное управление товарно-материальными ценностями позволяет сократить длительность операционного и всего производственного цикла, снизить уровень затрат на их хранение, уменьшить уровень транзакционных издержек по их закупке, при этом высвобождая из текущего хозяйственного оборота часть финансовых средств, реинвестируя их в другие активы [2].

Для эффективности использования ресурсов необходимо контролировать источники ресурсов, которые заключаются в:

- повышении эффективности использования денежных ресурсов;
- оперативном управлении и планировании денежных потоков;
- эффективном использовании свободных денежных средств, направленных на улучшение или расширение производства;
- управлении дебиторской и кредиторской задолженностью;
- нормировании системы закупок и складировании запасов, а также мониторинге материальных ресурсов.

*Выводы.* В современных условиях предприятия по производству комбикормов не имеют достаточного количества свободных денежных средств для инвестирования на реконструкцию и обновление внеоборотных активов, а в технологическом процессе

задействовано большое количество машин и механизмов, которые не только требуют своевременного обновления, но и повышения надежности работы оборудования, поэтому стратегия этих предприятий должна быть направлена на меры, позволяющие повысить надежность, эффективность работы машин и механизмов, продления срока их службы.

Технологические особенности предприятий по производству комбикормов связаны со спецификой используемого сырья. Используемое сырье для производства комбикормов диктует необходимость обеспечения соответствующих условий по транспортировке, хранению, переработке и реализации. Авторы предлагают в стратегии развития предприятий по производству комбикормов внедрять экономические меры, предполагающие оптимизацию запасов и затрат на хранение сырья, результатом которых является повышение эффективности деятельности. Авторы считают, что внедрение вышеперечисленных мероприятий позволит без финансовых вложений повысить эффективность деятельности предприятий по производству комбикормов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Организационно-управленческие инновации: развитие экономики основанной на знаниях. Национальный доклад / Под. Ред. С.В. Литовченко. – М.: Ассоциация Менеджеров. – 2008.

2. Коба Е.Е. Особенности планирования производственных запасов на промышленных предприятиях / Е.Е. Коба. // Журнал «Научный аспект», 2013г., № 2 – том 2. - 209-210 с.

3. Шамина Л.К. Методология и методика инновационными процессами на предприятии: Монография / - СПб: Институт бизнеса и права, 2011.

4. Organizational and managerial innovation: the development of a knowledge-based economy. National report / Under. Ed. SV Litovchenko. - М.: Association of Managers. - 2008.

5. Koba EE Features planning inventories in industry / EE Koba. // Journal "Scientific Aspects", 2013., № 2 - Volume 2 -209-210 with.

6. Shamina LK Methodology and methods of innovation processes in the enterprise: Monograph / - St. Petersburg: Institute of Business and Law, 2011.

#### BIBLIOGRAPHY

1. And managerial innovations: development of economics based on knowledge. National report / . Pod red. S.V.Litovchenko. – М.:Assotsiatsiia menedzherov. – 2008.

2. Koba Ye.Ye. Peculiarities of planning productional stocks at productional enterprises. / Ye.Ye. Koba. // Zhurnal “Nauchny aspect”, 2013g., № 2 – том 2. -209-210 s.

3. Shamina L.K. Methodology and methods of innovative processes at the enterprise: Monograph / - SPb: institute biznesa i prava, 2011.

4. Organizational and managerial innovation: the development of a knowledge-based economy. National report / Under. Ed. SV Litovchenko. - М.: Association of Managers. - 2008.

5. Koba E.E. Features planning inventories in industry / E.E. Koba. // Journal "Scientific Aspects", 2013., № 2 - Volume 2, S.209-210.

6. Shamina L.K. Methodology and methods of innovation processes in the enterprise: Monograph / - St. Petersburg: Institute of Business and Law, 2011.



## MEANS OF IMPROVEMENT ENTERPRISES IN MODERN CONDITIONS

Koba Ye.Ye., Koba Ye.Ye., Vasina N.V.

### *Summary*

The importance of mixed fodder production in the agricultural sector in Russia has been substantiated in the article. The proposals for improving the efficiency of enterprises on fodder production have been considered. One of the proposals the authors have made is to introduce a change in the organizational structure of the repair service by distinguishing of two divisions: mechanical headed by chief mechanic and power engineering led by chief power engineer. In addition, the authors propose to optimize inventory and storage costs of raw materials resulting to the increased performance.

**Key words:** agro-industrial complex, mixed fodder production, organizational and managerial innovations.

УДК 332.146.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ КАК ИНСТРУМЕНТА ФОРСАЙТА

Ткачук А.Е. к. с.-х. н., доц. \*

Емелина Г.С.

