

УДК 631.334

## АНАЛІЗ ПРАВОВИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКУ БІОПАЛИВ В ЄВРОСОЮЗІ ТА УКРАЇНІ

Даценко М.С.

*Міністерство аграрної політики України*

Тел. (0619) 42-12-65

**Анотація** - в статті наведено аналіз правових актів функціонування ринку біопалива в Євросоюзі та Україні. Наведено темпи зростання обсягів виробництва біопалива та причини відставання України в галузі біоенергетики.

**Ключові слова** – аналіз, ринок, біопаливо, біоенергетика.

*Актуальність.* За інформацією провідних європейських експертів запаси мінеральної нафти, вугілля та природного газу обмежені, і в цьому столітті в зв'язку з прогнозованим стрімким ростом населення майже в 1,5 рази, передбачається підвищений попит на енергоносії та продукти харчування.

Стрімкий попит на чорне золото завжди призводить до того, що вартість енергоресурсів, постійно стрімко зростає.

Ніхто з аналітиків не може точно спрогнозувати коли остання краплина нафти та газу витече із трубопроводів, але всі одноставно сходяться до думки, що такий час не за горами. Крім того стратегічно важливі запаси нафти та газу знаходяться в політично нестабільних регіонах.

Переживши дві нафтові кризи в 70-х роках минулого сторіччя, країни ЄС визначили небезпеку залежності від обмеженого джерела поставок енергоресурсів та розпочали активні пошуки шляхів їх диверсифікації.

Більшість експертів вважає що ера дешевої нафти та газу закінчилась. До того спеціалістів хвилює не тільки проблема дефіциту ресурсів нафти і газу.

Парниковий ефект і зв'язане з ним нагрівання атмосфери Землі встановлює чіткі межі, коли при їх перевищенні можуть виникнути умови, які можуть привести до непередбачуваних наслідків в зміні клімату та житті на Землі. Природні антропогенні викиди з морів та океанів, прискорюються емісією вуглекислого газу та інших парникових газів які утворюються при згорянні величезної кількості викопної сировини в двигунах внутрішнього згорання.

*Законодавча база Євросоюзу.* В 1997 році країни ЄС сформували нову стратегію і план дій Європейського Союзу в галузі енергети-

ки, основу на впровадженні відновлювальних джерел енергії під назвою: Біла книга «Енергія майбутнього: відновлювальні джерела енергії»[1], яка передбачала три ключових цілі нової енергетичної політики, включаючи підвищення конкурентноздатності, посилення надійності енергопостачання та впровадження заходів по захисту навколишнього природного середовища.

Основна мета стратегії розвитку відновлювальних джерел енергії полягає в забезпеченні гарантій того, що потреба в просуванні цих видів енергії на ринок буде мати політичну і економічну підтримку та координацію впровадження на всіх рівнях.

У 2000 році було уточнено стратегію Євросоюзу під назвою: «В напрямі європейської стратегії безпеки поставок енергії» (Green Paper Towards a European strategy for the security of energy supply COM(2000) 769 final) (далі – Зелена книга) [2].

Основна ідея пропонованої політики полягала не тільки в тому, щоб досягти енергетичної самодостатності та зменшити залежність від зовнішніх поставок, а, насамперед, у тому, щоб мінімізувати ризики, пов'язані з такою залежністю. Одним із головних пріоритетів в цьому напрямі Зелена книга вказує диверсифікацію різних джерел енергії, як географічну, так і за видом енергоносія.

Європейська Рада в 2001 році погодила Стратегію Співтовариства щодо сталого розвитку, вказавши на заходи, що мають бути вжиті стосовно біологічного палива:

- для дотримання зобов'язань за Кіотським протоколом ЄС намагатиметься зменшувати викиди газів, що спричиняють парниковий ефект, щорічно до 2020 року на 1% від рівня, що існував на 1990 рік;
- прийняття до 2002 року директиви щодо оподаткування енергоносіїв. Протягом двох років після цього Комісія оголосила свій намір запропонувати ще більш радикальні заходи в сфері оподаткування енергоносіїв, спрямовані на забезпечення охорони довкілля, з метою повного перенесення зовнішніх витрат на суб'єктів господарювання, а також індексації мінімальних рівнів акцизного збору принаймні відповідно до рівня інфляції;
- поступове згортання субсидіювання виробництва твердого палива та його споживання до 2010 року;
- вжиття заходів щодо зменшення викидів газів, що спричиняють парниковий ефект, які розроблятимуться відповідно до результатів Європейської програми стосовно зміни клімату;
- запровадження заходів в сфері підтримки та розвитку альтернативного палива, зокрема біологічного, з метою доведення рівня його споживання транспортними засобами до 7% на 2010 рік та принаймні до 20% на 2020 рік;

Комісія висловила думку, що найпростішим засобом забезпечення широкомасштабного просування біологічного палива на ринку у довгостроковій перспективі є запровадження обов'язкового додавання певного обсягу біологічного палива у бензин та дизельне паливо, що реалізується на ринку Співтовариства.

Одним з головних рішень Євросоюзу, було прийняття Директиви 2003/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради про сприяння використанню біологічного палива або інших видів поновлюваного палива для транспорту від 8 травня 2003 року (далі – *Директива 2003/30/ЄС*) [3], головною метою якої є сприяння використанню біопалив транспортними засобами замість дизпалива та бензину для досягнення таких цілей, як виконання зобов'язань щодо запобігання змінам клімату, екологічна безпечність постачання палив і сприяння використанню відновлювальних джерел енергії.

Країни Євросоюзу зобов'язані забезпечити встановлення індикативних планів мінімальної частки біопалив на своїх ринках, в тому числі:

- до 31 грудня 2005 року 2%;
- до 31 грудня 2010 року 5,75%;

та щороку до 1-го липня звітувати Євро комісії щодо заходів, ужитих для сприяння використанню біопалив.

Всі країни-учасниці повинні прийняти національні законодавства, адаптовані з цією Директивою.

Збільшення частки біологічного палива на національних ринках та на ринку Співтовариства залежить від доступності ресурсів та сировини, від національної політики та політики Співтовариства, спрямованих на підтримку використання біологічного палива, та від податкових заходів, а також від належного залучення всіх зацікавлених сторін у процес розробки та обговорення відповідних заходів на національному рівні.

При цьому національна політика, повинна бути спрямована на заохочення використання біологічного палива, не повинна вести до заборони вільного руху палива, яке відповідає гармонізованим екологічним специфікаціям, встановленим в законодавстві Співтовариства.

Значним кроком у створенні єдиної системи оподаткування енергоносіїв в Євросоюзі, стала Директива Ради 2003/96/ЄС про реструктуризацію системи Співтовариства щодо оподаткування енергоносіїв та електроенергії від 27 жовтня 2003 року [4].

Директива 2003/96/ЄС встановлює єдині загальноєвропейські правила оподаткування енергоносіїв та електроенергії, та встановлює обов'язок держав-членів запровадити оподаткування енергоносіїв та електроенергії відповідно до положень Директиви. Крім того вона передбачає можливість звільнення біопалив від оподаткування.

Документ також визначає, що, окрім певних товарів, будь-який інший товар, призначений для використання, пропонований або такий,

що використовується як паливо для транспортних засобів або як добавка чи наповнювач до палива, має оподатковуватись за ставкою, встановленою для еквівалентного палива.

Директива створила мотивацію для ефективного енергоспоживання і запропонувала компаніям податкові стимули, в обмін на їх ініціативу по зменшенню об'ємів вихлопних газів.

Директива 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року «Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел та доповнення та заміну директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС» [5]. Директива була прийнята в рамках пакету документів, що визначають мету енергетичної політики ЄС до 2020 року:

- 20% скорочення викидів парникових газів до 2020 року від рівня викидів 1990 року;
- 20% відновлювальної енергії у кінцевому споживанні енергії до 2020 року;
- 20% підвищення ефективності використання енергії до 2020 року.

Директива лишає право країнам визначати конкретний механізм підтримки біопалива, проте, на відміну від попередніх документів, встановлює обов'язковий (а не індикативний як раніше) характер визначених часток відновлювальної енергії в кінцевому споживанні (20% в цілому та 10% в транспорті зокрема).

*Енергетичне використання біомаси в Україні.* Правові аспекти. В Україні зроблені перші кроки щодо формування нормативно-правової бази, для виводу біопалив на ринок. Розвиток альтернативних видів палива регламентується такими законодавчими актами:

Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 №1391-XIV [6], визначає правові, соціальні, економічні, екологічні й організаційні принципи виробництва, видобутку і споживання альтернативних видів рідкого і газового палива на основі залучених нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини і спрямованих на створення необхідних умов для розширення виробництва і споживання цих видів палива, а також стимулювання збільшення частки їх використання до 20% від загального обсягу споживання палива в Україні.

Відповідно до зазначеного Закону до альтернативних видів рідкого палива належать: спирти та їх суміші, масла, інше рідке біологічне паливо, одержане з біологічної сировини, у тому числі з відновлювальних відходів сільського й лісового господарства, інших біологічних відходів.

Указ Президента України «Про заходи щодо розвитку виробництва палива із біологічної сировини» № 1094 від 26.09.2003 [7], був прийнятий з метою зменшення залежності національної економіки від імпорту нафтопродуктів, забезпечення розвитку агропромислового комплексу, поліпшення екологічної ситуації і з урахуванням Директиви 2003/30/ЄС Європейського парламенту і ради ЄС від 8.05.2003

відносно сприяння використанню біологічних та інших видів палива із відновлювальних ресурсів.

Підпункт 3 пункту 2 Указу Президента пропонує опрацювати питання доцільності запровадження збору з операцій із продажу нафтопродуктів з метою спрямування одержаних коштів на розвиток вирощування рослин, оптимальних для виробництва біологічного дизельного палива.

Так, назване положення пропонує впровадити додатковий фіскальний збір з продажу нафтопродуктів, який має бути включений до ціни таких товарів.

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 №555-IV [8], визначає правові, економічні й організаційні принципи використання альтернативних джерел енергії і спрямований на сприяння, розширення їх використання в паливно-енергетичному комплексі.

Метою даного закону є: нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел; додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля; науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики. Залучення вітчизняних та іноземних інвестицій і підтримка підприємництва у сфері альтернативних джерел енергії, в тому числі шляхом розробки і здійснення загальнодержавних і місцевих програм розвитку альтернативної енергетики.

Також передбачується стандартизація в сфері альтернативних джерел енергії.

Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» N 2509-IV, від 05.04.2005 [9], визначає правові, економічні та організаційні засади діяльності суб'єктів відносин у сфері енергозбереження щодо використання когенераційних установок, регулює відносини, пов'язані з особливостями виробництва, передачі і постачання електричної та теплової енергії від когенераційних установок.

Метою цього Закону є створення правових засад для підвищення ефективності використання палива в процесах виробництва енергії або інших технологічних процесах, розвитку та застосування технологій комбінованого виробництва електричної і теплової енергії, підвищення надійності та безпеки енергопостачання на регіональному рівні, залучення інвестицій на створення когенераційних установок.

Даний Закон надає можливість, виробникам альтернативних та інших видів енергії одночасно скидати як теплову, так і електричну енергію в загальну мережу.

Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України відносно стимулювання мір по енергозбереженню» від 16.03.2007 №760-V [10], визначає правові, економічні, соціальні та еко-

логічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян.

Закон передбачає:

а) надання податкових пільг підприємствам - виробникам енергозберігаючого обладнання, техніки і матеріалів, засобів вимірювання, контролю та управління витратами паливно-енергетичних ресурсів, виробникам обладнання для використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії і альтернативних видів палива;

б) надання податкових пільг підприємствам, які використовують устаткування, що працює на нетрадиційних та поновлюваних джерелах енергії, альтернативних видах палива;

в) пріоритетне кредитування заходів щодо забезпечення раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів;

г) встановлення підвищених норм амортизації основних фондів.

Закон України «Про внесення змін в деякі закони України щодо сприянню виробництва і використання біологічних видів палива» від 21.05.2009 №1391-VI [11], передбачає стимулювання виробництва та використання біологічних видів палива, сприяє розвитку в Україні національного паливного ринку на основі залучення біомаси, як відновлювальної сировини для виготовлення біологічних видів палива. Крім того:

1) до 1 січня 2019 року звільняються від сплати ввізного мита та ПДВ операції з імпорту техніки та обладнання, що використовуються для реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біопалив і для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів з метою споживання біопалив;

2) акцизний збір з виготовлення біологічних видів палива моторного буде обчислюватися за нульовою ставкою;

3) строком на 10 років, починаючи з 1 січня 2010 року, звільняється від оподаткування прибутку, отриманий від продажу біопалива, від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та/або виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів палива; від продажу вироблених на території України техніки та обладнання для виготовлення та реконструкції технічних та транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин, та енергетичних установок, що споживають біологічні види палива;

4) з метою стимулювання інвестицій в оновлення основних фондів дозволяється до 1 січня 2019 року застосування бонусної амортизації у розмірі 50% для обладнання, що працює на альтернативних видах палива, за наслідками першого звітного періоду, в якому такі основні фонди введені в експлуатацію;

5) при розрахунку податку з доходу фізичних осіб платник податку має право включити до складу податкового кредиту звітного року суму коштів, сплачених у зв'язку із переобладнанням транспорт-

ного засобу, що належить платникові податку, з використанням у вигляді палива моторного сумішевого, біоетанолу, біодизелю, стиснутого або скрапленого газу, інших видів біопалива.

В Україні затверджено Енергетичну стратегію України на період 2030 року [12].

Згідно стратегії технічно досяжний річний енергетичний потенціал нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) України, в перерахунку на умовне паливо становить біля 79 млн. т у.п. Економічно досяжний потенціал відновлювальних джерел енергії, за базовим сценарієм, складає 57,7 млн. т у.п., в тому числі відновлювальних природних джерел енергії - 35,5 млн. т у.п., позабалансових (нетрадиційних) – 22,2 млн. т у.п.

В даний час потенціал нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії використовується недостатньо. Частка НВДЕ в енергетичному балансі країни становить 7,2% (6,4% – позабалансові джерела енергії; 0,8% – відновлювальні джерела енергії).

На сьогодні найбільш швидкими темпами здатна розвиватись біоенергетика. Очікується, що енергетичне використання всіх видів біомаси здатне забезпечити щорічно заміщення 9,2 млн. т у.п. викопних палив на рівні 2030 року, в тому числі за рахунок енергетичного використання залишок сільгоспкультур, зокрема, соломи – 2,9 млн. т у.п., дров та відходів деревини – 1,6 млн. т у.п., торфу – 0,6 млн. т у.п., твердих побутових відходів – 1,1 млн. т у.п., одержання та використання біогазу – 1,3 млн. т у.п., виробництва паливного етанолу та біодизелю – 1,8 млн. т у.п. Загальний обсяг інвестицій у розвиток біоенергетики прогнозується до 2030 року в обсязі близько 12 млрд. грн.

Постанова КМУ від 22 грудня 2006 р. № 1774 «Про затвердження Програми розвитку виробництва біодизельного палива» [13].

Мета Програми полягає у підвищенні рівня екологічної та енергетичної безпеки України, зменшенні залежності національної економіки від імпорту нафтопродуктів, забезпеченні аграрного сектору економіки та транспортної галузі дизельним біопаливом.

Програма спрямована на розв'язання таких основних завдань:

1) створення сировинної бази для виробництва дизельного біопалива;

2) створення технічної бази для вирощування, зберігання та переробки ріпаку;

3) розроблення нормативних документів (зокрема технічних умов) з питань виробництва та використання дизельного біопалива з подальшою підготовкою відповідних державних стандартів.

*Пропозиції.* За пропозицією Міністерства аграрної політики розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України стосовно обов'язковості використання біоетано-

лу та біодизельного палива» який знаходиться на розгляді та доопрацюванні в комітетах Верховної Ради.

Шляхи приведення національного законодавства України у відповідність до права Європейського Союзу.

Головна причина відставання України в галузі біоенергетики, лежить в сфері недостатньої адаптації національного законодавства, до норм Європейського союзу.

В цілому в Україні створені певні законодавчі рамки реалізації політики у сфері використання біологічного палива. Однак такі рамки не містять чітких цілей, не опираються на фінансові механізми виводу біопалив на ринок, проте занадто забюрократизовані, оповиті павутиною численних дозволів, реєстрів та ліцензій.

Тому адаптація має ґрунтуватися на принципі ефективності, відповідно до якого адаптовані положення національного законодавства мають лежати у межах національної правової системи, та діяти настільки ефективно, аби бути в змозі забезпечити досягнення цілей, визначених директивами, до яких проводиться адаптація національного законодавства.

Складність прийняття правових рішень, лежить в площині відставання України від світових тенденцій в розвитку біоенергетики та законодавчої і нормативно-технічної бази .

Біоенергетична галузь в Україні, має найближчим часом стати головним виробником найбільш конкурентноспроможної експортно-орієнтованої продукції, та серйозним джерелом наповнення державного бюджету.

У процесі аналізу було вивчено досвід підтримки біопалив в США, Німеччини, Франції, Нідерландів, Швеції, Чехії та інших країн. Оскільки наукова, виробнича та законодавча база цих країн випереджає Україну майже на 20-ть років, і пріоритети цих держав мають дещо інший алгоритм розвитку та регулювання, тому нам доцільно більш уважно вивчити досвід Польщі, яка порівняно недавно розробила ефективне законодавство.

Нами, опрацьовані польські Закони від 25 серпня 2006 року «Про біокомпоненти та рідкі біопалива», від 21 липня 2006 року «Про систему моніторингу і контролю якості палива», від 11 травня 2007 року «Про зміни в закон про акцизний збір, а також про зміни до деяких інших законів» та рішення Уряду від 24 липня 2007 року яким затверджено Багаторічну програму просування біопалива або інших нових палив на 2008-2014 роки [14-17]. Важливим є те, що польське законодавство повністю адаптоване до законодавства ЄС. З огляду на це, воно повинно бути враховано при розробці законодавчих актів в Україні. Загалом більшість норм законів, що діють в Польщі, є прийнятними для України. Серед особливостей, що не були помічені в українських законопроектах, слід відмітити досить чіткий механізм держа-



вного регулювання та нагляду за діяльністю з виробництва та використання біокомпонентів та рідких біопалив.

Проте, Закон від 21.05.09 № 1391-XVI [6] дозволить тільки на певному етапі вирішити проблеми виробництва та використання біопалив, оскільки він розроблений в контексті Закону України «Про альтернативні види рідкого та газового палива». Недоліком Закону № 1391-XVI є те, що його прийнято у вигляді змін та доповнень до діючих законів України, а не окремого закону.

Тому вважаємо, що для розвитку ринку біопалив в Україні повинен бути розроблений окремий закон та Державна програма, які мають стимулювати і регулювати питання виробництва та використання біологічного палива. Зокрема, Закон повинен:

- визначати правові, екологічні та організаційні засади підтримки виробництва та використання біопалив;
- забезпечувати встановлення обов'язкової мінімальної частки біопалив на ринках, та сприяти створенню економічних умов для виводу біопалив на ринки;
- встановлювати норми прямої дії та бути гармонізованим із законодавством ЄС.

*Висновки.* Надзвичайно важливим аспектом майбутньої законопроектної роботи має бути те, що для впровадження дієвого механізму підтримки виробництва та використання біологічного палива державна політика має перейняти підхід ЄС, щодо перенесення наголосу зі сфери регулювання пропозиції на сферу регулювання попиту.

Враховуючи нові амбітні цілі Євросоюзу в енергетичній галузі, Україна має шанс перетворитися із імпортера енергоресурсів в експортера біопалив, та стати головним постачальником таких ресурсів на ринок ЄС. Діло за створенням в Україні стимулюючого законодавства.

Україна має величезний сировинний потенціал для забезпечення продовольчої та енергетичної безпеки країни, та виробництва біопалив 1-го та 2-го покоління. Сприятливе поєднання кліматичних умов, величезного потенціалу в аграрному секторі та доступної робочої сили, роблять біоенергетику надзвичайно привабливою в очах потенційних інвесторів та уряду, оскільки це передбачає величезну кількість позитивних змін для національної економіки в цілому.

### *Література.*

1. Біла книга «Енергія майбутнього: відновлювальні джерела енергії».
2. Green Paper To wards a European strategy for the security of energy supply COM (2000) 769 final, (Зелена книга).
3. Директива 2003/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради про сприяння використанню біологічного палива або інших видів поновлюваного палива для транспорту від 8 травня 2003 року.

4. Директива Ради 2003/96/ЄС про реструктуризацію системи Співтовариства щодо оподаткування енергоносіїв та електроенергії від 27 жовтня 2003 року.
5. Директива 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року «Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел та доповнення та заміну директив 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС».
6. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 №1391-XIV.
7. Указ Президента України «Про заходи щодо розвитку виробництва палива із біологічної сировини» № 1094 від 26.09.2003.
8. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 №555IV.
9. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» N 2509-IV, від 05.04.2005.
10. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України відносно стимулювання мір по енергозбереженню» від 16.03.2007 №760-V.
11. Закон України «Про внесення змін в деякі закони України щодо сприяння виробництва і використання біологічних видів палива».
12. «Енергетична стратегія України на період до 2030 року» схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006р. №145-р.
13. Постанова КМУ від 22 грудня 2006р. №1774 «Про затвердження програми розвитку виробництва біодизельного палива».
14. Закон від 25 серпня 2006 року «Про біокомпоненти та рідкі біопалива» (Польща).
15. Закон від 21 липня 2006 року «Про систему моніторингу і контролю якості палива» (Польща).
16. Закон від 11 травня 2007 року «Про зміни в закон про акцизний збір, а також про зміни до деяких інших законів» (Польща).
17. «Багаторічна програма просування біопалива або інших нових палив на 2008-2014роки» від 24 липня 2007 (Польща).

## **АНАЛИЗ ПРАВОВЫХ АСПЕКТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЫНКА БИОТОПЛИВ В ЕВРОСОЮЗЕ И УКРАИНЕ**

Даценко М.С.

### *Аннотация*

**В статье приведен анализ правовых актов функционирования рынка биотоплива в Евросоюзе и Украине. Показаны темпы увеличения объемов производства биотоплива и причины отставания Украины в области биоэнергетики.**

## ANALYSIS OF LEGAL ASPECTS OF FUNCTIONING OF MARKET OF BIOPROPELLANTS IN EUROPEAN UNION AND UKRAINE

N. Dozenko

### *Summary*

The results of European and Ukraine biological-fuel markets law-regulation terms analysis are considered in the article. The increasing temps of biological fuel producing in the world are indicated. The causes of biological energetic improvement in Ukraine low temps are formalized.

УДК 631.37

## ДОСЛІДЖЕННЯ КЕРОВАНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ БЛОКОВО-МОДУЛЬНОГО МТА

Парахін О.О. асп.\*,

Надикто В.Т., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-06-94

**Анотація** – представлено результати дослідження керованості транспортного руху блоково-модульного машинно - тракторного агрегату у горизонтальній площині

**Ключові слова** – математична модель, блоково-модульний МТА, модульний енергетичний засіб, енергетичний модуль, технологічний модуль, керованість, транспортний рух

*Постановка проблеми.* В даному збірнику праць у статті О.О.Парахіна представлено математичну модель транспортного руху блоково-модульного МТА у горизонтальній площині. Дослідження з її допомогою характеру функціонування цієї динамічної системи здійснюватимемо з допомогою амплітудних (АЧХ) і фазових (ФЧХ) частотних характеристик. Для їх розрахунку необхідно мати відповідні передаточні функції.

---

\* - науковий керівник д.т.н., проф. Надикто В.Т.

© д.т.н., проф. Надикто В.Т., інж. Парахін О.О.

*Методика.* Під час оцінювання керованості руху блоково-модульного МТА розглядатимемо передаточну функцію  $[W_1(p)]$  по керуючому впливу відносно курсового кута енергетичного модуля МЕЗ:

$$W_1(p) = D_1/D_0$$

У вказаній передаточній функції  $D_0$  і  $D_1$  – визначники системи рівнянь, які представляють математичну модель розглядуваного агрегату. Згідно з методикою [1] вони є такими:

$$D_0 = \begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & 0 \\ K_{31} & 0 & K_{33} \end{vmatrix};$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} K_{11} & F_{11} & K_{13} \\ K_{21} & F_{21} & K_{23} \\ K_{31} & F_{31} & K_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} K_{11} & F_{11} & K_{13} \\ K_{21} & F_{21} & 0 \\ K_{31} & 0 & K_{33} \end{vmatrix};$$

Головний визначник системи  $D_0$  має такий вид:

$$D_0 = p \cdot (a_6 \cdot p^5 + a_5 \cdot p^4 + a_4 \cdot p^3 + a_3 \cdot p^2 + a_2 \cdot p + a_1), \quad (1)$$

де

$$a_6 = A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{31};$$

$$a_5 = A_{12} \cdot A_{21} \cdot A_{31} + A_{11} \cdot A_{31} \cdot A_{23} + A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{35};$$

$$a_4 = A_{11} \cdot A_{31} \cdot A_{24} + A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{31} - A_{13} \cdot A_{22} \cdot A_{31} + A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{36} +$$

$$+ A_{12} \cdot A_{21} \cdot A_{35} - A_{21} \cdot A_{32} \cdot A_{15} + A_{11} \cdot A_{23} \cdot A_{35};$$

$$a_3 = A_{12} \cdot A_{31} \cdot A_{24} - A_{22} \cdot A_{31} \cdot A_{14} + A_{12} \cdot A_{21} \cdot A_{36} + A_{11} \cdot A_{23} \cdot A_{36} -$$

$$- A_{21} \cdot A_{32} \cdot A_{16} + A_{11} \cdot A_{24} \cdot A_{35} + A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{35} - A_{13} \cdot A_{22} \cdot A_{35} -$$

$$A_{23} \cdot A_{32} \cdot A_{15};$$

$$a_2 = A_{11} \cdot A_{24} \cdot A_{36} + A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{36} + A_{12} \cdot A_{24} \cdot A_{35} - A_{13} \cdot A_{22} \cdot A_{36} -$$

$$- A_{22} \cdot A_{14} \cdot A_{35} - A_{23} \cdot A_{32} \cdot A_{16} - A_{32} \cdot A_{15} \cdot A_{24};$$

$$a_1 = A_{12} \cdot A_{24} \cdot A_{36} - A_{22} \cdot A_{14} \cdot A_{36} - A_{32} \cdot A_{24} \cdot A_{16}.$$

Якщо у формулу для визначення вільного члена  $a_1$  підставити вирази коефіцієнтів  $A_{ij}$  із математичної моделі МТА (тут і далі див. статтю О.О.Парахіна), то виявиться, що він дорівнює нулю. В такому разі вираз (1) матиме наступний остаточний вид:

$$D_0 = p^2 \cdot (a_6 \cdot p^4 + a_5 \cdot p^3 + a_4 \cdot p^2 + a_3 \cdot p + a_2) \quad (2)$$

Як бачимо, рівняння (2), яке описує усталений незбурений рух динамічної системи, має два нульових корені. Один із них є має суто математичну природу. Другий же вказує на те, що характер руху розглядуваного блоково-модульного агрегату в горизонтальній площині індиферентний (тобто незалежний) відносно свого початкового положення на площині (координата  $X_T$ ).

Визначник  $D_1$  знаходиться із наступного виразу:

$$D_1 = p \cdot (b_4 \cdot p^3 + b_3 \cdot p^2 + b_2 \cdot p + b_1),$$

$$\begin{aligned}
 \text{де } b_4 &= A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{31}; \\
 b_3 &= A_{12} \cdot A_{31} \cdot B_{21} - A_{22} \cdot A_{31} \cdot B_{11} + A_{11} \cdot A_{35} \cdot B_{21}; \\
 b_2 &= A_{11} \cdot A_{36} \cdot B_{21} + A_{12} \cdot A_{35} \cdot B_{21} - A_{22} \cdot A_{35} \cdot B_{11} - A_{22} \cdot A_{15} \cdot B_{21}; \\
 b_1 &= A_{12} \cdot A_{36} \cdot B_{21} - A_{22} \cdot A_{36} \cdot B_{11} - A_{32} \cdot A_{16} \cdot B_{21}.
 \end{aligned}$$

З урахуванням вищевикладеного, передаточна функція по керуючому впливу відносно курсового кута енергетичного модуля МЕЗ має такий вид:

$$W_1(p) = \frac{D_1}{D_0} = \frac{b_4 \cdot p^3 + b_3 \cdot p^2 + b_2 \cdot p + b_1}{a_6 \cdot p^4 + a_5 \cdot p^3 + a_4 \cdot p^2 + a_3 \cdot p + a_2} \quad (3)$$

АЧХ і ФЧХ, отримані з передаточної функції  $W_1(p)$ , характеризують керованість руху блоково-модульного МТА. В робочому діапазоні частот коливань вхідного впливу бажані амплітудно-частотні характеристики повинні дорівнювати **1**, а фазово-частотні – **0**.

При відпрацюванні динамічною системою збурення бажані АЧХ мають дорівнювати **0**, ФЧХ – прямувати до  $\infty$ .

Ті параметри та режими роботи дослідного МТА, які в робочому діапазоні частот коливань керуючого та збурю вального вхідних впливів максимально наближають дійсні АЧХ і ФЧХ до бажаних, - є **оптимальними**.

Із аналізу даних багаторічних досліджень блоково-модульних агрегатів випливає, що основна доля дисперсії коливань керуючого впливу – кута повороту керованих коліс енергетичного модуля МЕЗ – зосереджена в діапазоні частот  $0 \dots 3 \text{ с}^{-1}$  [1]. В деяких випадках верхня його межа не перевищує навіть  $1 \text{ с}^{-1}$ .

Діапазон дисперсії коливань такого збурення, як розворотний момент збоку технологічної частини агрегату, найчастіше припадає на частоти  $0 \dots 3 \text{ Гц}$ , або  $0 \dots 18 \text{ с}^{-1}$ . Виходячи з цього за **робочі діапазони** вхідних коливань приймаємо такі:  $\omega = 0 \dots 3 \text{ с}^{-1}$  – для керуючого впливу і  $\omega = 0 \dots 18 \text{ с}^{-1}$  – для збурення.

Одними із параметрів, які можуть впливати на характер відпрацювання блоково-модульним агрегатом вхідних впливів, є коефіцієнти уводу шин коліс МЕЗ. Для їх знаходження використаємо методику, викладену в роботі [2]. Згідно з нею формула для розрахунку коефіцієнта уводу тієї чи іншої шини залежить від співвідношення її зовнішнього діаметра ( $D$ ) та глибини колії ( $h$ ):

$$- h/D < 0,0885$$

$$k = 145 \cdot [1,75 \cdot (h/D) - 12,7 \cdot (h/D)^2] \cdot \rho_w \cdot b^2;$$

$$- h/D > 0,0885$$

$$k = 145 \cdot [0,095 - 0,49 \cdot (h/D)] \cdot \rho_w \cdot b^2;$$

$$\frac{h}{D} = 0,40 \cdot \frac{Q}{\rho_{ш} \cdot D^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{b}}$$

де  $\rho_{ш}$  – тиск повітря в шині, Па;

$b$  – ширина шини, м;

$Q$  – вертикальне навантаження на шину, Н.

В процесі моделювання будемо розглядати агрегат у складі МЕЗ універсально-просапного призначення перемінного тягового класу 1,4-3 [3] та навісного плуга ПЛН-5-35. Енергетичний модуль МЕЗ – це трактор тягового класу 1,4 (типу МТЗ-80). Загальна маса цього МТА  $M_M = 7120$  кг. Конструктивні параметри його такі:  $L = 2,37$  м;  $a_M = 1,22$  м;  $a_T = 0,81$  м. В розрахунках прийнято наступні значення усіх необхідних параметрів:  $P_{fa} = 1,27$  кН;  $P_{fc} = 3,27$  кН;  $F_B = 7,1$  кН;  $J_T = 15,7$  кН·м·с<sup>2</sup>;  $J_M = 15,9$  кН·м·с<sup>2</sup>;  $b_a = 0,24$  м;  $b_B = 0,40$  м;  $b_c = 0,43$  м;  $D_a = 0,95$  м;  $D_B = 1,57$  м;  $D_c = 1,69$  м;  $\rho_a = 0,1$  МПа;  $\rho_B = 0,12$  МПа;  $\rho_c = 0,13$  МПа;  $Q_a = 12,7$  кН;  $Q_B = 25,3$  кН;  $Q_c = 32,7$  кН;  $K_M = 0 \dots 10^6$  Н·м·с/рад.

*Результати.* Перш, ніж проводити аналіз, нагадаємо, що при відпрацюванні динамічною системою керуючого впливу визначальним є фазовий зсув, тобто характер ФЧХ.

Стосовно розглядуваного нами блоково-модульного агрегату збільшення швидкості його транспортного переміщення від 2 до 5 м/с призводить до погіршення як фазових, так і амплітудних частотних характеристик (рис.1).

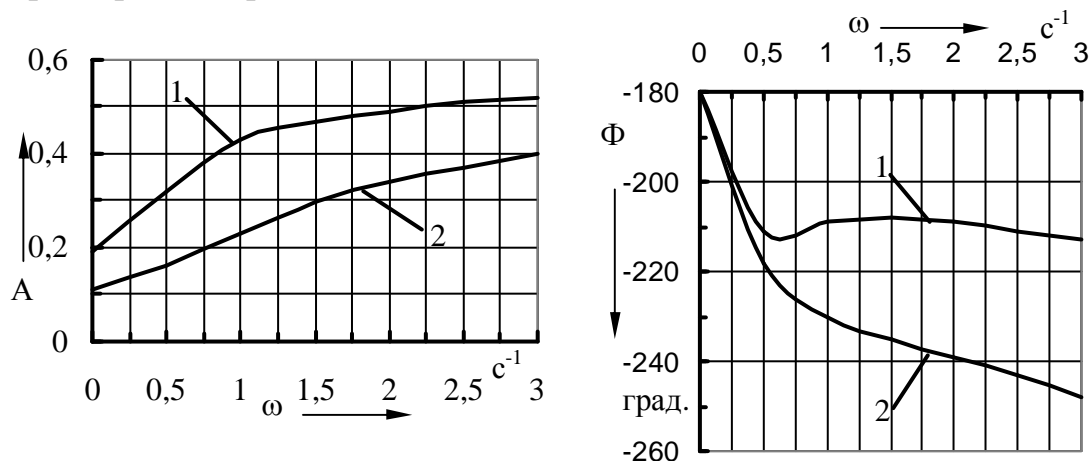


Рис.1. Амплітудні (А) та фазові (Ф) частотні характеристики курсового кута енергетичного модуля при відпрацюванні керуючого впливу з різною швидкістю руху МТА ( $V_0$ ):

1 – 2 м/с; 2 – 5 м/с.

Проаналізуємо ці процеси більш детально. АЧХ системи в усьому швидкісному діапазоні її руху менші за бажану, яка в робочому ді-

апазоні частот зміни керуючого впливу повинна, як відомо, дорівнювати одиниці. Проте, між собою ці характеристики відрізняються мало. До того ж, усі вони мають тенденцію до покращення при збільшенні  $\omega$ , тобто частоти коливань керованих коліс енергетичного модуля МЕЗ.

Фазові частотні характеристики починають відрізнятися на частотах коливань кута повороту керованих коліс енергетичного модуля МЕЗ більших за  $0,5 \text{ с}^{-1}$  (див. рис.2.12). При  $\omega = 0,75 \text{ с}^{-1}$  різниця у фазових зсувах складає  $20^\circ$  або  $0,35 \text{ рад}$ . Практично це означає, що запізнення реакції МТА на керуючий вплив становить  $0,35/0,75 = 0,47 \text{ с}$ . При  $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$  вказане запізнення дорівнює  $0,23 \text{ с}$ .

Із приведено вище аналізу отримуємо два альтернативних висновки. Перший полягає в тому, що задля покращення керованості блоково-модульного агрегату збільшення швидкості його транспортного руху має супроводжуватися збільшенням інтенсивності впливу на керовані колеса (через рульове колесо).

Суть другого висновку полягає в протилежному: при збільшенні  $V_0$  інтенсивність впливу на керовані колеса МЕЗ повинна бути меншою.

Із коефіцієнтів опору уводу шин коліс МЕЗ лише  $k_a$  (передні шини ЕМ) здійснює більш-менш відчутний вплив на керованість руху блоково-модульного агрегату. І то лише стосовно АЧХ. В результаті математичного моделювання встановлено, що зі збільшенням  $k_a$  від  $10$  до  $50 \text{ кН/рад}$ . ці характеристики покращуються (рис.2).

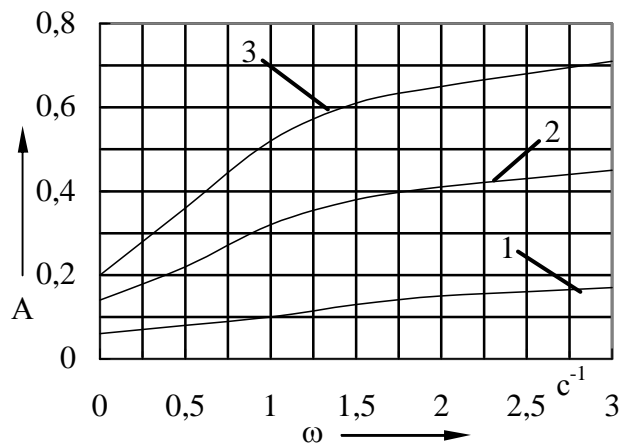


Рис.2. Амплітудні частотні характеристики курсового кута енергетичного модуля при відпрацюванні керуючого впливу при різних значеннях коефіцієнта опору уводу шин передніх коліс ЕМ ( $k_a$ ): 1 –  $10 \text{ кН/рад}$ .; 2 –  $30 \text{ кН/рад}$ .; 3 –  $50 \text{ кН/рад}$

На практиці збільшити коефіцієнт уводу шин коліс можна шляхом підвищення тиску повітря в них. Саме це стосовно передніх рушіїв енергетичного модуля МЕЗ і слід робити. Встановлення такого тис-

ку в їх шинах, яке забезпечить коефіцієнт опору уводу не менше 50 кН/рад., сприятиме підвищенню керованості руху досліджуваного блоково-модульного агрегату. І ця керованість тим вища, чим більшою буде інтенсивність впливу на процес повороту керованих коліс.

Насамкінець, відмітимо, що найбільш відчутний вплив на керованість транспортного руху блоково-модульного МТА здійснює коефіцієнт демпфірування  $K_M$ . Проте, лише при його значенні, більший за  $10^5$  Н·м·с/рад. (рис.3).

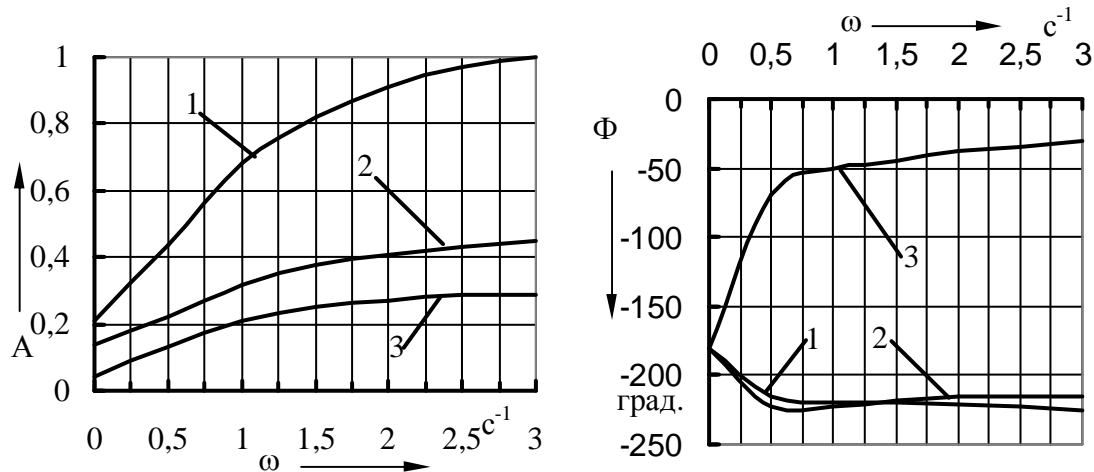


Рис.3. Амплітудні (А) та фазові ( $\Phi$ ) частотні характеристики курсового кута енергетичного модуля при відпрацюванні керуючого впливу при різних значеннях коефіцієнта демпфірування  $K_M$  (Н·м·с/рад.): 1 –  $K_M = 0$ ; 2 –  $K_M = 10^5$ ; 3 –  $K_M = 10^6$ .

За відсутності демпфірування АЧХ відпрацювання динамічною системою найкраща. На частотах коливань керуючого впливу  $2,5 \dots 3,0$   $c^{-1}$  вона взагалі відповідає бажаній. Проте, на практиці поворот керованих коліс з такою інтенсивністю застосовується вкрай рідко і обмежено у часі (під час виконання агрегатом повороту, наприклад). Згідно з даними В.Т.Надикто, в процесі керування машинно-тракторними агрегатами при здійсненні ними прямолінійного переміщення найбільш застосовуваним є діапазон частот до  $0,5$   $c^{-1}$  [3].

В розглядуваному нами випадку, коли  $\omega = 0 \dots 0,5$   $c^{-1}$ , різниця між АЧХ за різних значень коефіцієнта демпфірування  $K_M$  мала (див. рис.3).

Зовсім інша справа щодо швидкості відпрацювання розглядуваною динамічною системою керуючого впливу. Зміна  $K_M$  в межах  $0 \dots 10^5$  Н·м·с/рад. практично не впливає на характер керованості руху блоково-модульного МТА. Фазовий зсув становить при цьому  $180^\circ$  і більше (див. рис.3). На частотах коливання кута повороту керованих коліс МЕЗ  $0,5 \dots 3,0$   $c^{-1}$  в середньому він становить  $220^\circ$  або  $3,8$  рад.



Запізнення реакції енергетичного модуля на керуючий вплив змінюється при цьому від 7,6 с (коли  $\omega = 0,5 \text{ с}^{-1}$ ) до 1,3 с (при  $\omega = 3,0 \text{ с}^{-1}$ ).

Якісно і кількісно змінюється стан речей при збільшенні коефіцієнта демпфірування  $K_M$  до величини  $10^6 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ . В цьому варіанті в частотному діапазоні  $0 \dots 0,5 \text{ с}^{-1}$  фазовий зсув зменшується з  $180^\circ$  до  $70^\circ$  ( $1,2 \text{ рад}$ ). При  $\omega = 0,5 \text{ с}^{-1}$  збільшення значення коефіцієнта  $K_M$  з  $10^5 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$  на порядок обумовлює зменшення ФЧХ на  $150^\circ$ . На практиці це приводить до зменшення запізнення реакції енергетичного модуля МЕЗ з 7,6 до 2,4 с, тобто більше, ніж втричі. На частоті  $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$  вказане запізнення реакції ЕМ становить 0,8 с, що в 4,75 рази менше, ніж при  $K_M = 10^5 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ .

Ще меншим є запізнення реагування енергетичного модуля на керуючий вплив тоді, коли інтенсивність повороту керованих коліс становить  $3 \text{ с}^{-1}$ . В цьому випадку (при  $K_M = 10^6 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ ) воно дорівнює лише 0,18 с. А це в 7,2 рази менше за той варіант, коли коефіцієнт демпфірування гідروциліндрів ТМ становить  $10^5 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ .

З аналізу характеру зміни ФЧХ (рис.3) випливає, що для покращення керованості транспортного руху блоково-модульного МТА значення коефіцієнта  $K_M$  повинна бути не меншою за  $10^6 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ , а інтенсивність впливу на керовані колеса – якомога вищою.

Слід підкреслити, що найкращим варіантом керованості руху будь-якого МТА є відповідність бажаним не тільки фазових, а й амплітудних частотних характеристик. У нашому випадку АЧХ в значно меншій мірі відповідають цій вимозі, ніж ФЧХ. Наразі маємо постійне недорегулювання того чи іншого процесу. Тобто практично в усіх варіантах варіювання конструктивними та кінематичними параметрами агрегату дійсні АЧХ менші за бажані.

Для усунення вказаного недоліку слід зменшити принаймні на одиницю показник ступеню знаменника передаточної функції (3). Цього можна досягти за наступних умов:

$$\begin{aligned} a_6 &= A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{31} = 0; \\ a_2 &= A_{11} \cdot A_{24} \cdot A_{36} + A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{36} + A_{12} \cdot A_{24} \cdot A_{35} - A_{13} \cdot A_{22} \cdot A_{36} - \\ &\quad - A_{22} \cdot A_{14} \cdot A_{35} - A_{23} \cdot A_{32} \cdot A_{16} - A_{32} \cdot A_{15} \cdot A_{24} = 0 \end{aligned}$$

Оскільки  $A_{11} = M_M$  – маса МТА;  $A_{21} = J_T$  – момент інерції енергетичного модуля МЕЗ;  $A_{31} = J_m$  – момент інерції технологічного модуля МЕЗ, то, як бачимо,  $a_6 \neq 0$ .

Для аналізу коефіцієнта  $a_2$  представимо його у такому вигляді:

$$\begin{aligned} A_{36} \cdot (A_{11} \cdot A_{24} + A_{12} \cdot A_{23} - A_{13} \cdot A_{22}) - A_{35} \cdot (A_{12} \cdot A_{24} - A_{22} \cdot A_{14}) - \\ - A_{32} \cdot (A_{23} \cdot A_{16} - A_{15} \cdot A_{24}) = 0 \end{aligned}$$

Ця умова матиме місце, коли дорівнюватимуть нулю коефіцієнти  $A_{36}$ ,  $A_{35}$  і  $A_{32}$ . З математичної моделі (див. ст.. Пара хіна О.О.) випливає, що:

$$A_{36} = a_m \cdot (k_c + P_{fc});$$

$$A_{35} = K_m - a_m^2 \cdot (k_c + P_{fc}) / V_0;$$

$$A_{32} = a_m \cdot (k_c + P_{fc}) / V_0.$$

Із цих коефіцієнтів лише  $A_{35}$  може дорівнювати нулю. Це можливе за умови:

$$K_m = a_m^2 \cdot (k_c + P_{fc}) / V_0 \quad (4)$$

Враховуючи числові значення параметрів, які входять до рівняння (4), отримуємо, що  $K_m = 1,22^2 \cdot (210000 + 3270) / (2 \dots 5) = (1,6 \dots 0,6) \cdot 10^5$  Н·м·с/рад. Таке значення гідравлічного опору входить до того діапазону, який розглядався нами під час математичного моделювання, а тому є цілком реальною.

Натомість, коефіцієнти  $A_{32}$  і  $A_{36}$  будуть нульовими за умови, коли  $a_m = 0$ . Але для цього, як впливає із аналізу рис.2.1 статті О.О.Паарахіна, слід відмовитися від наявності технологічного модуля, оскільки його міст має бути на місці моста ЕМ.

Оскільки така зміна схеми енергетичного засобу не розглядається, то ніяким підбором тих параметрів, які входять до системи рівнянь (4), не можна дійсні амплітудні частотні характеристики відпрацювання керуючого впливу такою динамічною системою, як блоково-модульний МТА, суттєво наблизити до бажаної. Тому керуватися слід тими результатами моделювання, які отримані внаслідок аналізу фазових частотних характеристик.

Слід підкреслити, що гідравлічний опір в кожному циліндрі ТМ створює шайба із отвором, через який з'єднуються його над- і підпоршньова порожнини. Кожному діаметру шайби (Dш) відповідає певна величина коефіцієнта  $K_m$ . Визначення функціональної залежності  $K_m = f(Dш)$  потребує проведення спеціального експериментального дослідження.

*Висновки.* Усі прийняті до аналізу передаточні функції є дробними багаточленами, показник ступеня чисельника якого менший за показник ступеня знаменника. Це вказує на відсутність перерегулювання динамічною системою вхідних керуючого впливу та збурення. Шляхів подальшого зменшення чи підвищення показників ступенів чисельників та знаменників розглядуваних передаточних функцій не виявлено.

Коефіцієнт гідравлічного опору здійснює відчутний вплив на характер відтворення блоково - модульним агрегатом керуючого впливу та збурення лише при значенні, більшим за  $10^4$  Н·м·с/рад. В цьому випадку АЧХ динамічної системи суттєво зменшуються, а їх протікання відбувається без резонансних піків.

При частоті коливань керуючого впливу  $0,5 \text{ с}^{-1}$  збільшення значення коефіцієнта гідравлічного опору з  $10^5$  Н·м·с/рад. на порядок обумовлює зменшення ФЧХ на  $150^\circ$ . На практиці це приводить до зменшення запізнення реакції енергетичного модуля МЕЗ з 7,6 до 2,4 с, тобто більше, ніж

втричі. На частоті  $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$  вказане запізнення реакції ЕМ становить лише 0,18 с, що в 7,2 рази менше, ніж при  $K_m = 10^5 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$ .

Для забезпечення кращої керованості транспортного руху блоково - модульного агрегату інтенсивність впливу на органи керування МЕЗ має бути якомога більшою, а коефіцієнт опору уводу шин передніх коліс його енергетичного модуля – максимально можливим.

Література.

1. *Габай Е.В.* Математическая модель и анализ качества управления направлением движения МТА с рассредоточенными по ширине захвата активными колесами /*Е.В.Габай*. - Научные основы создания мобильных энерготехнологических средств (МЭС). Труды НАТИ. М., 1983.
2. *Гуськов В.В.* Тракторы: Теория: Учебник для студентов вузов по специальности "Автомобили и тракторы" / *В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.*; Под общ. ред. *В.В. Гуськова*. -М.: Машиностроение.- 1988.-376 с.
3. *Надыкто В.Т.* Основы агрегатирования модульных энергетических средств/*В.Т.Надыкто*. –Мелитополь:КП «ММД», 2003. – 240 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО МТА

Парахин А.А., Надикто В.Т.

### *Аннотация*

Изложены результаты исследования его управляемости МТА, на основе разработанной математической модели транспортного движения блочно-модульного машинно-тракторного агрегата в горизонтальной плоскости Установлено влияние на этот процесс коэффициента сопротивления дросселя, соединяющего над- и подпоршневую полости гидроцилиндра, ограничивающего взаимный поворот энергетического модуля МЭС относительно технологического.

## RESEARCH DIRIGIBILITY OF TRANSPORT MOTIONS OF BLOCK-MODULE MTA

O. Parackhin, V. Nadykto

### *Summary*

The results research dirigibility of a transport motion are presented block module machine - tractor aggregate in a horizontal plane

УДК 624.954

## АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕВИХ ЄМНІСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ

Ловейкін В.С., д.т.н.,

Ковбаса В.П., д.т.н.,

Човнюк Ю.В., к.т.н.,

Ярошенко В.В., інженер,

Костина О.Ю., інженер

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Тел. (044) 527-82-99*

**Анотація** - проведений чисельний та аналітичний аналізи динамічних властивостей сталевих ємнісних конструкцій для сипучих вантажів.

**Ключові слова** – конструкція, вантаж, сипучий, властивості.

*Постановка проблеми.* Сталеві ємнісні конструкції експлуатуються досить широко у різних галузях промисловості та сучасного сільського господарства. Вони використовуються для тимчасового та довготривалого зберігання великої кількості різних видів сипучих вантажів (зерно, горох, кукурудза, тощо). Найбільш типовими формами таких споруд є сталеві ємнісні споруди для сипучих вантажів бункерного та силосного типів.

Незважаючи на відносно статичні умови роботи цих споруд, в деяких випадках необхідно враховувати їх динамічну поведінку.

По-перше, завантаження цих конструкцій виконується за допомогою різноманітних машин та механізмів, таких як, наприклад, скипові підйомники, крани-перевантажувачі або конвеєрні стрічки. При цьому сипучий вантаж може падати з деякої висоти у порожню або вже частково завантажену конструкцію.

По-друге, у процесі вивантаження ємності може виникнути ситуація, коли за своїми фізико-механічними характеристиками (кут внутрішнього тертя та кут природного відкосу) сипучий вантаж не може повністю звільнити ємність. Тому необхідно використовувати спеціальні прилади, які призначені для збудження вібраційних коливань, що значно полегшують процес вивантаження/розвантаження.

По-третє, ємнісні конструкції досить часто являють собою не поодинокі споруди, а є елементами значних комплексних конструкцій,

де до несучих елементів прикріплена ще ціла низка інших сталевих конструкцій, машин та механізмів. Тому можливим є розповсюдження динамічних збуджень як від ємнісних конструкцій на інші об'єкти технологічного процесу, так і навпаки.

У четвертих, останнім часом набув розповсюдження метод динамічної інтегральної діагностики конструкцій, який дозволяє знаючи початкові динамічні характеристики споруди і порівнюючи їх з вимірними в деякий час експлуатації характеристиками, давати оцінку технічного стану конструкції в цілому. Деякі експериментально-теоретичні засади щодо цього підходу можливо знайти у роботах [1,2].

Отже, у практиці експлуатації інформація щодо динамічної поведінки сталевих ємнісних конструкцій для сипучих вантажів у ряді випадків може виявитись дуже корисною. На думку авторів даної роботи, динамічні властивості сталевих/металевих ємнісних конструкцій для сипучих вантажів, які знаходяться під впливом вібраційних полів, вивчені ще недостатньо.

*Аналіз публікацій по темі дослідження.* Відомо [2], що незважаючи на досить довгу історію використання (сталевих) ємнісних конструкцій, задача оцінки їх власних динамічних характеристик, на жаль, поки не знайшла свого повного теоретичного вирішення. Спеціалізована нормативна та фахово-довідкова література майже не приділяє даному питанню уваги. Так, досить впевнено можна констатувати, що окремих цілеспрямованих спеціалізованих досліджень щодо теоретичної оцінки динамічних властивостей (сталевих) порожніх ємностей не проводилось. Це питання розглядається у деяких поодиноких дослідженнях, причому скоріше як супутнє питання [3] або достатньо відокремлено висвітлюється у фаховій літературі [4], маючи при цьому характер лише рекомендацій загального типу. Про систематичний підхід до вказаної задачі говорити поки що зарано.

У роботах [5-9] вищевказана задача була розглянута всебічно у формі чисельного експерименту, котрий не має практичного підтвердження. При цьому використовувався метод скінчених елементів, на основі якого будувались відповідні моделі та визначались власні динамічні характеристики саме сталевих ємностей різних типів. Досліджувався також вплив на динамічні параметри конструкції зміни деяких її конструктивних параметрів, зокрема, висоти вертикальної частини споруди, розмірів конструкції та постановки підкріплюючих ребер жорсткості.

Чисельний експеримент проводиться на базі проектно-обчислювального комплексу SCAD for Windows, теоретичний опис якого даний у роботі [10].

Дискретизація скінчено-елементних моделей була виконана згідно правил і особливостей, визначених у [9]. Тип, форма і розміри

скінчених елементів приймалися такими, щоб забезпечити точність отриманих результатів у межах 1 %.

За допомогою розроблених моделей у [5-9] був отриманий спектр власних частот коливань та відповідні форми власних коливань, тобто, по суті, виконана процедура модального аналізу. Визначення власних частот та форм коливань велося стандартними методами найскорішого спуску та ітерації підпросторів [10]. Отримані результати для десяти нижчих частот, наведені у [2], не були порівняні з існуючими у літературі аналогічними показниками спектру власних коливань (отриманими теж чисельними методами [11,12]).

*Метою даної роботи є встановлення спектру частот власних коливань циліндричних оболонок за їх малих прогинів методами, розвиненими у [11] й в уточненій постановці у [12], а також проведення чисельних оцінок власних частот подібних структур при врахуванні впливів різноманітних факторів.*

*Виклад основного змісту дослідження.* Особливості власних коливань замкненої циліндричної оболонки за малих прогинів були встановлені і роботі [11]. Зокрема, квадрат власної частоти коливань визначається таким співвідношенням:

$$\omega_0^2 = \frac{\pi^4 \cdot m^4}{\theta^2 \cdot \eta} \cdot \frac{T_1 \cdot R}{E \cdot h} \cdot \left( \frac{h}{L^2} \right)^2 \cdot c^2, \quad (1)$$

де  $\omega_0$  – частота власних коливань оболонки за малих прогинів;  $R$  – радіус кривизни серединної поверхні;  $m$  – число півхвиль по довжині оболонки;  $L$  – довжина оболонки;  $n$  – число повних хвиль по колу;

$\theta = \frac{m\pi R}{nL}$ ;  $\eta = \frac{n^2 \cdot h}{R}$ ;  $h$  – товщина оболонки;  $E$  – модуль пружності матеріалу;  $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ ;  $\rho$  – щільність матеріалу оболонки;  $c$  – швидкість

розповсюдження поздовжніх хвиль у матеріалі оболонки;  $T_1$  – значення критичного зусилля для оболонки, яке впливає з розв'язку лінійної задачі про стійкість оболонки за її вісьового стискування;

$T_1 = \hat{p}_{\text{сд}} \cdot \frac{Eh}{R}$ ;  $\hat{p}_{\text{сд}} = \frac{1}{12 \cdot (1 - \mu)^2} \cdot \frac{(1 + \theta^2)^2}{\theta^2} \cdot \eta + \frac{\theta^2}{(1 + \theta^2)^2 \cdot \eta}$ ,  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона.

Мінімальне значення  $\hat{p}_{\text{сд}} = \hat{\delta}_a = \frac{1}{\sqrt{3 \cdot (1 - \mu^2)}} \approx 0,605$ . Це

можливо при  $\eta \cdot \left( \theta + \frac{1}{\theta} \right)^2 = \sqrt{12 \cdot (1 - \mu)^2} \approx 3,3$ .

Для розрахунку значень  $\omega_0$  використаємо графік, поданий на рис. 2.18 [11]. При цьому параметри, які характеризують геометричні

розміри і форму оболонки, обираємо такими:  
 $L = 14,5\text{ м}; R = 3,75\text{ м}; L/R = 3,87; h = 2 \cdot 10^{-3}\text{ м};$

$$R/h = 1875; n = 7 \dots 10; \omega_{0,\min}^* = \frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{\omega_0 \cdot L^2}{c \cdot h}$$

З вказаного вище графіка й обраних геометричних параметрів оболонки маємо  $\omega_{0,\min}^* = 40$  Тоді:

$$\omega_0 = \frac{\pi^2 \cdot \tilde{n} \cdot h \cdot \omega_{0,\min}^*}{L^2}, \quad (2)$$

де  $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \approx 5189 \text{ м/с}$  /  $\tilde{n}$  (для матеріалу - сталі).

Отже, згідно (2)  $\omega_0 \approx 19,5 \text{ с}^{-1}$ , а лінійна частота  $f_0 \approx 3,1 \text{ Гц}$ . Ця величина  $f_0(\omega_0)$  відповідає малим прогинам оболонки за наявності позовжньої стискувочої сили.

Визначимо  $\omega_0$ , використовуючи графік рис. 2.18 [11], для таких параметрів  $L, R, h: L = 14,5\text{ м}; R = 3,75\text{ м}; L/R = 3,87;$   
 $h = 4 \cdot 10^{-3}\text{ м}; R/h = 937,5; n = 7 \dots 8; \omega_{0,\min}^* \approx 30.$

Тоді, згідно (2) знаходимо  $\omega_0 \approx 29,2 \tilde{n}^{-1}$ , а  $f_0 \approx 4,65 \text{ Гц}$ .

Отже, збільшення товщини оболонки  $h$  вдвічі призводить до збільшення власної (лінійної) частоти коливань на 1,55 Гц.

Розглянемо задачу визначення власних частот коливань циліндричної замкненої оболонки в уточненій постановці, використовуючи результати роботи [12]. При цьому координатна система має вигляд, поданий на рис. 1.

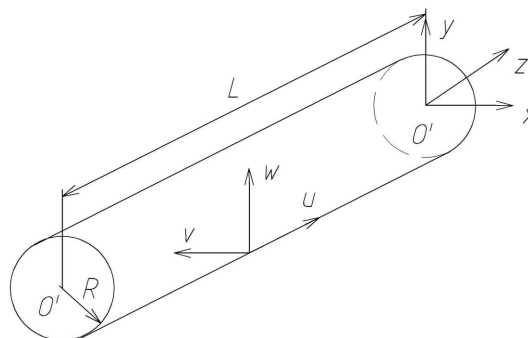


Рис. 1. Координатна система для визначення власних частот коливань замкненої циліндричної оболонки.

Для фіксованих значень  $m$  та  $n$  існують три власні частоти з різним співвідношенням амплітуд  $U, V, W$ . Асимптотичними значеннями цих частот будуть відповідно  $\omega_{0,1}; \omega_{0,2}; \omega_{0,3}$ .

Частота  $\omega_{0,1}$  відповідає згинним рухам кільця:

$$W_{\max} = n \cdot V_{\max}, \quad u = 0. \quad (3)$$

$$\left(\frac{\omega_{0,1}}{\omega_{0,k}}\right)^2 = \frac{h^2}{12R^2} \cdot n^2 \cdot (n^2 - 1)^2 / (n^2 + 1). \quad (4)$$

Частота  $\omega_{0,2}$  відповідає поздовжнім коливанням оболонки:

$$W = v = 0; \quad u = u_{\max}.$$

$$\left(\frac{\omega_{0,2}}{\omega_{0,k}}\right)^2 = (1 - \mu) \cdot \frac{n^2}{2}. \quad (5)$$

Частота  $\omega_{0,3}$  відповідає коливанням розтягу-стискування кільця

$$v_{\max} = n \cdot W_{\max}, \quad u = 0.$$

$$\left(\frac{\omega_{0,3}}{\omega_{0,k}}\right)^2 = n^2 + 1. \quad (6)$$

Величина  $\omega_{0,k}^2 = \frac{E}{\rho \cdot R^2 \cdot (1 - \mu^2)}$  у (4) – (6) є квадратом нижчої власної частоти у випадку розтягу-стискування кільця при наявності плоскої деформації.

Чисельні розрахунки  $\omega_{0,1}$ ;  $\omega_{0,2}$ ;  $\omega_{0,3}$ ;  $\omega_{0,k}$  були проведені за наступних значень параметрів оболонки:  $\mu = 0,26$ ;  $R = 3,75 \text{ м}$ ;  $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ;  $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ . Значення вказаних частот набули таких:

$$\begin{cases} \omega_{0,k} \approx 1433 \text{ с}^{-1}; \quad \omega_{0,3} = \sqrt{n^2 + 1} \cdot 1433 \text{ с}^{-1} \approx 1433 \cdot n, \text{ с}^{-1}; \quad f_{0,3} \approx n \cdot 228,1 \text{ Гц}; \\ \omega_{0,2} = \sqrt{(1 - \mu) \cdot \frac{n^2}{2}} \cdot 1433 \text{ с}^{-1} \approx 871,7 \cdot n, \text{ с}^{-1}; \quad f_{0,2} \approx n \cdot 138,7 \text{ Гц}; \\ \omega_{0,1} = \frac{h}{R} \cdot \frac{n \cdot (n^2 - 1)}{\sqrt{n^2 + 1} \cdot \sqrt{12}} \cdot 1433 \text{ с}^{-1} \approx (0,22 \dots 0,44) \cdot n^2, \text{ с}^{-1}; \quad f_{0,1} \approx n^2 \cdot (0,035 \dots 0,07) \text{ Гц}. \end{cases} \quad (7)$$

### Висновки.

1. Отже, щоб «попасти у резонанс» з  $f_{\text{рез.}} = 25 \text{ Гц}$  (частота віброзбуджень оболонки з конгломератом), слід збуджувати у даній оболонці (із заданим  $h$ ,  $R$ ,  $L$ ) при  $n=20$  згини кільця:  $W_{\max} = n \cdot V_{\max}$ ,  $u = 0$ , при  $h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ і}$  з частотою (лінійною)  $f_{0,1} \approx (14 \dots 28) \text{ Гц}$ . Однак, подібні форми не збуджуються у такій оболонці, оскільки для останньої є не типовими.

2. При товщині  $h = 2 \cdot 10^{-3} \text{ і}$  оболонки той самий тип (форму) коливань (при  $n=26-27$ ) й частоті  $f_{\text{дв.}} = 25 \text{ Гц}$ , виникає для:

$$f_{0,1} = 26^2 \cdot (0,035 \dots 0,07) \approx (23,7 \dots 47,3) \text{ Гц};$$

$$f_{0,1} = 27^2 \cdot (0,035 \dots 0,07) \approx (25,5 \dots 51,0) \text{ Гц}.$$

Такий результат теж є нетиповим для подібних оболонок.

3. Частоти  $f_{0,2}$  й  $f_{0,3}$  навіть при  $n=1$  набагато більше 25 Гц.



4. Отже, віброзбудження з частотою  $f_{рез.} = 25 Гц$  є безпечними для сталевих замкнених циліндричних оболонок з геометричними параметрами ( $h = (2...4) \cdot 10^{-3} м$ ;  $R = 3,75 м$ ;  $L = 14,5 м$ ). Слід зазначити, що вказані геометричні параметри силосів/бункерів є типовими і такі конструкції використовуються для зберігання сипучих (зокрема, сільськогосподарських) матеріалів.

5. Отримані результати можуть бути у подальшому використані для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів розрахунку подібних систем.

#### Література.

1. Аэродинамика электросетевых конструкций/ [Горохов Е.В., Казакевич М.И., Шаповалов С.Н., Назим Я.В.]. – Донецк, 2000. – 336 с.
2. Банников Д.О. Експериментальні дослідження динамічних властивостей сталевих ємнісних конструкцій для сипучих вантажів/ Д.О. Банников // Підйомно-транспортна техніка. – 2008. -№4. – С. 79 – 88.
3. Динамические испытания и диагностика бункерной этажерки / А.М. Югов, С.В. Колісниченко, Д.В. Шевченко [та ін.]// Вісник Дон ДАБА: Будівельні конструкції. Будівлі та споруди. – Макіївка: Дон ДАБА. – 2001. – Вип. 4(29). – С. 47 – 53.
4. Руководство по расчёту и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров/ Ленпромстройпроект. – М.: Стройиздат, 1983. – 200с.
5. Банников Д.О. Прочность и динамические свойства пирамидально-призматических бункеров для сыпучих материалов/ Д.О. Банников // Вісник Дон ДАБА: Композиційні матеріали для будівництва. – Макіївка: Дон ДАБА. – 2001. – Вип. 2001. – 1(26). – С. 116 – 121.
6. Банников Д.О. Динамическая диагностика конструкции стального бункера/ Д.О. Банников, М.И. Казакевич // Збірник наукових праць: Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. – Київ – Львів: Фіз.-мех. ін.-т ім. Г.В. Карпенка. – 2001. – Вип. 6. – С. 214 – 218.
7. Банников Д.О. Мониторинг стальных бункеров/ Д.О. Банников // Збірник наукових робіт ДНУЗТ: Будівництво. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ. – 2002. – Вип. 11. – С. 38 – 41.
8. Банников Д.О. Исследование прочности пирамидально-призматических бункеров: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01/ Банников Дмитрий Олегович. – Днепропетровск, 2000. – 140с.
9. Банников Д.О. Расчет пирамидально-призматических бункеров методом конечных элементов/ Д.О. Банников, М.И. Казакевич. – Днепропетровск, 2003. – 150с.
10. SCAD для пользователя/ В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.В. Перельмутер и др. – К.: ВВП Компас, 2000. – 332с.

11. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек/ Вольмир А.С. – М.: Наука, 1972. – 432с.
12. *Forsberg K.* // AIAA Journal. – 1964. – V.2, No. 12.

## **АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЕМКостей КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

Ловейкин В.С., Ковбаса В.П., Човнюк Ю.В.,  
Ярошенко В.В., Костина О.Ю.

### *Аннотация*

**Проведен численный и аналитический анализ динамических свойств стальных ёмкостных конструкций для сыпучих грузов.**

## **ANALYSIS OF DYNAMIC PROPERTIES OF METALLIC CAPACITIES OF CONSTRUCTIONS FOR FRIABLE MATERIALS**

V. Lovejkin, V. Kovbasa, Y. Chovnuk,  
V. Yaroshenko, O. Kostina

### *Summary*

**It is carried out numerical and analytical analyses of dynamic properties of steel capacitor designs for loose cargoes.**

УДК 331.4(075)

## АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРАЦЕОХОРОННІ НАПРЯМИ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Шевченко О.О., к.с.-г.н.,

Гаврилюк В.І.,

*Міністерство аграрної політики України*

Войналович О.В., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

Тел. (044) 527-82-99

**Анотація** – в роботі проаналізовано напрями наукових досліджень у вирішенні нагальних завдань охорони праці в АПК. Окреслено організаційні підходи для покращання стану безпеки праці в аграрному виробництві на базі сучасних інформаційних технологій.

**Ключові слова** – охорона праці, аграрне виробництво, ризик травмування, інформаційно-математичне моделювання, системний аналіз

*Постановка проблеми.* 5-го лютого 2008 року Україну було офіційно прийнято до Світової організації торгівлі (СОТ), що є одним з кроків входження нашої держави до виробничо-економічних, наукових та навчальних світових структур. Разом з тим, це означає, що Україна взяла на себе зобов'язання дотримуватись високих міжнародних стандартів, зокрема у галузі охорони праці. Деякі з них є достатньо жорсткими щодо забезпечення нормативів безпеки на виробництві. До таких документів, зокрема, належить Конвенція Міжнародної організації праці про безпеку та гігієну праці у сільському господарстві від 5.06.2001 р. № 184. Верховна Рада України ратифікувала цю Конвенцію окремим Законом 01.04.2009 р.

Держави, які підписали Конвенцію, повинні розробляти, впроваджувати і періодично переглядати погоджену національну політику в галузі безпеки і гігієни праці у сільському господарстві. Ця політика ставить за мету профілактику нещасних випадків і ушкодження здоров'я, які настають з виробничих причин, через усунення, зведення до мінімуму виробничих ризиків чи встановлення контролю за ними у сільському господарстві. Зауважимо, що у даному контексті сільське господарство пот-

рібно розглядати не лише як виробництво рослинницької, тваринницької чи рибницької продукції у сільській місцевості, а й у поєднанні з технологічними процесами переробляння сільськогосподарської продукції, тобто як весь агропромисловий комплекс (АПК).

Згідно із статистичними даними, протягом 2008 р. в Україні на виробництві сталося 6206 випадків травмування працівників, з них 1005 - зі смертельними наслідками [1]. Порівняно з попереднім 2007 р. рівень загального виробничого травматизму знижено на 11%, або майже на 2 тис. випадків, а смертельно травмовано на 15% менше (на 176 осіб). Відслідковуючи суттєве зниження в Україні щорічної кількості травмованих працівників за останнє десятиріччя, міжнародні експерти у галузі охорони праці ризик виробничого травматизму загалом у нашій країні, за винятком вугільної та будівельної галузей, характеризують як задовільний (один смертельний випадок припадає майже на 11 тисяч працівників) [2]. Разом з тим ризик загибелі або важкого травмування на виробництві (у розрахунку на 100 тис. працівників) залишається у декілька разів вищим, ніж в інших розвинених країнах світу.

Серед інших галузей агропромисловий комплекс характеризується як один з найбільш травмонебезпечних, поступаючись лише вугільній промисловості. Протягом 2008 р. в АПК травмувалося 1700 працівників, з них 141 отримав смертельні травми. І хоч порівняно з 2007 р. кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками зменшилася на 25 % (47 осіб), а для загального виробничого травматизму в галузі – на 21 % (465 осіб), рівень виробничого травматизму в АПК залишається вищим ніж у будівельній та металургійній галузях чи на транспорті.

Професійний ризик смертельного травмування на виробничих процесах у сільському господарстві стабільно залишається на досить високому рівні – у межах  $1,1 \cdot 10^{-4} \dots 1,4 \cdot 10^{-4}$  [3]. Такий рівень смертельного ризику перевищує не лише задовільний ( $\leq 5 \cdot 10^{-5}$ ), але й допустимий ( $\leq 10^{-4}$ ) рівні, які встановлено у країнах з розвинутою ринковою економікою. Проблема зниження професійного ризику в сільському господарстві є надзвичайно складною і у даний час не знайдено універсального способу її вирішення.

*Формулювання цілей статті.* Мета досліджень – окреслити та обґрунтувати напрями профілактичної працезахоронної роботи у галузі, зокрема показати роль науки у вирішенні нагальних завдань охорони праці в АПК.

*Основна частина.* Виникає питання, які ж об'єктивні та суб'єктивні причини незадовільного стану охорони праці на селі, адже ризик виконання робіт та умови праці у сільському господарстві не є такими загрозливими для працівників, як, наприклад, у вугільній галу-

зі. Потрібно зазначити, що сільськогосподарське виробництво характеризується рядом особливостей, що суттєво впливають на рівень забезпечення нормативних умов праці на виробничих процесах та знижують дієвість контролю безпеки праці з боку відповідних керівних осіб підприємств. Нерівномірність завантаження працівників протягом року, розірваність робочого дня, залучення до роботи сезонних працівників, підлітків та осіб пенсійного віку без належного оформлення, розпорошеність працівників на полях та території підприємства – ось лише частина причин високого рівня травматизму у сільському господарстві [4, 5].

Насамперед потрібно вказати, що після реформування аграрного сектора економіки України та утворення близько 45 тисяч фермерських та інших малих господарств питанням охорони праці стали приділяти значно менше уваги як безпосередньо на селі, так і на районному і обласному рівнях. Основні зусилля у галузі було спрямовано на утримання техніко-технологічного рівня аграрного виробництва, часткове оновлення машино-тракторного парку великих сільськогосподарських підприємств та ін., залишивши поза всяким контролем малі та фермерські господарства, одноосібників, які використовують найману працю, зокрема сезонну. До того ж, протягом цього перехідного періоду реформування у багатьох районах було непередумано ліквідовано посади спеціалістів з охорони праці управлінь агропромислового розвитку РДА. Відновити належний контроль за безпекою виконання сільськогосподарських робіт не вдалося і тепер, незважаючи на зусилля керівництва галузі.

На сьогодні перед охороною праці в АПК стоять важливі актуальні завдання – розробити і впровадити галузеву систему управління охороною праці, підвищити ефективність працезахоронної роботи на сільськогосподарських підприємствах всіх видів власності, забезпечити працівників нормативно-правовими актами з охорони праці, де враховано сучасні вимоги безпеки праці, активізувати контроль нормативів безпеки та умов праці на робочих місцях, звернувши особливу увагу на технічні аспекти охорони праці та ін.

Відповідь на питання, чи будуть ці завдання вирішені у найближчий час, багато у чому залежить від їх належного наукового обґрунтування. Спробуємо проілюструвати дану аксіому на прикладах.

Численні аварії та нещасні випадки на механізованих процесах в АПК, низький наробіток на відмову техніки сільськогосподарського призначення, відсутність достовірних даних про її поточний технічний стан вимагають розроблення *методик і засобів діагностики* для оперативного визначення технічного стану вузлів і агрегатів після тривалої експлуатації для проведення превентивного технічного обслуговування і ремонту [6]. І це повинні бути *сучасні діагностичні*

**комп'ютеризовані комплекси**, що дають можливість оперативно визначати ступінь зношення деталей двигуна, гальмівної і ходової частини та інших важливих вузлів агрегатів, виявляти місця механічного пошкодження та дефекти (тріщини небезпечних розмірів) у конструкційних елементах, прогнозувати аварійний стан конструкцій пневматичних вузлів, гідравлічних систем та системи охолодження, стан системи електропостачання тощо.

У даний час такі діагностичні комплекси на підприємствах АПК практично не застосовують, і завданням науковців є адаптувати розроблені в інших галузях прилади контролю на потреби АПК із врахуванням особливостей їх використання у ремонтних та сервісних підрозділах сільськогосподарських підприємств.

Незадовільний стан виробничого травматизму серед механізаторів АПК та інших професій підвищеного ризику потребує ефективних та дієвих заходів (засобів), щоб запобігти повторюваності виробничих травм і аварій з тих чи інших причин. Для наукового обґрунтування пошуку шляхів вирішення аналогічних проблем у інших галузях економіки застосовують **інформаційно-математичне моделювання**. Але ці методики необхідно адаптувати для АПК з врахуванням реалій сільськогосподарського виробництва, що в багатьох аспектах охорони праці суттєво відрізняються від умов дотримання безпеки на промислових підприємствах. Основну увагу потрібно звернути на виявлення причин виникнення аварій та травм на механізованих процесах сільськогосподарського виробництва, дослідження умов безпечного виконання робіт **працівником АПК, як об'єкта з найнижчими показниками надійності** у системі «людина-машина-виробниче довкілля».

Зазначимо, що за умов сучасного аграрного виробництва – складної ймовірнісної системи, в якій, як правило, присутня не усунена небезпека, закладена через участь у технологічному процесі людини з її емоційною, фізіологічною і психологічною слабкістю, завжди існує ризик нещасного випадку [7]. Разом з тим, традиційні задачі підвищення надійності та довговічності машин та механізмів АПК не розглядають роль працівника, як потенційного джерела небезпеки через його помилкові дії, незнання ним безпечних способів виконання робіт. Проблема комплексного оцінювання ризику травмування на виробництві з урахуванням ймовірності нещасного випадку та тяжкості його наслідків у вартісному вираженні для АПК є новою і актуальною.

Має бути запропонована **стратегію управління безпекою складних технічних систем** на базі системного аналізу, багатофакторного оцінювання і багатокритеріальної мінімізації ризиків аварійних ситуацій, що забезпечує значне підвищення безпеки працівників на виробничих процесах АПК шляхом своєчасного виявлення ситуацій іс-

тотного, критичного і (або) катастрофічного ризику та впровадження ефективної системи запобігання їх наслідкам.

До останнього часу як показники ризику в галузі розглядали і аналізували лише коефіцієнти частоти та важкості виробничого травматизму. На сьогодні відсутні показники ризику для основних професій АПК, на механізованих виробничих процесах, не розроблено класифікатора професій за критеріями ризику травмування та професійної захворюваності.

Насамперед, необхідно розробити якісно нову для сільськогосподарського виробництва *систему аналізу професійних ризиків*, яка має охопити: науковий інструментарій оцінювання ризиків; страхові механізми їх виявлення; галузеві центри оцінювання та обліку професійних ризиків; відповідні наукові та інформаційні інфраструктури.

Далі потрібно сформулювати систему взаємозв'язаних організаційних, медико-соціальних, фінансово-економічних і правових механізмів управління професійним ризиком в АПК.

Що стосується аналізу професійного ризику, то масштаб цього питання в аграрному виробництві обумовлений складною природою професійних ризиків в АПК, значним їх різноманіттям, важко передбачуваними і тривалими наслідками. Так, фахівці Міжнародної організації праці та Всесвітньої організації охорони здоров'я виділяють більше 150 класів професійних ризиків і близько тисячі їх видів, що становлять реальну небезпеку для двох тисяч різних професій. До того ж вважають, що дана класифікація є неповною і охоплює лише окремі аспекти безпеки і гігієни праці. Значна частина цих ризиків має місце на виробничих процесах в АПК.

Таке широке коло професійних ризиків в АПК пояснюється з одного боку достатньо високим рівнем розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні, коли активне застосування високоенергетичної техніки і технології, хімічних і біологічних речовин призвело до того, що практично всі сфери життєдіяльності працівників села буквально пронизані ризиками. З іншого боку ресурс наявної у сільськогосподарських підприємствах техніки практично вичерпано (досяг критичної межі), після 10-річного і більше терміну експлуатації за наших реалій вона морально та фізично застаріла, машинно-тракторний парк зменшився кількісно, не забезпечує своєчасного виконання механізованих робіт, що веде до збільшення професійного ризику. На думку багатьох вчених в галузі охорони праці уникнути ризикових ситуацій у сільськогосподарському виробництві сьогодні вже неможливо.

Разом з тим вважаємо, що розроблені в останній час *методологічні підходи системного аналізу* небезпек дозволять запропонувати

дієві заходи для захисту життя і здоров'я працівників, враховуючи умови виконання сільськогосподарських та інших видів робіт в АПК.

У питанні впровадження *галузевої системи управління охороною праці* (СУОП) агропромисловий комплекс України перебуває на роздоріжжі: зберегти традиційні підходи та форми у працезахоронній роботі або розпочати впровадження *сучасних інформаційних технологій*. Простий приклад – дати працівнику інструкцію з охорони праці для ознайомлення (часто формального) чи використати для інструктажу з працезахоронних питань комп'ютерний екзаменатор, де ту ж інструкцію наочно проілюстровано, розкладено на ключові слова та контрольні запитання. До того ж ПК без належних знань позитивну оцінку не виставить. У якому випадку навчання буде ефективнішим, а набуті знання міцнішими, зрозуміло.

Можна сказати, що це далека перспектива, а піднімати питання щодо впровадження інформаційних технологій керування безпекою праці у даний час недоречно, особливо у ракурсі економічної кризи. Але це не так. На сьогодні інформаційний потік із статистикою виробничого травматизму в галузі чи виявлених негараздів щодо забезпечення безпеки праці під час комплексних перевірок підприємств АПК спрямовано лише вгору галузевої управлінської вертикалі. Зворотній інформаційний зв'язок від Міністерства аграрної політики України до сільськогосподарських підприємств з наданням останнім оперативних аналітичних матеріалів з питань охорони праці вкрай неефективний через інерційність. Без налагодження *ефективної інформаційної політики* у межах галузевої управлінської вертикалі неможливо всебічно аналізувати стан охорони праці, виявляти характерні (визначальні) причини виробничого травматизму та професійних хвороб, оперативно доносити до керівників аграрних підприємств та осіб, що відповідають за стан охорони праці на місцях, вироблені рішення та застереження і, з рештою, навчити працівників цінувати своє і чуже життя та здоров'я.

Така *інформаційна працезахоронна політика* можлива на базі єдиної комп'ютеризованої *системи відстеження потенційних небезпек* на виробничих процесах у галузі. Визначальним елементом такої системи має бути *концепція прийнятного ризику*, в якій для основних професій АПК за статистичними критеріями не лише встановлюють допустимі рівні виробничої небезпеки, але і оптимально їх відстежують. Впровадження такої системи дозволить охопити єдиним інформаційним полем на базі сучасних комп'ютерних технологій всіх суб'єктів галузевої системи управління охороною праці.

Зрозуміло, що без серйозного наукового опрацювання таку задачу не вирішити. А чи інакше, як на *базі оптимізаційних наукових підходів*, можна встановити пріоритети фінансування окремих напрямів профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань в АПК.



Важливою є задача розроблення *соціально-гігієнічного моніторингу умов праці та стану здоров'я* працівників агропромислового виробництва. Щодо забезпечення нормативних умов праці за критеріями важкості виконання робіт і відсутності засобів колективного та індивідуального захисту жителі села є чи не найменш захищеними в державі. Статистика профзахворювань за останні роки свідчить: із загальної кількості працівників, які щорічно набувають статус професійно хворих (близько 6000 осіб), лише 0,4% є працівниками сільськогосподарського виробництва (за даними 2006 р. – 28 осіб, тобто лише одному працівнику села у рік на всю область вдається підтвердити статус професійно хворого та оформити належну пенсію). Ці цифри не можна визнати такими, що об'єктивно характеризують здоров'я сільських працівників з огляду на кількість шкідливих та небезпечних чинників виробничого довкілля, що діють на працівників АПК. Втрачають своє здоров'я механізатори на тракторах і комбайнах застарілих конструкцій, доярки та інші тваринники, переміщаючи великі вантажі, зварювальники, яких не забезпечили респіраторами та інші категорії працівників. З різних причин, зокрема через обтяженість додатково власним господарством, вони не мають змоги своєчасно звернутися за належною медичною допомогою.

*Профілактика професійних захворювань в АПК* неможлива без розгортання системи сільської медичної допомоги для раннього виявлення професійних захворювань працівників аграрного сектора економіки. Міністерство аграрної політики України, його галузева служба охорони праці мають посприяти приходу соціально-медичної допомоги в село у вигляді мобільних діагностичних комплексів, профілактичних оглядів на місцях та ін.