*Запорожский национальный технический университет*

г. Запорожье, Украина

e-mail: oferta@bigmir.net

**Аннотация.** В статье рассмотрены результаты использования метода критических технологий форсайта применительно к аграрному сектору на региональном уровне, рассматривая регион как субъект конкурентных процессов в условиях глобализации. Дано понятие критической технологии в АПК на региональном уровне, способной при реализации заключительной фазы форсайта повлиять на производство отрасли, рынки, окружающую среду и в конечном результате – на конкурентоспособность отрасли региона.

Результаты исследований выявили, что технология пастбищного содержания молочного стада может стать критичной технологией, потенциальным фактором возрождения животноводства в регионе. Изложенный подход решит проблему сохранения почвенного плодородия как ключевой компетенции в развитии АПК региона, необходимого для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также позволит решить социальные проблемы с созданием рабочих мест, обеспечения населения продуктами питания в соответствие с медицинскими нормами, развитие рынка молочной продукции.

**Ключевые слова:** форсайт, прогнозирование будущего, критические технологии, коммуникация.

---

\* Публикуется по рекомендации: акад. МААО, д.т.н., проф. Бабицкого Л.Ф.

*Постановка проблемы.* В современной науке существует множество методов и технологий экономического прогнозирования, которые с разной степенью возможности могут представить реальную картину будущего. Они достаточно широко освещены в мировой научной литературе. В мировой практике в качестве эффективного инструмента прогнозирования рассматривается технология форсайт (от англ. foresight – «предвидение»), предназначенная для исследования будущего или как прогнозирование будущего развития отраслей экономической деятельности. Большинство авторов публикаций рассматривают применение форсайта на национальном, глобальном уровне.

Значительно меньше публикаций рассматривают практику применения форсайта на региональном уровне. Отсутствие опыта по практическому применению в качестве эффективного инструмента – одна из проблем в повышении конкурентоспособности регионов в сложившихся условиях.

*Анализ последних достижений и публикаций.* В экономической литературе раскрываются различные аспекты технологии форсайта, в частности, Европейская ассоциация трансфера технологий, инноваций и промышленной информации (CORDIS) в своих программных материалах описывает следующим образом: форсайт (foresight) включает в себя действия, ориентированные на мышление, обсуждение и очерчивание будущего, EU FOREN Guide – программа форсайта в Германии рассматривает форсайт как систематический, совместный процесс построения видения будущего, нацеленный на повышение качества принимаемых в настоящее время решений и ускорение совместных действий, Австралийский Центр Инноваций определяет форсайт как систематическое размышление о будущем и воздействие на будущее [1].

Б. Мартин предложил классическое, по мнению многих ученых, определение данной технологии: «процесс, связанный с систематической попыткой заглянуть в отдаленное будущее науки, технологии, экономики и общества с целью определения областей стратегических исследований и технологий, которые, вероятно, могут принести наибольшие экономические и социальные выгоды» [2]; Л.М. Гохберг – российский профессор считает, что «Форсайт – это система методов экспертной оценки долгосрочных перспектив инновационного развития» [3]; директор германского Центра исследований будущего и Форсайта IS К. Кульс, указывает, что форсайт – это не только «выбор победителей» в исследованиях и технологиях, например, стратегически важных направлений исследований, технологий, но и выбор проигравших, «неудачников» т. е. тех направлений, которые не будут развиваться [3].

Нерешенной частью общей проблемы является недостаточная изученность практики выделения «критических технологий», способных применить одно из определяющих отличий форсайта от других методов – повлиять на будущее, попытаться сформировать его, использовать для активного управления событиями и разработки практических мер для достижения выбранных ориентиров путем мотивации активности гражданских институтов.

*Цель исследования.* Цель данной работы заключается в определении критической технологии в АПК на региональном уровне, способной при реализации фазы постфорсайта повлиять на производство отрасли, рынка, окружающую среду и в конечном результате – на конкурентоспособность отрасли региона.

*Основная часть.* Термин критические технологии понимается по Бимберу и Поппер из RAND как фактор/критерий оценки в конкретных областях, связывая, таким образом технологии с процессом производства какого – либо определенного продукта. В этом случае определение «критичности» понимается не как характеристика самой технологии, а как качество, присущее продукту, который был получен на выходе, в результате использования конкретной технологии [4, с. 29].

Исследование критических технологий можно проводить не только в области технологий, но также применять эти методы и в социально – экономической сфере. Однако для этого необходимо разработать новые, усовершенствованные критерии определения того, что считать критичностью. Для критических технологий эти критерии выглядят следующим образом. Критические технологии должны:

- соотносится с политическим курсом и принятием решений;
- четко разделять, что считать критическим (передовым) и некритическим в технологиях;
- получать воспроизводимый результат, который может впоследствии использоваться в других областях и не слишком компетентными людьми [4, с. 30].