А для початку необхідно обґрунтувати підходи щодо *оцінювання потенційних шкідливостей та небезпек* у сільськогосподарському виробництві та визначення *ступеню ризику основних професій АПК*, розробити критерії їх систематизації. Потрібно співставити показники ризику професійної захворюваності в аграрній галузі порівняно із суміжними. На сьогодні відсутня *систематизація об'єктивних показників ушкодження здоров'я*, які б характеризували ступінь шкідливості виконання тих чи інших сільськогосподарських робіт з врахуванням наявного стану забезпеченості працівників засобами захисту.

Отже, цей короткий аналіз деяких напрямів працезахоронної роботи в АПК показує, що вирішити зазначені завдання в галузі охорони праці можна лише задіявши науковий потенціал галузі. Інакше суттєвих змін у забезпеченні нормативів безпеки праці в АПК досягти не вдасться – відсторонення науки від вирішення нагальних питань охорони праці означає зниження соціального захисту працівників.

Разом з тим для підвищення ефективності працезахоронної роботи в аграрній галузі виробництва потрібно вирішити і ряд організаційних завдань [8]. Так, однією з основних причин високого рівня виробничого травматизму в сільському господарстві вважають недостатню навченість працівників з питань охорони праці через неякісне (формальне) проведення інструктажів та інших видів навчання з охорони праці. Але поза увагою залишаються рівень подання навчального матеріалу та ступінь оновленості галузевих нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП).

Більшість з них було підготовлено 10-20 років тому – а протягом цього часу суттєво змінилися ступінь ризику виконання окремих механізованих робіт, їх технічна оснащеність, технологічні процеси отримання і перероблення продукції, асортимент застосовуваних агрохімікатів, номенклатура засобів індивідуального захисту тощо. У НПАОП не враховано, що не лише вітчизняні, але й зарубіжні сільськогосподарські машини та механізми є високоенергетичними об'єктами підвищеної небезпеки, а це потребує дотримання особливих вимог безпеки та підготовки кваліфікованих працівників для їх обслуговування.

Тому на перший план виходить необхідність перегляду НПАОП, які регламентують виробничі процеси в АПК. Інструктажі та інструкції з охорони праці мають перейти із стану формальних у стан життєво необхідних, стати надійним помічником працівнику. Для їх розроблення Міністерству аграрної політики України потрібно залучити науковий потенціал вищих навчальних аграрних закладів освіти та Академії аграрних наук, взявши на себе роль координатора робіт. Як механізм запровадження такої роботи можна запропонувати створити при міністерстві із представників вказаних організацій **науково-технічну групу з питань охорони праці**. Одним із напрямів її роботи має стати розроблення наукових засад функціонування систем контролю, відстеження потенційних небезпек та прогнозування стану охорони праці в АПК з метою покращення керування охороною праці на всіх виконавчих ступенях управління.

Підвищенню ефективності функціонування галузевої системи управління охороною праці може посприяти створення **районних консультаційних центрів з охорони праці** при управліннях агропромислового розвитку. В результаті їх діяльності керівники фермерських та інших малих сільськогосподарських підприємств зможуть на договірній основі не просто отримати необхідні інформаційні матеріали з питань охорони праці (типові інструкції, положення тощо), але й адаптувати їх з врахуванням особливостей виконання робіт у власних господарствах.

Допомогу із становлення вказаних консультаційних центрів має надати Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України у рамках виконання галузевої про-

грами поліпшення стану безпеки. Комп'ютеризація таких центрів з наступним їх охопленням єдиною галузевою інформаційною мережею дозволить впровадити систему відстеження потенційних небезпек в АПК.

Додаткового поштовху покращанню стану охорони праці в АПК можуть надати *випускники аграрних закладів освіти*. Навчальний процес має бути поставлено так, щоб сформувати у студентів *працезохоронний світогляд*, який дозволить їм на виробництві не лише зберегти свої життя та здоров'я, а й навчити інших працівників основних засад охорони праці. Адже практично всі сучасні технології виробництва і переробляння сільськогосподарської продукції не є досконаліми щодо забезпечення життя і здоров'я працівників. Тому їх освоєння аж ніяк не може обійтися без глибокого вивчення питань охорони праці. Тоді випускник (бакалавр, магістр) буде користуватися авторитетом не тільки як спеціаліст аграрного виробництва, але і як освічений фахівець, що не лише вболіває за культуру виробництва та здоров'я інших працівників, але і знає, як цього досягти.

*Висновки.* Обґрунтовано тезу, що ширше задієння наукових досліджень (наприклад, з проблем розроблення діагностичних комп'ютеризованих комплексів для виявлення дефектів у машинах та механізмах АПК, застосування підходів інформаційно-математичного моделювання та системного аналізу для оцінювання ступеню безпечності їх роботи, впровадження концепції прийняттого ризику на механізованих виробничих процесах та ін.) для вирішення нагальних завдань охорони праці в АПК дозволить покращити стан безпеки праці на підприємствах галузі. Система управління охороною праці в аграрному виробництві повинна базуватися на сучасних інформаційних технологіях, а впроваджувати їх у практику виробничих відносин мають працівники із сформованим працезохоронним світоглядом, на що слід спрямувати аграрні заклади освіти.

#### Література.

1. *Войналович О.В.* Підвищити ефективність наглядової діяльності / *О.В. Войналович* // Охорона праці, 2009, № 2. - С. 5-9.
2. *Кундієв Ю.І.* Стан виробничого травматизму та наглядової діяльності за охороною праці в Україні / *Ю.І. Кундієв, М.О. Лисюк, А.М. Нагорна, Н.В. Романенко* // Український журнал з проблем медицини праці. – 2008. - № 2. – С. 3-14.
3. *Гнатюк О.А.* Вплив особливостей сільськогосподарського виробництва на методи оцінювання професійного ризику операторів машино-тракторних агрегатів / *О.А. Гнатюк.* // Збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції «Охорона праці та соціальний захист працівників», 19-21 листопада 2008 р., м. Київ. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 77 - 79.

4. *Войналович О.В.* Сучасні аспекти охорони праці на підприємствах АПК / *О.В.Войналович, В.М. Скафа.* // Охорона праці, 2005, № 7. – С. 8 – 10.
5. *Войналович О.В.* Про шляхи поліпшення профілактичної роботи з питань охорони праці під час проведення осінньо-польових робіт в агропромисловому комплексі України в 2006 році / *О.В. Войналович, В.І. Гаврилюк* // Науково-технічний журнал „Техніка АПК”, 2006. - № 11 (листопад). – С. 31 – 32.
6. *Войналович О.В.* Підходи щодо створення методології оцінення ризику травмування працівників на механізованих процесах в АПК / *О.В. Войналович, М.М. Мотрич.* // Електротехніка і механіка, 2007. - № 1. – С. 93 – 101.
7. *Браун Дэвид Б.* Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности: Системный подход в технике безопасности. Пер. с англ. А.Н. Жовинского. / *Д. Б. Браун.* М.: Машиностроение, 1979. - 360 с.
8. *Войналович О.В.* Напрями профілактики травматизму та профзахворюваності в АПК. / *О.В. Войналович, В.І. Гаврилюк, М.П. Тягай.* // Збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції «Охорона праці та соціальний захист працівників», 19-21 листопада 2008 р., м. Київ. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 56 - 58.

## **АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ТРУДООХРАННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Шевченко О.О., Гаврилюк В.И., Войналович О.В.

### *Аннотация*

**В работе проанализированы направления научных исследований в решении неотложных заданий охраны труда в АПК. Очерчено организационные подходы для улучшения состояния безопасности труда в аграрном производстве на базе современных информационных технологий.**

## **ACTUAL SCIENTIFIC DIRECTIONS IN LABOUR PROTECTION FOR AN AGRARIAN PRODUCTION**

O. Shevchenko, V. Gavrulyuk, O. Voinalovich

### *Summary*

**Directions of scientific researches in the decision of urgent tasks of labour protection in an agrarian production are analysed. Organizational approaches for the improvement of the state of labour protection in an agrarian production on the base of modern information technologies are outlined.**

УДК 664. 8. 022. 1

## ОПТИМАЛЬНІ РЕЖИМИ ПОДРІБНЕННЯ ПЛОДІВ АБРИКОСУ У РОТОРНІЙ ДРОБАРЦІ

Гербер Ю. Б. к.т.н.,

Гаврилов О. В., к.т.н.,

*Південний філіал Національного університету біоресурсів та природовикористання України «Кримській агротехнологічний університет»*

Тел.: (0652) 26-37-52

**Анотація** - приведено методику та результати експериментального дослідження. Якість подрібненого напівфабрикату оцінювали за вірогідністю пошкодження кісточок та вірогідністю проходження плодів без подрібнення м'якоті. Обґрунтовано критерій оптимізації параметрів процесу подрібнення м'якоті плодів кісточкових культур. Виявлено режими роботи дробарки, які забезпечують максимальний вихід кондиційного подрібненого напівфабрикату.

**Ключові слова** - подрібнення, протирання, слива, абрикос, персик, кісточкова культура, ребро, дробарка.

*Постановка проблеми та мета роботи.* Плоди абрикосу використовують для виробництва соків з м'якоттю, нектарів, повидла та пюреподібних консервів дитячого харчування. Промислова переробка цих плодів включає технологічні операції подрібнення, бланшування та протирання отриманої суспензії.

Для подрібнення фруктів кісточкових культур використовують плющильну машину [1]. Пізніше з'явилися дробарки роторного типу [2]. Важливими вимогами до цих операцій є подрібнення м'якоті та збереження при цьому цілісності шкарлупи кісточок. Відокремлені кісточочки висушують і використовують як вторинну сировину для виробництва кондитерських виробів або рослинної олії. Розроблення дробарок для абрикосу потребує обґрунтування режимів, при яких отримують продукт високої якості.

У дробарках для фруктів кісточкових культур спостерігаються механізми пошкодження шкаралупи кісточок у результаті защемлення кісточок між ножами або внаслідок зіткнення кісточки з твердим робочим органом [3]. Для обґрунтування режиму промислової переробки кісточ-

кових культур проводилися досліджування міцності шкарлупи фруктових кісточок на ударне навантаження молотком. У роботі [4] досліджено стан персикових та сливових кісточок, що вільно рухаються у просторі, після зіткнення з жорстким билем і виявлено, що для збереження їх шкарлупи необхідно обмежувати колову швидкість ротора.

Між тим зменшення швидкості робочих органів дробарки та збільшення зазорів між ножами може привести до того, що окремі плоди проскакуватимуть через робочу зону без жодного подрібнення.

*Метою* цієї роботи є наукове обґрунтування режимів подрібнення м'якоті плодів абрикосу у роторній дробарці.

*Експериментальна установка та методика дослідження.* Дослідження проводили на плодах абрикосу сорту червонощокий. Розміри плодів становили: у довжину –  $40 \pm 3,7$  мм, у ширину –  $38 \pm 3,6$  мм, по висоті –  $36 \pm 3$  мм (після знаку „ $\pm$ ” наведено стандартне відхилення), маса одного плоду від 20 г до 25 г.

Дослідження проводили на експериментальній дробарці, яка мала встановлений на вертикальному валу ножовий ротор 1 та нерухомі ножі 2 (рис.1). Вал ротора змонтовано у підшипниковому вузлі 3. Ротор через клинопасову передачу 4 одержував обертальний рух від електричного двигуна 5 постійного току.

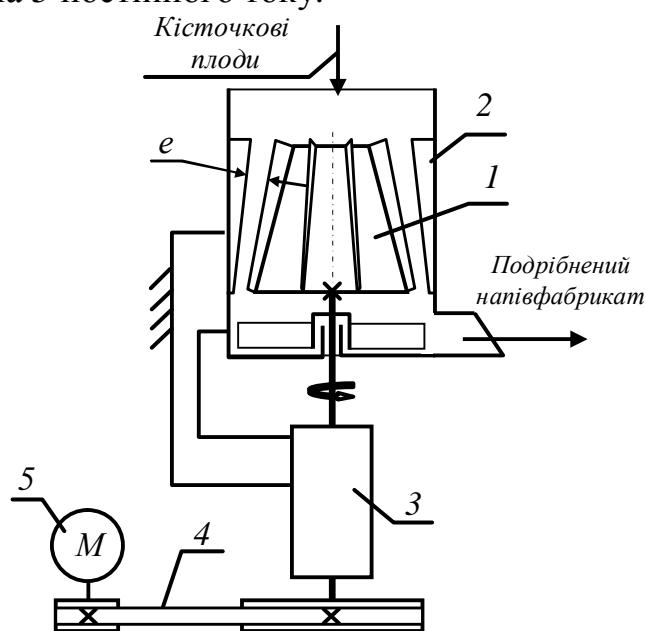


Рис. 1. Схема роторної дробарки

Конструкція дробарки дозволяла регулювати частоту обертання ротору і за рахунок цього змінювати колову швидкість  $v$  ножів, замінювати вставки з нерухомими ножами і, таким чином, регулювати ширину зазору  $e$  між ножами на роторі 1 та нерухомими ножами 2, знімати та встановлювати на роторі та статорі машини ножі. Дослі-

дження проведено за планом трьох факторного експерименту. Відомості про змінювані параметри наведено у таблиці. 1.

Таблиця 1.

## Змінювані параметри процесу подрібнення

Параметр	Позначення	Досліджені рівні
Колова швидкість ножів ротора, м/с	$v$	3,6; 7,2; 10,9; 14,5; 18,1; 21,7
Ширина зазору між ножами, мм	$e$	10,3; 21,1; 32,4
Кількість ножів на роторі, штук	$z$	6; 12

Випробування у кожній точці експерименту проводили наступним чином. Параметри роботи дробарки установлювали на запланованому рівні, потім завантажували у машину порцію плодів. У результаті отримували порцію обробленого напівфабрикату.

У обробленому напівфабрикаті лічили плоди, які проскочили через робочу зону без подрібнення м'якоті і розраховували вірогідність цієї події за формулою

$$P_{\text{без подр.}} = 100 Z_{\text{без подр.}} / Z, \% \quad (1)$$

де  $Z_{\text{без подр.}}$  – кількість плодів, що проскочили без подрібнення;  
 $Z$  – кількість плодів, завантажених у машину.

З маси, яка пройшла через дробарку, відокремлювали кісточки, піддавали їх ретельному аналізу і розраховували вірогідність пошкодження кісточок за формулою

$$P_{\text{пошк.}} = 100 Z_{\text{пошк.}} / Z, \% \quad (2)$$

де  $Z_{\text{пошк.}}$  – кількість кісточок, які мають пошкодження у вигляді виколупаних шматочків шкарлупи, відокремлених фрагментів шкарлупи, або повністю роздроблених кісточок.

Одна порція продукту складалась з п'яти плодів, повторність випробувань – п'ятикратна.

*Результати експериментального дослідження.* Розглянемо вірогідність проскакування плодів через робочу зону машини без подрібнення.

Це явище спостерігалось при 10 режимах роботи машини, які відрізнялися великими зазорами та малою коловою швидкістю ножів. Середньозважена дисперсія відтворення вірогідності цієї величини, розрахована за 10 дослідами, становить

$$S^2(P_{\text{без подр.}}) = 63,3 \% ^2$$

Перевірка за критерієм Кохрена показала, що всі вимірювання є однорідні і можуть вважатися вибірками з однієї генеральної сукупності.

Усі отримані експериментальні дані адекватно описуються рівнянням

$$P_{\text{без подр.}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \hat{\sigma}_1 < 0 \\ \hat{\sigma}_1 = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 v + \hat{a}_2 e + \hat{a}_3 Z, & \text{якщо } 0 \leq \hat{\sigma}_1 \leq 100 \\ 100, & \text{якщо } \hat{\sigma}_1 > 100 \end{cases}, \% \quad (3)$$

де  $y_1$  – лінійна функція аргументів  $v, e, z$  з постійними коефіцієнтами  $a_0, a_1, a_2, a_3$ .

Методом найменших квадратів знайдено значення емпіричних коефіцієнтів

$$a_0 = -28,27; \quad a_1 = -3,70; \quad a_2 = 9,73; \quad a_3 = -31,71$$

Явище пошкодження шкаралупи кісточок спостерігалось у 27 режимах роботи машини, які відрізнялися підвищеними швидкостями обертання ротору та малими зазорами між ножами. Середньозважена дисперсія відтворення вірогідності пошкодження шкаралупи, розрахована за 27 дослідями, становить

$$S^2(P_{\text{пошк.}}) = 114 \text{ \%}^2$$

Перевірка за критерієм Кохрена показала, що вимірювання є однорідні. Отримані експериментальні дані адекватно описуються рівнянням

$$P_{\text{без подр.}} = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{якщо } \delta_2 < 0 \\ \delta_2 = b_0 + b_1 v + b_2 e + b_3 z, & \text{якщо } 0 \leq \delta_2 \leq 100 \\ 100, & \text{якщо } \delta_2 > 100 \end{array} \right\}, \text{ \%} \quad (4)$$

де  $y_2$  – лінійна функція аргументів  $v, e, z$  з постійними коефіцієнтами  $b_0, b_1, b_2, b_3$ .

Методом найменших квадратів знайдено значення емпіричних коефіцієнтів

$$b_0 = 31,34; \quad b_1 = 2,60; \quad b_2 = -4,09; \quad b_3 = 7,12.$$

Таким чином, отримано аналітичні рівняння, які описують експериментальні дані про окремі показники якості процесу подрібнення абрикосових кісточок.

*Оптимальний режим подрібнення плодів абрикосу.* У якості критерію оптимізації процесу подрібнення плодів абрикосу брали вміст кондиційного продукту у подрібненому напівфабрикаті.

Вміст кондиційного продукту є комплексний показник якості подрібненого напівфабрикату. Цей показник можна трактувати як суму двох подій: того, що кісточка після проходження через машину залишаться непошкодженими і того, що м'якоть плодів буде подрібнено.

Вміст непошкоджених кісточок у масі напівфабрикату, пропущеного через дробарку, становить  $(100 - P_{\text{пошк.}})$ , %. Вміст подрібненої м'якоті можна розрахувати як  $(100 - P_{\text{без подр.}})$ , %.

Відповідно до теорії вірогідності, вміст кондиційного продукту у подрібненому напівфабрикаті дорівнює добутку цих ймовірностей

$$P_{\text{конд}} = (100 - P_{\text{без подр.}}) (100 - P_{\text{пошк.}}) / 100. \text{ \%} \quad (5)$$

Емпіричні залежності (3, 5) та критерій (5) дозволяють розрахувати вміст кондиційного продукту у дослідженій області змінюваних параметрів. На рис. 2 приведено результати розрахунку для випадку  $Z = 6$  бил.

З діаграми 2 видно, що найкраща якість подрібненої маси досягається при швидкостях ротора від 6 м/с до 8 м/с та ширині зазору від 25 мм до 30 мм. Відзначимо, що збільшення кількості ножів до



дев'яти приводить до звуження зони оптимальних параметрів. Якщо збільшити кількість ножів до 12, то у дослідженому діапазоні параметрів процесу 100 % вміст кондиційного продукту у подрібненому напівфабрикаті буде недосяжним.

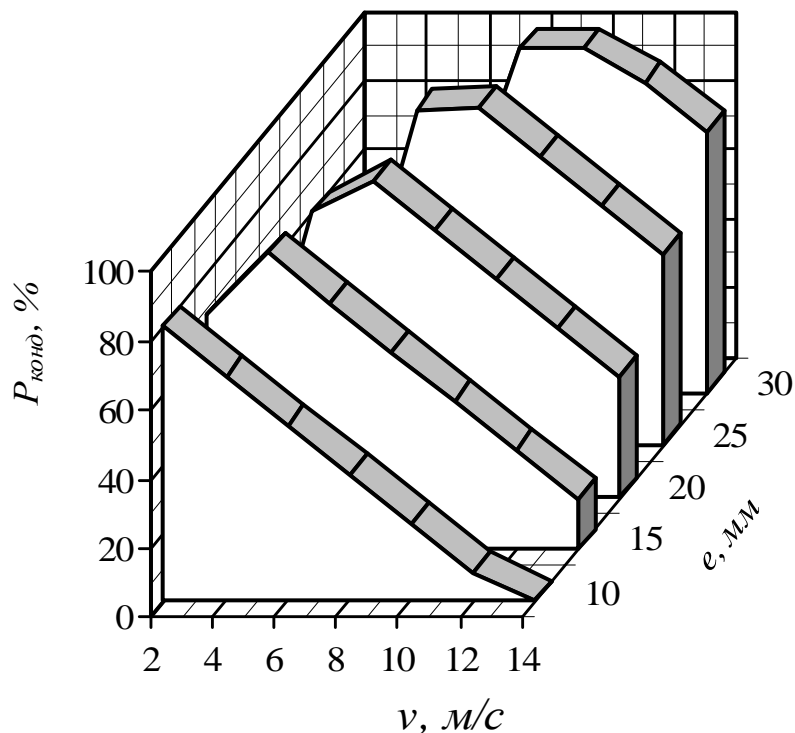


Рис. 2. Залежність вмісту кондиційного продукту у подрібненому напівфабрикаті від швидкості ротора та ширини зазору між ножами при 6 ножах на роторі

*Висновки та перспективи досліджень:*

1. Якість подрібненого напівфабрикату можна охарактеризувати вмістом плодів, що проскочили через робочу зону дробарки без відокремлення кісточок та вмістом пошкоджених кісточок.

2. Між показниками якості існує протиріччя. Збільшення швидкості бил приводить до збільшення імовірності пошкодження кісточок, але підвищує імовірність подрібнення м'якоті. Збільшення зазору між ножами приводить до зменшенні вмісту пошкоджених кісточок, але знижує імовірність подрібнення м'якоті.

3. Параметри роботи дробарки доцільно вибирати за критерієм, що показує вміст кондиційного продукту в подрібненому напівфабрикаті.

4. Вміст кондиційного продукту після роторної дробарки сягає 100 % при швидкостях ротора від 6 м/с до 8 м/с, ширині зазору від 25 мм до 30 мм та шести ножах на роторі.

Перспективним розвідуванням у даному напрямку є наукове обґрунтування режимів подрібнення плодів інших кісточкових культур, які вирощують на Україні.

## Література

1. Технологическое оборудование консервных заводов. Изд. 5-е перераб. и доп. / М. С. Аминов, М. Я. Дикис, А. Н. Мальский, А. К. Гладушняк. – М.: Агропромиздат, 1986. – 319 с.
2. Деклараційний пат. на винахід 24535 Україна, МКВ А23N15/00. Пристрій для подрібнювання кісточкових плодів / Пшеничний Ю. В., Гладушняк О. К. - № 94023491; Заявл. 09.02.94; Опубл. 30.10.98, Бюл. № 5.
3. Гербер Ю. Б. Силы, действующие на плоды и косточки в роторной дробилке при измельчении мякоти / Ю.Б. Гербер, А.В. Гаврилов // Науч. тр. ЮФ «КАТУ» НАУ (технические науки), вып. № 109. – Симферополь - 2008. – С. 18-24.
4. Гаврилов О. В. Дослідження стану персикових кісточок після зіткнення з білами / О.В. Гаврилов // Наук. пр. ПФ «КАТУ» НАУ (технічні науки), вип. № 113. – Симферополь - 2008. – С. 12 -18.

### ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ДРОБЛЕНИЯ ПЛОДОВ АБРИКОСА В РОТОРНОЙ ДРОБИЛКЕ

Гербер Ю.Б., Гаврилов А.В.

#### *Аннотация*

Приведена методика и результаты экспериментального исследования. Качество измельченного полуфабриката оценивали: с вероятностью повреждения косточек и вероятностью прохождения плодов без измельчения мякоти. Обоснован критерий оптимизации параметров процесса измельчения мякоти плодов абрикоса. Определены режимы работы дробилки, которые обеспечивают максимальный выход кондиционного измельченного полуфабриката (абрикоса).

### CARBROS OF GRINDING DOWN OF PULP OF STONE-FRUITS AND DAMAGES OF STONE ARE IN ROTOR CRUSHER

Y. Gerber, A. Gavrilo

#### *Summary*

Forces which operate on garden-stuffs and stone in a rotor crusher are exposed to the analysis. It is rotined that grinding down of pulp and damage of stone takes place because of jamming of garden-stuffs between ribs and shock destruction at the collision of garden-stuffs or stone with workings organs. Influence of these phenomena is analyzed depending on speed of rotor.

УДК 331.4(075)

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В АПК

Войналович О.В., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Дерев'яно Д.А., к.с.-г.н

*Житомирський національний агроекологічний університет*

Тел. (044) 527-82-99

**Анотація** – в роботі розроблено алгоритм оптимізації програми впровадження заходів з охорони праці в АПК, який дозволяє змінювати їх оптимальну вибірку залежно від наявності фінансових ресурсів чи термінів планування.

**Ключові слова** – охорона праці, агропромисловий комплекс, оптимізація витрат з охорони праці, ефективність заходів з охорони праці

*Постановка проблеми.* Профілактичні заходи для поліпшення стану охорони праці в АПК мають фінансуватися у рамках державної, галузевої та регіональних програм за рахунок коштів Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України (ФССНВВПЗУ). Попередня практика реалізації цих програм для АПК показала їх характерні недоліки: обмеженість сфери впровадження, недотримання термінів виконання окремих проектів та програм загалом, складний механізм керування, специфічність результатів та ін.

Часто заплановані витрати на виконання всіх розроблених працезохоронних програм у галузі перевищують фінансові ресурси, які ФССНВВПЗУ може спрямувати на потреби поліпшення безпеки праці в аграрному виробництві. Тому виникає необхідність вибрати найбільш ефективні із запропонованих проектів для остаточного введення їх до плану перспективних робіт. Доцільно вибрати не лише комплекс заходів, які суттєво поліпшать стан охорони праці на окремих підприємствах, а й визначити для впровадження найбільш оптимальні напрями працезохоронної роботи у галузі на певний період.

Поставлена задача оптимізації витрат на реалізацію комплексу заходів з охорони праці у рамках окремих програм є достатньо важливою і складною, адже на даний час не існує єдиного методологічного підходу щоб оцінити соціально-економічну ефективність від впрова-

дження працезохоронних заходів з огляду на дуалізм самого поняття ефективності в охороні праці. Соціально-економічний ефект від впровадження працезохоронних заходів полягає не лише у зниженні рівнів виробничого травматизму і професійної захворюваності на підприємствах АПК, а й у покращенні умов праці загалом у виробничому підрозділі, поліпшенні психологічного клімату в колективі, що хоча й сприяє зростанню продуктивності праці, але, на перший погляд, не є працезохоронними показниками.

Разом з тим, незважаючи на складність проблеми, потрібно запровадити ефективний алгоритм визначення найбільш оптимальних напрямів працезохоронної роботи в АПК на основі побудови адекватної моделі оптимізації плану впровадження заходів з охорони праці. Зворотною ланкою такого алгоритму має стати галузева система відстеження потенційних небезпек, побудована на сучасних інформаційних технологіях. Такий алгоритм з певними уточненнями має використовуватися на всіх рівнях управлінської вертикалі АПК.

До того ж, планування оптимального використання коштів на працезохоронні потреби часто відбувається за умов невизначеності початкової інформації, що призводить до невизначеності умов планування. Основною причиною невизначеності є відсутність прямого зв'язку між здійсненими витратами на охорону праці та оцінками їх ефективності. Цю невизначеність через відсутність стохастичних параметрів потрібно характеризувати нечіткими категоріями, як у задачах оптимізації енергозберігальних заходів [1, 2].

*Формулювання цілей статті.* Мета роботи - розробити алгоритм оптимізації програми впровадження заходів з охорони праці в АПК, який дозволив би оперативно змінювати вибірку оптимальних заходів з охорони праці для отримання найбільшого соціально-економічного ефекту залежно від наявності фінансових ресурсів чи термінів планування.

*Основна частина.* Насамперед сформулюємо організаційно-економічно-соціальну суть поставленої задачі. Позначимо вибрані працезохоронні заходи через  $n$ . Нехай їх загальна кількість також становить  $n$  з поточним індексом  $j = 1, n$ . Вважаємо, що вартісний еквівалент соціально-економічної ефективності кожного  $j$ -го працезохоронного заходу можна оцінити як  $c_j$ , а кошти, необхідні для його реалізації, як  $a_j$ . Відомим є також обмежений обсяг коштів  $R$ , які можна спрямувати на вирішення проблем охорони праці у галузі.

У поставленій задачі потрібно вибрати з ряду запропонованих працезохоронних заходів найбільш ефективні, що забезпечують максимальний соціально-економічний ефект після завершення програми. Враховуючи, що кількість запропонованих заходів переважає кількість тих, що будуть задіяні у відповідній програмі з охорони праці,

вводимо дискретні змінні  $x_j$ , які відповідають кожному вибраному заходу. Тоді для  $j = \overline{1, n}$

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-ий захід вибирають, щоб ввести до плану;} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-ий захід не вибирають.} \end{cases}$$

Позначимо через  $c_j \cdot x_j$  оцінку соціально-економічної ефективності (буде дорівнювати нулю, якщо захід не вводять до програми). Тоді максимум соціально-економічної ефективності буде становити  $\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$ , а відповідну цільову функцію можна представити у вигляді

$$Z = \max \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$$

Аналогічно можна записати обмежувальну умову:  $a_j \cdot x_j$  – величина необхідних фінансових витрат, якщо  $j$ -ий захід вибирають, щоб ввести до плану (у іншому випадку витрати дорівнюють нулеві). Обсяг необхідних коштів для впровадження всіх заходів буде  $\sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j$ .

Ці витрати не повинні перевищувати суму коштів, виділених на реалізацію працезохоронної програми, тобто на введений ряд змінних  $x_j$  накладають обмеження

$$\sum_{j=1}^n a_j \cdot x_j \leq R;$$

$$x_j = 0 \vee 1; \quad j = \overline{1, n}.$$

Для підприємства АПК, як правило, таким обмеженням є річний обсяг коштів, які згідно із Законом України «Про охорону праці» (2002 р.) мають обов'язково направлятися на потреби охорони праці.

У даній роботі представлений алгоритм було реалізовано у вигляді розрахункового пакету для ПК, що дозволяє отримати оптимізаційну вибірку за допомогою методу повного (прямого) перебирання варіантів з врахуванням накладених обмежень. Також розроблений пакет дозволяє оптимізувати заходи відповідної програми з охорони праці, якщо для її фінансування задіяно декілька джерел.

Розроблений розрахунковий пакет було використано для оцінення ефективності заходів, представлених до фінансування у рамках галузевої програми поліпшення стану охорони праці терміном до 2011 р. Розглядаючи початкові дані для розрахунку, умовно вважали, що вартісна оцінка соціально-економічної ефективності програми буде втричі перевищувати обсяг коштів, виділених ФССНВВПЗУ. Соціально-економічну ефективність кожного із представлених заходів було усереднено на підставі прогнозних оцінок групи експертів у межах зазначеного умовного обсягу ефективності програми. Розрахунок бу-

ло виконано для 25 найбільш значущих пропозицій до галузевої програми поліпшення стану охорони праці (як організаційного, так і технічного плану), тобто функцію цілі було сформовано для 25 змінних.

Виконаний аналіз показав, що перевагу потрібно надавати розробленню сучасних засобів діагностування (діагностичних комп'ютеризованих комплексів) для оперативного визначення технічного стану вузлів і агрегатів мобільних сільськогосподарських машин після тривалої експлуатації, розпочати впровадження сучасних інформаційних технологій у працезахоронній роботі та ін. Тобто фінансуватися повинні проекти у рамках розроблення стратегії управління безпекою складних технічних систем АПК на базі системного аналізу, багатофакторного оцінення і багатокритеріальної мінімізації ризиків аварійних ситуацій, що забезпечує значне підвищення безпеки працівників на виробничих процесах АПК шляхом своєчасного виявлення ситуацій істотного, критичного і (або) катастрофічного ризику та впровадження ефективної системи запобігання їх наслідкам.

Потрібно вказати, що об'єктивно оцінити ефективність окремих працезахоронних заходів можна лише створивши галузеву систему відстеження потенційних небезпек, що дозволяє контролювати ступінь впровадження профінансованих заходів на всіх об'єктах АПК та аналізувати отриману інформацію.

Більш складним є використання запропонованого алгоритму для оптимізації працезахоронних витрат окремого підприємства АПК. Це пов'язано з тим, що наслідки від їх впровадження виявляються через певний часовий інтервал, до того ж потрібно врахувати, що практично неможливо протягом одного року профінансувати весь комплекс працезахоронних заходів. А невиконання окремих позицій плану заходів з охорони праці може суттєво вплинути на достовірність прогнозу соціально-економічної ефективності та показники виробничого травматизму і професійної захворюваності.

Тому методологія оптимізації витрат на потреби охорони праці підприємства АПК повинна базуватися на застосуванні формалізованих таблиць, де кожному із характерних для сільськогосподарського виробництва працезахоронних заходів потрібно співставити середній обсяг фінансування та узагальнену величину очікуваної ефективності, отриману на підставі порівняння з аналогами та експертних оцінок з врахуванням динаміки виробничого травматизму відповідно для встановлених причин нещасних випадків. Враховувати фінансування працезахоронних витрат, що стосуються загальної культури виробництва, наприклад придбання спецодягу, улаштування куточків з охорони праці тощо, потрібно комплексно з іншими заходами, де зв'язок із станом охорони праці більш зрозумілий.

Аналіз невизначеностей, які мають місце у разі формування оптимального плану впровадження працезахоронних заходів, дозволяє зробити висновок, що їх відповідна математична формалізація можлива у рамках теорії нечітких множин [3]. Зокрема, з'являється можливість безпосереднього виконання арифметичних операцій з параметрами, які задано у нечітко - інтервальній формі через їх суб'єктивну оцінку.

Залежно від виду задачі оптимізації (чітка чи нечітка цільова функція для чітких чи не нечітких обмежень – можливі чотири варіанти), для їх вирішення застосовують метод згортання критеріїв з фіксованими пріоритетами або методи нелінійного програмування із змінними, частина яких є булевими [4, 5]. Для річного плану заходів охорони праці підприємства АПК, де їх кількість перебуває у межах 15 – 25, задача оптимізації згідно із запропонованим у даній роботі алгоритмом передбачає перебирання 150000 – 200000 комбінацій можливих варіантів, що не становить труднощів для ПК.

*Висновки.* 1. Серед питань поліпшення стану охорони праці в АПК, які вирішують у рамках функціонування галузевої СУОП, проблема побудови адекватної моделі оптимізації працезахоронних витрат та вибору прийнятних алгоритмів рішення є однією з найбільш важливих і складних.

2. Планування оптимального використання наявного обсягу коштів на потреби охорони праці здійснюється, як правило, за умов невизначеності початкової інформації, що породжує невизначеність умов планування. Через це виникає необхідність застосування теорії нечітких множин для вирішення задачі планування оптимального використання обмеженого обсягу коштів на працезахоронні потреби.

3. Задачу формування оптимальної програми впровадження заходів з охорони праці можна звести до прямого перебирання ПК всіх можливих комбінацій запропонованих заходів, що були сформульовані в результаті аналізу динаміки виробничого травматизму і професійної захворюваності для різних аспектів виробничої діяльності у підгалузях АПК. Використання запропонованого підходу дає ефективний інструмент для розроблення управлінських рішень з охорони праці на основі планування оптимального використання обмеженого обсягу фінансування. З його допомогою можна змоделювати різні варіанти напрямів впровадження працезахоронних заходів, що забезпечують найбільш соціально-економічне використання коштів підприємства АПК чи ФССНВВПЗУ.

#### Література.

1. Розен В.П. Применение метода анализа иерархий при выборе энергосберегающих мероприятий, технологий и оборудования / В.П. Розен, А.И. Соловей, А.В. Чернявский. // Новини енергетики. - № 3 - 4. – 2003. – С. 31 - 36.

2. Розен В.П. Формирование оптимального плана внедрения энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях в условиях неопределенности информации / В.П. Розен, А.И. Соловей, А.В. Чернявский, М.А. Казмирук, И.В. Сегеда // Экономическая безопасность государства: территориальный аспект. – Дрогобич: Коло, 2006. – С. 229 – 238.
3. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
4. Алиев Р.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. / Р.А. Алиев, А.Э. Церковный, Г.А. Мамедова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240с.
5. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие / А.В.Пантелеев, Т.А.Летова. – М.: Высш. шк., 2002. – 544 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В АПК**

Войналович О.В., Дерев'янку Д.А.

### *Аннотация*

**В работе разработан алгоритм оптимизации программы внедрения мероприятий по охране труда в АПК, который позволяет изменять их оптимальную выборку в зависимости от наличия финансовых ресурсов или сроков планирования.**

## **THE OPTIMIZATION OF LABOUR PROTECTION EFFORTS IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX**

O. Voinalovich, D. Derevyanko

### *Summary*

**The algorithm of optimization of the program of labour protection efforts in agroindustrial complex is developed. It allows to change of them optimum selection depending on the presence of financial resources or planning terms**



УДК. 620. 178

## VPLYV REZNÝCH PODMIENOK NA DRSNOSŤ OBROBENÉHO POVRCHU, TEPELNÉ JAVY V BODE REZU A JEHO BEZPROSTREDNOM OKOLÍ PRI FRÉZOVANÍ

Kročko V. ,  
Žitňanský J.,  
Boďo Š.

*Slovak Univerzity of Agriculture in Nitra*

Tel. 00421 641 4359 e-mail:

**Súhrn** - Neoddeliteľnou súčasťou obrábania sú sprievodné fyzikálne javy ovplyvňujúce hlavne rozmer a drsnosť obrobeného povrchu. Pre plynulý priebeh rezných procesov je potrebné dodržať určité zásady, v spojitosti s teplotami počas rezného procesu. Tieto skutočnosti vplyvajú hlavne na drsnosť obrobeného povrchu, geometrickú presnosť výrobku a na životnosť rezných nástrojov ako i obrábacích strojov. Z tohto dôvodu je našim cieľom vykonať rozbor tepelných javov, dosiahnutých drsností obrobeného povrchu so zmenou reznej rýchlosti pri frézovaní a navrhnúť možnosti zvýšenia kvality obrábania. Zhodnotiť rezný proces a sústrediť sa na nové možnosti snímania vzniknutej teploty v bode rezu a v jeho bezprostrednom okolí termovizuálnou kamerou. Teplota rezania v spojitosti s optimálnymi reznými podmienkami sú dôležité všade tam, kde sú požadované zvýšené nároky na parametre geometrickej presnosti, kvality obrobeného povrchu, úsporu energie, úsporu materiálu a prevádzkovú spoľahlivosť.

### **Kľúčové slová** – vplyv rezných podmienok drsnosť obrobeného

*Materiál a metódy.* Pri výbere materiálu na obrábané vzorky sme brali do úvahy jeho praktické využitie v strojárskych výrobách a jeho vhodnosť pri konštrukcii poľnohospodárskej techniky.

*Charakteristika obrábaného materiálu oceľ 12 050*

*Materiál: Uhlíková oceľ k zušľachťovaniu a povrchovému kaleniu*

Označenie: STN 41 2050

Tab. 1 Chemické zloženie v %

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S
Podľa	0,42	0,50	0,17	Max	Max	Max	Max	Max
STN	0,50	0,80	0,37	0,25	0,30	0,30	0,04	0,04
Aktuálny stav	0,51	0,69	0,25	0,15	0,00	0,12	0,023	0,017

*Príprava vzoriek.* Pre každý experiment sme pripravili vzorky, ktoré boli obrobené frézovaním na rovnaký rozmer.

- Dĺžka 55 mm
- Prierez 35 x 35 mm
- Drsnosť Ra 0,8  $\mu\text{m}$

Obrábanie pripravených vzoriek sme uskutočnili pomocou frézovačky FA 3U. Jedná sa o typ univerzálnej konzolovej frézovačky. Stroj tohto typu je vhodný pre opravárenské účely v automobilovom priemysle a pre malosériovú výrobu. Materiál upnutý vo zveráku budeme obrábať pomocou frézovacej hlavy typu : 100 B 07 R – W 75 S N 12 N.

Frézovacia hlava je osadená reznými doštičkami ktoré majú označenie : SNHN 1204ENEN ide o doštičky typu 8026 . Sú to univerzálne rezné doštičky povlakované metódou PVD TiN; (TiAlSi)N.

Určené sú na frézovanie ocelí , ocel'oliatin vyššími a strednými posuvmi , strednými a vyššími rýchlosťami , môžu sa nimi obrábať aj AL a Cu prípadne ich zliatiny. Vhodné sú pre kopírovanie i pre bežné frézovanie.

Vzhľadom k tomu, že sme si stanovili za cieľ našej práce určenie vplyvu zmeny reznej rýchlosti na kvalitu obrobeného povrchu a teploty pri frézovaní, musíme zabezpečiť elimináciu ostatných faktorov, ktoré by mohli skresľovať pohľad na danú problematiku. Vylúčenie týchto vplyvov dosiahneme tým, že si stanovíme určité konštantné podmienky alebo prostredie počas procesu obrábania.

#### *Parametre obrábania:*

Konštantné parametre pri frézovaní:

- prísuv -  $a_p$  1 mm
- posuv rezného nástroja -  $f$  28 mm. min<sup>-1</sup>
- celý proces sa deje bez prívodu chladiacej a reznej kvapaliny - suché obrábanie.
- jeden typ reznej doštičky
- priemer frézy  $D = 60$  mm

#### *Meranie drsnosti obrobeného povrchu:*

Na meranie drsnosti povrchu obrábaného materiálu použijeme drsnomer SURFTEST 301 od firmy MITUTOYO KAWASAKY. Týmto drsnomerom sa zaznamenávajú nasledovné hodnoty:

$R_a$  – stredná aritmetická odchýlka,  $\mu\text{m}$

$R_q$  – stredná kvadratická odchýlka,  $\mu\text{m}$

$R_m$  – maximálna výška profilu,  $\mu\text{m}$

$R_z$  – výška nerovnosti profilu z desiatich bodov,  $\mu\text{m}$

$R_p$  – maximálna výška vyvýšením profilu,  $\mu\text{m}$

$m_r$  – nosná krivka profilu ( $t_p$ ), %

DEPT – hĺbka nerovnosti, %,  $\mu\text{m}$

$P_c$  – počet vyvýšení, 1.cm<sup>-1</sup>

Drsnomer SURFTEST 301 pracuje s presnosťou  $\pm 0,5 \mu\text{m}$ . Napájacie napätie je 220 V, 50 Hz. Drsnosť povrchu bola snímaná detektorom, ktorý je vysúvateľný.

*Postup merania drsnosti obrobeného povrchu.* Zvolený polotovar sme upli do upínacieho zariadenia pripevneného na frézovací stôl, nastavili sme požadované parametre a čelným spôsobom obrábania sme odfrézovali jeden milimeter hrubú vrstvu materiálu z obrobku. Takýmto spôsobom sme opracovali všetky vzorky, menili sme len otáčky (teda reznú rýchlosť) podľa tabuľky č.2.

Po tejto operácii na všetkých vzorkách sme prišli k meraniu povrchov drsnosti nasledovným postupom. Každú vzorku sme individuálne upli a vykonali meranie drsnosti jej povrchu pomocou drsnomeru SURFTEST 301. Všetky údaje získané meraním sme zapísali do tabuliek a spracovali do grafickej podoby.

*Výsledky merania.* Pri meraní teploty v bode rezu sme dodržali vzdialenosť termovíznej kamery od miesta snímania 1m. Boli zhotovené snímky termovízne aj reálne. Pre lepšie prezentovanie merania prikľadáme úplný protokol o priebehu teplôt od začiatku záberu rezného nástroja až po jeho výbeh zo záberu pri dosiahnutí najvyššej teploty v bode rezu pri vzorke č.8. V tabuľke a v grafoch uvádzame najvyššie namerané teploty a drsnosti počas záberu pri jednotlivých rezných rýchlostiach. Celé meranie sme vzhľadom na použitý rezný materiál vykonali bez použitia chladiacomasacích kvapalín.

Pri konštantnom posuve  $f_n = 28 \text{ mm/min}$  a prísuve  $a_p = 1 \text{ mm}$

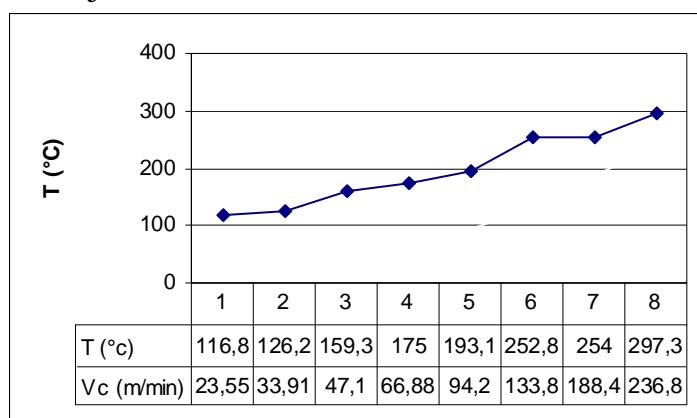
Tab. 2

č. vzorky	1	2	3	4	5	6	7	8
Otáčky $n(\text{min}^{-1})$	125	180	250	355	500	710	1000	1400
Rez. rých $V_c(\text{m}\cdot\text{min}^{-1})$	23,55	33,91	47,10	66,88	94,20	133,7 6	188,4 0	263,7 6
(T) bod rezu $T_{\text{max}} (\text{°C})$	116,8	126,2	159,3	175,0	193,1	252,8	254,0	297,3
Drsnosť $R_a (\mu\text{m})$	0,59	0,48	0,41	0,23	0,22	0,26	0,27	0,29

*Zhodnotenie výsledkov- záver.* V našich experimentoch sme sa zaoberali vplyvom reznej rýchlosti na teplotu v bode rezu a drsnosťou obrobeného povrchu pri frézovaní. Nami uskutočnené merania boli realizované bez použitia reznej, mazacej a chladiacej kvapaliny takzvaným suchým obrábaním. Použili sme povlakované rezné doštičky SK, ktoré sú určené pre vysoké teploty a sú odporúčané pre vysoké rezné rýchlosti.

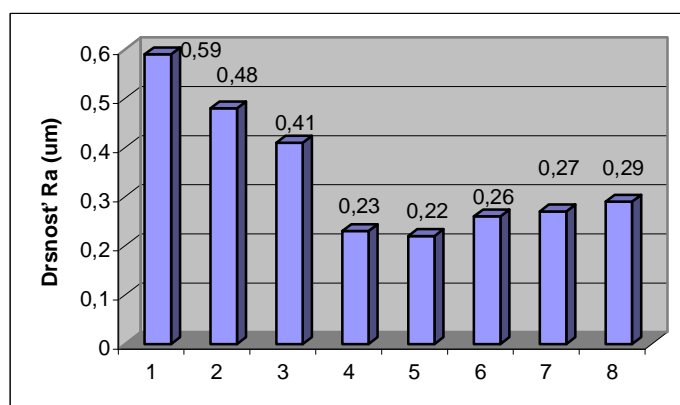
Podľa Forejta a Píšku (2006) sa 95-98% mechanickej energie vynaloženej na tvorbu triesky premieňa na energiu tepelnú. Iba nepatrná časť energie sa uloží ako elastická energia v deformovaných trieskach a v zvyškových napätiach obrobeného povrchu. Zvyšovanie teploty počas rezného procesu je úmerné zvyšovaniu reznej rýchlosti.

Podľa Kocmana a Prokopa (2005) pri obrábaní nízkymi reznými rýchlosťami je maximálna teplota na hrote nástroja, pri obrábaní vyššími reznými rýchlosťami je maximálna teplota v určitej vzdialenosti od ostria nástroja.



Obr.1.

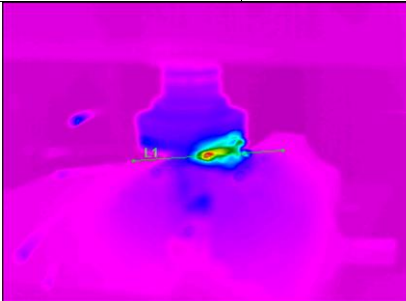

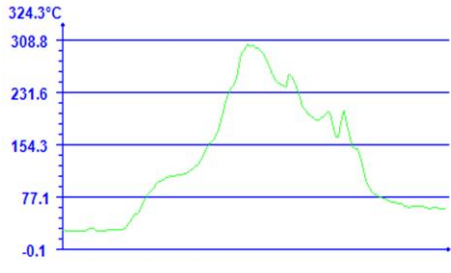
*Závislosť teploty „T“*



Obr.2.

*Závislosť drsnosti „Ra“ od reznej rýchlosti „Vc“*

Hodnoty ktoré sme dosiahli pri našich experimentoch pomocou termovíznej kamery potvrdzujú túto teóriu. Dôležitý je zistenie skutočnosti, že moderné rezné materiály sú odolné voči vysokým teplotám a pri zvyšovaní reznej rýchlosti nenarastá teplota z vysokými rozdielmi medzi jednotlivými meraniami, ale teplota narastá mierne. Výsledky dosiahnuté jednotlivými meraniami preukázali ovplyvnenie procesu obrábania z hľadiska nárastu teploty v závislosti od reznej rýchlosti a počiatočného poklesu hodnoty drsnosti obrobeného povrchu, ktorá sa pri vyšších rezných rýchlostiach ustálila. Príkladáme protokol s najvyššou nameranou teplotou počas rezného procesu.

<b>Inspected By :</b> Bc. Štefan Boďo			<b>Audited By:</b> Ing. Ján Žitňanský, PhD.		
<b>Inspected Time:</b> 2009-03-29 12:12 PM			<b>Inspected Location:</b> Katedra kvality a stroj. technológií		
<b>File Name</b>	IR000614	<b>Created Date</b>	Wednesda y, March 25, 2009	<b>Created Time</b>	2:19:37 PM
<b>Emissivity</b>	0.18	<b>Humidity</b>	70%	<b>Distanc e</b>	1.5m
<b>Ambient</b>	24.8°C	<b>Max Temp</b>	297.3°C	<b>Min Temp</b>	23.0°C
<b>IR Image</b>				Object Parameter Value  L1:AvgTemp 146.1°C  L1:MaxTemp 297.3°C  L1:MinTemp 26.9°C	
<b>Visible Image</b>					
<b>Profile</b>					

Zoznam použitej literatúry.

1. *Bátora, B.- Vasilko, K.* 2000. *Obrobené povrchy.* Trenčín: TU, 2000
2. *Humár, A.* 2008, *Materiály pro řezné nástroje,* Praha: MM publishing, s.r.o.2008
3. *Kreidl, M.* 2005.: *Měření teploty – senzory a měřicí obvody.* 1. vydání.Praha: Marten 2005
4. *Kocman,K. – Prokop,J.:* *Technologie obrábění.* VUT Bmo, CERM, s.r.o. 2005.
5. *Forejt, M. – Píška, M.:* *Teorie obrábění, tváření a nástroje.* VUT Brno, CERM,s.r.o.2006
6. *Strojářenský portál.* – <http://expedicia.bibus.sk>

## ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ, ТЕПЛОВІ ЯВИЩА В ЗОНІ РІЗАННЯ АБО ФРЕЗЕРУВАННЯ

Красько В., Читнайській Д., Бодо С.

### *Анотація*

Невід'ємна частиною фізичних явищ, що впливають на розміри і шорсткість поверхонь сільськогосподарських машин. Для гладких процесів різки, у яких необхідно знати певні принципи, в поєднанні з температурою в процесі різки. Ці чинники впливають головним чином на шорсткість поверхні, геометричну точність виробу, термін служби ріжучого інструменту, а також верстатів. Таким чином, нашою метою є проведення аналізу теплових явищ для заданої шорсткості поверхні з урахуванням зміни швидкості обробки і запропонувати варіанти для підвищення якості обробки. Для оцінки процесу різання і зосереджена увага на нові способи зондування температури. Визначення температури відповідно до оптимальних режимів обробки важливі там, де пред'являються підвищені вимоги до параметрів на геометричну точність, якість обробки поверхонь, економія енергії, економія матеріалів і експлуатаційної надійності.

## EFFECT OF CUTTING CONDITIONS FOR CULTIVATED SURFACE ROUGHNESS, THERMAL PHENOMENA IN THE CUTTING POINT AND ITS IMMEDIATE SURROUNDINGS IN THE MILLING

V. Kročko, J. Žitňanský, Š. Boďo

### *Summary*

An integral part of farming are accompanying physical phenomena affecting mainly cultivated by the size and surface roughness. For the smooth cutting processes to be followed certain principles, in conjunction with temperatures during the cutting process. These factors affect mainly cultivated surface roughness, geometric accuracy of product and service life of cutting tools as well as machine tools. Therefore, our goal is to perform analysis of thermal phenomena Occupation cultivated surface roughness with cutting speed change during milling and to propose options for increasing the quality of machining. To assess the cutting process and focus on new ways of sensing temperature resulting in the cut point and its immediate surroundings termovizualnou camera. Cutting temperature in conjunction with the optimum cutting conditions are important wherever required increased demands on the parameters of geometric accuracy, the quality of cultivated surface, saving energy, saving materials and operational reliability.

УДК 631.311.

## ÚRODA A KVALITA ZEMIAKOV NA SLOVENSKU V ZÁVISLOSTI OD POUŽITEJ PESTOVATEĽSKEJ TECHNOLÓGIE

Ján Frančák

Maroš Korenko

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre**Slovak University of Agriculture in Nitra*Tel. 00421 641 4359 e-mail: [Maros.Korenko@uniag.sk](mailto:Maros.Korenko@uniag.sk)

**Súhrn** - z ekonomického zhodnotenia, ale aj úrody a kvality produktu vyplýva, že systém odkameňovania pôdy má svoje opodstatnenie ako z hľadiska výšky úrody, kvality zberaného produktu a znižovania strát. Využitie odkameňovania, zvýšenie úrody, kvalitnejší vývoj zemiakových hľúz a zníženie výrobných nákladov plne potvrdzujú požiadavku kvalitnej prípravy pôdy pod zemiaky v ťažších podmienkach. Pri pestovateľskej výmere zhruba 16 000 ha zemiakov na Slovensku a pri 4 ročnom cykle striedania je požiadavka odkamenenia minimálne 4 000 ha pôdy ročne.

**Kľúčové slová** - zemiaky, odkamenenie pôdy, úroda, poškodenie, pestovateľské náklady

*Úvod.* Vo svete sú zemiaky 4. najrozšírenejšou plodinou po ryži, pšenici a kukurici. Jedným z rozhodujúcich ukazovateľov ovplyvňujúcich pestovanie zemiakov sú vysoké pestovateľské vstupy, ktoré sa podľa Výskumného ústavu ekonomiky poľnohospodárstva Bratislava pohybujú od 3 000 € až do 6 000 € na jeden hektár v závislosti na intenzite pestovania, kvalite sadivového materiálu, využívaní závlah a pod. Ich výška je výrazne ovplyvnená aj cenou chemických ochranných pesticídov, hnojív, ale predovšetkým vysokou cenou novej pestovateľskej techniky. V neposlednom rade sú cenové relácie ovplyvňované nákladmi na skladové priestory a ich technické a technologické vybavenie. Je potrebné poznamenať, že sa v rozhodujúcej miere jedná o stroje jednoúčelové, bez možnosti ich využitia v iných mechanizovaných prácach. Vyššie využitie je možné jedine formou kooperácie, respektíve služieb.

Vo všetkých vyspelých pestovateľských krajinách s ťažšími, resp. kamenistými pôdami je zavedený systém pestovania zemiakov do odkamenenej pôdy. Má pozitívny vplyv na zvyšovanie úrody, znižovanie

poškodenia zberaných hľúz, ich pravidelnejšieho tvaru, rastu a v neposlednom rade znižuje poškodenie strojovej techniky nielen pri pestovaní a zbere zemiakov, ale aj v nasledujúcich pestovateľských rokoch u ďalších plodín.

Využitie uvedenej pestovateľskej technológie má svoje opodstatnenie aj v slovenskom zemiakárstve. Experiment sme riešili na poľnohospodárskom podniku, ktorý sa špecializuje na pestovanie zemiakov a hospodári na pôdach s vysokým obsahom kameňov. Výsledky sú z roku 2008. Cieľom bolo overiť pestovateľské podmienky zemiakov pri dvoch pestovateľských systémoch, overiť technológie a mieru poškodenia. Jedná sa o nasledujúce systémy:

1. *Klasický systém pestovania zemiakov bez odkameňovania pôdy* s normálnou predvísadbovou prípravou pozemku.

2. *Systém pestovania zemiakov v odkamenenej pôde* (pri voľbe technológie odkameňovania sme zvolili spôsob naorávania hrobčekom, separáciu hrúd a kameňov separátorom pôdy). Väčšie kamene rozmeru nad 17 cm sú zachytené do zásobníka a menšie kamene a hrudy sa dostávajú priečnym vynášacím dopravníkom do brázdy, kde sú pri nasledujúcej jazde kolesom traktora zatlačené do pôdy.

*Materiály a metód.* Na riešenie uvedenej problematiky bol zvolený nasledovný metodický postup:

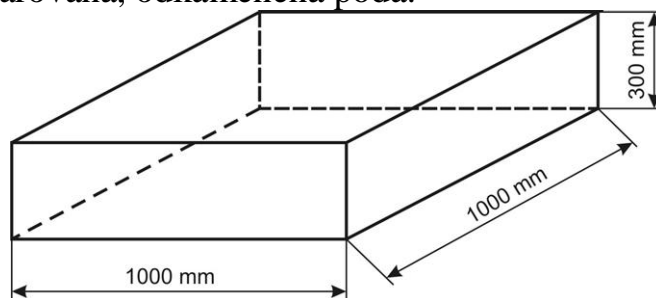
1. Bola použitá klasická technológia prípravy pôdy a zasadenie zemiakov do riadkov.

2. Pred odkamenením boli urobené výkopové skúšky jám rozmeru 1000 x 1000 x 300 mm rozmiestnené priečne po parcele.

Z uvedenej vzorky bola odseparovaná zemina na štvorcových sitách so svetlými otvormi 25 mm. Rozmer vzorky pôdy 1000 x 1000 x 300 mm = 0,3 m<sup>3</sup>, Veľkosť skúmanej parcely 32 ha (1 parcela), rozdelená na 2 časti. Polovička parcely bola odkamenená, odseparovaná a do takto pripravenej pôdy boli zasadené zemiaky. Na druhej polovičke bola použitá klasická technológia bez odkameňovania.

Počet odobraných vzoriek bol 36 a tie boli rozdelené do nasledujúcich skupín:

- neodseparovaná, neupravená pôda,
- naorané hrobčky bez odkamenenia,
- odseparovaná, odkamenená pôda.



Obr. 1. Schéma odobranej vzorky (obsah vzorky 0,3 m<sup>3</sup>)



Celá pestovateľská výmera bola vybavená závlahou. Skúmana bola odroda zemiakov Agria, stredne skorá s dobrým úrodovým potenciálom a kvalitnými chuťovými vlastnosťami. Zber bol riešený dvojriadkovým vyorávacím nakladačom Reekie.

Meranie prebiehalo na pozemkoch, ktoré boli pri sadení odkamenené separátorom Reekie. Vzorky boli odobrané z privesu vedľa idúceho dopravného prostriedku.

V uvedených technológiách sme porovnávali výšku úrody, poškodenie hľúz a percentuálny obsah hrúd a kameňa.

Celkové priemerné poškodenie :

$$Z_p = 0,1 \times P_p + 0,5 \times S_p + 1,0 \times \check{T}_p \quad (1)$$

kde:  $Z_p$  – celkové poškodenie (total damage), kg

$P_p$  – povrchové poškodenie – do hĺbky 1 mm, resp. odretie šupky (surface damage – into the depth of 1 mm, or peel rawness), kg

$S_p$  – stredné poškodenie – do 5 mm (middle damage – into 5 mm), kg

$\check{T}_p$  – ťažké poškodenie – nad 5 mm, resp. rozrezanie hľuzy (heavy damage – over 5 mm, or bulb cut), kg.

$N$  – nepoškodené zemiaky (undamaged potatoes), kg

Percento poškodenia:

$$P_z = \frac{Z_p}{U} \times 100, \quad \% \quad (2)$$

kde:  $P_z$  – percento poškodenia (percent of damage), %

$Z_p$  – celkové poškodenie (total damage), kg

$U$  – úroda z odobratej vzorky (yield from taken sample), kg.

Makro poškodenie hľúz bolo robené vizuálnou kontrolou (podľa vzťahu č. 1) odobratých vzoriek, kde bolo vyhodnotené povrchové poškodenie a ťažké poškodenie. Zvýšené náklady na zaradenie dvoch pracovných pri odkamenení boli pripočítané k nákladom pri klasickej technológii pestovania zemiakov. Úroda pri klasickej pestovateľskej technológii a technológii s odkameňovaním bola overená štvorcovou metódou výkopovými skúškami.

*Výsledky a diskusia.* Pôdy v uvedenom podniku sú piesočnaté, piesočnato-hlinité, avšak v dôsledku vysokej veternej erózie sa objavuje veľké množstvo kameňov, ktoré znižujú súdržnosť pôdy a majú negatívny vplyv na stupeň poškodenia zberaných hľúz, ale aj zvyšujú poškodenie techniky na obrábanie pôdy a zber zemiakov. Zároveň sa negatívne prejavujú aj pri následných pestovateľských zásahoch (zber obilnín, zber krmovín, mrkvy a pod.).

*Technologický postup pracovných operácií.* Jesenná príprava pôdy spočívala v zaoraní maštalného hnoja hlbokou orbou v dávke 50 t na hektár. Na aplikáciu maštalného hnoja sa využívali veľkotonážne návesy, resp. automobilové nadstavby s výkonnosťou 0,7 až 1 ha za hodinu. Sú vybavené širokými flotačnými pneumatikami pre znižovanie merného tlaku na pôdu. Frézovacie bubny a rozhadzovacie kotúče dokážu rovnomerne

rozmiesť maštalný hnoj v priečnej i pozdĺžnej rovnomernosti  $\pm 15\%$ , čo je hlboko pod požadovanou normou (zdroj výrobcu rozmetadla).

Na orbu boli použité otočné pluhy, ktoré majú výhodu aj pri menších parcelách so znižovaním stratových prejazdov, resp. pri orbe na svahovitých pozemkoch. Kvalitná jesenná orba spolu so zapravením organických hnojív zabezpečila dobrý vývoj koreňovej sústavy, efektívnejšie využitie vlhky a živín z pôdy.

*Jarná príprava pôdy* spočívala vo vyrovnaní a prekyprení pôdy do hĺbky 13–15 cm kombinovaným náradím.

Pre posúdenie klasickej pestovateľskej technológie a technológie s odkameňovaním sme použili 2 základné pestovateľské systémy:

1. Klasický prípad sadenia zemiakov, pôda bola pripravená kompaktorom,
2. Sadenie zemiakov do odkamenenej a odseparovanej pôdy.

V nasledujúcej tabuľke sú vyhodnotené vzorky obsahu hrúd a kameňov v jednotlivých fázach prípravy pôdy ako aj znižovanie mernej hmotnosti zeminy odseparovaním.

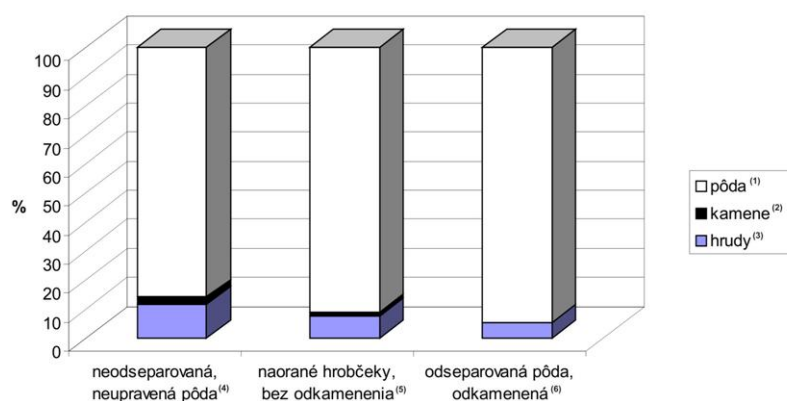
Tabuľka 1. Vyhodnotenie percentuálneho obsahu hrúd a kameňov z odobraných vzoriek

Vzor ka <sup>(1)</sup>	Celko vá hmotn osť vzorie k <sup>(2)</sup>	Hmotn osť hrúd <sup>(3)</sup>	Percentu álny obsah hrúd <sup>(4)</sup>	Hmotn osť kameň ov <sup>(5)</sup>	Percentu álny obsah kameňa <sup>(6)</sup>	Percentu álny obsah hrúd a kmeňa <sup>(7)</sup>	Merná hmotn osť <sup>(8)</sup>
	Q (kg)	Q <sub>1</sub> (kg)	(%)	Q <sub>2</sub> (kg)	(%)	(%)	t.m <sup>-3</sup>
1	2172	251,08	11,56	52,12	2,4	13,94	1,45
2	1642	124,8	7,6	18,55	1,13	8,73	1,09
3	1362	73,54	5,4	0,0	0,0	5,4	0,91

kde: vzorka č. 1 - neodseparovaná, neupravená pôda  
vzorka č. 2 - naorané hrobčky, bez odkamenenia  
vzorka č. 3 - odseparovaná pôda, odkamenená

where: sample n. 1 – non-separated, unadjusted soil  
sample n. 2 – tilled beds, without destoning  
sample n. 3 – separated soil, destoned

<sup>(1)</sup> Sample, <sup>(2)</sup> Total weight, <sup>(3)</sup> Weight of clumps, <sup>(4)</sup> Clumps content, <sup>(5)</sup> Weight of stones, <sup>(6)</sup> Stones content, <sup>(7)</sup> Stones and clumps content, <sup>(8)</sup> Specific weight



Obr. 2. Grafické znázornenie obsahu hrúd a kameňov v jednotlivých vzorkách pôdy

where: <sup>(1)</sup> soil, <sup>(2)</sup> stones, <sup>(3)</sup> clods, <sup>(4)</sup> non-separated, unadjusted soil, <sup>(5)</sup> tilled beds, without destoning, <sup>(6)</sup> separated soil, destoned

Dvojriadkový naorávač a dvojriadkový separátor sú zobrazené na obr. č.3 a 4.



Obr. 3. Naorávacia súprava pre odkameňovací systém



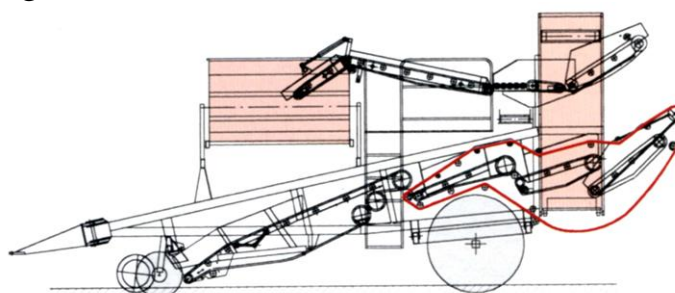
Obr. 4. Separátor kameňov pre prípravu pôdy pod zemiaky

Stupeň poškodenia zemiakových hľúz v odkamenej a odseparovanej pôde je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Vyhodnotenie miery poškodenia u odobratých vzoriek

Vzorka <sup>(1)</sup>	Úroda z odobratej vzorky <sup>(2)</sup>	Nepoškodené zemiaky <sup>(3)</sup>	Povrchové poškodenie <sup>(4)</sup>	Stredné poškodenie <sup>(5)</sup>	Ťažké poškodenie <sup>(6)</sup>	Celkové priemerné poškodenie <sup>(7)</sup>	Percento poškodenia <sup>(8)</sup>
	U (kg)	N (kg)	P <sub>P</sub> (kg)	S <sub>P</sub> (kg)	Ť <sub>P</sub> (kg)	Z <sub>P</sub> (kg)	P <sub>Z</sub> %
Σ (kg)	157,7	113,7	32,8	6,3	4,9	11,25	
Σ (%)	100	73	21,4	3,4	3,2		7,03

where: <sup>(1)</sup> Sample, <sup>(2)</sup> yield from taken sample, <sup>(3)</sup> undamaged potatoes, <sup>(4)</sup> surface damage, <sup>(5)</sup> middle damage, <sup>(6)</sup> heavy damage, <sup>(7)</sup> total damage, <sup>(8)</sup> percent of damage.



Obr. 5. Technologická schéma práce dvojriadkového zemiakového kombajnu

*Záver.* Celkové náklady na pestovanie zemiakov sú variabilné. Ich výška je ovplyvňovaná viacerými faktormi ako sú napríklad odroda, kvalita chemickej ochrany alebo stav techniky. Pestovanie a zber pri obidvoch technológiách bol urobený na jednom pozemku, ktorého časť bola odkamenená a časť bola sadená klasickou technológiou. U konkrétneho podniku náklady pri odkameňovaní zaradením dvoch pracovných operácií do výrobného systému navyše na 1 ha sa zvýšili o 15 % z 3 200 € na 3 680 € na 1 ha. Na druhej strane sa zvýšila úroda o 20 % z 26,4 t.ha<sup>-1</sup> na 31,7 t.ha<sup>-1</sup>.

Pri konvenčnej pestovateľskej technológii boli náklady na vyrobenie 1 kg zemiakov 3 200 €: 26 400 kg = 12,12 €cent.kg<sup>-1</sup>.

Naproti tomu náklady na 1 kg zemiakov pri odkameňovacej technológii činili 3 680 € 31 700 kg = 11,6 €cent.kg<sup>-1</sup>.

Jedná sa o rozdiel 0,52 €cent na 1 kg v prospech odkameňovacej linky.

Bolo vyhodnotené poškodenie hľúz. Hľuzy dopestované v odkamenenej pôde mali makropoškodenie o 50 % nižšie ako hľuzy dopestované klasickou technológiou. Mikropoškodenie spôsobené stlačením hľuzy, respektíve vnútornými prasklinami sme vizuálne nedokázali overiť.

Podobne sme vizuálne vyhodnotili tvar hľúz v odkamenenej pôde, kde bol oveľa pravidelnejší ako v pôde neodkamenenej. Ich tvar nie je deformovaný hrudami, resp. kameňmi. Zároveň dochádza k nižším stratám pri spracovaní zemiakov (škrabanie, lúpanie a pod. pri príprave na konzum).

Pri pestovateľskej výmere 150 ha na skúmanom podniku môže dôjsť odkameňovaním pôdy k zvýšeniu úrody z 3960 ton na 4755 ton.

Náklady na pestovanej výmere sa zvýšia zo 480 000 € na 552 000 €, avšak rozdiel v nákladovej položke 0,52 € cent na 1 kg znamená úsporu 23 775 €

V absolútnom vyjadrení znamená odkameňovacia technológia pre uvedený podnik:

+ 106 000 € z navýšenia úrody

+ 23 775 € zo znižovania nákladov na 1 kg vypestovaných zemiakov

- 72 000 € (strata navýšením nákladov na odkameňovanie).

Pri celkovej sumarizácii ekonomických ukazovateľov to znamená len u zemiakov ročný zisk 57 933 €

V rámci jedného hospodárskeho roku je to vysoko preukazná finančná položka hovoriaca v prospech odkameňovacej technológie, ktorá za 1–2 roky môže zaplatiť vložené investície do jej nákupu.

Zároveň je nutné poznamenať, že odkameňovanie pôdy pod zemiaky vytvára vhodnejšie pestovateľské podmienky pre plodiny pestované v nasledujúcich rokoch z hľadiska kvality zvyšovania úrody a v neposlednej miere znižovania poškodenia techniky v pôde zbavenej kameňov a hrúd.

Týmto dochádza k ďalšiemu znižovaniu nákladov, keďže opotrebovanie techniky nie je také vysoké ako na technike, ktorá obrába neodkamenú pôdu. Klesajú náklady na renováciu pôdospracujúcich nástrojov a taktiež klesá riziko náhodného poškodenia techniky.

*Súhrn.* Z ekonomického zhodnotenia, ale aj úrody a kvality produktu vyplýva, že systém odkameňovania pôdy má svoje opodstatnenie ako z hľadiska výšky úrody, kvality zberaného produktu a znižovania strát.

Využitie odkameňovania, zvýšenie úrody, kvalitnejší vývoj zemiakových hlúz a zníženie výrobných nákladov plne potvrdzujú požiadavku kvalitnej prípravy pôdy pod zemiaky v ťažších podmienkach. Pri pestovateľskej výmere zhruba 16 000 ha zemiakov na Slovensku a pri 4 ročnom cykle striedania je požiadavka odkamenenia minimálne 4 000 ha pôdy ročne.

## Literatúra

1. *Budyn, P. – Kielbasa, P. – Frančák, J.* (2001): Wplyw rodzaju gleby na warunki zbioru ziemniaków. In: Uzytkowanie maszyn rolniczych i lesnych, badania naukowe i dydaktyka : Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowej. - Krakow : Polska Akademia Umiejetnosci, 2001, pp. 39-47. ISBN 83-88857-32-0.
2. *Budyn, P.* 1993. Badanie wybranych właściwości powierzchniowych bulw ziemniaka z punktu widzenia ich znaczenia w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, rozp. hab. no.178, p. 1-105. Krakow, 1993
3. *Frančák J., Budyn P., Korenko M., Simoník J.* 2001 Ekonomické hodnotenie uplatnenia techniky na pestovanie a zber zemiakov (Economical evaluation of planting and harvest machinery utilisation). In: Ekonomika a efektívnosť poľnohospodárskej techniky: Zborník

- referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie, Nitra : SPU, 2001, pp. 24–28. ISBN 80-7137-928-X.
4. *Frančák, J. - Korenko, M.* 2004. Vplyv kvality sadenia zemiakov na dosahovanú úrodu (Effect of potato planting quality on achieved yield). In: *Acta technologica agriculturae.*, vol. 7, 2004, no 2, pp.42-48. ISSN 1335-2555
5. *Szilard, I. - Popescu, S. - Bria, N. – Frančák J.* 2007 Present achievements concerning the working parts of the potato planting machines. In: *INMATEH scientific papers.* - Bucharest : Ministerul educatiei si cercetarii autoritatea nationala pentru cercetare stiintifica, 2007. no. IV., (2007), s. 56-63, ISSN 1583-1019
6. *Szilard, I. - Popescu, S. - Bria, N. – Korenko, M.* 2007 Cosiderations concerning the woring technologies of the potatoes planting machines, In: *INMATEH scientific papers.* - Bucharest : Ministerul educatiei si cercetarii autoritatea nationala pentru cercetare stiintifica, 2007. no. IV., (2007), s. 48-55, ISSN 1583-1019

## **ЗІБРАНИЙ УРОЖАЙ І ЯКІСТЬ КАРТОПЛІ В СЛОВАКІИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТОВУВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСАДКИ**

Франчек Я., Коренко М.

### *Анотація*

**Врожайність і якості картоплі, залежить від використаної технології посадки картоплі, яка має свої закономірності залежно від розмірів сільськогосподарських площ, при цьому необхідно зібрати якісний урожай і понизити втрати. Підвищення врожайності, поліпшення розвиток бульб картоплі і понизити витрати виробництва, щоб повністю підтвердити вимогу якості підготовки землі під картоплю в тяжких умовах. При вирощуванні площею близько 16000 га картоплі в Словаччині і на 4-річний цикл обертання вимога не менше 4000 гектарів землі щорічно.**

## **CROP AND QUALITY OF POTATOES IN SLOVAKIA IN DEPENDENCE FROM USED PLANTING TECHNOLOGY**

J. Frančák, M. Korenko

### *Summary*

**From the economic recovery, but the yield and quality product that odkamenovania land system has its justification as to amount crop harvested product quality and losses. Odkameňovania use, increase yields, improved potato tuber development and reduce production costs to fully confirm the requirement of quality preparation of land under potatoes in hard conditions. When growing area about 16 000 ha of potatoes in Slovakia and at 4-year cycle rotation is a requirement odkamenenia least 4,000 hectares of land annually.**

УДК 631.363

## ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА РЕЗОНАНСУ ДЕБАЛАНСНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ДОЗАТОРА СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Богданов Є.В., к.т.н.

*Луганський національний аграрний університет*

Кюрчев С.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-54

**Анотація** - в статті наведено структуру теорії вібраційного транспортування та дозування сипких матеріалів. Розроблено диференціальне рівняння руху робочого органу дебалансного вібраційного дозатора. Виконано аналіз формул для визначення амплітуди коливань робочого органу дебалансного вібраційного дозатора.

**Ключові слова** – вібротранспортування, реологія, дебалансний збуджувач коливань, резонанс.

*Аналіз стану та постановка проблеми.* Питання теорії вібротранспортування, а також вібродозування сипких матеріалів мають відношення до двох самостійних, але тісно пов'язаних галузей (рис 1). До першої відносять питання поведінки матеріалів під час дії на них вібрації (реології), до другої – питання, що пов'язані з закономірностями роботи робочих органів вібротранспортерів або вібродозаторів [1]. В залежності від типу сипкого матеріалу розрізняють макрореологію та мікрореологію. Під макрореологією розуміють область механіки, в якій вивчають деформацію та текучість багатокомпонентних матеріалів. В мікрореології відповідно вивчають властивості однорідних монокомпонентних матеріалів [2].

Тому найбільш важливим для сільського господарства є питання взаємодії матеріалів, що транспортуються або дозуються з робочими органами машин з урахуванням властивостей цих матеріалів, що змінюються під дією вібрації.

*Основна частина.* Робочі органи більшості вібраційних дозаторів, за виключенням віброударних, виконують гармонічні коливання. В якості збуджувача коливань в переважній більшості таких машин використовують дебалансні пристрої. З одного боку така система збудження коливань легко досліджується та піддається опису диферен-

ційними рівняннями, з іншого – коливальна система легко налагоджується як на дорезонансний так і резонансний режим роботи.

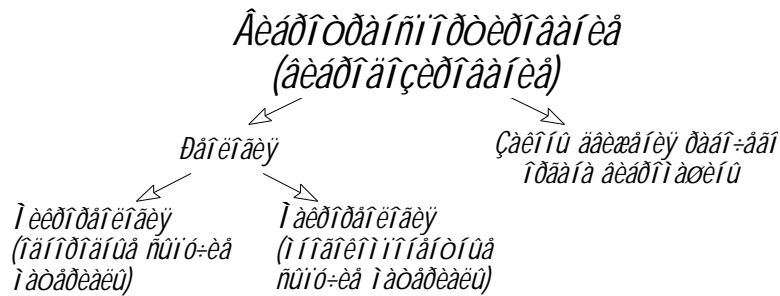


Рис. 1. Структура теорії вібротранспортування сипких матеріалів.

Дебалансний вібраційний дозатор складається з робочого органа (вібростолу), системи пружин, дебалансного збуджувача коливань (рис. 2). Дебалансний збуджувач коливань складається з дебалансного вантажу, який обертається з частотою  $\omega$  навколо горизонтальної вісі – валу електродвигуна. Таким чином, за рахунок інерції вантажу, що обертається вібростіл отримує коливання в вертикальній площині.

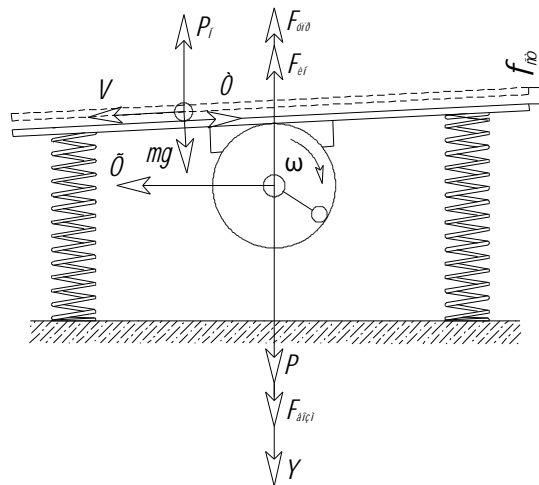


Рис. 2. Схема дебалансного вібраційного дозатора.

Згідно до наведеної схеми, на коливальну систему будуть діяти наступні сили. Сила пружності пружини:

$$F_{\text{упр}} = c \cdot y, \text{ Н,}$$

де  $c$  – коефіцієнт жорсткості пружини, Н/м;  
 $y$  – переміщення вантажу, м.

Згідно до принципу Даламбера вводимо фіктивну силу інерції:

$$F_{\text{іф}} = m \frac{d^2 y}{dt^2}, \text{ Н,}$$

де  $m$  – маса підпружиненої частини коливальної системи.  
 Збурююча сила складе:



$$F_{\text{сá}} = H \cdot \sin(pt + \delta), \text{ Н},$$

де  $H$  – амплітуда збурюючої сили, м;  
 $p$  – частота зміни циклів за  $2\pi$  секунд;  
 $\delta$  – початкова фаза зміни збурюючої сили.

З урахуванням зазначених сил, диференціальне рівняння руху робочого органу запишеться як:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + c \cdot y = m \cdot g + H \cdot \sin \omega t$$

Розв'язання цього рівняння дозволить визначити  $y(t)$  та побудувати графіки швидкостей та прискорень при різноманітних параметрах коливальної системи.

Для введення робочого процесу вібродозатора в резонансний режим необхідно визначити власну частоту коливань системи. Згідно з відомою формулою [3,4] власна частота коливальної системи визначається як:

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{g}{f_{\text{нó}}}},$$

де  $f_{\text{нó}}$  – скорочення пружини під час знаходження коливальної системи в спокої, м.

Розглянута формула може бути використана під час теоретичних досліджень дебалансного вібродозатора, оскільки теоретично визначити коефіцієнт жорсткості пружинного підвісу вібростолу досить складно. Таким чином, амплітуда коливань вібростолу визначається за формулою:

$$A = \frac{h}{k^2 - p^2} = \frac{G_1 \cdot r \cdot \omega^2}{G \cdot (k^2 - \omega^2)}, \text{ м},$$

де  $h$  – коефіцієнт, що вводять ( $h = H/m$ ), м/Н;  
 $G_1$  – маса вантажу дебалансу, Н;  
 $G$  – повна маса підпружиненої частини коливальної системи, Н;  
 $\omega$  – частота обертання дебалансного механізму,  $\text{с}^{-1}$ .

З аналізу цієї формули видно, що вона не може використовуватись для дослідження резонансних вібраційних дозаторів, оскільки в умовах резонансу (коли  $k = \omega$ ) амплітуда вимушених коливань буде дорівнювати  $\infty$ . Згідно з іншою формулою [1] амплітуда коливань системи складе:

$$A = \frac{m \cdot r \cdot \omega^2}{m_n \sqrt{(m_0^2 - m^2) + 4 \cdot c^2 \cdot \omega^2}}, \text{ м},$$

де  $m \cdot r$  – момент маси дебалансів відносно до вісі обертання, Н·м;  
 $m_n$  – маса підресореної частини коливальної системи, Н;  
 $\omega$  – вимушена частота коливань системи,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega_0$  – власна частота коливань системи,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\tilde{\eta} = \frac{\eta}{2m_n}$  - коефіцієнт пропорційності;

$\eta$  – коефіцієнт опору середовища.

Для авторезонансної коливальної системи цю формулу можна записати в спрощеному варіанті:

$$A = \frac{m \cdot r \cdot \omega}{\eta}, \text{ м.}$$

Таким чином, амплітуда коливань резонансної коливальної системи буде обмежуватись опором середовища, та матиме кінцеве значення.

*Висновок.* Отримані залежності амплітуди вимушених коливань коливальної системи для дорезонансного та резонансного режиму роботи. В подальшому потрібна експериментальна перевірка відповідності отриманих рівнянь та їх подальше удосконалення.

Література.

1. *Дубровский А.М.* Вибрационная техника в сельском хозяйстве./ *А.М. Дубровский* – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.
2. *Блехман И.И.* Что может вибрация?: О «вибрационной механике» и вибрационной технике. / *И.И. Блехман.* – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1988 – 208 с.
3. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука» / *С.М. Тарг*, 1970. – 478 с.
4. *Никитин Е.М.* Краткий курс теоретической механики для ВТУЗОВ / *Е.М. Никитин.* Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1971. – 400 с.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСА ДЕБАЛАНСНОГО ВИБРАЦИОННОГО ДОЗАТОРА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Богданов Е.В., Кюрчев С.В.