Нами выбран региональный форсайт, потому что конкурентоспособность региона означает способность воспринимать тенденции глобального развития, приспосабливаться к ним и приспосабливать их к себе таким образом, чтобы включиться в глобальные процессы, не разрушая внутренней целостности и сохраняя свою национально – культурную идентичность [6].

Очерчивая область применения форсайта, не возможно не коснуться таких ключевых вопросов данной области, каким является агроэкологическое состояние земель, тесно связанное со спецификой и особенностью земельных ресурсов как средства производства и являющегося определяющей ключевой компетенцией, главным богатством региона; социальными вопросами – создания рабочих мест в сельской местности, обеспечение производства продуктов питания для населения, необходимого по медицинским нормам и по доступным ценам, изменение ценовой политики на продукцию АПК и рынок. Все перечисленные аспекты имеют прямое отношение к содержанию термина «конкурентоспособность» для региона.

В 2013 году Запорожский регион находился на пятом месте в Украине по производству семян подсолнечника и озимой пшеницы, но при условии сохранения выявленной в процессе анализа тенденции может утратить этот статус.

Внутренний анализ показал, что при существующем положении дел в АПК, регион рискует утратить в ближайшие годы свою главную ключевую компетенцию – плодородие земель. По данным Государственного агентства земельных ресурсов в Запорожской области, 1545,5 тыс. га обследованных пахотных земель области имеют различный процент гумуса [7]:

- а) 1,3 тыс. га имеют содержание гумуса в пахотном слое больше 5,0 %;
- б) 83,0 тыс. га – от 4,1 до 5,0 %;
- в) 520,0 – от 3,1 до 4,0 %;
- г) 771,4 – от 2,1 до 3,0 %;
- д) меньше 2 % гумуса – 169,8 тыс. га.

В таких условиях 85-90 % урожая сельскохозяйственных культур получаем за счет естественного плодородия почв и только 10-15 % – за счет внесенных удобрений. Сложился остродефицитный баланс гумуса и элементов минерального питания растений. В среднем за 2010 – 2012 годы отрицательный баланс гумуса в области достиг 712 кг/га, с колебаниями по районам от 500 до 800 кг/га [8].

Данная ситуация сложилась в результате катастрофического снижения вносимых минеральных и органических удобрений на фоне увеличения производства зерновых и подсолнечника. В 2013 году внесение органических удобрений составило лишь 103,9 тыс. т., что в 103 раза меньше, чем в 1990 году (рис.1).

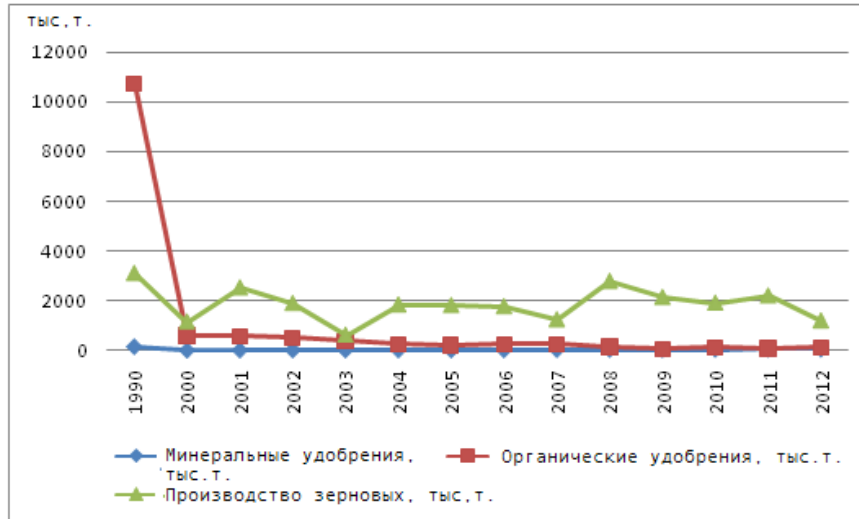


Рисунок 1- Внесение минеральных, органических удобрений и объемы производства зерновых в Запорожском регионе в 1990 – 2013 годах

Сельскохозяйственные земли региона находятся в кризисном состоянии. Наблюдается снижение плодородия почв через потерю гумуса и основных элементов питания растений. Дефицит органических удобрений сложился в результате резкого сокращения поголовья крупного рогатого скота. На 1 января 2013 года поголовье коров в сельскохозяйственных предприятиях региона составляет 9,3 тыс. голов – 2,8 % от показателя на 1991 год [13;14;15]. Сокращение производства животноводческой продукции происходит потому, что производить ее невыгодно.

Таблица 1- Результаты реализации молока в Запорожском регионе

Показатель	Год			
	2010	2011	2012	2013
Себестоимость 1 ц, грн.	249,81	290,08	327,95	332,06
Средняя цена реализации 1 ц, грн.	280,59	309,34	272,98	322,19
Уровень рентабельности (убыточности), %	12,32	6,64	-16,76	-2,97

В 2013 году убыточность производства молока составила близко 3% (табл. 1), убыточность выращивания крупного рогатого скота на мясо – 45% (табл. 2) [9;10;11;12].

Таблица 2 - Результаты реализации мяса крупного рогатого скота в Запорожском регионе

Показатель	Год			
	2010	2011	2012	2013
Себестоимость 1 ц, грн.	1528,50	1691,23	2045,86	1917,00
Средняя цена реализации 1 ц, грн.	933,26	1200,09	1266,30	1051,23
Уровень рентабельности (убыточности), %	-38,94	-29,04	-38,10	-45,16

Поскольку производство молока и мяса крупного рогатого скота нерентабельно, сельскохозяйственные производители региона отдадут преимущество производству растениеводческой продукции - производству пшеницы и подсолнечнику.

Из табл. 3 видно, что с 2008 года доля продукции растениеводства превышает 70 %.

Таблица 3 - Структура продукции сельского хозяйства Запорожской области

Год		1995	2000	2005	2006	2007	2008
Продукция растениеводства, %		52,7	56,8	72,8	64,5	57,2	70,0
Продукция животноводства, %		47,3	43,2	27,2	35,5	42,8	30,0
		2009	2010	2011	2012	2013	
Продукция растениеводства, %		72,5	72,5	76,5	70,1	76,7	
Продукция животноводства, %		27,5	27,5	23,5	29,9	23,3	

Доля продукции животноводства в 2013 году сократилась до 23,3 %. Сложившаяся диспропорция в развитии между животноводством и растениеводством помимо экологической проблемы создало ряд социальных проблем. Сокращение сектора животноводства привело к росту безработицы на селе.

С 1990 по 2013 год производство молока сократилось более чем в 25 раз [13;14;15]. Рекомендованной нормой потребления молока и молочных продуктов является 392 кг на человека в год. Объем производства молока на одного человека сокращается. У 1995 году на одного человека было произведено 280 кг молока, у 2004 году – 200, у 2013 – 149 кг. Фонд потребления молока и молочных продуктов в регионе сократился с 436,5 тыс. т. в 1995 до 320,9 тыс. т. в 2000 году [16;17]. С 2001 года наблюдается тенденция роста и в течение последних десяти лет фонд потребления составляет в среднем близко 337,6 тыс. т. на год. Потребление молока и молочных продуктов на одного человека в год стабилизировался на уровне 180 – 190 кг, что намного ниже рекомендованной нормы [16;17].

В сравнении с показателями развитых стран Европы, такая тенденция приобретает угрожающий характер для здоровья населения. Например, во Франции один человек потребляет близко 400 кг молочных продуктов в год, жители скандинавских стран (Швеции, Дании, Финляндии) потребляют более 500 кг молока в год [18].

Анализ потребления мяса крупного рогатого скота показывает, что производство говядины и телятины на одного человека снижается с 21 кг в 1990 до 6 кг в 2010 – 2013 годах. Рациональная норма, соответствующая научно – обоснованному питанию, предусматривает потребление человеком 82 кг мяса в год, из них 32 кг (39 %) говядины.

Потребление мяса и мясных продуктов на одного человека в Запорожском регионе значительно меньше нормы [16;17]. В 2013 году потребление мяса на одного человека составило 54,6 кг в год.

Объем производства молока и говядины зависит от поголовья крупного рогатого скота, в том числе и коров. По статистическим данным [19;20;21;22] в Запорожском регионе поголовье крупного рогатого скота сокращается с каждым годом.

Логичным решением проблемы низкой рентабельности производства молока является снижение его себестоимости сокращением наиболее затратных статей. Расчеты свидетельствуют, что в 2013 году наибольшую долю в структуре себестоимости производства молока составляют затраты на корма - 53 % [15;19].

Поскольку в регионе преобладает стойловое содержание коров, значительную долю в себестоимости кормов составляют затраты на горюче-смазочные материалы на об-

работку почвы, уход за посевами, скашивание, транспортировку кормов к животноводческим комплексам, их разгрузку и раздачу животным. Альтернативой может стать система пастбищного содержания крупного рогатого скота, которая успешно используется в передовых странах – производителях коровьего молока.