### *Аннотация*

**В статье приведена структура теории вибрационной транспортировки и дозирования сыпучих материалов. Разработано дифференциальное уравнение движения рабочего органа дебалансного вибрационного дозатора. Выполнен анализ формул для определения амплитуды колебаний рабочего органа дебалансного вибрационного дозатора**

## THEORETICAL RESEARCH OF THE PHENOMENON OF RESONANCE OF VIBRATION METERING DEVICE OF FRIABLE MATERIALS

E. Bogdanov, S. Kurchev

### *Summary*

The structure of theory of the vibration transporting and dosage of friable materials is resulted in the article. Differential equalization of motion of working organ of vibration metering device is developed. The analysis of formulas is executed for determination of amplitude of vibrations of working organ of vibration metering device.

УДК 631.362

## ЕЛЕКТРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ МАЛИХ ШВИДКОСТЕЙ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Брагінець М.В., д.т.н.,

Єрмак В.П., к.т.н.

*Луганський національний аграрний університет*

Кюрчев С.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 421354

**Анотація** - у статті описаний сучасний електронний прилад для вимірювання малих величин швидкості повітряного потоку. Наведена його електрична схема та описаний принцип дії.

**Ключові слова** – швидкість, потік, вимірювач, повітря.

*Проблема.* Загальновідомо, що сучасне інтенсивне землеробство та рослинництво неможливе без впроваджувати сучасних інтенсивних та прогресивних технологій. Водночас, сучасні технології потребують підготовки якісного насінного матеріалу, який є запорукою високих врожаїв.

Насінневий матеріал високої якості, за звичай отримують шляхом відбору із загальної маси тільки біологічно-цінного насіння. Сівби

такого насіння дозволяє за рахунок збільшення енергії проростання отримати дружні сходи і збільшити врожайність на 1.5...2.0 ц/га.

Отже, постає актуальна проблема розробки наукових основ вдосконалення існуючих та розробки нових способів і засобів сепарації для відбору біологічно-цінного насіння.

Нові засоби сепарації повинні відбирати насіння із мінімальними втратами якісних насінин, щоб найефективніше вирішити проблему підготовки насінного матеріалу до сівби.

Найбільш простим та перспективним для вдосконалення є сепаратор, що має найменшу енергоємність - сепаратор у горизонтальному повітряному потоці типу "Тріумф". Для його функціонування було достатньо дві людини, тому, за базовий для вдосконалення спосіб нами було взято саме такий спосіб сепарування насінин у горизонтальному потоці.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Видатні вітчизняні вчені - Заїка П.М, Котов Б.І., Тіщенко Л.М. розробили та досліджували новітні засоби сепарації насіння в повітряних потоках. У той час завдання вдосконалення найменш енерговитратного сепаратора в горизонтальному потоці було залишене поза їх та інших вчених увагою [1,2].

*Мета.* Нами запропоновані [3,4], розроблені та виготовлені сепаратори за новими у технічному плані способами сепарування [5].

У основу збільшення якості поділу було поставлено необхідність забезпечення відповідності вертикальної швидкості насінин (при їх входженні у основний горизонтальний потік) в пряму залежність від питомої ваги (в основному) та аеродинамічних особливостей геометричної форми поверхні.

*Результати досліджень.* Для проведення вимірювання швидкості повітряного потоку за звичай використовують трубку Піто-Прантля. Вимірювання швидкості повітряного потоку менше 5м/с за допомогою трубки Піто-Прантля неможливо, оскільки трубка дає дуже малий динамічний тиск, недостатній для його чіткого реєстрування мікроманометром.

Тому, нами було розроблено та виготовлено електричний вимірювач малих швидкостей повітряного потоку (рис. 1), загальний вигляд якого поданий на рис. 2.

Нами розроблено й використано в ході досліджень спеціальний електричний вимірювач малих швидкостей повітряного потоку (0-6 м/с),

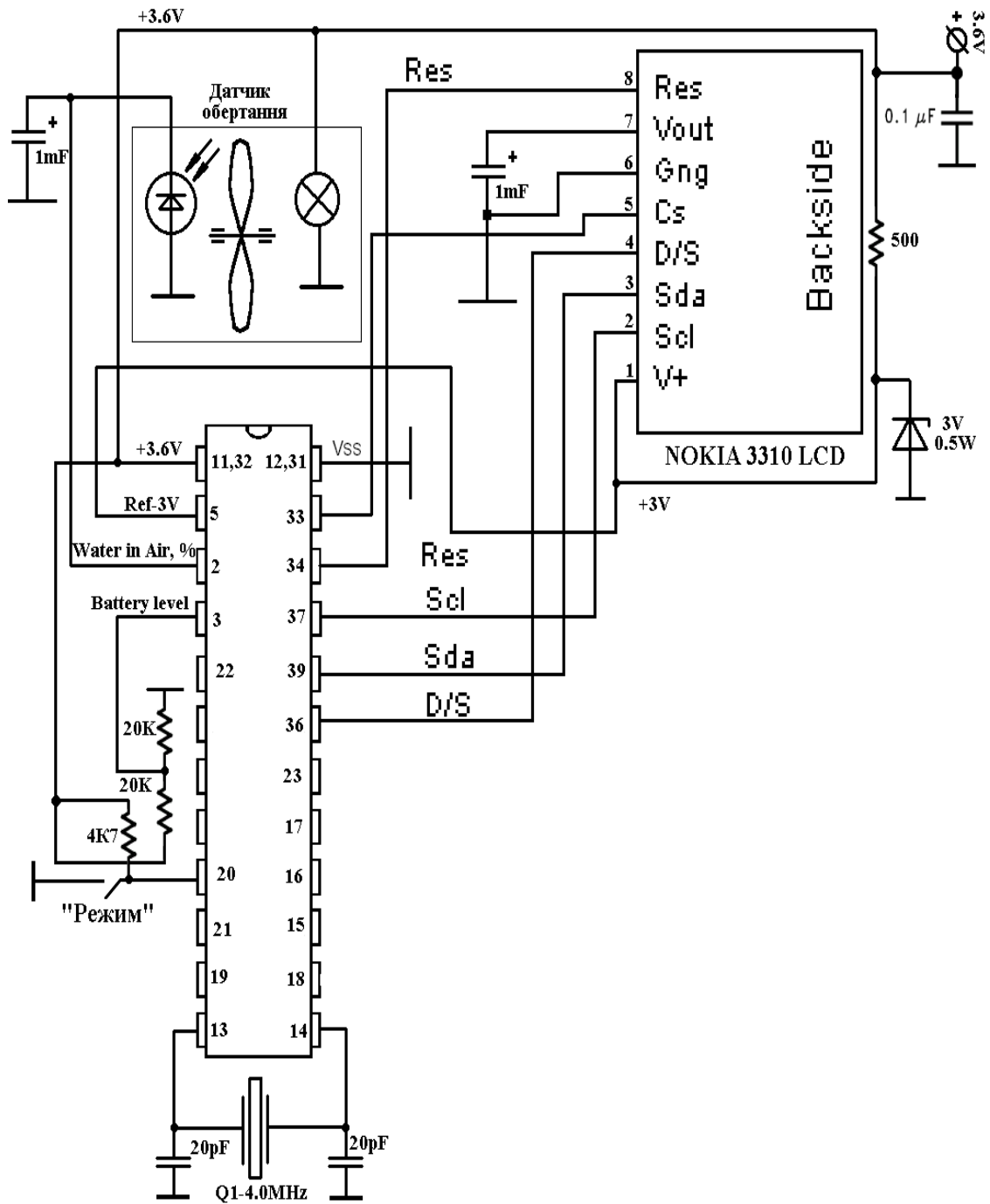


Рис. 1. Електрична принципова схема вимірювача швидкості потоку

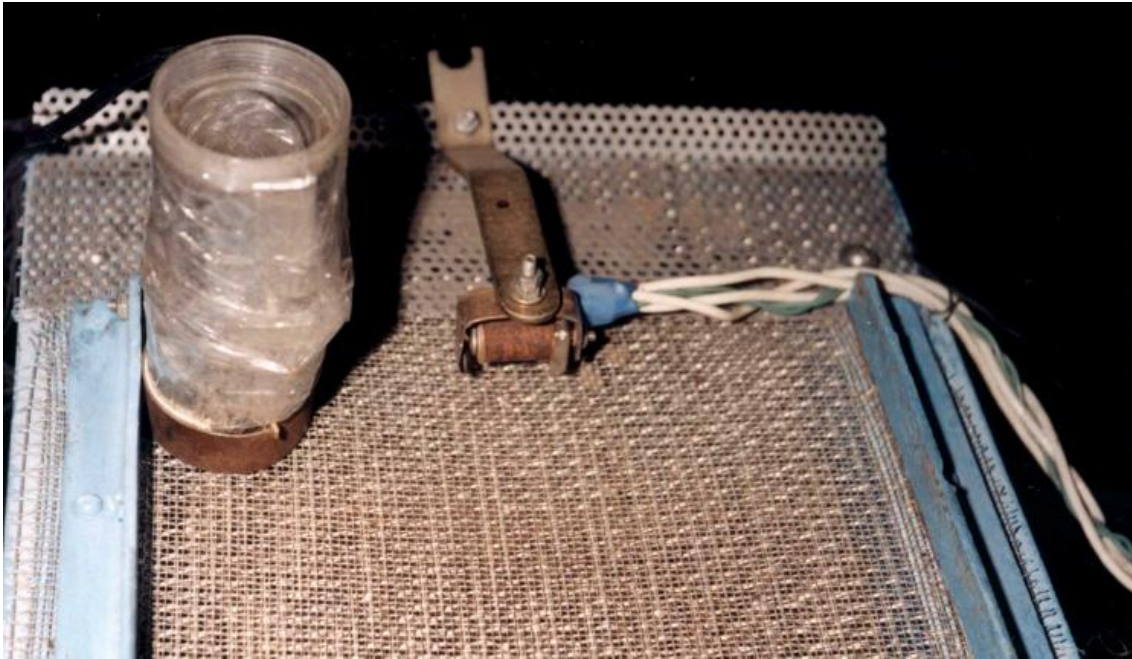


Рис. 2. Загальний вигляд датчика для вимірювання швидкості потоку встановленого на поверхні сітки похилого повітряно-сітчастого робочого органу

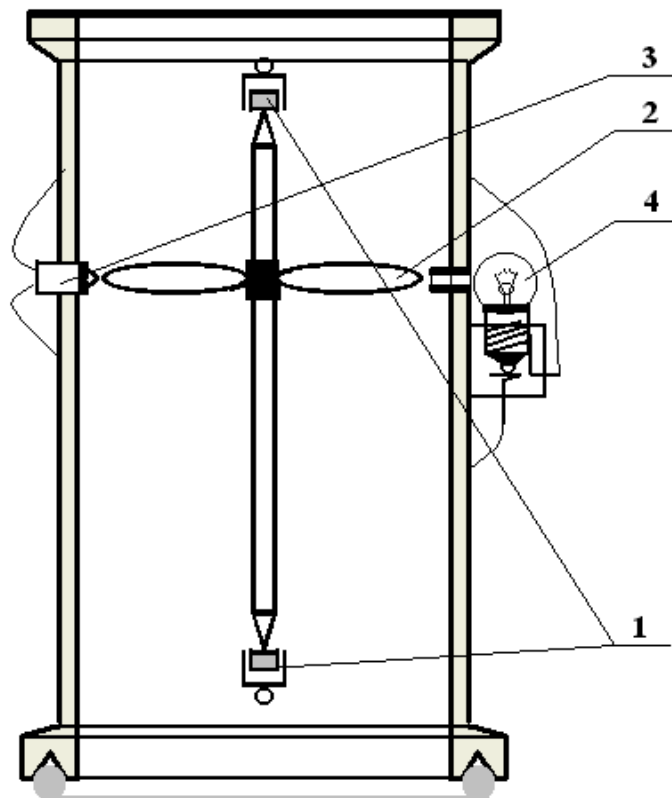


Рис. 3. Схема будови датчика для вимірювання швидкості потоку на поверхні сітки похилого повітряно-сітчастого робочого органу

Оптико-механічний датчик встановлюють у місце вимірювання швидкості, вмикають прилад та зчитують з дисплея значення швидкості потоку у місці вимірювання. Перед використанням, прилад тарують за допомогою анемометру.

Для вимірювання швидкості потоку на поверхні сітки робочого органу було виготовлено спеціальний датчик зменшеного опору, загальний вигляд якого поданий на рис. 3. Для отримання мінімального тертя вісь обертання гвинта датчика обертається у рубінових підшипниках 1, узятих у комплекті з віссю маятника від механічного годинника, як видно на рис. 4.

Для підрахунку частоти обертання гвинта датчика, навпроти лопатей датчика, встановлено оптичну пару лампа 4 – фотоелемент 3 (див. рис. 4.).

#### *Висновки*

1. Розроблений електронний прилад дозволяє фіксувати та вимірювати малі за величиною значення швидкості повітряного потоку.
2. Перед використанням, прилад слід відтарувати.

#### *Література.*

1. *Шереденкин В.В.* Разделение сильнозасорённого вороха направленными воздушными потоками при пневмотранспорте. Автореферат на соискание уч. степени к.т.н. спец. 0505.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства. ВГАУ. -Воронеж, 1998. - 19с.

2. *Єрмак В.* Обоснование рациональных параметров встречного воздушного потока при сепарации семян подсолнечника в вертикально-горизонтальном воздушном потоке // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. / *В. Єрмак.* – Луганськ: ЛНАУ. №17 (29). - С. 59-61.

3. Патент України №34040-С2. Спосіб сепарування та пристрій для його реалізації (варіанти).*Єрмак В.П., Луганський національний аграрний університет.* Заявлено 18.05.1999. Опубліковано 15.08.2003. в №8.

4. *Єрмак В.П.* Обґрунтування способу сепарування насінин соняшника в повітряних потоках. Дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11. - Луганськ: ЛНАУ, 2003, -166с.

5. *Єрмак В.П.* Сучасні способи сепарування насіння у повітряних потоках // Сільськогосподарські машини. / *В.П. Єрмак.* //Зб. наук. ст., вип. 11. - Луцьк: Ред. -вид. відділ ЛДТУ. 2004. С. 40 - 44.

6. *Барский М.Д.* Гравитационная классификация зернистых материалов./ *М.Д. Барский, В.И. Ревнивцев, Ю.В. Соколкин.* М., "Недра", 1974. 232с.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Брагинець Н.В, Ермак В.П, Кюрчев С.В.

### *Аннотация*

В статье описан современный электрический прибор для измерения малых величин скорости воздушного потока. Приведены его электрическая схема и описан принцип действия.

## THE ELECTRIC DEVICE FOR RESEARCH SLOW AIR FLOW SPEED

N. Braginec, V. Ermak, S. Kurchev

### *Summary*

In clause the developed advanced electric device are described. The devise is a small speed air flows meter throw optical way.

УДК 621.891

## ОБҐРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЧІПКИ ДЛЯ ПРОСАПНОГО МТА З ТРАКТОРОМ ХТЗ-160

Жиган В.Й., к.т.н.,

Ігнатъев Є.І., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 6-02-87

**Анотація** – Розглядаються поперечні переміщення робочих органів широкозахватного 18-рядного просапного агрегату з трактором ХТЗ-160 залежно від кута повороту трактора і розміщення їх в агрегаті. Рекомендуються кінематичні параметри і схема зчіпки.

**Ключові слова** – Агрегат, трактор, зчіпка, робочі органи, розміщення, кут, відхилення, схема.



*Постановка проблеми.* Трактор ХТЗ-160 за своїми експлуатаційними показниками відноситься до тракторів класу 3. Ходова система вказаного колісного трактора дозволяє використовувати його при вирощуванні просапних культур з міжряддями 70 см.

Можливість використання вказаного трактора при вирощуванні просапних культур (кукурудза, соняшник) доказана дослідженнями [1], але ширина захвата таких агрегатів дорівнює 8,4 м (при 12-рядній схемі). Ефективне використання трактора ХТЗ-160 можливе, при вказаній ширині захвату, поєднуючи виконання основного технологічного процесу з додатковим, тобто сівбу з культивацією (наявність передньої навісної системи дозволяє комплектувати такий агрегат).

За тяговими властивостями вказаний трактор здатний забезпечити роботу з трьома сівалками СУПН-6 (або трьома культиваторами КРН-4,2А). Створення трьохмашинних агрегатів можливе лише при наявності спеціальної зчіпки, яка б забезпечила розташування крайніх машин в оптимальному положенні за критерієм прямолінійності руху робочих органів. Розміщення ж трьох машин в причіпному МТА за традиційною схемою, тобто з шеренговим їх розміщенням, можливе лише при умові, що виконується тільки сівба, а міжрядний обробіток просапних культур не виконується. Використання просапних культиваторів в трьох машинному варіанті МТА за шеренговою схемою не дозволяє точно копіювати рух агрегату відповідно з напрямком рядків культури, що обробляється.

*Аналіз останніх досліджень.* За нашим досвідом [2] і широкою перевіркою виробників господарств використання широкозахватних трьохмашинних МТА можливе лише при використанні гусеничних тракторів класу 3 при умові, що робочі органи бокових машин розміщені в зоні поперечної геометричної осі, що проходить через кінематичний центр трактора (агрегату). Тому для комплектування таких агрегатів нами було запропоновано використовувати тільки пів навісну зчіпку СН-75М з деякою модернізацією.

*Основна частина.* У колісного трактора ХТЗ-160, на відміну від гусеничного трактора, кінематичний центр розміщений в зоні близько геометричної осі задніх коліс і названа зчіпка не дозволяє отримати оптимальне розміщення бокових машин. Тому виникла необхідність в розробці пів навісної зчіпки для трактора ХТЗ-160 яка б забезпечила оптимальне розміщення бокових машин в просапних агрегатах, які могли б використовуватись на сівбі і міжрядному обробітку просапних культур (переважно кукурудзи та соняшнику). Продуктивність трьох машинних агрегатів значно більша двохмашинних, що особливо важно при сівбі заданої культури (адже поле засівається за один-два дні).

На вказаних технологічних операціях пред'являються особливі вимоги до прямолінійності руху МТА і пошкодження рослин в рядках культури, що обробляється. Пояснюється це тим, що вірогідність пошкодження рослин культури, що обробляється, залежить від прямолінійності рядків і руху робочих органів культиваторів при міжрядному обробітку. Основними статистичними показниками, як відомо, являються середньоквадратичні відхилення робочих органів від заданого напрямку руху і розміщення рослин в рядку. Значення останніх залежать від кутових відхилень трактора від заданого напрямку руху і від характеристик кривизни траєкторії руху трактора. За даними наших попередніх досліджень поперечні переміщення робочих органів, з деякими припущеннями, виражаються:

$$\sigma_{po} = K_2 \sqrt{\left[ \frac{K_1(1 - \cos \alpha)}{a\sigma_p} \right]^2 + [L \sin \alpha \pm B(1 - \cos \alpha)]^2}$$

де  $\sigma_\alpha$ ,  $\sigma_p$  – середньоквадратичні значення кутових відхилень трактора і радіуса кривизни його траєкторії;  
 $B$ ,  $L$  – параметри, що характеризують розміщення робочого органу по ширині і довжині агрегату;  
 $K_1$ ,  $K_2$  – відповідно поправочний коефіцієнт і коефіцієнт «умовної жорсткості» всієї системи агрегату;  
 $a$  – коефіцієнт пропорційності, який враховує долю середньоквадратичного відхилення і для нормального розподілення прийнято 0,63.

Враховуючи те, що в даному випадку розглядаємо лише параметри зчіпки, які впливають на відхилення від напрямку руху, в таблиці 1 наведені результати розрахунків поперечних переміщень робочих органів в функції їх розміщення по ширині агрегату і по довжині його відносно поперечної геометричної осі, що проходить через кінематичний центр трактора без урахування кривизни траєкторії руху трактора і можливих змін положення кінематичного центру вздовж агрегату.

Відповідно з результатами розрахунків (таблиця 1) значення поперечних переміщень робочих органів представлено на графіках (рис.1, 2 і 3). Попередніми дослідженнями було виявлено, що бокові відхилення робочих органів від напрямку руху в зовнішню сторону і в середину (до центру агрегату) різні, тому в таблиці 1 наведені і їх значення, а на графіках рис. 1...3 зображені лише зовнішні (як більші) поперечні переміщення робочих органів.

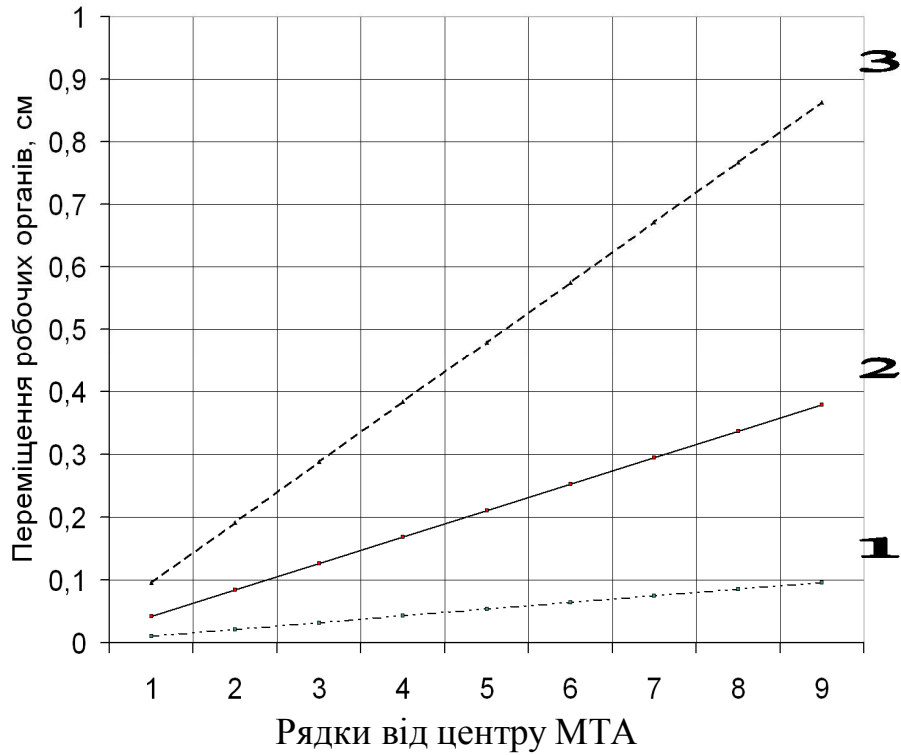


Рис.1. Поперечні переміщення робочих органів при  $L=0$  і кутах повороту МТА 1,2,3 градуси

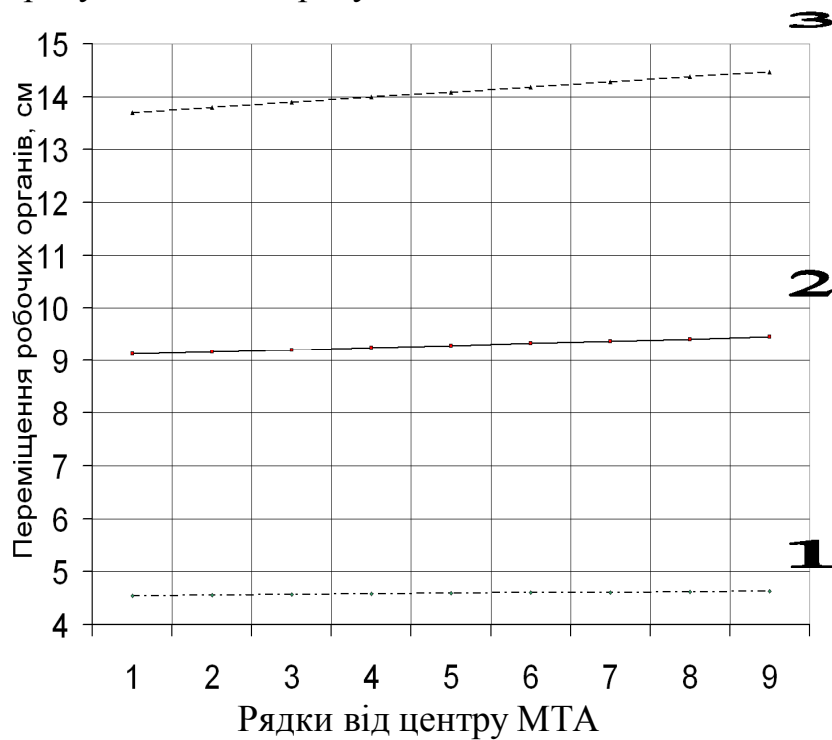


Рис.2. Поперечні переміщення робочих органів при  $L=260$  см і кутах повороту МТА 1,2,3 градуси

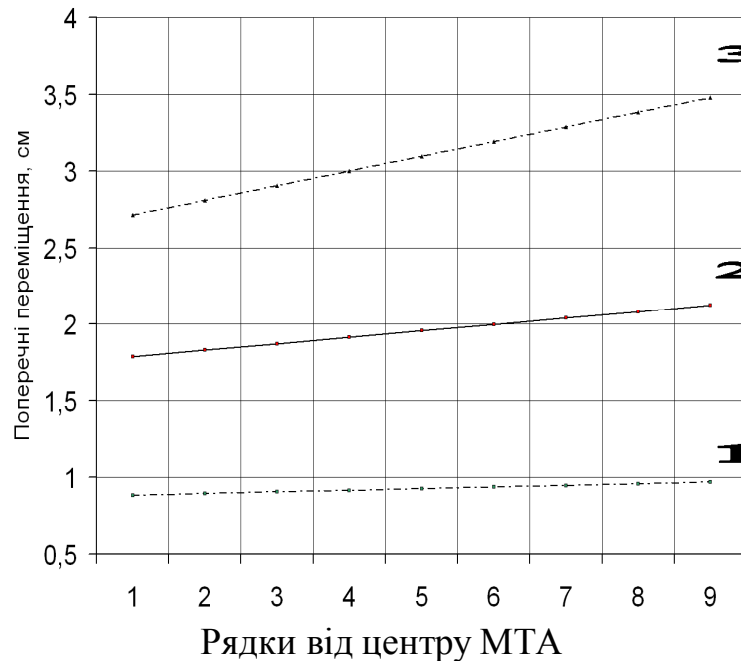


Рис.3. Поперечні переміщення робочих органів при  $L=50$  см і кутах повороту МТА 1,2,3 градусів

#### Висновки.

1) Найбільші значення поперечних переміщень у робочих органах, які розміщені на віддалі 2,6 м, тобто у машини яка приєднана на задній навісній системі трактора, досягають до 14,5 см при максимальних кутах повороту агрегату (3 градуси), рис. 2.

2) Найменші поперечні переміщення робочих органів при розміщенні їх на геометричній осі, що проходить через вісь задніх коліс (менше 1 см).

3) Поперечні переміщення робочих органів при розміщенні їх на відстані 50 см від поперечної геометричної осі задніх коліс трактора незначні.

4) Поперечні переміщення робочих органів збільшуються з віддаленням їх від поздовжньої геометричної осі агрегату, особливо при значних кутових відхиленнях МТА.

При розробці реальної конструкції запропонованої зчіпки можна допустити незначні відхилення, щодо розміщення бокових машин вздовж агрегату, з метою зменшення зусиль на поздовжні ланки і деякі шарнірні з'єднання. Але відхилення розміщення бокових машин від оптимального положення, на наш погляд, не допускати більше 50 см. В такому випадку, якщо кінематичний центр агрегату і буде дещо переміщуватись в поздовжньому напрямку, поперечні переміщення робочих органів будуть мінімальні.

Виходячи з вищезазначених вимог пропонується схема зчіпки відповідно з рис.4.

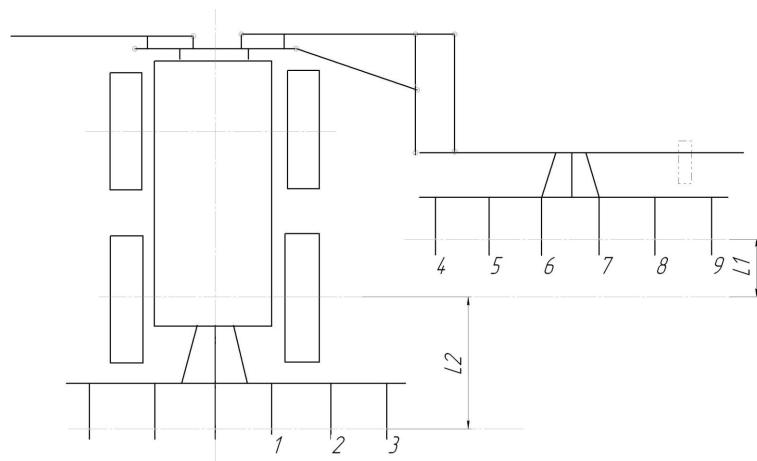


Рис.4. Спрощена схема агрегату з експериментальною зчіпкою ЗПН-18  
Література.

1. Чорна Т.С. Зчіпний пристрій енергетичного засобу / Т.С. Чорна // Праці/ Таврійський державний агротехнологічний університет – Вип. 8., Т.1 –Мелітополь: ТДАТУ, 2008, С.144-147.
2. Жиган В.Й. Удосконалення широкозахватних посівних і просяпних агрегатів /Жиган В.Й. //Досягнення науки і техніки, № 5, (на рус. мові) 1991.

## ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЦЕПКИ ДЛЯ ПРОПАШНОГО МТА С ТРАКТОРОМ ХТЗ-160

Жиган В.Й., Ігнат'єв Є.І.

### *Аннотация*

Рассматриваются поперечные перемещения рабочих органов 18-рядного широкозахватного пропашного агрегата с трактором ХТЗ-160 в зависимости от угла поворота трактора и размещения их в агрегате. Рекомендуются кинематические параметры и схема сцепки.

## SUBSTANTIATION OF KINEMATIC PARAMETERS OF COUPLING FOR ROW-CROP MTU WITH TRACTOR HTZ-160

V. Zhigan, E. Ignatiev.

### *Summary*

The transverse movement of the working bodies of 18-row wide working unit with the tractor HTZ-160 depending on the angle of rotation of the tractor and placing them in the aggregate are considered. Recommended kinematic parameters and circuit of coupling.

УДК 664.40.1.1.372

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОСКИХ  
ГЕЛИОКОНЦЕНТРАТОРОВ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ  
РЕБЕР СОВМЕСТНО С ПЛОСКИМ  
ТЕПЛООБМЕННЫМ КОРОБОМ**

Гербер Ю.Б. к.т.н.,

Ковтун В.М.

*Крымский агротехнологический университет*

Тел. (0652) 26-37-52

***Аннотация*** - экспериментально подтверждена гипотеза об эффективном использовании плоских гелиоколлекторов совместно с плоским теплообменным коробом, в котором установлены аэродинамические ребра для интенсификации теплообмена.

***Ключевые слова*** - сушильный агент, ленточная сушилка, солнечный коллектор, аэродинамические ребра.

*Постановка проблемы.* Одной из главных проблем современной перерабатывающей отрасли нашей страны является высокая себестоимость произведенного продукта. Это связано с использованием для переработки плодовой продукции дорогих традиционных источников энергии (электричество, газ). Решением этой проблемы может стать применение нетрадиционных источников энергии в переработке. Наиболее оптимальным является вариант с использованием солнечной энергии. Основной задачей научной разработки является создание устройства для нагрева сушильного агента при помощи солнечной энергии с низкой себестоимостью и способной работать в условиях Крыма и Юга Украины.

*Анализ последних исследований.* Для этого были изучены различные источники литературы и выдвинута гипотеза о том, что для нагрева сушильного агента возможно использовать теплообменный короб типа «горячий ящик». Он является дешевым в изготовлении и позволяет нагревать сушильный агент до необходимой технологической температуры. Но нагревать воздух до этой температуры он может в течение короткого промежутка времени. Это связано с особенностями его конструкции. На основании этого была выдвинута гипотеза о том, что теплообменный короб такого типа нужно использовать совместно с зеркальными концен-

траторами, с целью увеличения коэффициента концентрации солнечных лучей на поверхности короба. Это позволит повысить температуру нагрева воздуха и увеличить продолжительность рабочего времени. Дальнейшее изучение литературы и проведение аналитических исследований показали, что необходимо использовать плоские зеркальные концентраторы. Такие концентраторы являются более дешевыми в изготовлении, чем сферические, и позволят производить нагрев до необходимой температуры, которая предусматривается технологическими условиями.

*Основная часть.* На основании этого были проведены предварительные расчеты и геометрические построения оптической системы преломления солнечного луча зеркальными концентраторами. Разработана конструкция экспериментальной установки., в июне-августе 2007 года проведен эксперимент. В 2008 году велась обработка полученных данных.

Изучив полученные данные, недостатки конструкции, выявленные в результате проведения эксперимента, было решено усовершенствовать конструкцию теплообменного короба. В качестве усовершенствования короба предложено установить в нем аэродинамические ребра (ребра устанавливались таким образом, чтобы равномерное перемешивание воздушного потока происходило по всей длине теплообменного короба, и тем самым не создавались зоны перегрева и недогрева воздуха). Для испытаний были созданы короба, в которых применялись ребра с длиной 10, 20 и 30 сантиметров.

Эксперимент проводился в период с июля по сентябрь месяц 2008 года.

Экспериментальная установка состояла и одной секции длиной 2 метра.

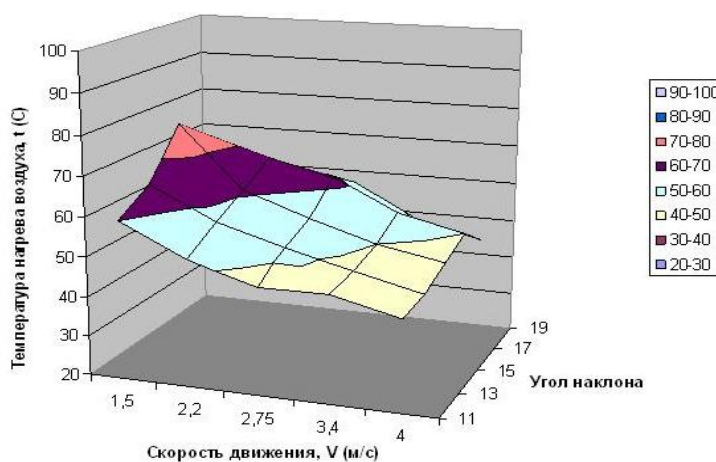


Рис. 1. Зависимость температуры нагрева воздуха от угла падения света и скорости движения воздуха (при длине ребра 30 см)

В результате проведенного эксперимента были определены зависимости температуры нагрева сушильного агента от длины аэродинамиче-

ских ребер, от скорости движения воздушного потока в теплообменном коробе, от угла падения солнечного луча на зеркальную поверхность.

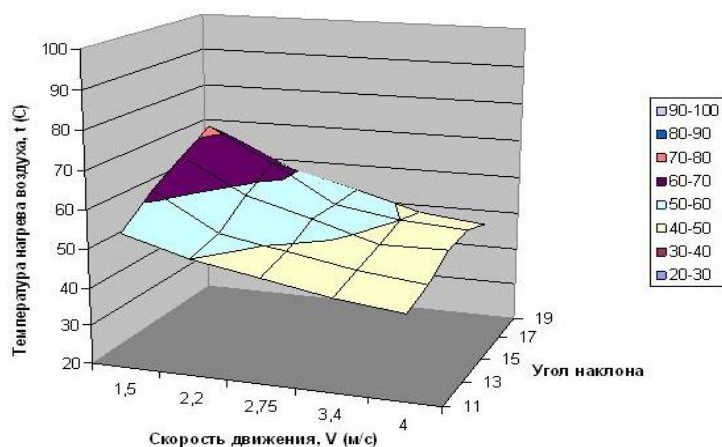


Рис. 1. Зависимость температуры нагрева воздуха от угла падения света и скорости движения воздуха (при длине ребра 20 см)

По полученным зависимостям были сделаны следующие выводы:

- оптимальным углом падения солнечного света на зеркальную поверхность является угол в 15 градусов;

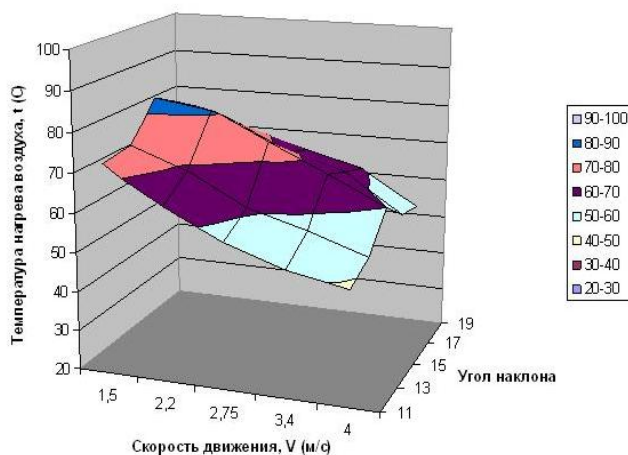


Рис. 1. Зависимость температуры нагрева воздуха от угла падения света и скорости движения воздуха (при длине ребра 10 см)

- оптимальной длиной аэродинамических ребер оказалась длина 10 сантиметров. Она позволила производить максимальное перемешивание воздушного потока, тем самым оптимизируя работу установки;

Оптимальной скоростью воздушного потока для установки длиной 2 метра, при угле падения солнечного луча на зеркальную поверхность 15°, и длине аэродинамических ребер 10 сантиметров, оказалась скорость 4 м/с. При дальнейшем увеличении скорости воздушного потока температура воздуха будет ниже необходимой технологической.



*Выводы.* При использовании аэродинамических ребер в теплообменном коробе температура нагрева воздуха увеличилась на 10 градусов по отношению к температуре воздуха, полученной в результате нагрева без них при соблюдении равных условий. На повышение температуры нагрева оказало влияние:

- эффективное перемешивание воздушного потока в теплообменном коробе;

- увеличение площади нагрева воздуха, за счет нагрева пластин аэродинамических ребер. При их отсутствии поверхностью нагрева являлась только верхняя сторона дна короба, а в случае использования аэродинамических ребер поверхностью нагрева является как верхняя, так и нижняя часть пластины аэродинамического ребра.

Литература.

1. Технологическое оборудование консервных заводов. Изд. 5-е перераб. и доп. / М. С. Аминов, М. Я. Дикис, А. Н. Мальский, А. К. Гладушняк. – М.: Агропромиздат, 1986. – 319 с.
2. Деклараційний пат. на винахід 24535 Україна, МКВ А23N15/00. Пристрій для подрібнювання кісточкових плодів / Пшеничний Ю. В., Гладушняк О. К. - № 94023491; Заявл. 09.02.94; Опубл. 30.10.98, Бюл. № 5.

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПЛОСКИХ ГЕЛІОКОНЦЕНТРАТИВ ТА АЕРОДИНАМІЧНИХ РЕБЕР ВЗАЄМНО З ПЛОСКИМ ТЕПЛООБМІННИМ КОРОБОМ**

Гербер Ю.Б. , Ковтун В.М.

### *Анотація*

Експериментально підтверджена гіпотеза про ефективне використання плоских геліоколекторів спільно з плоским теплообмінним коробом, в котрому використовуються аеродинамічні ребра для інтенсифікації теплообміну.

## **EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE COMPLEX USE OF FLAT GELIOCONCENTRATE AND AERODYNAMIC RIBS JOINTLY WITH FLAT HEAT-EXCHANGE BASKET**

Y. Gerber, V. Kovtyn

### *Summary*

A hypothesis is experimentally confirmed about the effective use of flat gelioconcentrate jointly with a flat heat-exchange basket in which aerodynamic ribs are set for intensification of heat exchange.

УДК 502.3/.5+550.3(075.8)

## ПРО СТАН ВОДОПОСТАЧАННЯ В АПК

Гончаров Ф.І., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування,**03041, м. Київ, вул. Героїв оборони, 15,*Тел. (044) 527-82-99, [fgfi@bigmir.net](mailto:fgfi@bigmir.net)***Анотація*** – робота присвячена питанням водопостачання в АПК***Ключові слова*** – вода, постачання, стан, якість.

*Постановка проблеми.* Стан якісного водопостачання в АПК в умовах глобального потепління набув загрозливих форм. Мова йдеться про підприємства, діяльність яких пов'язана з використанням питної води з джерелом — мережа водоканалу. Згідно з Законом України "Про питну воду" — якість води в крані мережі водоканалу має відповідати показникам ГОСТ 2874-82 "Питна вода". Але цим вимогам, як свідчать визначені Законом України "Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки" зазначені показники якості питної води з водопровідної мережі — не відповідають. Робота працівників в умовах підвищеної небезпеки (споживання брудної води) — це виробництво неякісної продукції та підвищення ризику захворюваності та отруєння. Розробка нових заходів і засобів для зменшення зазначених ризиків є актуальною.

*Мета роботи* полягає у дослідженні причин утворення підвищеної небезпеки, що проявляються в технологічних процесах з використанням питної води та розроблення методів і систем контролю та управління за безпекою водокористування прямої дії.

*Результати досліджень.* За даними оперативних звітів ДП "Київводоканал" за добу тільки у м. Києві ліквідується більше восьми поривів у мережі водопостачання. За допомогою спеціально виготовленого пристрою-реєстратора така аварія була зафіксована на діаграмі напірно-витратних характеристик рис.1 [1].

Характерною особливістю такого водопостачання є наявність протягом доби періодів з мінімальним та максимальним тиском ( $P$ ) при нульовому водоспоживанні ( $Q \rightarrow 0$ ). Тривалість перерви у штатному режимі подачі води досягає чотирьох годин і більше. Коливальні періоди з мінімальним ( $P_{\min}=0\text{МПа}$ ) та максимальним тиском ( $P_{\max}=0,5\text{МПа}$ ) супроводжуються періодичним частковим спорожненням труб та заповненням мережі повітрям. Після поновлення подачі в процесі руху потоку води до крану водоспоживача в

ньому частково розчиняються повітряні суміші. Відбувається його аерація. Після відкриття крану та заповнення такою водою, наприклад стакану, в ньому відбуваються процеси виділення газів — деаерація.

порив ( $P_{\min}=0$ )МПа),  $Q=0$ .