Популярность и эффективность молочного производства на основе пастбищной системы содержания связана с распространением так называемой «Новозеландской системы» («The New Zealand System»), которая сформирована в Новой Зеландии и основывается исключительно на пастбищной системе производства молока.

В Соединенных Штатах Америки затраты на корма в производстве молока составляют 35-50 %. Доказано, что рационально организованное производство молока на основе пастбищного содержания коров сокращает производственные затраты и повышает чистый доход мелких и средних предприятий на 150 долларов на одну корову в сравнении с обычной системой содержания [25].

Исследования украинских ученых также подтверждают, что наиболее действенным способом решения проблемы эффективного ведения отрасли молочного скотоводства должно стать широкое внедрение в регионе пастбищного способа содержания коров в летний период. Исследователями Крымского института агропромышленного производства был проведен эксперимент по экономической оценке типов содержания и рационов кормления коров [26, с. 43 – 49], результаты которого приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Экономическая оценка типов содержания коров в летний период при среднегодовых надоях молока 5000 кг/гол [26, с. 46]

Показатель	Типы содержания		
	1	2	3
Среднесуточный надой, кг/гол	16,7	16,7	16,7
Суточная потребность корма, к. ед./гол.	13,2	13,2	13,2
Затраты корма на 1 кг молока, к. ед.	0,79	0,79	0,79
Площадь кормовых культур на 1 голову, га	0,62	0,43	0,49
Площадь кормовых культур для производства 1 т молока, га	0,12	0,09	0,1
Стоимость суточного рациона, грн.	5,03	3,16	4,1
Себестоимость корм. ед., грн.	0,38	0,24	0,31
Себестоимость молока, грн./кг	0,86	0,54	0,7

Примечание. 1 - Стойловый с использованием культур зеленого конвейера. 2 - Пастбищный. 3 - Пастбищный с подкормкой культур зеленого конвейера (50 %).

Благодаря использованию более дешевых и полноценных кормов при выпасе скота себестоимость кормовой единицы в рационах кормления ниже на 0,14 грн., а площадь кормовых угодий на голову меньше на 0,19 га и на 0,03 га на производство тонны молока в сравнении с стойловым способом содержания животных и кормления их кормами зеленого конвейера. Себестоимость производства молока при этом ниже на 0,32 грн./кг.

Результаты исследования выявили, что за счет сокращения затрат, связанных с скашиванием, транспортированием и раздачей кормов животным, себестоимость кормовых единиц при пастбищном содержании снижается на 37 %, что позволяет значительно повысить рентабельность производства молока.

Подводя итог вышеизложенным аргументам, можно сделать вывод, что технология пастбищного содержания молочного стада может стать критичной технологией, потенциальным фактором возрождения животноводства.

При использовании пастбищного содержания коров в условиях Запорожского региона возможно реальное сокращение затрат на корма на 20 – 30 %, что в соответствии к показателям 2013 года повышает рентабельность производства молока до 8 – 15 %.

Таким образом, ключевым фактором успеха в возрождении молочного животноводства в Запорожском регионе является освоение и внедрение современной технологии, которая сделает возможным повышение продуктивности, качества производства и снижения себестоимости продукции. Развитие производства молока должно базироваться на кормах собственного производства. Изложенный подход решит проблему сохранения почвенного плодородия как ключевой компетенции в развитии АПК региона, необходимого для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также позволит решить социальные проблемы с созданием рабочих мест, обеспечения населения продуктами питания в соответствии с медицинскими нормами, развитие рынка молочной продукции.

Наличие инициативной группы и артефакта критической технологии, способной повлиять на будущее, попытаться сформировать его, использовать для активного управления событиями и разработки практических мер для достижения выбранных ориентиров – важный результат. Главная проблема форсайта заключается в том как, интегрировать его результаты в политический процесс.

К участникам данного этапа привлекаются (рис.2) субъекты государственной власти и органы местного самоуправления, крупный и средний бизнес, исследовательские учреждения и высшие учебные заведения, инфраструктурные предприятия, общественные организации.

Задача данного этапа – согласовать «идеальное», научное видение с реальными особенностями и возможностями практики, выявить ограничения, оценить организационные особенности и условия [27].