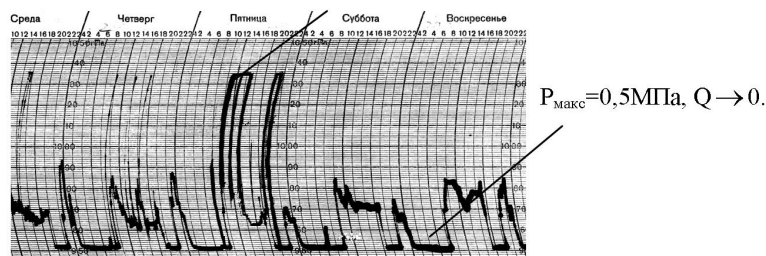


Рис. 1. Фрагмент діаграми напірно-витратної характеристики у крані водоспоживача з мережі водоканалу в лабораторії ТННІ НУБІП 27.03.09 р.

Про час настання, періодичність, та інтенсивність зазначених процесів у воді в наслідок аварій, знеструмлення приводів насосів, проведені планових технологічних випробуваннях та дезактивації мережі тощо — сьогодні водоспоживачу АПК нічого невідомо. Розглянемо наслідки такого режиму руху потоку на якість води, яку використовують в технологічних процесах (для пиття із стакану за потребою).

Для оцінки впливу процесів аерації і деаерації на фізико-хімічні властивості води в стакані водоспоживача були досліджені зміни концентрацій зважених речовин у часі за допомогою приладу КФК-2МП №9102105. Для забезпечення абсолютної похибки вимірювання коефіцієнту пропускання до 1% попередньо були підібрані відповідно світлофільтр та кювету згідно з рекомендаціями технічного опису і інструкції по експлуатації приладу, рис.2.

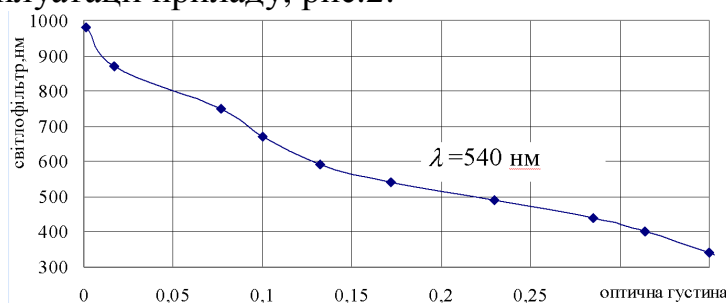


Рис.2. Графік вибору оптимального світлофільтру  $\lambda = 540$  нм.

Для вимірювання зміни концентрації речовин у воді після попереднього визначення градуіровочної характеристики та коефіцієнтів пропускання і оптичної густини, в кювету було набрано "питну воду" з стакану відразу ж після його наповнення з крану. Досліди проводилися в нормальних умовах при температурі середовища  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  відносній вологості повітря 45...80% при напрузі живлення електрмережі  $220 \pm 22$  В 50 Гц, рис.3.

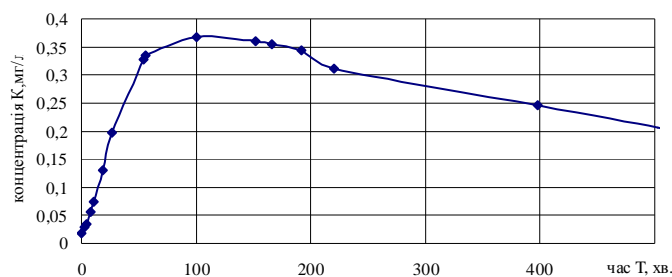


Рис.3. Зміна концентрації зважених речовин у часі після заповнення стакану з крану мережі водопостачання

З діаграми видно що вода за параметрами кольоровість після заповнення стакану водоспоживача з показників, відповідаючим параметрам "вода питна" (до 20°), з часом змінила свої властивості на показники — "вода не питна" (більше 30°). Суттєво збільшилась протягом 100 хвилин кількість зважених речовин.

За таких умов всі підприємці АПК вимушені забезпечувати якість води самостійно шляхом застосування сучасних систем доочистки [2]. Але, як сьогодні стало відомо, всі фільтри доочистки виявляються інкубаторами бактерій та генераторами амінокислот (токсинів) з невідомими формами та методами боротьби з ними. Сучасні системи доочистки побутового і виробничого призначення — амінокислоти не фільтрують і не нейтралізують. Складністю методів визначення синтезованих у фільтрі затриманими мікроорганізмами невідомих комбінацій амінокислот і концентрацій можна пояснити існування сьогодні більшості підприємств, з багаторічною історією випуску харчової продукції з вмістом такої "відфільтрованої водопровідної води". З цього питання токсикологи, імунологи та мікробіологи ще своє слово скажуть.

Поновлення водоподачі після тривалої паузи супроводжується транспортуванням додатково значної кількості бруду, піднятого збудженим потоком з внутрішньої поверхні трубопроводу. Суттєво забруднена вода в непередбачений час замулює та виводить з ладу фільтруючі елементи засобів доочистки. Поновлення виробництва вимагає значних додаткових коштів, пов'язаних з перервою в роботі, придбанням та заміною фільтруючих елементів.

З метою усунення зазначених недоліків сучасного водопостачання та покращення умов водокористування в АПК пропонується використовувати нові прилади "Інформатор безпечної якості води" та "Безпека фільтрів", які розроблені в ННВП "Екологічна інженерія" ТННІ НУБІП. Прилади забезпечують сучасні методи контролю та управління за безпекою водокористування прямої дії.

Нові прилади встановлюються перед краном споживача питної води або перед системою доочистки води на об'єкті підприємця без будь-яких обмежень та спеціальних дозволів. Робота обох приладів оснований на конт-

ролі напірно-витратних характеристик в мережі водопостачання. Кожний пристрій відслідковує у часі зміни напірно-витратних характеристик у водопровідній мережі та видає на індикатор інформацію-рекомендацію керівнику підприємства чи відповідальній особі про те, в якому стані працездатності знаходиться мережа системи водопостачання, в який час виникла загроза підвищення вірогідності забруднення води осадам та мулом, піднятого в потік з поверхні труби мережі системи водопостачання в наслідок поновлення подачі води після технологічної чи аварійної зупинки, та вірогідний час потрапляння цього бруду до крану водокористувача.

Перша розробка "Інформатор безпечної якості води" є спрощеним варіантом приладу. В неперервному тривалому (багаторічному) режимі роботи він інформує водокористувача про стан нормальної (робочої) працездатності мережі системи водопостачання, про тривалість часу від початку нульової подачі в кран водокористувача, та видає інформацію про те, скільки часу пройшло з початку поновлення подачі води до крану. Таким чином, можна визначити наскільки довго продовжувалась ситуація з нульовою подачею води, та скільки часу пройшло з моменту поновлення подачі. Виходячи з гідродинамічних показників режиму роботи мережі водопостачання для кожного окремого крану водокористувача, можна з високою точністю встановити час, мінімально необхідний та достатній для промивки ділянки трубопроводної мережі від забрудненої води мулом та осадам через інші технологічні водоспоживачі на підприємстві, які не потребують води високої якості. На цей період системи доочистки повинні бути відключені від мережі. Для цього пристрій має керуючий вихід, який приводить у дію електроклапан, що відключає системи доочистки на час визначений гідродинамікою системи.

Більш складний другий варіант розробки "Безпека фільтрів" який має у собі систему запису та аналізу кривих зміни напірно-витратних характеристик у водопроводі і видає інформацію не тільки про час виникнення аварії, але й про її причини, такі як: знеструмлення агрегатів насосної станції, планове випробування мережі або хлорування системи водопостачання, аварійний порив у мережі, про віддаленість пориву від водоспоживача та ін. Подальша реакція приладу на будь-який з видів зупинки водоподачі має такий же характер як і в першій розробці – об'єкти споживання якісної питної води (системи доочистки) відключаються і видається інформація про час поновлення водоподачі. Завдяки більш складному механізму спостереження та контролю за напірно-витратними характеристиками в мережі пристрій дає більш об'єктивну інформацію щодо причини зупинки подачі води до крану водоспоживача та виникнення аварійної ситуації для об'єктів споживання води підвищеної питної якості у виробничому процесі підприємства [3].

Рівень розробки — дослідно-виробнича партія, яка виконана з складових елементів серійного виробництва. Попередня відпускна вартість першого і

другого виробу відповідно 400 та 600 грн. Попередні маркетингові дослідження свідчать про наявність широкого попиту до приладів у виробників-водоспоживачів АПК. З початком серійного виробництва вартість виробів буде значно меншою. В умовах надзвичайних ситуацій глобального потепління наявність у виробника та водоспоживача комунально-побутового сектору розробки буде ще доцільніша. За цих умов набуває значення впровадження також нової розробки "Системи безпечного водопостачання", дослідно-виробничі зразки яких розроблені, виготовлені фахівцями ННВП "Екологічної інженерії" та випробувані в умовах діючого виробництва.

*Висновки.* Визначені небезпечні виробничі чинники, що проявляються у технологічних процесах з використанням питної води суттєво збільшують ризики захворювання, отруєння та сприяють випуску неякісної продукції. Впровадження нових розробок — систем контролю та управління за безпекою водокористування прямої дії якісно покращують умови і характер праці працівників в АПК.

#### Література

1. Гончаров Ф.И. Исследование механизма накопления осадка на стенках труб в сети водоканала / Ф.И. Гончаров. — Одесса: Сб. научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2007" 15-25 декабря 2007 г., Том 20, Биология, Сельское хозяйство, Искусствоведение и архитектура, С.58-67.
2. Гончаров Ф.И. Система безпечного водопостачання / Ф.И. Гончаров— К.: Друкувальна дільниця УВК НАУ.2008.с.7.
3. Гончаров Ф.И. Пристрій інформування про безпечність водокористування / Ф.И. Гончаров. — Одесса: Сб. научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2008" 15-25 декабря 2008 г., 15-25 декабря 2008 г., Том 4, Технические науки, С.37-41.

### **К ВОПРОСУ ДОСТАВКИ ВОДИ В АПК**

Гончаров Ф.И.

#### *Аннотация*

**Робота посвящена вопросу поставки воды в АПК.**

### **TO QUESTION OF DELIVERY LEAD IN APK**

F. Goncharov

#### *Summary*

**Robot devoted to the question lead delivery in APK.**

УДК 544.431.122

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОДИ, ОПРОМІНЕНОЇ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ  
МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ, НА СХОЖІСТЬ,  
МОРФОЛОГІЧНІ ТА ФІЗИЧНІ ОЗНАКИ ПШЕНИЦІ**

Калінський Є.О., к.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел/факс (0552) 517172

**Анотація** – Робота присвячена дослідженню впливу замочування насіння пшениці у воді, яка опромінювалась електромагнітним випромінюванням, на схожість, морфологічні та фізичні ознаки пшениці. Показано, що одноразове замочування насіння спричиняє суттєві зміни в динаміці розвитку рослин.

**Ключові слова** – нетеплове електромагнітне випромінювання міліметрового діапазону, інформаційний вплив, насіння пшениці.

*Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень.* Розвиток індустріального суспільства призвів до того, що в найближчі десятиліття проблеми екології за своєю значущістю, вийдуть на одне з перших місць. Нераціональне використання природних ресурсів і неконтрольоване застосування мінеральних добрив у сільському господарстві спричинило повсюдне забруднення ґрунту та ґрунтових вод. Одним із шляхів вирішення даної проблеми може стати застосування нових енергозберігаючих технологій інтенсифікації росту сільськогосподарських культур, які включають використання води, обробленої електромагнітним випромінюванням [1-3]. Раніше мною вже досліджувався вплив опроміненої води на пшеницю в лабораторних умовах [4]. Отримані результати дозволили перейти до польових досліджень.

*Постановка завдання.* Метою дослідження було вивчення можливості застосування опроміненої води в польових умовах на сільськогосподарській культурі - озимій пшениці.

Завдання дослідження полягало в дослідженні в польових умовах впливу короткочасного замочування насіння пшениці у воді обробленій нетепловим електромагнітним випромінюванням міліметрового (ММ) діапазону хвиль, на її морфологічні та фізичні ознаки.

*Основна частина.* Об'єктом для опромінення в даному дослідженні була питна вода без добавок хімічних речовин, а детектором

біологічної ефективності впливу випромінювання - насіння пшениці. Вода піддавалася опромінюванню, після чого в цій воді замочувалося насіння пшениці. Як джерело ММ-хвиль використовувався генератор “Яв’ 1-1”, з робочою довжиною хвилі 5,6 мм (53,53 ГГц) і вихідною щільністю потужності 10мВт/см<sup>2</sup>.

Вода для замочування оброблялася в спеціально розробленій установці [5]. Її особливість полягає в тому, що вода опромінюється не безпосередньо, а крізь шар водного розчину мінерального добрива. Згідно з існуючими теоріями взаємодії води з електромагнітним полем вода за таких умов експерименту не повинна змінювати свої фізико-хімічні та біологічні властивості. Проте мої попередні дослідження показали, що електромагнітне випромінювання значно впливає на біологічні властивості води.

Як середовище, яке знаходилося між рупорною антеною генератора НВЧ і водою, що активувалася, використовувався водний розчин мінерального добрива (МД). Час обробки становив 15 хвилин. Слід зауважити, що замочування в усіх варіантах здійснювалося у воді з одного джерела і ніякі хімічні речовини в жодному варіанті не додавалися. Водний розчин мінерального добрива знаходився між опромінюваною кюветою з водою та антеною генератора електромагнітного випромінювання, і прямого контакту з нею не мав.

Експериментальні польові дослідження проводилися в період з осені 2003 р. по весну 2004 р.. Посів замоченого насіння здійснювався по стандартній методиці. Було закладено 4 варіанти – контрольний і три дослідних, які відрізнялися тим, що під час обробки води в установці використовувався водний розчин з різною концентрацією МД (1, 5 і 10% розчин). Зерна в контрольному варіанті замочувалися в необробленій воді. Для кожного варіанта відібрали по 600 зерен. Було закладено дві повторності експерименту. Насіння висаджувалося в селекційному розсаднику ручної сівби Інституту землеробства південного регіону УААН (Херсонська область). Сівба здійснювалася 26 вересня 2003 року. Всі агротехнологічні операції проводилися згідно з загальноприйнятими методиками [6]. Показниками ефективності впливу електромагнітного випромінювання були середня схожість по рядах, морфологічні та фізичні характеристики сходів у стадії кушніння.

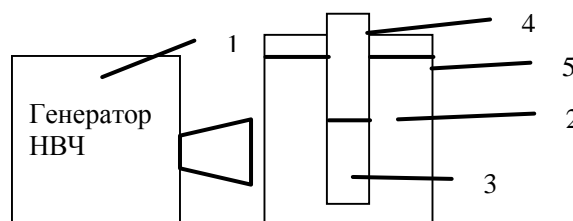


Рис.1. Установа для активації води: 1 – генератор КВЧ; 2 – шар водного розчину; 3 – вода, що опромінюється; 4 – пробірка; 5 – хімічний стакан.



Через 14 днів після сівби було підраховано схожість насіння – визначено середнє арифметичне (СА) кількості сходів. В період входу рослин в зиму з ділянок було відібрано по десять кушів пшениці і вивчено їх морфологічні ознаки, отримано їх зображення на сканері, а також визначено вміст зв'язаної води (ВЗВ). Для визначення ВЗВ рослини було зважено в живому та повітряно-сухому стані. Результати експериментальних досліджень представлено в табл. 1, а графічне відображення даних на рис. 2-4.

Таблиця 1. Вплив активованої води на озиму пшеницю

Показники	Значення			
	0	1	5	10
Концентрація мінерального добрива %	(конт.)			
СА кількості сходів, шт.	410	393	393	378
Відносний вміст води %	45	51	51	54
СА кількості стебел, шт.	7,3	7,9	7,9	8,2

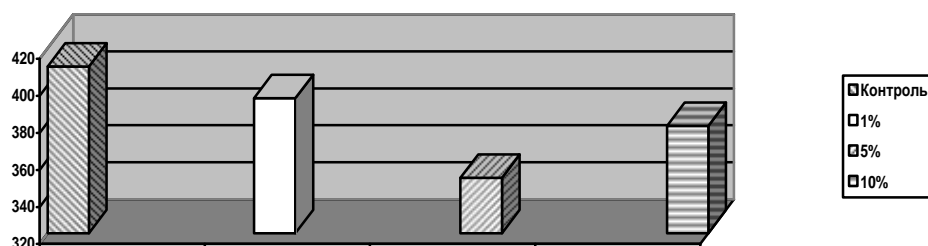


Рис. 2. Схожість озимі пшениці залежно від концентрації мінерального добрива в буферному розчині

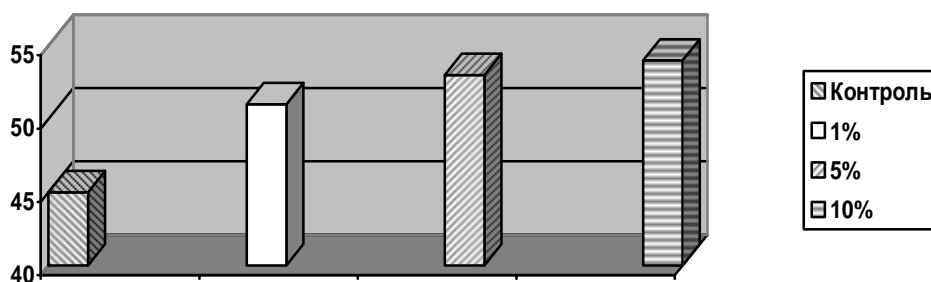


Рис. 3. Відсотковий вміст зв'язаної води в озимій пшениці залежно від концентрації мінерального добрива в буферному розчині

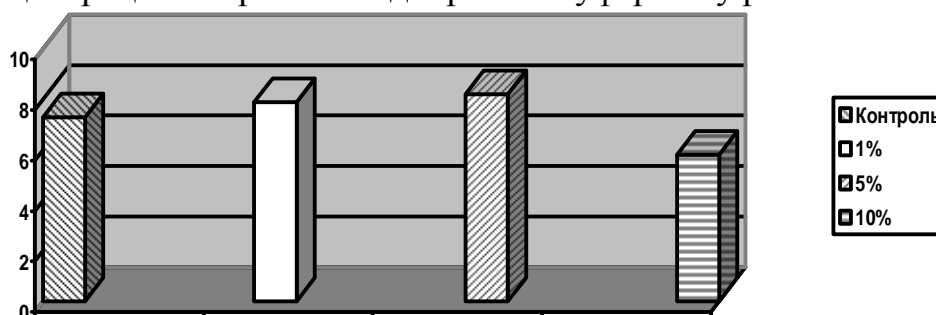


Рис. 4. Середня кількість стебел в озимій пшениці залежно від концентрації мінерального добрива в буферному розчині

Отримані при скануванні зображення представлені на рис. 5.

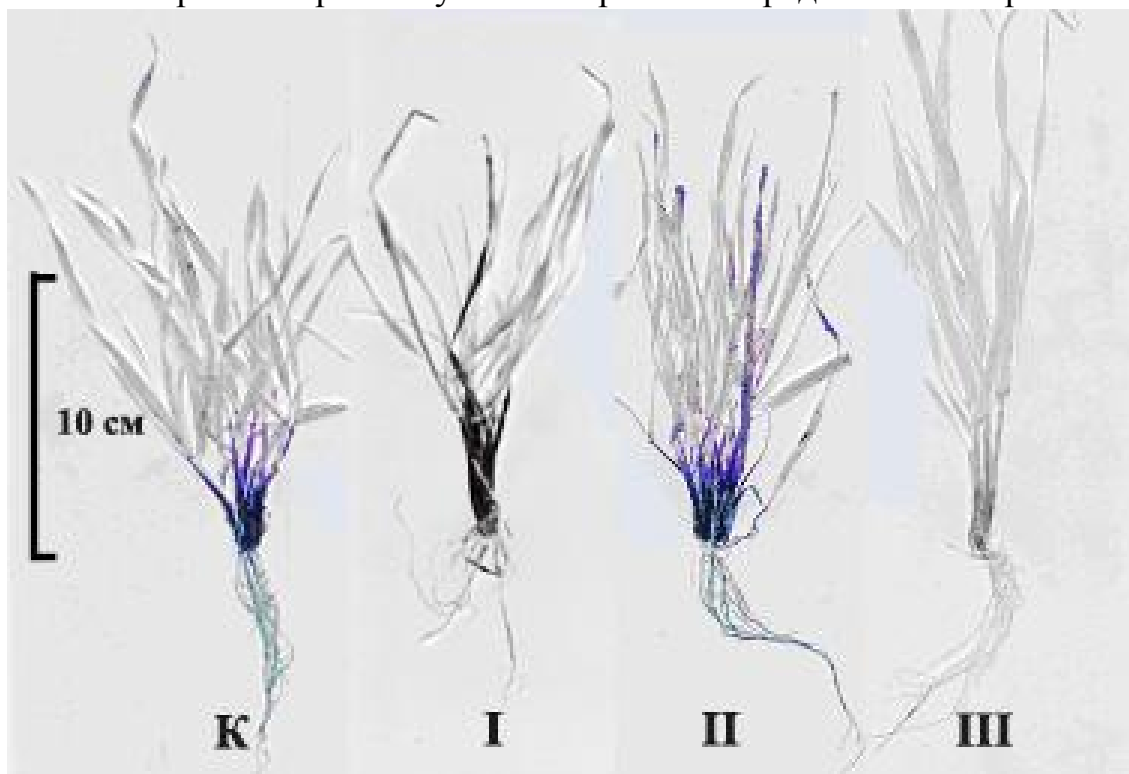


Рис. 5. Зображення кущів пшениці: К - контрольний варіант; І - варіант №1 (1%); ІІ - варіант №2 (5%); ІІІ - варіант №3 (10%).

При досягненні рослинами зрілості 15 червня 2004 р. було проведено дослідження їх структури (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив активованої води на структуру озимої пшениці

Показники	Значення			
	0	1	5	10
Кон-ція мінерального добрива %				
Висота рослини, см	98,6	96,1	95,5	99,1
Довжина міжвузля, см	33,4	32,7	35,9	35,5
Довжина колоса, см	8,6	8,2	8,5	8,4
Довжина прапорного листа, см	17,9	18,1	20,1	19,3
Довжина підпрапорного листа, см	22,7	22,5	22,6	22,3
Ширина прапорного листа, см	1,2	1,3	1,2	1,2
Ширина підпрапорного листа, см	1,1	1,3	1,1	1,1

У табл. 3 наведено значення коефіцієнта кореляції  $r$ , обчисленого параметричним методом (Пірсона).

Таблиця 3. Коефіцієнти кореляції для досліджуваних показників

	<b>Схо- жість</b>	<b>К-ть стебел</b>	<b>Висо- та ро- слини</b>	<b>Довжи- на коло- са</b>	<b>Дов- жина між- вуз- лови- ни</b>	<b>Конц . МД</b>	<b>ВЗВ</b>
<b>Схожість</b>	<b>1,00</b>	<b>-0,19</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,84</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,79</b>
<b>Кількість стебел</b>	<b>-0,19</b>	<b>1,00</b>	<b>-0,88</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,21</b>
<b>Висота рос- лини</b>	<b>0,53</b>	<b>-0,88</b>	<b>1,00</b>	<b>0,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>-0,28</b>
<b>Довжина колоса</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,05</b>	<b>0,32</b>	<b>1,00</b>	<b>0,41</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,42</b>
<b>Довжина міжвузля</b>	<b>-0,84</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,41</b>	<b>1,00</b>	<b>0,81</b>	<b>0,65</b>
<b>Концентра- ція МД</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,68</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,81</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>
<b>ВЗВ</b>	<b>-0,79</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,42</b>	<b>0,65</b>	<b>0,80</b>	<b>1,00</b>

*Висновки.* Аналіз даних, наведених в табл. 3, показує, що значна кореляція спостерігається між висотою рослини і кількістю стебел ( $r = -0,88$ ), схожістю і довжиною міжвузля ( $r = -0,84$ ), концентрацією МУ і довжиною міжвузля ( $r = 0,81$ ). Спостерігається також значна кореляція між концентрацією МД і ВЗВ ( $r = 0,80$ ), що може свідчити про зміну здатності клітин рослини до утримання води. Як відомо, обводнення біомолекул і міцність утримання ними води набагато вище тоді, коли вода, що створює з ними єдину систему, має певну структуру [7-12].

Як видно з діаграм, наведених на рис. 2-4, застосування опроміненої води призводить до погіршення схожості насіння і сприяє незначному збільшенню кількості стебел. Важливий, на мій погляд, результат – це статистично значуще збільшення ВЗВ у дослідних варіантах порівняно з контрольним. Це свідчить про підвищену здатність рослини до накопичення вологи. Ще важливішим є те, що одноразове замочування насіння в звичайній воді, яка не містить ніяких хімічних добавок, але оброблена електромагнітним випромінюванням, спричиняє статистично значущі зміни в динаміці росту рослини. Подальші спостереження показали, що в дослідних варіантах спостерігається різниця у врожайності порівняно з контрольним варіантом. Поза сумнівом, що правильний вибір тривалості, інтенсивності та частоти опромінювання дозволить досягти кращих результатів.

Слід зазначити, що енергетичні витрати на отримання опроміненої води мінімальні. Електрична потужність, споживана генерато-

ром випромінювання з мережі, порівнянна з потужністю, споживаною звичайною лампочкою, а враховуючи час опромінювання цими витратами можна зовсім знехтувати. Вихідна щільність потужності генератора становить  $10\text{мВт}/\text{см}^2$ , що недостатньо навіть для того, щоб розігріти воду на  $0,5\text{ К}$ . Тому ефектом від замочування насіння в теплій воді також можна знехтувати. У даному випадку визначальною є не потужність, а частота випромінювання. Такі ефекти цілою групою дослідників віднесені до "інформаційних" [7], тобто важливішою є не потужність дії, а та інформація, яку отримує об'єкт. У моїх дослідженнях носієм і передавачем такої інформації була вода. В установці я намагався перенести властивості мінерального добрива на чисту воду за допомогою опромінювання електромагнітними хвилями. Отримані результати не можна трактувати однозначно як позитивні, однак вони свідчать про принципову можливість застосування даної технології. Судити про її економічну ефективність можна буде лише після більш глибоких і широкомасштабних досліджень.

#### Література.

1. Поляк Э.А. Новые условия и возможности использования эффекта магнитной активации воды // Тр. Свердл. научно-исслед. инст. химического машиностроения. Серия: Оборудование для оснащения технологических процессов./ Э.А. Поляк. - Екатеринбург: Изд-во СвердлНИИХИММАШ, 1997. - Вып. 3 (67). - С. 136-145.
2. Классен В.И. Омагничивание водных систем. / В.И. Классер. - М.: Химия, 1978.-231с.
3. Калінський Є.О. Вплив електромагнітного випромінювання на біологічні властивості води // Харчова промисловість. / Є. О. Калінський, О.Ю. Бордюк, С.О.Єрмаков. - 2004 -№3. - С. 98-100
4. Калінський Є.О. Дослідження непрямого впливу електромагнітного опромінювання // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. / Є. О. Калінський. Вип. 20.- Мелітополь, 2004. - С. 63-68.
5. Декл. пат. 5383 Україна, МКВ С02F1/30, С02F1/48. Пристрій для активації води. Декл. пат. 5383 України, С02F1/30, С02F1/48/ Є.О. Калінський (Україна). - №20040403172; Заявл. 27.04.2004; Опубл. 15.03.2005, Бюл. №3. - 3 с.
6. Орлюк А.П. Теоретичні і практичні аспекти насінництва зернових культур: Науковий посібник, / А.П. Орлюк, О.Д. Жужжа, Л.О. Усик. - Херсон: Айлант, 2003.-196 с.
7. Девятков Н.Д. Влияние электромагнитного излучения ММ диапазона длин волн на биологические объекты. / Н.Д. Девятков - УФН.- 1973.-т.10,вып.3.-С.453-454.
8. Ильина С.А., Бакаушина Г.Ф., Гайдук В.И. О возможной роли воды в передаче воздействия излучения ММ-диапазона на биологичес-

- кие объекты // Биофизика. / С. А. Ильина, Г.Ф. Бакаушина, В.И. Гайдук. -1979.- т.24, вып.3.-С. 347-348.
9. *Бецкий О.В.* Необычные свойства воды в слабых электромагнитных полях// Биомедицинская радиоэлектроника. /*О.В. Бецкий, Т.И. Лебедева, Т.И. Котровская.* -2003.-№1.-С.37-44.
10. *Эйзенберг Д.* Структура и свойства воды. / *Д. Эйзенберг, В. Кауцман.* Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 230 с.
11. *Габуда С.П.* Связанная вода. Факты и гипотезы. Новосибирск. /*С.П. Габуда.* -М: Наука, 1982. – 97с.
12. *Антонченко В.Я.* Физика воды. / *В.Я. Антонченко.* – М.: Наука, 1985.-162 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДЫ, ОБЛУЧЕННОЙ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ  
МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН, НА СХОДСТВО,  
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ  
ПРИЗНАКИ ПШЕНИЦЫ**

Калинский Е.О.

*Аннотация*

**Работа посвящена исследованию влияния замачивания семян пшеницы в воде, которая облучалась электромагнитным излучением, на сходство, морфологические и физические признаки пшеницы. Показано, что одноразовое замачивание семян влечет существенные изменения в динамике развития растений.**

**RESEARCH OF INFLUENCE ON WATER RADIATION-EXPOSED  
ELECTROMAGNETIC RADIATION OF MILLIMETRIC RANGE  
OF WAVES ON GERMINATION, MORPHOLOGICAL AND  
PHYSICAL SIGNS OF WHEAT**

E. Kalinsky

*Summary*

**Work is devoted research of influence of soakage of seed of wheat in water, which was exposed to the rays an electromagnetic radiation on likeness, morphological and physical signs of wheat. It is retained that the non-permanent soakage of seed results in substantial changes in the dynamics of development of plants.**

УДК 331.45.631.145.614.8:331.103.253

## **ПАСПОРТИЗАЦІЯ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК ПРИ РОБОТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ВИРОБНИЦТВАХ АПК**

Лехман С.Д., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування*

Тел. (044) 527-82-33

**Анотація** - описаний процес паспортизації потенційних виробничих небезпек і приведений зразок паспорту в якому показані основні принципи вибору засобів і заходів щодо запобігання небезпечним ситуаціям на виробництвах АПК.

**Ключові слова** – паспортизація, небезпека, машинно - тракторний парк

*Проблема.* Незважаючи на достатньо широкий спектр нормативно-правової бази з охорони праці у нашій державі, проблема безпеки праці, особливо в аграрній галузі економіки, залишається не розв'язаною. Можна констатувати, що це у повній мірі пов'язано з відсутністю системних досліджень потенційних виробничих небезпек, прогнозування їх можливих наслідків та прийняття оперативних заходів щодо їх можливого запобігання. Зазначену проблему можна розв'язати шляхом створення такої методологічної бази, яка забезпечить системні дослідження потенційних небезпек з отриманням повної наукової інформації щодо їх небезпечних властивостей та характеристик.

*Аналіз останніх досліджень.* Відомо, що створення методологічної бази досліджень ергативних систем у нашій державі було започатковано при розробленні теорії їх синтезу та аналізу [1]. В окремих наукових працях, що стосуються досліджень людино-машинних систем доведений вплив ланки „людина” на ефективність їх функціонування [2]. Серед зарубіжних авторів відомі імена американських вчених, які завдяки застосуванню системного підходу до дослідження ергативних систем промислового призначення створили відповідну методологічну базу [3], що сприяло дослідженням джерел потенційних виробничих небезпек та процесів утворення небезпечних станів відповідних систем. Окремі дослідження небезпечних станів ергативних систем сільськогосподарського призначення, та умов виникнення небезпечних ситуацій, вперше описані у роботі [4].

*В останніх наукових публікаціях є відомості про результати досліджень процесів утворення небезпечних ситуацій на виробництвах АПК, описані методи ідентифікаційного моделювання та визначення професійних індивідуальних ризиків механізаторів[5-7]. Що стосується розроблення паспорту потенційної виробничої небезпеки з інформацією про запобігання можливому наслідку, то таких публікацій не виявлено.*

*Метою досліджень є розроблення паспорту потенційної виробничої небезпеки, як основного інформаційного документу, що буде використаний при створенні наукових основ управління процесами зародження потенційних виробничих небезпек та запобігання їх можливих наслідків.*

*Основний зміст досліджень.* Поняття „паспорт” за енциклопедичним визначенням означає документ, що містить основні відомості про особу, підприємство, санітарно-технічний стан робочого місця, технічний виріб тощо.

*Паспорт небезпеки* – документ, що містить вичерпні відомості про виробничі небезпеки, які можуть виникнути у процесі функціонування ергативної системи, їх прогнозування та запобігання можливим наслідкам. *Паспортизація* – процес побудови паспортів конкретних потенційних виробничих небезпек з результатами досліджень характеристик, необхідних для вибору і прийняття ефективних заходів щодо унеможливлення виникнення наслідків при роботі різних машинно-тракторних агрегатів.

Такі характеристики можливих небезпек необхідні при розробленні та удосконаленні конструкцій машин та устаткування, при навчанні працівників-операторів та інженерно-технічних кадрів, що працюють у сфері безпеки праці.

Паспорт потенційної виробничої небезпеки вміщує характер (вид) та зміст небезпеки, вид небезпечного виробничого фактору з показом усіх умов щодо можливості його дії на працівника аж до виникнення відповідного наслідку.

До зазначених характеристик досліджуваної небезпеки слід віднести формулу небезпеки, яка характеризує чітке описання послідовності виникнення небезпечних станів процесу зародження, формування та виникнення небезпечних та критичних ситуацій з передбачуваним наслідком.

Формула небезпеки фактично характеризує точне описання зазначеного процесу, який може завершитись фінішною подією-наслідком у вигляді аварії, травми працівника, катастрофою або іншою небажаною подією. Тому при описанні таких процесів необхідно дотримуватись чіткої послідовності як за часом виникнення подій-небезпек, так і за можливістю їх логічного поєднання між собою.

Для дотримання зазначених умов при паспортизації небезпек нами запропонований метод ідентифікаційного моделювання [ 5 ], який представляє собою процес логічного послідовного утворення небезпечних станів ергативної системи, позначених відповідними символами та векторами переходів від первинної події-небезпеки до події-наслідку. Завдяки цьому за законами логіки можна точно відтворити можливий наслідок ще в момент виявлення первинної події-небезпеки на початку розвитку процесу, здійснюючи таким чином логічне прогнозування можливого наслідку.

До формули небезпеки віднесені однорідні ординарні події-небезпеки (небезпечні умови та (або) небезпечні дії), і події-стани, кожна з яких є складною подією-ситуацією і остання з них точно визначає можливий наслідок.

Однорідність сукупності досліджуваних подій досягається за їх здатністю до перетину та об'єднання, як елементів множин, при утворенні відповідних небезпечних станів системи.

Приведемо приклад описання формули потенційної небезпеки з побудовою ідентифікаційної моделі паспорту, який показаний в кінці цієї роботи, використавши реальний нещасний випадок, що трапився в АПК.

*„Машинно-тракторним агрегатом МТЗ-80 + 2ПТС-4М управляв тракторист-фермер, будучи у нетверезому стані (А). Не маючи спеціальної психологічної підготовки (М), він не міг усвідомити можливих наслідків від власного сп'яніння (S), не знизив швидкість руху агрегату перед поворотом (В), різко повернув трактор (С) на слизькій польовій дорозі (D), що транспортував навантажений причіп(Е). При цьому трактор був занесений на узбіччя (G), поверхня якого була значно нижчою від поверхні полотна дороги (H), а колеса не були переведені на „широку колію”(I), що призвело до його перекидання на кабінку (К). Внаслідок деформування кабінки трактора (L), тракторист отримав травму (Т). Смерть потерпілого була викликана додатковою подією (N), яка характеризувала важкість отриманої травми (Тс), від якої він помер”.*

Після описання формули небезпеки у її паспорті приводиться ідентифікаційна модель, за якою можна визначити можливий наслідок (подія Т) при короткотерміновому прогнозуванні можливого наслідку та інші події, за якими визначають відповідний індивідуальний ризик. Ідентифікаційна модель, побудована за описаною формулою небезпечного процесу показана на рисунку 1:

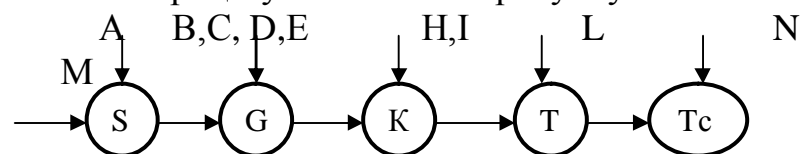


Рис. 1. Ідентифікаційна модель процесу утворення небезпечної ситуації К з послідуочим виникненням наслідку Т



З рисунку 1 видно, що процес утворення небезпечних станів (події S, G, K, і T) виникає від послідовного логічного поєднання подій-небезпек сукупності M, A, B, C, D, E, H, I і L, як елементів відповідної множини ординарних подій. При дослідженні ординарності подій зазначеної сукупності з'ясувалось, що подію M слід віднести до небезпечних станів, бо її існування може залежати від таких попередніх подій, як відсутність нормативної бази психологічної підготовки (спеціальні навчання з психології безпеки транспортних робіт) на рівні галузі (Z) і відсутність проведення психологічної підготовки водіїв на рівні господарства (U).

Утворення події M від логічного поєднання подій-умов Z і U, означає таке явище, яке у собі поєднує ознаки події Z і ознаки події U за допомогою слово сполучника „і”. Приймаючи події Z і U за елементи певної множини наслідок (подія M) від їх логічного поєднання можна визначити за операцією перетину елементів множини за формулою (1):

$$M=Z\cap U \quad (1)$$

де M – відсутність спеціальної психологічної підготовки тракториста;  
 $\cap$  - символ перетину елементів множини (подій).

На рис.2 показана повна ідентифікаційна модель, яка свідчить про те, що причиною події-наслідку T є подія-умова Z. Так за допомогою ідентифікаційної моделі показаної на рис. 2 при розслідуванні важкого нещасного випадку можна визначити не лише сукупність подій, що приймають участь у представленому процесі, але і точну причину наслідку, який розслідується.

З рисунку 2 видно, що небезпечний стан S виникає від перетину ординарних подій-небезпек M і A, а подія M виникає від перетину подій Z і U, то відповідна формула (2) матиме вид:

$$S = M\cap A, \text{ або } S = Z\cap U\cap A, \quad (2)$$

де: A – стан сп'яніння тракториста.

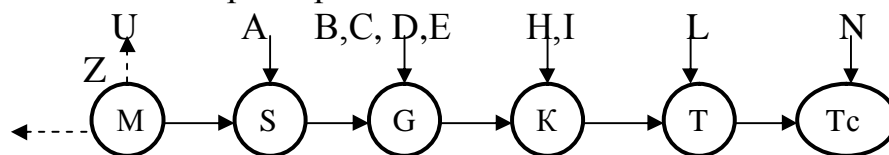


Рис. 2. Ідентифікаційна модель визначення причини (подія Z) можливого виникнення події T

Виходячи з того, що описаний процес виникнення нещасного випадку стосується тракториста-фермера, який повинен здійснювати самоконтроль власного стану, то стан його сп'яніння слід розглядати як складну подію, що могла утворитися від перетину двох незалежних подій X і Y. Тоді подію A можна описати за формулою (3):

$$A= X\cap Y, \quad (3)$$

де X – схильність тракториста до вживання алкоголю;

Y - відсутність самоконтролю за власним станом.

Тоді значення події  $S$  визначиться за формулою:

$$S = Z \cap U \cap X \cap Y \quad (4)$$

Аналогічно формулам 3 і 4 визначимо інші небезпечні стани системи ( $G$ - занесення трактора на узбіччя дороги;  $K$  - перекидання трактора і  $T$  – травмування тракториста) за формулами 5, 6 і 7 відповідно

$$G = Z \cap U \cap X \cap Y \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F; \quad (5)$$

$$K = Z \cap U \cap X \cap Y \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap H \cap I \quad (6)$$

$$T = Z \cap U \cap X \cap Y \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap H \cap I \cap L \quad (7)$$

За кожною з формул 5 - 7 можна визначити імовірності подій  $G$ ,  $K$  і  $T$  якщо кожному із подій, що входять до їх складу, замінити на їх імовірності. За показаними формулами можна визначити можливість (імовірність) виникнення кожного небезпечного стану системи. Для прикладу формула (8) для визначення імовірності наслідку (подія  $P_T$ ) буде мати такий вигляд:

$$P_T = P_Z \cdot P_U \cdot P_X \cdot P_Y \cdot P_B \cdot P_C \cdot P_D \cdot P_E \cdot P_F \cdot P_H \cdot P_I \cdot P_L \quad (8)$$

де  $P_Z, P_U, P_X \dots P_I, P_L$  - імовірності виникнення відповідних подій.

У паспорті потенційної безпеки після побудови ідентифікаційної логічної моделі ми вказуємо лише формули 6 і 7. Формула 7 відображає усю сукупність подій-небезпек, які логічно поєдналися при утворенні події  $T$ .

Так як подія  $P_T$  вказує на можливість виникнення наслідку, без врахування його розміру (значущості), а наступна подія  $N$ , знаходячись у логічному взаємозв'язку з вказаною подією, то подія  $T_C$  буде означати значення професійного індивідуального ризику, визначеного для версії, що розглянута.

Спеціальні дослідження, проведені нами за останні роки засвідчили, що розроблення та застосування спеціальних методик навчання водіїв різних транспортних засобів і агрегатів із застосуванням ідентифікаційного моделювання процесів виникнення аварій, катастроф та інших небажаних явищ позитивно впливає на зниження аварійності і травматизму на відповідних виробничих процесах. Це відбувається тому, що у процесі навчання у свідомості водіїв створюються цілісні образи можливих наслідків при допущенні ними таких системних порушень правил як перевищення швидкості, різке гальмування, різкі повороти при умові існування інших умов-небезпек: слизька дорога, завантажений причеп, несправність гальм, зношення ґрунтозачепів, несправності сигналізації тощо. У свою чергу формування цілісних образів можливих небезпечних наслідків у свідомості водіїв від можливого допущення ними різних заборонних дій у процесі роботи, позитивно впливає на виникнення необхідних реакцій, що передаються на ефектори водія і відповідно на органи управління транспортним засобом.

Слід зауважити, що при роботі будь-якого машинно-тракторного агрегату в залежності від кількості подій-небезпек, що уже існують і тих, що можуть виникнути у процесі роботи, можуть виникати різні варіанти наслідків. Так як такі варіанти вказують на можливість виникнення небезпечного наслідку, на кожен варіант слід будувати окремі паспорти, для того, щоб вказати у паспорті конкретний захід для унеможливлення наслідку за кожним з таких варіантів.

На зразку паспорту показані основні характеристики зазначеної небезпеки та заходи для запобігання можливому наслідку.

## ПАСПОРТ

потенційної виробничої небезпеки (скорочений варіант)

1. Виробничий процес: Транспортування вантажів по польових дорогах,

2. Агрегат (транспортний засіб): (ПМЗ(МТЗ) + 2ПТС-4М).

3. Зміст небезпеки: *травмування механізатора при можливому перекиданні трактора на кабіну і деформуванні кабіни..*

4. Джерело небезпеки: *Колісний трактор к. 1,4.*

5. Формула процесу можливого виникнення наслідку: (формула процесу описана у даній статті).

6. Ідентифікаційна модель процесу: (Ідентифікаційна модель показана на рисунку 2 даної статті).

7. Визначення первинних подій-небезпек: Так як подія М характеризує явище, яке можливе на виробництві при умовах відсутності нормативної бази психологічної підготовки (спеціальних навчань з психології безпеки транспортних робіт) на рівні галузі (Z) і відсутність проведення психологічної підготовки водіїв на рівні господарства (U). Тому первинною подією процесу буде подія Z.

8. Визначення наслідку здійснюємо за методом алгебри логіки із застосуванням операції перетину ординарних подій сукупності, що показана у формулі небезпеки:

$$T = M \cap X \cap U \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap H \cap I \cap L.$$

9. Імовірність виникнення наслідку  $P_T$ :

$$P_T = P_M \cdot P_X \cdot P_U \cdot P_B \cdot P_C \cdot P_D \cdot P_E \cdot P_F \cdot P_H \cdot P_I \cdot P_L.$$

10. Висновок: якщо хоч одна з подій сукупності M, X, U, B, C, D, E, F, H, I і L не виникне, що можна зробити штучно, наслідок за даною версією не відбудеться. Штучно будь-яку подію сукупності ординарних подій можна зробити „порожньою”, при умові унеможливлення її виникнення. Нехай подія M, буде ”порожньою” ( $M = \emptyset$ ), тоді її імовірність буде становити 0 (тобто  $P_M = 0$ ). При цьому  $P_T = 0$ .

Наслідок (подія T) за даною версією не відбудеться

*Висновки*

1. На підставі проведених досліджень небезпек при роботі різних машинно-тракторних агрегатів, здійснена їх паспортизація і запропонований метод вибору заходів щодо запобігання можливим наслідкам.

2. Розроблені паспорти розширюють знання про природу та властивості як самих небезпек так і процесів можливого виникнення важких наслідків, що необхідно для удосконалення існуючих зразків техніки та при розробленні нових конструкцій машин і обладнання для АПК.

#### Література

1. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем./ В.В. Павлов. – К.: Наукова думка. 1975. – 239 с.
2. Козлов В.И. Методология охраны труда в человеко-машинных системах. / В.И. Козлов. Рига.: Зинатне. 1989. -184 с.
3. Браун Д.Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности (перекл. з англ.): / Д.Б. Браун. - М.: Машиностроение. 1979. – 359 с.
4. Лехман С.Д. Условия формирования опасных ситуаций при эксплуатац. с.-х. техники. Охрана труда в с.х-ве. Сб.научных трудов. Вып. 1. Вильнюс. / С.Д. Лехман 1986. – С.56-58.
5. Лехман С.Д. Ідентифікація потенційних небезпек при прогнозуванні аварій і травм на виробничих процесах в АПК.// Науковий вісник НАУ-115./ С.Д. Лехман –К. 2007. – С. 137-142.
6. Лехман С.Д. Метод оцінки виробничих ситуацій при роботі машинно-тракторних агрегатів за небезпеками та ризиками // Механізація та електрифікація сільського господарства. –Вип. 91./ С.Д. Лехман – К., 2007. – С. 268-275.
7. Лехман С.Д. Прогнозування небезпечних станів ергативних систем при їх функціонуванні на виробництвах АПК // Механізація та електрифікація сільського господарства. –Вип. 92. /С.Д. Лехман. – К., 2008. – С. 509-514.

### **ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ РАБОТЕ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА ПРОИЗВОДСТВАХ АПК**

Лехман С.В.

#### *Аннотация*

**Описан процесс паспортизации потенциальных производственных опасностей и приведен образец паспорта в котором показаны основные принципы выбора средств и мероприятий по предупреждению опасных ситуаций. на производствах АПК**

## DEVELOPING PASSPORT SYSTEM OF POTENTIAL HAZARDS WORKING WITH ENGINE OR TRACTOR-DRAWN UNITS AT AGRICULTURAL SECTOR.

S. Lehman

### *Summary*

Described process of developing passport systems of the manufacturing dangers and showed passport example with main selection approaches of tools and steps in order to prevent near-accidents at agricultural sector.

УДК 631.36

## ИНФРАКРАСНАЯ КАМЕРА ДЛЯ СУШКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Завалий А.А., к.т.н.,

Янович И.В., інженер

*Південний філіал Національного університету біоресурсів та природовикористання України «Кримській агротехнологічний університет»*

Тел. (0652) 26-37-52

**Аннотация** - разработана инфракрасная установка для сушки сельскохозяйственной продукции. Оригинальность конструкции установки обеспечивает ее конструктивную и эксплуатационную экономичность, экологическую чистоту и эргономичность производства, высокое качество продукта сушки.

**Ключевые слова** – сушка, установка, плоды, овощ, камера.

*Постановка проблемы.* Сушка инфракрасным (ИК) излучением сельскохозяйственной продукции является одним из способов, обеспечивающих длительное хранение продуктов питания без специальных условий содержания. Положительными особенностями ИК-сушки являются обеспечение сохранности качеств исходной продукции, управляемость процесса, конструктивная и технологическая экономичность,

экологическая чистота [1, 2, 3, 4]. Наличие таких особенностей обусловлено реализованным в ИК-сушке принципом разделения способа передачи продукту сушки энергии, необходимой для осуществления процесса сушки, и среды, транспортирующей влагу. Так, если в конвективном способе сушки транспорт энергии и влаги осуществляется одним носителем – воздухом, то при инфракрасной сушке энергия передается излучением, а влага уносится воздухом. Это позволяет осуществлять процесс сушки при значениях температуры, не превышающих температуру распада биологически активных компонент исходного продукта сушки. Использование в качестве источников энергии инфракрасных излучателей обеспечивает высокую управляемость процесса сушки как пространственную (управление распределением потоков энергии внутри объема), так и временную (динамичное управление энергетической нагрузкой в процессе сушки). Низкие температуры в рабочих объемах позволяют существенно упростить конструктивные решения ИК сушильных устройств, так как они не требуют герметизации объема и его теплоизоляции. Энергия излучения используется преимущественно на обеспечение процесса испарения влаги из продукта, благодаря чему воздух в рабочем объеме сушильного устройства нагревается незначительно. Это позволяет отказаться от устройств рециркуляции воздуха в сушильных устройствах и использовать только систему принудительной вентиляции рабочего объема. Такое «однократное» использование воздуха обеспечивает низкие значения влажности в объеме, где происходит сушка. Низкая энергоемкость процесса ИК сушки и использование в качестве источников энергии высокотемпературных ИК излучателей электрического нагрева обеспечивают экологическую чистоту процесса сушки, необходимую при производстве в рекреационных регионах, таких как южные регионы Украины и Крым.

*Анализ последних исследований.* Для осуществления производственного процесса ИК сушки в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий перспективным представляется использование универсальных по отношению к продукту сушильных устройств камерного типа. Такие устройства просты конструктивно, не имеют механизированных транспортных устройств, их рабочий объем может изменяться в широких пределах. Известным техническим решением такого сушильного устройства является сушильная камера, в которой установлены сетчатые лотки с продуктом, над поверхностью лотков размещаются источники излучения (см. рис.1а) [5]. Недостатками таких устройств является неравномерное облучение источниками излучения продукта на лотках, низкая объемная производительность из-за большого расстояния между лотками, высокая трудоемкость загрузки и выгрузки каждого лотка в отдельности, опасность разрушения ис-

точника излучения при установке лотка в камеру или его выемке из камеры.

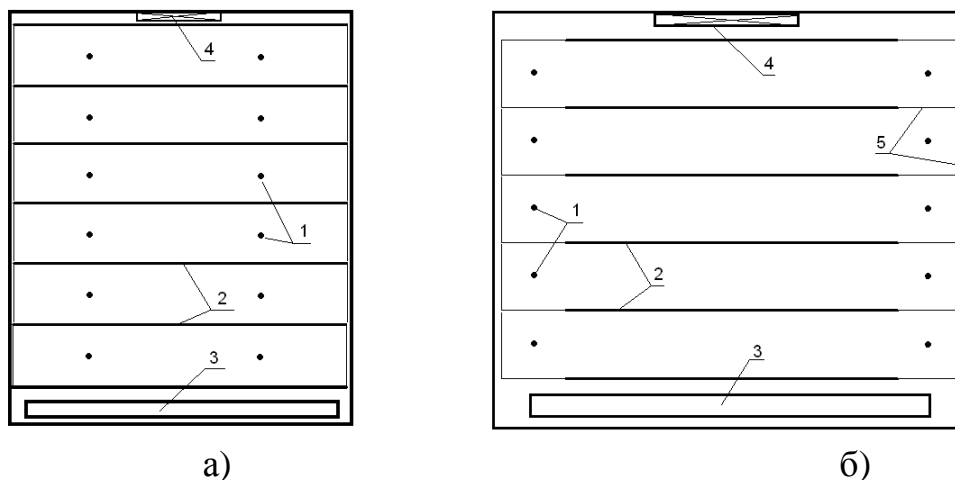


Рис.1. ИК сушильная камера: 1 – источник излучения; 2 – сетчатый лоток с продуктом сушки; 3 – устройство забора воздуха; 4 – вытяжной вентилятор; 5 – отражатель.

*Основная часть.* Нами предложено устройство ИК сушильной камеры (см. рис.1б), в котором источники излучения вынесены за пределы рабочего объема камеры [6]. Для передачи потока излучения к продукту сушки источники оснащены отражателями. Конструктивно отражатели представляют собой спрофилированные отражающие поверхности, обладающие свойствами зеркального отражения, и затеняющие поверхности, обладающие свойствами диффузного отражения. Конструкция отражателей обеспечивает равномерную по плоскости лотка передачу энергии излучения от источника. Предложенное устройство позволяет не только равномерно облучать продукт сушки, но и существенно уменьшить расстояние между лотками камеры. Все лотки камеры конструктивно выполняются на одной тележке, которая помещается в рабочий объем. Такое конструктивное решение снижает трудоемкость процесса загрузки и выгрузки без опасности разрушить источники излучения.

Источниками излучения предложенного устройства служат высокотемпературные линейные галогеновые лампы накаливания с вольфрамовой спиралью, рабочая температура которой составляет 3000К. Высокая рабочая температура источника излучения позволяет получать необходимые для процесса сушки потоки энергии при малых геометрических размерах самого источника. Малые геометрические размеры источника излучения обуславливают низкие потери энергии на конвективный обмен теплом с окружающим воздухом.

Низкие значения температуры и влажности в рабочем объеме сушильной камеры позволяют использовать недорогостоящие нестойкие к

коррозии конструкционные материалы и покрытия, а также отказаться от теплоизоляции корпуса сушильного устройства и его герметизации.

В процессе сушки отдельно осуществляется управление тепловым потоком излучения и массообменном воздуха в рабочем объеме. Средствами контроля процесса сушки служат измерительные преобразователи температуры и влажности (см. рис.2), размещенные в рабочем объеме. Контроль температурно-влажностного состояния рабочего объема указанными средствами измерения осуществляется с помощью контроллера ИТ-8ТП-RST, оснащенного собственным цифровым индикатором и кнопками выбора наблюдаемого параметра (температура или влажность) [7]. Контроллер может также передавать информацию в персональный компьютер через адаптер последовательного порта RS485/232. Программное обеспечение контроллера позволяет вести мониторинг параметров процесса сушки и архивирование протоколов измерений. Один ПК способен сопровождать работу нескольких десятков сушильных камер, оборудованных контроллерами типа ИТ-8ТП-RST.

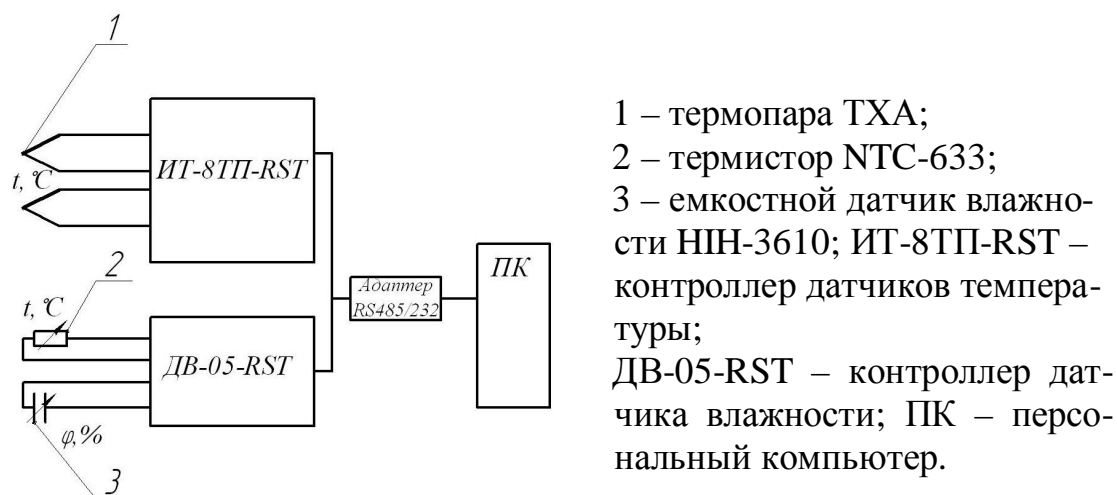


Рис. 2. Схема измерительного комплекса сушильной камеры.

В простейшем случае автоматизации процесса сушки для управления питанием источников излучения и вытяжных вентиляторов используются программируемые многорежимные реле времени Вrilux-081 [8]. Их недостатком является низкий уровень мощности, передаваемой потребителям – источникам излучения, а также малый диапазон управления режимами питания источников излучения и вентиляторов. Более совершенной является система автоматизации (см. рис.3), использующая симисторные усилители мощности УМ70 и УМ16, управляемые контроллером РТ-2-RST [7]. Усилители обеспечивают мощность питания потребителя энергии до 20КВт, а контроллер позволяет задавать сложные программы управления, согласован-



ные с контролируемыми значениями температуры и влажности процесса сушки.

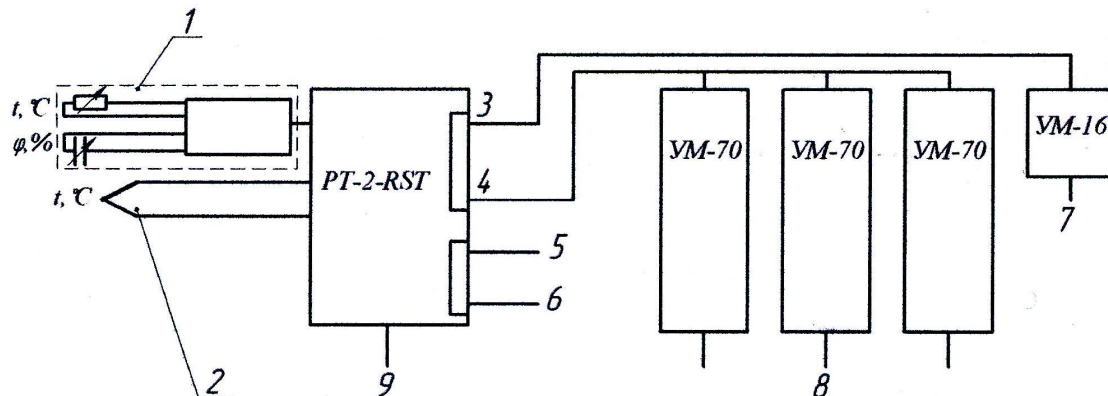


Рис.3. Система автоматизации процесса сушки в ИК камере: 1 – преобразователь относительной влажности воздуха ДВ-03; 2 - термопара ТХА; 3,4 – импульсный выход по напряжению с ПИД регулированием; 5,6 - импульсные выходы энергонезависимого реле времени; 7 - напряжение питания вытяжного вентилятора; 8 – напряжение питания ИК-ламп; 9 – выход RS-485.

Инфракрасная камера для сушки плодов и овощей реализована в конструкции, рабочий объем которой составляет  $2\text{ м}^3$  (см. рис.4). В камеру установлены 10 лотков размером  $900 \times 850\text{ мм}$  на расстоянии  $180\text{ мм}$  друг от друга.



Рис.4. ИК сушильная камера (двери камеры открыты).

Каждый лоток оснащен двумя излучателями, содержащими по 3 лампы накаливания J78-150 мощностью 150Вт. Приток воздуха в камеру осуществляется через прямоугольные отверстия, размещенные в нижней части камеры под излучателями. Отверстия оснащены матерчатыми фильтрами, предотвращающими попадание пыли в рабочий объем. В верхней части камеры установлен вытяжной вентилятор, обеспечивающий расход воздуха  $260\text{м}^3/\text{час}$ .

Фрукты на лотки выкладываются либо целыми, либо ломтиками, а овощи – нарезанные «соломкой». Целые плоды перед сушкой бланшируют с целью разрушить цельность кожуры, что позволяет ускорить процесс сушки. На лоток размещается до 10кг плодов, нарезанных ломтиками, или до 5кг нарезанных «соломкой» овощей.

Процесс сушки включает в себя три этапа: разогрев, сушка и выдержка (см. рис.5). Общее время сушки «соломки» овощей составляет 8 часов для моркови и свеклы. Готовый продукт теряет в массе 80%. Разогрев длится 30мин и реализуется полной излучательной нагрузкой без вентиляции. Сушка длится 560мин и реализуется полной излучательной нагрузкой с включенной вентиляцией, обеспечивающей объемный обмен воздухом  $150\text{м}^3/\text{час}$ . Выдержка или отволаживание длится 30мин и реализуется только вентиляцией рабочего объема камеры с объемным расходом воздуха  $150\text{м}^3/\text{час}$ .

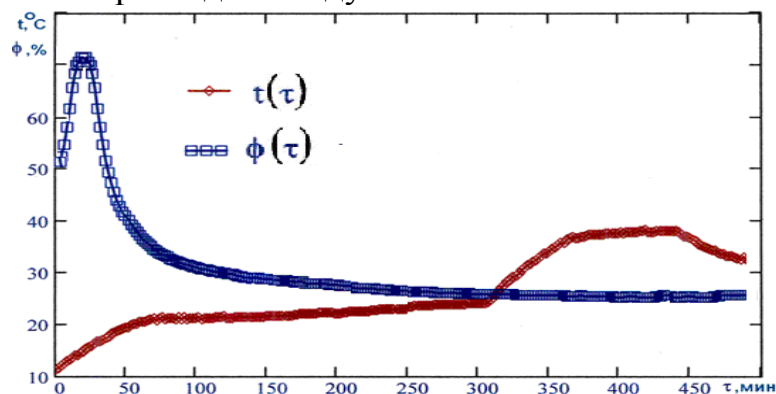


Рис.5. Температурная и влажностная кривые сушки моркови.

*Выводы.* Общее время сушки ломтиков яблок составляет 6 часов. Готовый продукт теряет в массе 70%. Разогрев длится 25мин и реализуется полной излучательной нагрузкой без вентиляции. Сушка длится 300мин и реализуется полной излучательной нагрузкой с включенной вентиляцией, обеспечивающей объемный обмен воздухом  $100\text{м}^3/\text{час}$ . Выдержка длится 35мин и реализуется только вентиляцией рабочего объема камеры с объемным расходом воздуха  $100\text{м}^3/\text{час}$ .

Температура в рабочем объеме в процессе сушки не превышает  $35^\circ\text{C}$ , а влажность изменяется в пределах 26-70% (см. рис.5). Температура плодов в процессе сушки не превышает  $40^\circ\text{C}$ .

Степень обезвоживання продукта сушки в різних зонах лотков і на різних лотках практично однакова, різниця в втраті маси не перевищує 5%. Плоди і овочі після сушки зберігають свій колір і запах. Поверхня сушеного продукту не має потемнень, характерних для конвективного способу сушки.

Енергетичні витрати на процес сушки «соломки» моркви і свекли становлять 4,9 МДж/кг (1,36 кВт·год/кг) випареної вологи або 19,6 МДж/кг (5,44 кВт·год/кг) готової продукції. Енергетичні витрати на процес сушки ломтиків яблук становлять 4,6 МДж/кг (1,28 кВт·год/кг) випареної вологи або 11,5 МДж/кг (3,2 кВт·год/кг) готової продукції.

#### Література

1. Горбатюк В.И. Процеси і апарати харчових виробств. / В.И. Горбатюк. – М.: Колос, 1999. – 335с.
2. Кавецкий Г.Д. Процеси і апарати харчової технології. / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551с.
3. Рогов М.А. СВЧ і інфрачервоний нагрів харчових продуктів. / М.А. Рогов. М., Енергія, 1976, 472с.
4. Рогов И.А. Електрофізичні методи обробки харчових продуктів. / И.А. Рогов – М.: Агропромиздат, 1988. – 272с.
5. Беленький А. Якщо овоч без води... / А. Беленький // Овощеводство.. – 2005. - №3 .– С.26-28.
6. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель по заявці №u2008 10790 «Сушильний пристрій»/ Завалій О.О., Янович І.В. та ін.
7. Каталог продукції АОЗТ «ТЕРА» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ao-tera.com.ua>.
8. Каталог продукції фірми Brilux [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.brilux.com>.

## ІНФРАЧЕРВОНА КАМЕРА ДЛЯ СУШІННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

Завалій О.О., Янович І.В.

### Анотація

Розроблено інфрачервоний пристрій для сушіння сільськогосподарської продукції. Оригінальність конструкції пристрою забезпечує його конструктивну і експлуатаційну економічність, екологічну чистоту і ергономічність виробництва, високу якість продукту сушіння.

## THE INFRA-RED CHAMBER FOR DRYING FRUITS AND VEGETABLES

A. Zavaliy, I. Yanovich

### *Summary*

**Infra-red installation for drying agricultural production is developed. Originality of a design of installation provides its constructive and operational profitability, ecological cleanliness and ergonomics of manufacture, high quality of a product of drying.**

УДК 519.6

## ПАРАДОКСЫ АКСИОМЫ ЛОБАЧЕВСКОГО ПРИВЕЛИ К ЗАСТОЮ В РАЗВИТИИ ДИНАМИКИ

Кучин В.Д., д.ф.-м. н.,

Гаевская И.В., соискатель

*Национальный университет биотехнологий и природопользования  
Украины*

Тел.: (044) 527-82-99

"Математика – дар божий"  
Рене Декарт

***Аннотация* – принятое в настоящее время объяснение законов механики на основе псевдоевклидовых геометрий приводит к неверным выводам. Проведенный анализ исходных аксиом этой геометрии, в частности, теории Минковского, показал ошибочность основных её положений.**

***Ключевые слова* – парадоксы, аксиома, динамика.**

*Постановка проблемы.* Известно, что конец XIX века ознаменовался кризисом естественных наук. К этому времени накопилось немало экспериментальных данных, в частности, в области классической динамики, результаты которых не удавалось объяснить существовавшими на тот момент классическими физическими теориями. Анализ состояния современной естественной науки показал, что су-

ществующие физические теории исчерпали себя в рамках давно сложившихся научных понятий и представлений, которые стали уже неправильно отражать многообразие полученных экспериментальных результатов. Данный неоспоримый факт указывает на необходимость ревизии фундаментальных основ существующих физических теорий [1, 2].

*Анализ последних исследований.* Фундаментом точных наук являются аксиомы Евклида, сформулированные им в III веке до н. э. На основании этих аксиом Галилей сформулировал принцип относительности, согласно которому все механические явления в различных инерциальных системах отсчёта протекают одинаковым образом, вследствие чего никакими опытами невозможно доказать факты покоя данной системы отсчёта или её движения. Но основополагающая роль аксиом Евклида была поставлена под сомнение после того, как русский математик Лобачевский сформулировал в 1823 г. утверждение о том, что параллельные прямые пересекаются в бесконечности, и на основе этого утверждения построил новую геометрию. Затем Риман (1854 г.) и Минковский (1908 г.) последовали его примеру и построили аналогичные геометрии. Впоследствии такие геометрии назвали псевдоевклидовыми. Теперь таких псевдотеорий более десятка.

*Основная часть.* Удивительно, но мировое научное сообщество легко согласилось включить утверждение о пересечении параллельных прямых в бесконечности в число аксиом точных наук без какого-либо экспериментального доказательства достоверности этого утверждения. Невозможно выяснить даже теперь, почему математики поступили так легкомысленно, и еще труднее понять учёных, которые с невероятной легкостью начали использовать псевдоевклидовы геометрии для своих теоретических исследований в области электродинамики. Такой подход к научному поиску неизбежно должен был породить противоречия в точных науках, которые невозможно было обходить или замалчивать, поэтому наиболее видные мыслители начали писать об этом. Так создалась ситуация, когда каждый учёный начал «выбирать» себе геометрию для своих теоретических исследований, не задумываясь о последствиях такого выбора. Это происходило потому, что не было критерия для оценки связи с реальностью той или иной геометрии. Преобразования Лоренца – продукт псевдоевклидовых геометрий, сыграл в точных науках роль теоретического вируса. Все теории, зараженные этим вирусом, глубоко ошибочны. Неправильная интерпретация экспериментального результата с позиций псевдоевклидовой геометрии неминуемо приводит к заблуждению, последствия которого невозможно предсказать.

Проведём анализ преобразований Лоренца, основанных на геометрии Лобачевского, на примере прямолинейно движущегося стерж-

ня, и покажем элементарную ошибочность этих преобразований. Уравнения движения стержня Лоренц записал как

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - V^2/C^2}}; \quad t' = \frac{t - Vx/C^2}{\sqrt{1 - V^2/C^2}}. \quad (1)$$

Здесь  $x$  – координата и  $t$  – время процесса движения стержня в неподвижной системе координат, а  $x'$  и  $t'$  – тоже, но для системы координат, движущихся вместе со стержнем,  $V$  – скорость движения стержня относительно неподвижной системы координат,  $C$  – скорость света в вакууме. Записав дважды данные соотношения для двух моментов времени, получим

$$\ell = \ell_0 (1 - \beta^2)^{1/2},$$

где  $\ell = x'_2 - x'_1$ ,  $\ell_0 = x_2 - x_1$  – длины стержня в движущейся и неподвижной системах координат соответственно, а  $\beta = V/C$ . При  $V \ll C$  имеем  $\ell = \ell_0$ . Но если  $V \rightarrow C$ , то  $\ell \rightarrow 0$ . Данный вывод получил название *лоренцевого сокращения*. К аналогичному результату приводит анализ соотношений времён движения

$$\Delta\tau = \Delta t (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Здесь  $\Delta\tau = t'_2 - t'_1$  – время движения стержня в движущейся системе координат (*собственное время*),  $\Delta t$  – время движения стержня в неподвижной системе координат. В случае  $V \rightarrow C$  будем иметь  $\Delta\tau = \Delta t$ . Но если  $V \rightarrow C$ , то  $\Delta\tau \rightarrow 0$ , хотя  $\Delta t \neq 0$ , т.е. время в разных системах координат изменяется по-разному. Этот вывод назвали *эффектом близнецов*.

Полученные выводы явно противоречат здравому смыслу. В самом деле, если  $V \rightarrow C$  и  $\ell \rightarrow 0$ , то масса стержня  $m = m_0 (1 - \beta^2)^{-1/2} \rightarrow 0$  и его энергия  $E = mC^2 (1 - \beta^2)^{-1/2} \rightarrow 0$ . В действительности, конечно же, такого не может быть: равенство  $m = 0$  означает исчезновение материи. Поэтому учёные, безропотно согласившиеся с аксиомой Лобачевского и выводами Эйнштейна на основе данной аксиомы, даже в настоящее время предпринимают невероятные усилия и изобретательность в объяснениях этих парадоксальных выводов. Данный неоспоримый факт автоматически влечет за собой необходимость поиска новых теорий для интерпретации давно проведенных и новых экспериментов.

Всё более ясным становится взаимодействие наук о Природе. Достижения современных естественных наук настолько значительны, что невольно формируется представление о согласованности в их развитии. Математики разрабатывают методы анализа реальной действительности. Физики выбирают из них те, которые им кажутся наиболее подходящими, не задумываясь, к сожалению, о связи этих методов с реальностью. Геометрия Евклида связана с реальностью потому, что в её аксиому о параллельности прямых заложено главное свойство фотона, основного носителя информации, двигаться в пространстве пря-

молинейно. В Природе нет больше носителя информации, кроме фотона, для обслуживания криволинейности псевдоевклидовых геометрий, следующей из утверждения о пересечении параллельных прямых в бесконечности. Поэтому использование псевдоевклидовых геометрий для анализа окружающего нас мира оказалось полностью бесперспективным. Оно привело к бесполезному расходованию не поддающихся учету интеллектуальных и финансовых ресурсов человечества.

Поскольку теории базируются на аксиомах, то они и были подвергнуты анализу в середине и конце XIX века. Больше всего тогда досталось аксиоме Евклида о том, что параллельные прямые нигде не пересекаются. Острая дискуссия завершилась согласием о существовании такой ситуации в Природе, когда эти прямые пересекаются в бесконечности. Этому утверждению был придан статус аксиомы без какого-либо экспериментального доказательства её достоверности. На базе этой аксиомы и были разработаны неевклидовы геометрии Лобачевского, Римана, Минковского и др., а позже – и теории, основанные на этих геометриях, прежде всего, обе Теории Относительности Эйнштейна [3].

Вернёмся к ф-лам (1). В них изменяющаяся величина пространственного интервала  $x'$  в подвижной системе отсчета отделена от времени  $t'$ , текущего в этой системе отсчёта. В реальной действительности отделить пространство от времени невозможно, это две количественные характеристики материи. Поэтому указанные уравнения нельзя анализировать отдельно друг от друга – их необходимо анализировать вместе. Только такой анализ и результаты только такого анализа будут отражать реальность процесса. Но это простое правило до сих пор игнорировалось. Из уравнений (1) неявно следует, что при  $V \rightarrow C$  величина пространственного интервала  $x'$  уменьшается. Поэтому физики XX века делали вывод о том, что с увеличением скорости  $V$  движения подвижной системы отсчёта величина пространственного интервала  $x'$  сокращается. Хуже того, они брали для анализа только первое из уравнений (1), т.е. отделяли связанные между собой пространственный параметр  $x'$  от времени  $t'$ . Это означает, что с увеличением скорости движения подвижной системы отсчёта темп течения времени  $t'$  в ней замедляется.

Исправим ошибочность вышеприведенной интерпретации [4]. Поскольку в реальной действительности пространство от времени отделить невозможно, то проанализируем уравнения (1) совместно, для чего, разделив первое на второе, получим

$$\frac{x \odot}{t \odot} = \frac{x - Vt}{t - Vx/C^2}. \quad (2)$$

Теперь ф-ла (2) отражает зависимость координаты  $x'$  от времени  $t'$ . Из этого следует, что ф-ла (2) работает в рамках реальной действительности. В ур-и (2) косвенно присутствует материя: её роль вы-

полняют скорости  $V$  и  $C$ . Обусловлено это тем, что скорость могут иметь только материальные объекты. На рис.1 изображена  $x = Ct$  – координата положения светового сигнала в неподвижной системе отсчёта. Если подставить это значение в ф-лу (2), то получим координату  $x' = Ct'$ , которая фиксирует положение светового сигнала в подвижной системе отсчета. Где же расположен этот сигнал? Поскольку мы изменяем координаты  $x$  и  $x'$ , то в моменты времени  $t$  и  $t'$  он расположен на совпадающих осях  $OX$  и  $OX'$  в точке  $K$  – в точке пересечения световой сферы с двумя осями  $OX$  и  $OX'$ .

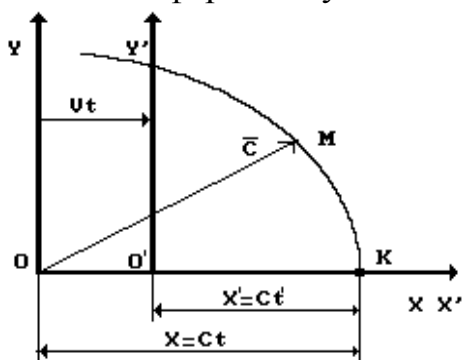


Рис. 1. Схема к анализу преобразований Лоренца

Приведённый анализ преобразований Лоренца придаёт символам  $x, x', t, t', V, C$ , входящим в эти преобразования, чёткий геометрический и физический смысл. Из рис.1 следует, что при  $V \rightarrow C$  величина  $x'$  действительно уменьшается. Вполне естественно, что уменьшается и время  $t'$ , необходимое световому сигналу для того, чтобы пройти расстояние  $x'$ . Этот вывод отвергает парадокс близнецов.

Согласно рис.1 понятен геометрический смысл преобразований Лоренца: в них зафиксированы координата  $x'$  точки  $K$  в подвижной системе отсчёта и её координата  $x$  в неподвижной системе отсчёта. Это – точка пересечения световой сферы с осями  $OX$  и  $OX'$ . Другой информации в этих преобразованиях нет, так как они совершенно не отражают никакие физические эффекты. Важно и то, что при-

Приходится сожалеть о том, что значительная часть физических моделей и теорий при интерпретации многочисленных экспериментальных данных была основана на этих преобразованиях Лоренца, которые фактически выполнили роль наукообразного вируса. Чтобы избавиться от этого вируса разделим условно математические модели на сугубо математические и физико-математические. Первые содержат только геометрические параметры, а те, в которых появляется время, – физико-математические. Например, уравнение сферы, содержащее, только геометрические параметры

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2 \tag{3}$$

будет математическим. Это же уравнение, но с переменным радиусом сферы  $R = Ct$  автоматически становится физико-математическим

$$x^2 + y^2 + z^2 = C^2t^2. \tag{4}$$

Истоки ошибочности преобразований Лоренца наиболее последовательно описал Б. Робертсон [5]. Уравнение световой сферы в неподвижной системе отсчета он записал как



$$x^2 + y^2 + z^2 = C^2 t^2, \quad (5)$$

а в движущейся системе отсчета – в таком виде

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = C^2 t'^2. \quad (6)$$

Далее, приравняв (5) и (6)

$$x^2 + y^2 + z^2 - C^2 t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - C^2 t'^2, \quad (7)$$

он нашёл, что это равенство выполняется при условии, если  $x'$  и  $t'$  определять по формуле (1). Но прежде чем получить равенство (7) необходимо уравнения (5) и (6) привести к такому виду:

$$x^2 + y^2 + z^2 - C^2 t^2 = 0; \quad (8)$$

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - C^2 t'^2 = 0. \quad (9)$$

Приравнять эти уравнения нельзя, так как правая часть их, в принципе, может быть любым числом. Поэтому правую часть этих уравнений перепишем в виде [1]:

$$x^2 + y^2 + z^2 - C^2 t^2 = S^2; \quad (10)$$

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - C^2 t'^2 = S^2. \quad (11)$$

Теперь у нас появляются основания приравнять левые части уравнений (11) и (12). Но в таком виде они не принадлежат геометрии Евклида. Это – уравнения геометрии Минковского [6]. С помощью рис.2 докажем это. Прежде всего, из уравнений (8) и (10) следует, что

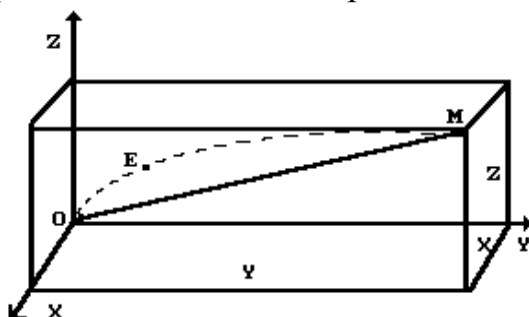


Рис. 2. Схема к анализу геометрии Минковского.

в геометрии Евклида  $Ct = OM$  – прямолинейная диагональ параллелепипеда, а в геометрии Минковского эта диагональ не может быть прямолинейной, так как это уравнение не соответствует теореме Пифагора. Присутствие в уравнении (10) величины  $S$  делает диагональ параллелепипеда криволинейной  $OEM$ , причём определить радиус кривизны

этой линии невозможно. Фактически это означает, что параллельные прямые пересекаются, что является основой совершенно абсурдных идей геометрии Лобачевского. Прямолинейность диагонали  $Ct = OM$  в уравнении (8) соответствует свойству фотона двигаться в пространстве прямолинейно. Криволинейность же диагонали  $Ct = OEM$  в уравнении Минковского (10) противоречит этому свойству. Из этого следует, что мы не имеем права ставить скорость фотона  $C$  в постулированное Минковским соотношение (10), которое является фундаментом его четырехмерной геометрии [6]. Проверим достоверность этого утверждения на простом примере. Для этого попытаемся определить ко-

ординаты расположения светового сигнала в пространстве в момент времени  $t$  в случае, когда  $x' = y' = z'$ . Из ур-ния (10) имеем

$$x' = y' = z' = \frac{S^2 + C^2 t^2}{\sqrt{3}}. \quad (12)$$

Неизвестный пространственный интервал  $S$  исключает возможность определения координат  $x' = y' = z'$ . Ур-ние (10) Минковского не позволяет определить положение фотона на траектории ОЕМ в заданный момент времени  $t$ , нарушая тем самым Единство пространства, материи и времени. Из этого следует неоспоримая ошибочность математической модели (10), которая является фундаментом четырехмерной геометрии Минковского.

Следует обратить внимание на то, что длина диагонали  $Ct = OM$  измеряется с помощью фотона, движущегося прямолинейно со скоростью  $C$ . Поэтому, используя ур-ние (8), можно определить положение фотона на диагонали  $Ct = OM$  в любой момент времени [1]. Для частного случая  $x = y = z$  ур-ние (8) даёт такой результат

$$x = y = z = \frac{C^2 t^2}{\sqrt{3}}. \quad (13)$$

Таким образом, истоком всех этих заблуждений является геометрия Лобачевского, который необоснованно придал статус аксиомы утверждению о том, что параллельные прямые пересекаются в бесконечности. Известно, что аксиома – это очевидное утверждение, не имеющее исключений, но в данном случае это утверждение грубо нарушено.

Отметим ещё один важный факт. В ур-нии (8) используется  $C$  – символ скорости фотона, который движется прямолинейно, что соответствует аксиомам Евклида, утверждающим, что между двумя точками можно провести только одну прямую линию и что параллельные прямые линии нигде не пересекаются. Этот факт согласуется с тем, что в ур-нии (8) представлена теорема Пифагора, работающая в геометрии Евклида.

Трудно представить хаос, который бы существовал в мире, если бы свет двигался криволинейно. В самом деле, от далекой звезды до Земли можно провести лишь одну прямую и бесчисленное количество кривых, и по какой из них распространяется свет, доходя до нас, сказать невозможно. Но физиков это не смущает, и они смело продолжают использовать преобразования Лоренца (1) для своих исследований, не утруждая себя анализом соответствия этих преобразований реальности. Они с небывалой лёгкостью использовали не только сами преобразования Лоренца, но и отдельные элементы этих преобразований.

В современной электродинамике часто используется так называемый релятивистский корень  $\sqrt{C^2 - V^2}$ . Не избежал этого искуше-

ния и А. Эйнштейн. В своей основополагающей статье «К электродинамике движущихся тел» [3], на которую ссылаются все теоретики, как на статью, положившую начало новой физике, он пишет: «Если принять во внимание, что свет вдоль оси  $Y$  при наблюдении из покоящейся системы всегда распространяется со скоростью  $V_Y = \sqrt{C^2 - V^2}$ , то....». Это утверждение может следовать только из геометрии Минковского, но не из геометрии Евклида. Для проверки этого факта необходимо иметь схему, соответствующую приведенной формуле, но в статье её нет. Восполним этот недостаток и изобразим такую схему (рис. 3). Вполне естественно, что ф-ла

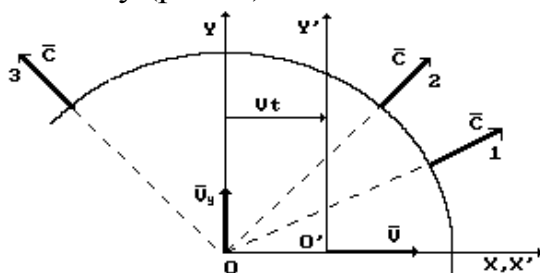


Рис. 3. Схема к анализу сути формулы  $V_Y = \sqrt{C^2 - V^2}$ .

$$V_Y = \sqrt{C^2 - V^2} \quad (14)$$

следует из теоремы Пифагора. Чтобы получить её из рис.3, необходимо векторы скоростей  $C$  и  $V$  вернуть в точку  $O$ . Но у нас нет никакого права делать это. Прежде всего, отметим, что можно пе-

реносить вдоль линии действия только векторы сил, и то при условии, если все они действуют на одну изолированную систему. В рассматриваемом случае векторы не сил, а скоростей. Они прикладываются непосредственно к тем точкам, скорость которых они описывают, и их нельзя переносить вдоль линии действия. Тем более, что в данном случае вектор  $V$  приложен к началу  $O'$  подвижной системы отсчета, которая автономна по отношению к фотонам, улетевшим из точки  $O$  в разных направлениях со скоростями света  $C$ . Следовательно, мы не имеем ни математического, ни физического права возвращать векторы скоростей  $V$  и  $C$  в точку  $O$ , чтобы использовать теорему Пифагора для вывода ф-лы  $V_Y = \sqrt{C^2 - V^2}$ . Отсутствие такого права подтверждает элементарная проверка. Полагая  $V_Y = 0$ , имеем абсурдный результат  $V = C$ . Если же взять скорость фотона 3, улетевшего в левую часть световой сферы, то будем лишены возможности получить даже абсурдный результат.