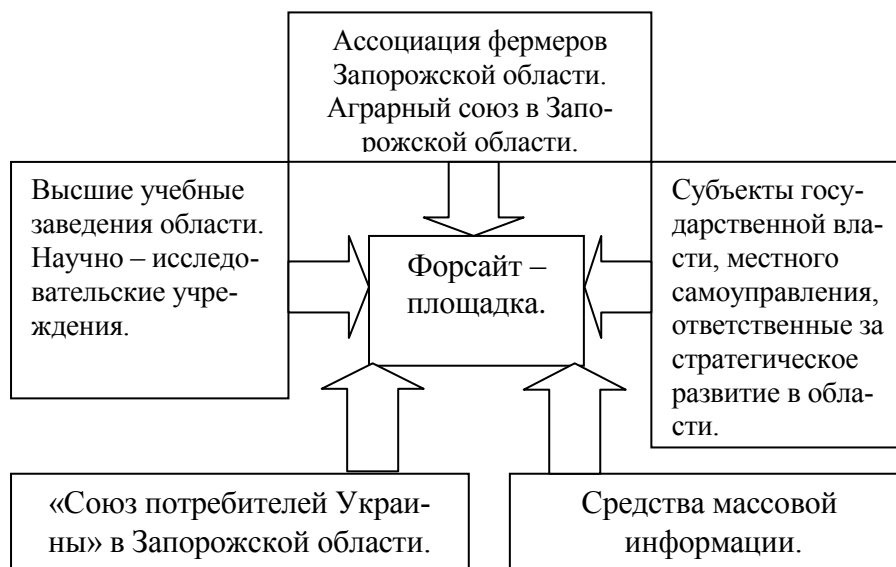


Рисунок 2 - Форсайт – площадка на региональном уровне

Целью данного этапа - формирование единого представления о сложившейся ситуации в регионе, отношения к выработанным решениям и направлениям развития у всех представителей заинтересованной общественности и создание таким образом возможности повлиять на развитие отдаленного будущего.

*Выводы.* Технология пастбищного содержания животных, опирающаяся на современные достижения в науке и практике, может стать предметом диалога и последующего взаимодействия между всеми заинтересованными участниками по разрешению проблем, связанных с ухудшением окружающей среды – снижением почвенного плодородия – ключевой компетенции региона, ростом безработицы на селе, ликвидации диспропорций в аграрном секторе между животноводством и растениеводством, с увеличением производства животноводческой продукции в соответствии с медицинскими нормами и по доступным ценам и тем самым заложить основы изменений на пути повышения конкурентоспособности региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Форсайтные методы исследований в мировой практике [Электронный ресурс] / С.Б. Ахметжанова, А.Б. Маринова, М.Б. Тусунбекова, К.М. Сагинбекова // Режим доступа : [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q)
2. Куклина И. Форсайт как инструмент активного исследования и формирования будущего / И. Куклина // Российское экспертное обозрение. 2007. - № 3. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.rusrev.org/content/review/default.asp?shmode=8ida=1759ids=143>
3. Сизов В.С. Форсайт: понятие, задачи и методология. г. Киров 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.rektor.vsei.ru/staty/staty23.pdf>
4. Учебник по форсайту «Общество знаний». Развернутый конспект. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q)
5. Соколов А.В. Метод критических технологий [Электронный ресурс]. - Режим доступа : [http://www.hse.ru/data/2011/09/28/1269981637соколов\\_КТ.pdf](http://www.hse.ru/data/2011/09/28/1269981637соколов_КТ.pdf)
6. Калюжнова Н.Я. Роль форсайта в повышении конкурентоспособности региона в «новой экономике» // Альманах "Наука. Инновации. Образование", 2008 г. 5-й специализированный выпуск «Основы и практика применения Форсайта». с. 273
7. Проблемы земельной отрасли Запорожской области и пути их решения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestiya.in.ua/ekskluziv/problemi-zamelnoi-otrasli-zaporojskoi-oblasti-i-pyti-ih-resheniya-.html>
8. Маркін О. М. Якісний стан ґрунтів Запорізької області та шляхи підвищення їх родючості / О. М. Маркін , О.О. Сезоненко, О. В. Головченко і інш. // Інформаційний збірник м. Запоріжжя – 2011. – 66 с.
9. Статистичний бюлетень «Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2010 рік» // Державний комітет статистики України. – Київ, 2011. – 88 с.
10. Статистичний бюлетень «Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2011 рік» // Державний комітет статистики України. – Київ, 2012. – 88 с.
11. Статистичний бюлетень «Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2012 рік» // Державний комітет статистики України. – Київ, 2013. – 88 с.
12. Статистичний бюлетень «Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2013 рік» // Державний комітет статистики України. – Київ, 2014. – 84 с.
13. Статистичний щорічник Запорізької області за 2004 рік // за ред. В. П. Головешка / Держ. служба статистики України, Голов. управ. статистики у Запоріж. обл. – Запоріжжя, 2005. – 406 с.



14. Статистичний щорічник Запорізької області за 2012 рік // за ред. В. П. Головешка / Держ. служба статистики України, Голов. управління статистики у Запорізькій обл. – Запоріжжя, 2013. – 504 с.
15. Статистичний збірник «Тваринництво України» 2013 року // Державна служба статистики України. – Київ, 2014. – 200 с.
16. Статистичний збірник «Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України» 2008 року // Державна служба статистики України. – Київ, 2009. – 55 с.
17. Статистичний збірник «Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України» 2013 року // Державна служба статистики України. – Київ, 2014. – 57 с.
18. Украинцы потребляют почти в три раза меньше годовой нормы молока. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://zn.ua/ECONOMICS/ukraintsy\\_potreblayut\\_pochti\\_v\\_tri\\_raza\\_menshe\\_godovoy\\_normy\\_moloka.html](http://zn.ua/ECONOMICS/ukraintsy_potreblayut_pochti_v_tri_raza_menshe_godovoy_normy_moloka.html)
19. Статистичний збірник «Тваринництво України» 2013 року // Державна служба статистики України. – Київ, 2014. – 200 с.
20. Статистичний збірник «Тваринництво України» 2011 року // Державна служба статистики України. – Київ, 2012. – 211 с.
21. Статистичний щорічник Запорізької області за 2008 рік // за ред. В. П. Головешка / Держ. служба статистики України, Голов. управління статистики у Запорізькій обл. – Запоріжжя, 2013. – 488 с.
22. About Fonterra: factsheet 27.08.2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fonterra.com/global/en/connect/949fd47a-c6bf-415b-a209-3a5e4293f789/About+Fonterra+factsheet.pdf?MOD=AJPERES>
23. IFCN Top 20 milk processor list 2014 – ranked by milk intake. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ifcdairy.org/media/bilder/inhalt/News/Top-20-milk-processor-list---IFCN.pdf>
24. Feeding High Production Cows on Pasture: Pasture Management. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du\\_503.en\\_.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_503.en_.pdf)
25. Приходько О.В. Економічна оцінка типів утримання та раціонів годівлі корів в Автономній Республіці Крим / О.В. Петрович, С.А. Прасолов // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2011. – №10 (50). – С. 43 – 49.
26. Э.И. Крымова Форсайт как политическая коммуникативная технология. Известия Алтайского государственного университета. Вып. № 4 – 4. 2009 с. 299

#### BIBLIOGRAPHY

1. Foresight research methods in the world / S.B Ahmetzha A.B. Marinova, M.B. Tusunbekova, K.M. Saginbekova. Available at: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q) (access February 23, 2015)
2. Kuklina, I. (2007). Foresight as a tool of active research and shaping the future. /I. Kuklina // Russian Expert Review, no. 3, available at: <http://www.rusrev.org/content/review/default.asp?shmode=8ida=1759ids=143> (access February 23, 2015)
3. Sizov, V.S. (2012). Foresight: concept, objectives and methodology.- Kirov, available at: <http://www.rektor.vsei.ru/staty/staty23.pdf> (access February 23, 2015)
4. Textbook of foresight. Obschestvo znania. Extended abstract, available at: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q) (access February 23, 2015)
5. Sokolov A.V. Method of critical technologies. Available at: [http://www.hse.ru/data/2011/09/28/1269981637соколов\\_КТ.pdf](http://www.hse.ru/data/2011/09/28/1269981637соколов_КТ.pdf) (access February 23, 2015)

6. Kaliuzhnova, N.Ya. (2008). The role of foresight in improving the competitiveness of the region in the "new economy". Almanakh "Nauka. Innovatsii. Obrazovanie", spetsializirovannyi vypusk «Osnovy i praktika primeneniya Forsayta», No. 5, S. 273
7. Problems of land sector in Zaporozhye region and their solutions. Available at: <http://izvestiya.in.ua/ekskluziv/problemi-zamelnoi-otrasli-zaporozhskoi-oblasti-i-pyti-ih-resheniya-.html> (access February 23, 2015)
8. Markin, O. M., Sezonenko, O.O., and Holovchenko O. V. (2011). Soil quality state in Zaporozhye region and ways to improve their fertility / Informatsiyni zbirnyk, Zaporizhzhia, Ukraine
9. Statistic bulletin «Main economic indicators of agricultural production in farm enterprises in 2010» // Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2011. – 88 s.
10. Statistic bulletin «Main economic indicators of agricultural production in farm enterprises in 2011» // Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2012. – 88 s.
11. Statistic bulletin «Main economic indicators of agricultural production in farm enterprises in 2012» // Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2013. – 88 s.
12. Statistic bulletin «Main economic indicators of agricultural production in farm enterprises in 2013» // Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2014. – 84 s.
13. Statistic annual of Zaporizhia region in 2004 // za red. V. P. Holoveshka / Derzh. sluzhba statystyky Ukrainy. –Zaporizhia, 2005. – 406 s.
14. Statistic annual of Zaporizhia region in 2012 // za red. V. P. Holoveshka / Derzh. sluzhba statystyky Ukrainy. –Zaporizhia, 2013. – 504 s.
15. Statistic digest «Animal husbandry in Ukraine» 2013 // Derzhavna sluzhba komitetu statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2014. – 200 s.
16. Statistic digest «Balances and consumption of major food products by population of Ukraine» 2008 // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Kyiv, 2009. – 55 s.
17. Statistic digest «Balances and consumption of food products by population of Ukraine» 2013 // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Kyiv, 2014. – 57 s.
18. Ukrainians consume almost three times less of the annual milk norm. – [electronic resource]. – Available at: [http://zn.ua/ECONOMICS/ukraintsy\\_potreblyayut\\_pochti\\_v\\_tri\\_raza\\_menshe\\_godovoy\\_normy\\_moloka.html](http://zn.ua/ECONOMICS/ukraintsy_potreblyayut_pochti_v_tri_raza_menshe_godovoy_normy_moloka.html).
19. Statistic annual «Animal husbandry of Ukraine» 2013 // Derzhavna sluzhba komitetu statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2014. – 200 s.
20. Statistic annual «Animal husbandry of Ukraine» 2011 // Derzhavna sluzhba komitetu statystyky Ukrainy. - Kyiv, 2012. – 211 s.
21. Statistic annual Zaporizhia region 2008//za red. V.P. Holoveshka / Derzh. sluzhba statystyky Ukrainy, Golov. Upravlinnia statystyky u Zaporiz'kii obl. – Zaporizhia, 2013. – 488 s.
22. About Fonterra: factsheet 27.08.2014. – [Electronic resource]. – Available at: <http://www.fonterra.com/global/en/connect/949fd47a-c6bf-415b-a209-3a5e4293f789/About+Fonterra+factsheet.pdf?MOD=AJPERES>
23. IFCN Top 20 milk processor list 2014 – ranked by milk intake. – [Electronic resource]. – available at: <http://www.ifcdairy.org/media/bilder/inhalt/News/Top-20-milk-processor-list---IFCN.pdf>
24. Feeding High Production Cows on Pasture: Pasture Management. – [Electronic resource]. – available at: [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du\\_503.en\\_.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_503.en_.pdf)
25. Pryhod'ko O.V. Economic evaluation of types for keeping rations for cow feeding in Autonomous Republic of Crimea/ Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'kogo natsional'nogo universytetu. – 2011. – №10 (50). – S. 43 – 49.
26. Krymova E.I. Foresight as political communicative technology. Izvestia Altaiskogo gosydarstvennogo universiteta. Vyp. № 4 – 4. 2009 s. 299.

**THE PROSPECTS OF CRITICAL TECHNOLOGIES APPLICATION IN THE  
AGRICULTURAL SECTOR AT THE REGIONAL LEVEL  
AS A FORESIGHT TOOL**

Tkachuk A. E., Yemelina G.S.

*Summary*

The article describes the results of an attempt to use the method of critical technologies of foresight in relation to the agricultural sector at the regional level, considering the region as a subject of competitive processes in the context of globalization. The purpose of the study is to identify the critical technologies in the agricultural sector at the regional level, capable of the implementation of the final phase of foresight affect the production industry, markets, the environment and the final result - on the competitiveness of industry in the region. Outlining the scope of the foresight, the authors have examined the key issues of the region - what are the agro-ecological condition of the land, social issues - the creation of jobs in rural areas, providing food for the population required medical standards and at affordable prices. The researchers focused their foresight focus on trends in the development of innovations in the field of science and technology. The results of the study found that technology grazing dairy herd could be critical technology, potential factor revival of livestock in the region. The above approach will solve the problem of maintaining soil fertility as a key competence in the development of agriculture in the region needed to obtain high yields of crops and allow to solve social problems with job creation, providing the population with food products in accordance with the rules of medical science, the development of the dairy market.

**Key words:** foresight, forecasting the future, critical technology, communication.

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації  
КВ № 19398-9198 Р  
від 01.10.2012 р.

Підписано до друку 10.06.2015 р.  
Формат видання 60x84, друк офс.  
22,5 умов., друк. арк.  
тираж 100 прим.  
ПП Видавництво Олді-Плюс  
Верстка, дизайн: Якунічева А.Ю.

Адреса редакції:  
просп. Б. Хмельницького 18, ауд. 2.107.  
м. Мелітополь, Запорізька обл.,  
72312 Україна  
Тел. +380619422585  
e-mail: uv.maa@mail.ru

© Українське відділення міжнародної громадської організації  
Міжнародна Академія аграрної освіти, 2015