#### Выводы.

Таким образом, точным наукам был нанесён серьёзный ущерб учёными, согласившимися придать утверждению о пересечении параллельных прямых в бесконечности статус аксиомы без какой-либо экспериментальной проверки достоверности этого утверждения. К тому же это утверждение содержит явную логическую ошибку. Параллельные прямые пересекающиеся в бесконечности, автоматически

перестают быть прямыми. Если в начале они были прямыми и параллельными, то, пересекаясь в бесконечности, они перерождаются в кривые линии, что имеет место в геометрии Минковского.

Литература.

1. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира, том 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. / Ф.М. Канарев. 2009. – 686 с.
2. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. / В.А. Ацюковский. М.: Энергоиздат. 1990. – 278 с.
3. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. Сборник работ по специальной теории относительности. / А. Эйнштейн. М.: Атомиздат, 1973. С. 97-116.
4. Бим Дж., Эрлих П. Глобальная Лоренцева геометрия. / Дж. Бим, П. Эрлих. М.: Мир, 1985. – 400 с.
5. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках. / Б. Робертсон. М.: Мир, 1985. – 270 с.
6. Сазанов А.А. Четырёхмерный мир Минковского. / А.А. Сазанов. М.: Наука, 1988. – 220 с.

## ПАРАДОКСИ АКСІОМИ ЛОБАЧЕВСЬКОГО ДОВЕЛИ К ЗАСТОЮ У РОЗВИТКУ ДИНАМІКИ

Кучин В.Д., Гаевська І.В.

### *Анотація*

**Прийняте у даний час пояснення законів механіки на основі псевдоевклідових геометрій призводить до невірних висновків. Проведений аналіз вихідних аксіом цієї геометрії, зокрема, теорії Мінковського, виявив помилковість основних її положень.**

## PARADOXES OF AXIOM OF LOBACHEVSKIY RESULTED IN STAGNATION IN DEVELOPMENT OF DYNAMICS

V. Kuchin, I. Gayvcka

### *Summary*

**The explanation on the base of pseudo Euclidean geometries accepted on present time leads to wrong conclusions. Traced analysis of initial axioms of this geometry, particularly of Minkovskiy's showed the mistake of its main statements.**

УДК 63/616-092:613.6

## **НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ КОСТНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ**

Цапко В.Г., д.м.н.,

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев*

Деревянко Д.А., к.с.х. н.,

*Житомирский национальный агроэкологический университет*

Стеренбоген М.Ю.

*ГУ «Институт медицины труда АМН Украины», г. Киев*

Тел. (044) 527-82-99

**Аннотация** – проведен анализ данных литературы и собственных исследований о состоянии функций костно-мышечного аппарата у работников сельского хозяйства и сформулированы меры профилактики

**Ключевые слова** – костно-мышечный аппарат, сельскохозяйственные рабочие, меры профилактики

*Постановка проблемы.* Современное социально-экономическое состояние Украины на сегодняшний день не способствует созданию безопасных условий труда. Условия труда на большей части производств ухудшились из-за использования устарелой технологии, оборудования и техники, недостаточного надзора со стороны санитарной службы, органов охраны труда. Значительно увеличилось количество работающих в условиях, которые не соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям.

Среди работающих в неблагоприятных условиях с профессиональными вредностями около половины подвергаются действию шума, вибрации, микроклиматических факторов, каждый третий – действию пыли и химических веществ, каждый пятый – работает в условиях неблагоприятных с точки зрения эргономики.

Основными причинами заболеваемости и несчастных случаев на предприятиях сельскохозяйственного профиля являются: организационные, технические, технологические, санитарно-гигиенические и психофизиологические. Работы часто проводятся без применения индивидуальных средств защиты и спецодежды, параметры микро-

климата не соответствуют гигиеническим нормативам, уровень шума и вибрации часто превышает допустимые величины. Недостаточен контроль за содержанием химических веществ в воздухе рабочей зоны, которые могут негативно влиять на рабочих в результате превышения их предельно-допустимых концентраций. Отсутствие бытового и санитарного обслуживания, несовершенное планирование помещений негативно сказываются на работоспособности.

*Формулировка цели статьи.* Целью работы является аналитическое исследование проблемы профилактики заболеваний костно-мышечной системы, в частности опорно-двигательного аппарата у работников сельского хозяйства.

*Основная часть.* В настоящее время заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА) занимают значительное место в структуре как общей, так и профессиональной патологии.

Профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата (Musculo-Skeletal Disorders-MSD) и периферической нервной системы развиваются в результате воздействия физического перенапряжения, нерациональной рабочей позы, длительного статического напряжения, вибрации, неблагоприятного микроклимата и т.п. В отличие от заболеваний, при которых воздействие неблагоприятных факторов часто неопровержимо (пневмокониозы, нейросенсорная тугоухость), дифференциальная диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы как профессиональных заболеваний чрезвычайно усложнена ввиду неспецифичности воздействия производственных факторов. В структуре профессиональной заболеваемости эта группа заболеваний составляла в отдельные годы от 6 до 20%. Наиболее высокие уровни регистрировались с 1994 года. К основным нозологическим формам относятся: пояснично-крестцовая радикулопатия различных уровней поражения («back pain», «low back pain»), бурситы, эпикондилиты, тендовагиниты, дискоординатные невроты, вегето-сенсорные полинейропатии [1].

**Остеохондроз** позвоночника - дегенеративно-дистрофический процесс в межпозвоночном диске с реактивным ответом со стороны тел позвонков. Согласно решениям Международной ассоциации вертеброневрологов, рекомендуется пользоваться определением «вертебральные дисфункции» вместо более привычного понятия «остеохондроз позвоночника». Радикулопатия имеет свои особенности. Наиболее частой причиной ее развития является грыжа диска. У пожилых людей радикулопатия часто бывает результатом сдавления корешка не грыжей, а суставной фасеткой при артропатии межпозвоночных суставов. При пояснично-крестцовой радикулопатии чаще отмечается классическая клиническая картина. Помимо радикулопатии болевые синдромы в области спины, могут вызываться и другими при-

чинами: спондилоартрозом, спондилолистезом, стенозом позвоночно-го канала, миофасциальним синдромом.

**Спондилоартроз** может возникать в результате перегрузки задних отделов позвоночно-двигательного сегмента, при распространенном остеоартрозе, поражающем суставы позвоночника и конечностей, вследствие дегенерации и уменьшения высоты диска, приводящих к изменению взаимоотношений суставных отростков и сопровождается функциональной блокадой суставов, подвывихом в суставах с ущемлением суставной капсулы, воспалением суставных тканей.

**Спондилолистез** – смещение позвонков кпереди по отношению к смежному позвонку. Миофасциальный синдром в паравертебральных мышцах может развиваться на фоне дегенеративного процесса в позвоночнике или независимо от него, в связи с длительным пребыванием в вынужденной позе, переохлаждением, хронической микро-травматизацией, перегрузкой, перерастяжением или сдавлением мышц (чаще всего обусловленным особенностями профессиональной деятельности), травмой, длительной иммобилизацией.

Анализ данных литературы показывает, что боль, вызванная сдавлением корешка, не занимает лидирующее место в структуре болей в нижней части спины. Гораздо чаще боли в поясничной области вызваны другими патологическими процессами в позвоночнике и окружающих его тканях, что должно находить свое отражение при постановке диагноза.

В странах Западной Европы и США указанные выше заболевания являются довольно распространенными и занимают ведущее место в структуре профессиональных заболеваний, что приводит к огромным экономическим потерям. В связи с трудностями в размежевании неспецифичности действия профессиональных и непрофессиональных факторов и их роли в развитии патологии опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы наблюдается гиподиагностика именно профессиональных заболеваний, поскольку значительная часть их регистрируется в группе общей патологии.

Следует подчеркнуть, что в составе этой группы патологии удельный вес заболеваний опорно-двигательного аппарата уменьшается, а периферической нервной системы – возрастает. С 1984 года распространенность заболеваний первой группы уменьшилась с 54,9 до 15,9%, а второй увеличилась с 45,1 почти до 85%.

В прошлом для вегето - сенсорных полиневропатий (ВСП) верхних конечностей у доярок имелся отдельный термин «болезнь рук доярок». Но, как и в прошлые годы, ВСП у работников сельского хозяйства выявляются и диагностируются как профессиональные в незначительном количестве случаев и только в отдельных областях,

преимущественно занятых сельским хозяйством, в основном - животноводством.

Среди работающих в сельском хозяйстве в Украине в 1984 году было зарегистрировано 52 случая ВСП верхних конечностей, в 1999 – 10, в 2000 – 18, в 2003-2005 - ни одного [2]. Снижение выявляемой заболеваемости периферической нервной системы у данной категории работающих, по нашему мнению, не соответствует действительности. Разрушение системы медико-социальной помощи в сельской местности в селе, недоступность профпатологической службы для сельского населения являются основными причинами подобной динамики эпидемиологических показателей [3].

Определенные сложности в диагностике указанной группы заболеваний связаны также с несовершенством материально-технической базы лечебных учреждений, где работники проходят и предварительные и профилактические медицинские осмотры. Известно, что наиболее объективным методом диагностики ВСП на ранних стадиях развития является электронейромиография (ЭНМГ), которую могут проводить в Украине лишь несколько клиник.

Следует отметить, что заболевания опорно-двигательного аппарата характеризуются продолжительным течением и значительной степенью утраты трудоспособности (70,0-75,0%), для болезней периферической нервной системы последний показатель сравнительно низок (40,0-43,0%). В целом ситуация с распространенностью профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы свидетельствует о ее несоответствии условиям труда, что, очевидно, связано с низкой выявляемостью, несовершенной диагностикой и неполной регистрацией этой патологии.

При дальнейшем повышении качества диагностики и выявляемости патологии следует ожидать резкого роста распространенности указанной группы профессиональных заболеваний. Именно такая тенденция наблюдается во многих развитых странах мира.

Нами были проведены исследования по изучению заболеваемости опорно-двигательного аппарата и возможной их связи с условиями труда у работников сельского хозяйства животноводческого профиля и мясокомбинатов.

В процессе изучения заболеваемости опорно-двигательного аппарата и травматизма у рабочих **животноводческих предприятий** были проведены медосмотры и анализ листов временной нетрудоспособности. Было осмотрено 517 человек, что составило 75-87% всех лиц на данных предприятиях. Средний возраст обследованных 47 лет, средний стаж работы в животноводстве 6,3 года.

Патология опорно-двигательного аппарата выявлена у 34,1% обследованных, что составило-50,7% всех лиц с выявленной патологией



(внутренних органов, нервной системы, ЛОР органов. Наиболее частыми заболеваниями являются: остеохондроз позвоночника с вторичным радикулярным синдромом, обменный полиартрит, варикозное расширение вен нижних конечностей, деформирующие артрозы, эпикондилиты.

Анализ листов временной нетрудоспособности показал, что нетрудоспособность животноводов вследствие заболеваний опорно-двигательного аппарата равна: в случаях -25%, в днях 23,5% от потери трудоспособности вследствие всех болезней. Нетрудоспособность от травм составила в случаях 10,9% в днях – 28,4 % от общего числа случаев и дней временной нетрудоспособности. Более 40% всех случаев травм возникает в конце рабочего дня и связаны с развитием утомления и нарушением координации движений у работающих.

У рабочих **мясокомбинатов** проводился медосмотр с участием ортопеда. Всего осмотрено 405 рабочих, связанных с воздействием вредных производственных факторов. Структура ортопедической патологии следующая: остеохондроз -105, плоская или плосковальгусная деформация стоп -11, деформирующий артроз коленных суставов – 8, периартриты -14, ревматический полиартрит 4, обменный полиартрит -4, тендовагиниты- 5, деформирующий артроз голеностопного сустава -3, синовит коленного сустава неизвестной этиологии – 2, грыжа Беккера -1, неврит седалищного нерва -2.

Анализ листов временной нетрудоспособности показал, что заболеваемость ортопедо-травматологического профиля и болезней сосудов нижних конечностей среди рабочих мясокомбинатов была следующей: тромбоз вен -25 случаев -405 дней потери трудоспособности; варикозное расширение вен нижних конечностей – 2 случая-97 дней; деформирующий артроз 30 случаев-280 дней; артриты, полиартриты -23 случая-252 дня, перартриты, бурситы, синовиты -13 случаев- 178 дней; тендовагиниты -14 случаев -114 дней; остеомиелиты -4 случая -95 дней; несчастные случаи и травмы, связанные с производством – 36 случаев- 925 дней. Всего зарегистрировано 463 несчастных случая, составивших 5722 дня нетрудоспособности или 8,03% случаев и 10,7% дней от всей заболеваемости работающих на мясокомбинатах. Производственный травматизм на данном предприятии обусловлен большим объемом ручного труда, неосторожностью, невнимательностью или неопытностью пострадавших, недостаточным обучением охраны труда или нарушением техники безопасности. Основными видами травм являются ушибы и переломы.

В течение года имело место 676 случаев заболеваний периферической нервной системы- 15,3 на 100 застрахованных и 6735 дней потери трудоспособности -152,5 дней на 100 застрахованных. Удельный вес заболеваний составляет в случаях 11,7%, в днях -11,8%. Столь

значительное количество больных с заболеванием периферической нервной системы обусловлено спецификой работы в ряде ведущих цехов: постоянное пребывание в условиях низких температур при выполнении работы в холодильнике, высокая влажность воздуха и работа в неудобной позе, значительная доля физического труда в вынужденной позе.

Таким образом, анализ и обобщение данных научной литературы и результатов собственных исследований показали, что к основным причинам возникновения различных патологических состояний опорно-двигательного аппарата и нервно-мышечной системы у обследованных категорий работающих могут быть отнесены:

- вынужденная рабочая поза;
- производственные травмы различных частей тела, приводящих к инвалидности, частичной или полной утрате трудоспособности;
- допуск к работе лиц, склонных по своим физиологическим данным к развитию заболеваний костно-мышечного аппарата;
- наличие на рабочем месте вредных факторов производственной среды, превышающих гигиенические регламенты ;
- неправильная организация рабочего места;
- эксплуатация неисправной техники;
- несоблюдение эргономических требований к рабочему месту при конструировании и производстве сельскохозяйственной техники, особенно при ее капитальном ремонте.

Следует также подчеркнуть, что аналогичные причины указанных выше заболеваний характерны и для других категорий работников сельского хозяйства, в частности, механизаторов ( трактористов и др.). В этих случаях к ним еще дополнительно можно отнести сезонность и разнообразие выполняемых работ.

*Выводы.* Мерами профилактики по предотвращению риска возникновения нарушений функции костно-мышечного аппарата могут быть: эксплуатация техники, отвечающей всем гигиеническим и эргономическим нормативам, (контроль соответствующих служб от момента конструирования техники до ее выпуска);

- профессиональный отбор при поступлении на работу;
- соблюдение гигиенических нормативов вредных факторов производственной среды на рабочих местах;
- обучение работающих правилам техники безопасности.

#### Литература.

1. *Возницына К.Б.* Боль в спине как проблема в профессиональной патологии/ *К.Б. Возницына* // Український журнал з проблем медицини праці.. -2007.- № 1(9). – С.71-77.

2. Статистичний довідник МОЗ України за 2006 р. [Електроний ресурс]. – Режим доступу: [medstat.gov.ua/ukr/statreports/access.html](http://medstat.gov.ua/ukr/statreports/access.html)
3. *Кундиев Ю.И.* Профессиональное здоровье в Украине. Эпидемиологический анализ. / *Ю.И. Кундиев, А.М. Нагорная.* - К.: Авиценна, 2007. - 398 с.

## **ПОРУШЕННЯ ФУНКЦІЇ КІСТКОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ У ПРАЦІВНИКІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА І МІРИ ПРОФІЛАКТИКИ**

Цапко В.Г., Деревянко Д.А., Стеренбоген М.Ю.

### *Анотація*

**Проведений аналіз даних літератури і власних досліджень про стан функцій кістково-м'язового апарату у працівників сільського господарства і сформульовані заходи профілактики**

## **VILATIONS OF THE FUNCTIONES OF MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN AGRICULTURAL WORKERS**

V. Tsapko, D. Derevyanko, M. Sterenbogen

### *Summary*

**Analysis of the data from literature and the results of own studies indicates that among various forms of occupational pathology the disorders of the musculoskeletal system are frequently diagnosed in employees of basic agricultural occupations - mechanisators, animal breeders**

УДК 631.37

## **ОЦІНКА ЕФЕКТУ ВІД КОЛІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Кувачов В.П., к.т.н.,

Надикто В.Т., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел./факс: (0619) 42-12-65; e-mail: kuvachoff@mail.ru

**Анотація** – робота присвячена визначенню економічної доцільності колійної технології землеробства на вирощуванні зернових культур. За умов економічного ефекту обґрунтовано крок технологічної колії на полі.

**Ключові слова** – колійна технологія землеробства, постійна технологічна колія, економічний ефект.

*Постановка проблеми.* Світові тенденції вирішення проблеми ущільнення ґрунту спрямовані на зменшення площі слідів рушіїв енергозасобів на полі. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є запровадження колійної системи землеробства, або як її називають закордонні науковці - «керований рух по полям» [1].

Землеробство з використанням постійної технологічної колії - це відокремлення зон руху від зон оброблення рослин. На практиці це означає, що для обробки ґрунту, посадки рослин, обприскування й збирання використовуються одні й ті самі колії для руху МТА. Тобто, функціональне призначення площі поля розділяється на плодоносну (агротехнічну) та технологічну (інженерну) зони. Але ж, при проектуванні технологічних процесів в рослинництві накопичений досвід та знання недостатні для широкого практичного запровадження землеробства з використанням технологічної колії. Це потребує наукового розв'язання механіко-технологічних основ колійної технології землеробства. До того ж, на думку деяких інженерів, має місце певна сумнівність щодо її ефективності. Для розв'язання поставленої проблеми необхідне вирішення низки задач, до яких слід віднести і розробку методики оцінки підвищення урожайності с.-г. культур та економічного ефекту від колійної технології землеробства.

*Постановка завдання.* Для більшого розуміння поставленої задачі порівняємо дві технології вирощування зернової культури. Згідно першої, традиційної, агрофон засівають зерновими суцільно, але

щільність ґрунту збільшена відносно оптимальної для вирощування. Друга – колійна технологія землеробства. Згідно останньої – на полі, де вирощується зернова культура, прокладена постійна технологічна колія з кроком  $H$  (технологічна зона). А в плононосній (агротехнічній) зоні щільність ґрунту є оптимальною.

Методика оцінки підвищення урожайності та економічного ефекту від колійної технології землеробства повинна враховувати наступні залежності, які необхідно установити:

- параметрів рушіїв енергозасобів та кроку технологічної колії з часткою поля, що припадає на технологічну зону;
- економії посівного матеріалу від незасіяної частки поля, що припадає на технологічну зону;
- очікувана урожайність від щільності ґрунту;
- економічного ефекту колійної технології землеробства від підвищення урожайності і економії посівного матеріалу.

*Основна частина.* За традиційною технологією вирощування с.-г. культур виручка  $C_1$  (грн) від реалізації врожаю з площі поля  $S$  і урожайності  $U_1$  дорівнюватиме:

$$\tilde{N}_1 = S \cdot U_1 \cdot \ddot{O}_{\text{д\`а\`а\`е}} , \quad (1)$$

де  $\ddot{O}_{\text{реал}}$  – ціна реалізації отриманого врожаю пшениці, грн./т.

Згідно другої технології наявність постійної технологічної колії зменшує плононосну площу поля на  $S_{\text{техн}}$ , що, на перший погляд, пропорційно зменшить  $C_1$  і буде дорівнювати:

$$\tilde{N}_2 = (S - S_{\text{д\`а\`о\`ї}}) \cdot U_2 \cdot \ddot{O}_{\text{д\`а\`а\`е}} . \quad (2)$$

Різниця  $\Delta C = C_1 - C_2$  мала б місце, якби не було двох факторів:

1) ефект від збільшення врожайності культури  $U_2 = U_1 + \Delta U$ . Оскільки щільність ґрунту в агротехнічній зоні з кожним роком буде покращуватися до оптимальної для росту рослин, про що відмічається нині багатьма науковцями [2];

2) ефект від зменшення витрат на посівний матеріал  $\Delta c$ , який має місце внаслідок відсутності сівби насіння у сліди постійної технологічної колії:

- грошові витрати на посівний матеріал за традиційною технологією:

$$\tilde{n}_1 = S \cdot u_{\text{н\`о\`р\`м}} \cdot \ddot{O}_{\text{н\`н}} , \quad (3)$$

- грошові витрати на посівний матеріал за технологією колійного землеробства:

$$\tilde{n}_2 = (S - S_{\text{д\`а\`о\`ї}}) \cdot u_{\text{н\`о\`р\`м}} \cdot \ddot{O}_{\text{н\`н}} , \quad (4)$$

$$\Delta \tilde{n} = \tilde{n}_1 - \tilde{n}_2 = u_{\text{н\`о\`р\`м}} \cdot \ddot{O}_{\text{н\`н}} \cdot [S - (S - S_{\text{д\`а\`о\`ї}})] = u_{\text{н\`о\`р\`м}} \cdot \ddot{O}_{\text{н\`н}} \cdot S_{\text{д\`а\`о\`ї}} ,$$

де  $u_{\text{норм}}$  – норма висіву насіння пшениці, т/га;

$C_{\text{пос}}$  – ціна посівного матеріалу, грн./т.

В такому випадку економічний ефект  $C_{\text{тр}}$ , який складається з виручки від реалізації пшениці, вирощеної за традиційною технологією, за відрахуванням витрат на посівний матеріал дорівнюватиме:

$$\tilde{N}_{\delta\delta} = \tilde{N}_1 - \tilde{n}_1 = S \cdot (U_1 \cdot \ddot{O}_{\delta\delta\delta\delta} - u_{\delta\delta\delta} \cdot \ddot{O}_{\delta\delta\delta}). \quad (5)$$

А економічний ефект  $C_{\text{к.т.}}$  за технологією колійного землеробства аналогічно становитиме:

$$\tilde{N}_{\delta\delta\delta} = \tilde{N}_2 - \tilde{n}_2 = (S - S_{\delta\delta\delta\delta}) \cdot ((U_1 + \Delta U) \cdot \ddot{O}_{\delta\delta\delta\delta} - u_{\delta\delta\delta} \cdot \ddot{O}_{\delta\delta\delta}). \quad (6)$$

Щоб рухатися далі, по-перше, визначимо залежність функції “урожай-щільність”.

Результатами багаточисельних досліджень по впливу щільності ґрунту на урожай с.-г. культур дають нам підстави стверджувати, що існує стійка закономірність. За даними член.-кор. УААН, проф. Кушнарьова А.С. зменшення або, особливо, збільшення щільності ґрунту, в порівнянні з оптимальною на  $0,1 \dots 0,3 \text{ г/см}^3$  призводить до зниження урожаю на 20-40% [2]. Ним же запропонована залежність функції “урожай-щільність” у вигляді поліному другого порядку:

$$Q = \frac{U}{U + \Delta U} = 1 - [k_1(\rho_0 - \rho)^2 + k_2(\rho_0 - \rho)], \quad (7)$$

де  $\rho_0, \rho$  – відповідно оптимальна щільність ґрунту і фактичне значення,  $\text{г/см}^3$ ;

$Q$  – фактичний урожай (в долях от максимального, який може бути отриманий при оптимальної щільності ґрунту);

$U$  і  $\Delta U$  – відповідно фактична урожайність культури і потенційно очікуваний приріст врожайності, т/га;

$k_1$  і  $k_2$  – емпіричні коефіцієнти, що характеризують особливості впливу щільності на фізіологію розвитку культури.

По-друге, визначимо площу поля  $S_{\text{техн}}$ , що припадає на технологічні колії в системі колійного землеробства.

Розглянемо більш детально схему поля з відокремленими агротехнічною і технологічною зонами (рис. 2). Остання представлена технологічною колією з кроком  $H$ , величина якого визначена робочою шириною захвату агрегату  $B_p$  ( $B_p = k \cdot H$ ,  $k = 1, 2 \dots n$ ). Ширина сліду  $b'$  колії обумовлена параметрами рушіїв енергозасобу (ширина шин рушіїв  $i \cdot b$ ,  $i=1, 2 \dots j$ , якщо здоєні) і, мабуть, технологічним допуском  $c/2$ .

У найбільш ймовірному випадку  $k = 1$  і, отже  $B_p = H$ . До того ж, розглянемо випадок, коли енергозасіб використовується без здвоювання шин, що найбільш ймовірно для колійної технології землеробства (т.б.  $i=1$ ). В такому випадку рівняння (8) прийме вид:

$$S_{\delta\delta\delta\delta} = \frac{2 \cdot (b + c) \cdot \dot{A}}{B_{\delta}} [L - B_{\delta}]. \quad (9)$$

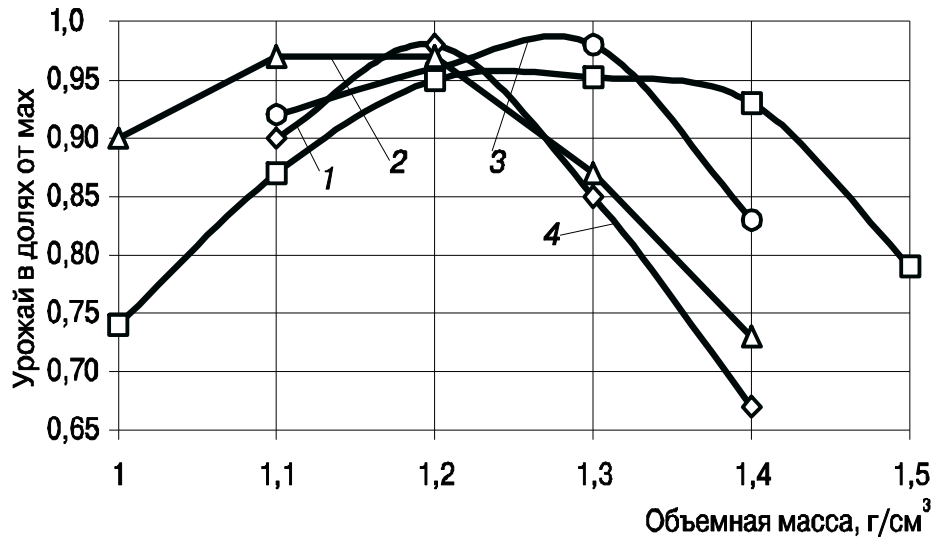


Рис. 1. Вплив щільності ґрунту на урожай с.-г. культур [2]: цукровий буряк (1), кукурудза (2), пшениця озима (3), сіно (люцерна) (4).

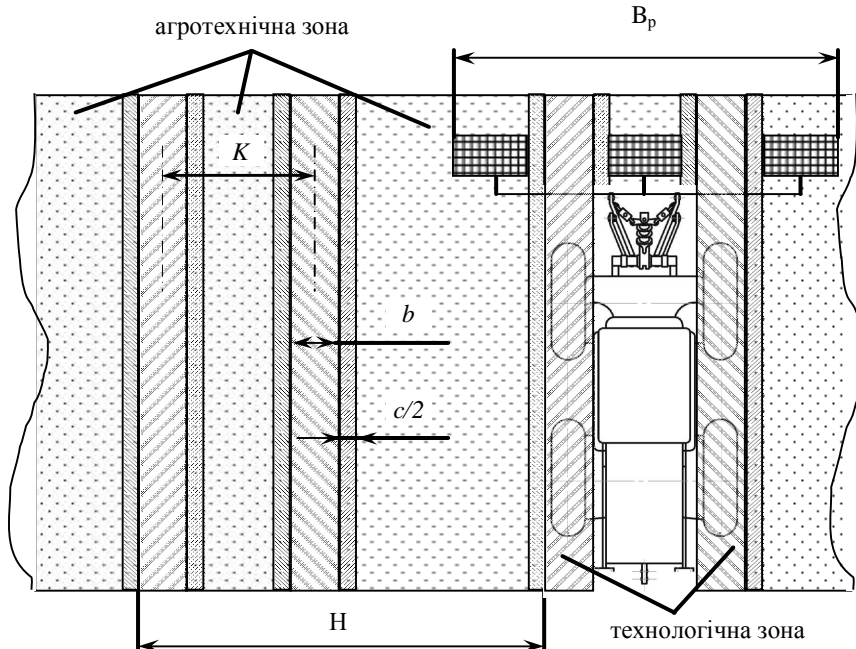


Рис.2. Схема поля з технологічною колією для руху МТА.

Проф. Надикто В.Т. запропонував рівняння визначення загальної площі поля, яка припадає на технологічну зону на основному полі і поворотних смугах  $S_{\text{техн}}$  [1]. Стосовно до рис.2 запропонував рівняння після уточнення можна представити у вигляді:

$$S_{\text{доді}} = \frac{2 \cdot b' \cdot \dot{A}}{B_{\text{д}}} [L - k \cdot H] \quad (8)$$

де  $L$ ,  $H$  – довжина і ширина поля відповідно.

В якості прикладу побудуємо залежність частки поля, яка припадає на технологічну зону від ширини захвату МТА (рис. 3). Розрахунок зробимо для рушіїв тракторів класу 3. Представниками цього класу в Україні є, наприклад, трактори ХТЗ-17221, та ХТЗ-16131, які мають шини марок 23,1R26 та 16,9R38 відповідно. Ширину техноло-

гічного допуску приймемо для зернових  $c=0,150$  м, а довжина поля  $L$  представлена значинами 100 і 1000 м.

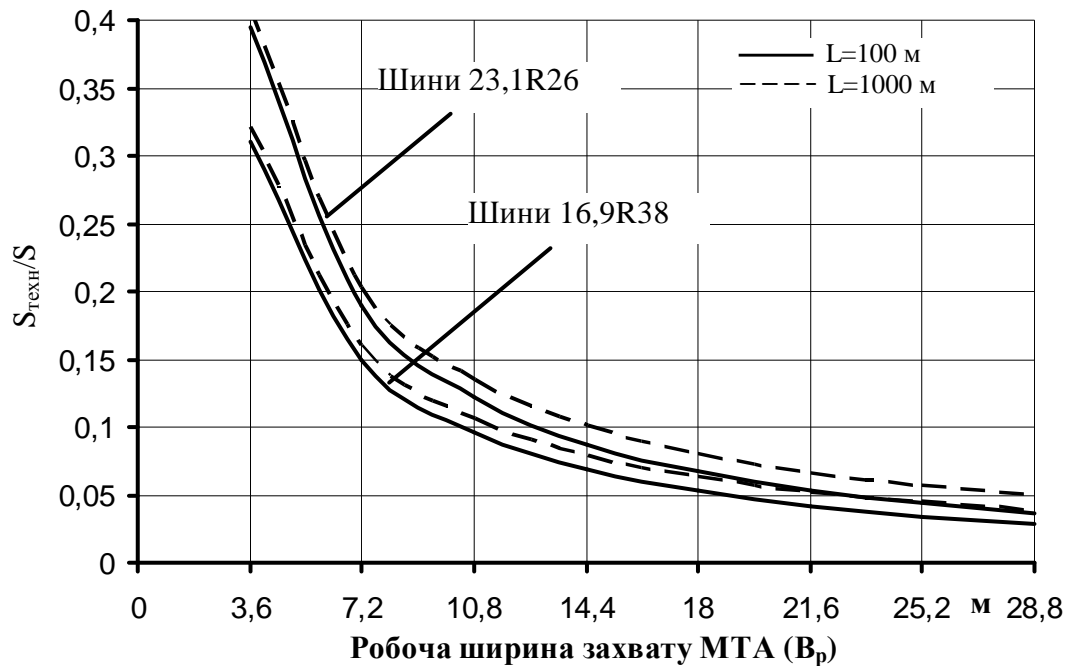


Рис. 3. Частка поля, що припадає на технологічну зону, ширина якої визначена типорозміром шин рушіїв енергозасобу.

Аналіз рис. 3 свідчить, що при потенційно-можливій ширині захвату МТА в межах 10,8-28,8 м "втрати" площі поля на технологічну зону відповідно сягають 13-3%.

Після підстановки (7) і (9) в (6) отримуємо рівняння економічного ефекту  $C_{к.т.}$  у вигляді:

$$\tilde{N}_{\epsilon.д.} = \left[ S - \frac{2 \cdot (b + c) \cdot \dot{A}}{B_{\delta}} (L - B_{\delta}) \right] \cdot \left[ \frac{U_1 \cdot \ddot{O}_{\text{двдд}}}{1 - [k_1(\rho_0 - \rho)^2 + k_2(\rho_0 - \rho)]} - u_{\text{ннн}} \cdot \ddot{O}_{\text{ннн}} \right]. \quad (10)$$

Далі порівняємо значини економічних ефектів двох технологій  $C_{тр}$  і  $C_{к.т.}$  на вирощуванні пшениці. Оскільки  $S_{техн} = f(B_p)$ , то і  $C_{к.т.} = f(B_p)$ . Тому, розрахунками треба встановити, при якій значині  $B_p$  економічний ефект  $C_{к.т.} > C_{тр}$  (рис.4). Параметричні умови для розрахунку наступні: *шини рушіїв енергозасобу 16,9R38*;  $c=0,150$  м;  $B_p=10,8-28,8$ ;  $U=4$  т/га;  $k_1=4,875$ ,  $k_2=0$  при  $R^2=0,9211$ ;  $\rho_0 = 1,225$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho=1,400$  г/см<sup>3</sup>;  $C_{реал} = 1145$  грн/т;  $u_{норм}=0,2$  т/га;  $C_{нос}=4000$  грн/т.

Економічна доцільність у запровадженні колійної технології на вирощуванні пшениці в порівнянні з традиційною, де щільність ґрунту прийнята на рівні 1,4 г/см<sup>3</sup>, має сенс, якщо використовувати систему МТА з шириною захвату щонайменше 7,2 м (див. рис.4), за умов її рівності кроку технологічної колії.



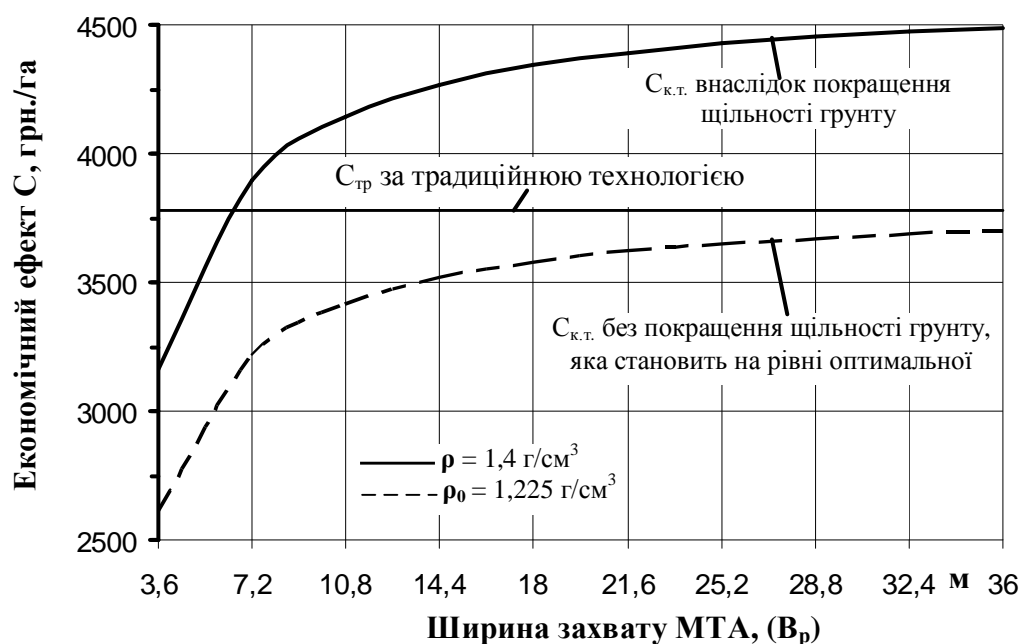


Рис. 4. Економічний ефект для традиційної технології і колійного землеробства, який складається з виручки від реалізації пшениці, за відрахуванням витрат на посівний матеріал.

Якщо розглядати випадок рівності щільності ґрунту поля для двох технологій, то виручка від реалізації пшениці, вирощеної за технологією колійного землеробства, за відрахуванням витрат на посівний матеріал, завжди буде менша (див. рис. 4). І на рівні кроку технологічної колії 10,8...21,6 м становитиме відповідно 360...158 грн/га. Але ж ця різниця компенсується економією у паливі при роботі МТА по постійній технологічній колії.

Дійсно, запровадження колійної технології землеробства дозволяє очікувати покращення техніко-економічних показників роботи МТА, за рахунок зростання тягово-зчіпних якостей енергозасобу, зниженням опору на його перекочування, покращення плавності руху МТА [1]. Підвищення годинної продуктивності роботи МТА спостерігається на рівні 2,5%, а зменшення витрати палива – на 11...12% [1]. Що на вирощуванні та збиранні озимої пшениці можна очікувати економію у паливі в межах 15,6...17,0 л/га. При вартості дизельного палива сьогодні 7,0 грн/л очікуваний ефект може дорівнювати – 109...119 грн/га. Що відповідає різниці в зачинах економічних ефектів двох розглядуваних технологій для ширини захвату МТА на рівні 25,2 м.

*Висновки.* Запровадження колійної технології землеробства на вирощуванні зернових культур є економічно доцільним, в порівнянні з традиційною технологією. Економічний ефект, який складається з виручки від реалі-

зації пшениці, вирощеної за технологією колійного землеробства, за відрахуванням витрат на посівний матеріал, перевищує аналогічно розрахований ефект за традиційною технологією для рівня кроку технологічної колії щонайменше у 7,2 м. Оскільки має місце два позитивних моменту – підвищення врожайності культури і економії на посівний матеріал. За умов рівності щільності ґрунту на полі для двох порівнюваних технологій вирощування зернових, менша виручка від реалізації урожаю, внаслідок "втрат" плодonoсної площі поля на технологічні колії компенсується економією у паливі на роботу МТА. Але ж, така умова доцільна якщо крок технологічної колії становитиме не менше за 25,2 м.

Література.

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / *В.Т. Надикто, В.О. Улексін.* – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
2. *Кушнарєв А.С.* Новый взгляд на обработку почвы / *Кушнарєв А.С.* – Дослідницьке: УкрНИИПИТ, 2009. – 16 с.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТА ОТ КОЛЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Кувачев В.П. , Надикто В.Т.

### *Аннотація.*

**Работа посвящена оценке экономической целесообразности коллейной технологии земледелия на выращивании зерновых культур. Из условия экономического эффекта обоснована величина шага технологической колееи на поле.**

## ESTIMATION OF EFFECT FROM TRACK TECHNOLOGY OF AGRICULTURE

V. Kuvachov, V. Nadykto

### *Summary*

**Work is devoted the estimation of financial viability of track technology of agriculture on growing of grain-crops. From the condition of economic effect the size of step of technological track is grounded on the field.**

УДК 614.8.084

## **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ УСТАНОВОК ТРАНСПОРТНОГО ТИПУ**

Голубенко А.А., інженер,

Цивенкова Н.М., інженер.

*Житомирський національний агроекологічний університет*

Тел.: (050) 313-9177

***Анотація*** - Виділені основні проблеми безпеки праці при експлуатації газогенераторних установок транспортного типу, намічені шляхи їх подолання. Подані основні рекомендації по підвищенню безпеки експлуатації газогенераторних установок, в тому числі і транспортного типу.

***Ключові слова*** - газогенераторна установка транспортного типу, охорона праці, безпека праці, екологічні переваги.

*Постановка проблеми.* Газогенераторні установки транспортного типу (ГУТТ) не є вирішенням всіх проблем, пов'язаних з екологією та збалансованою енергетикою, однак вони стануть непоганою альтернативою традиційним джерелам енергії, зважаючи на залучення місцевих видів палив та відходів біомаси замість викопних джерел (екологічні та економічні аспекти), а також зниження вмісту шкідливих речовин у продуктах згоряння генераторного газу в порівнянні з рідкими моторними паливами (екологічні аспекти). Зважаючи на можливе їх розповсюдження, особливо в галузях сільського та лісового господарств, виникає потреба в поглибленому вивченні питань охорони праці та екології при експлуатації цих установок.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Газогенераторні установки транспортного типу не є новим відкриттям, але в світлі сучасних досягнень науки і техніки, технологія піролізу біомаси із наступним спалюванням в ДВЗ знов актуальна [1, 2]. Ця технологія має ряд надзвичайно важливих переваг, таких як мінімальна підготовка сировини, різноманітність біомаси (включаючи відходи), що може використовуватись в якості палива, отримання генераторного газу із певними заданими характеристиками, можливість утилізації відходів, що утворюються. На момент створення газогенераторних автомобілів (перша половина ХХ ст.) , питання охорони праці та екології ще не поставали, тому на сьогоднішній день вони практично не

розроблені [3]. Це стосується, перш за все, правил безпечного обслуговування газогенераторної установки.

*Постановка завдання.* Завданням дослідження є актуалізація та вирішення проблем охорони праці та екології при експлуатації ГУТТ. В процесі дослідження були використані методи теоретичного дослідження, що базуються на інформації з тематичних наукових праць, а також на результатах проведених дослідів і спостережень, зроблених під час їх виконання.

*Основна частина.* Для виділення проблем охорони праці при експлуатації ГУТТ, розглянемо її принципову схему (рис.1).

Основною частиною установки є газогенератор. Нижня частина корпусу газогенератора під час роботи може нагріватися, оскільки температура газифікації може сягати 1200—1300°C. Тому необхідно строго контролювати стан термоізоляції, періодично перевіряти внутрішню її частину. Слід також звертати особливу увагу на заходи протипожежної безпеки, не допускати наближення до газогенератора інших легкозаймистих та горючих речовин. При завантаженні бункера треба слідкувати, щоб паливна маса (цурки, гранули, вугілля тощо) не потрапили між стінками газогенератора і платформами, оскільки це може спричинити пожежу.

Не слід підносити вогонь (сірник або факел) до відкритих агрегатів очищення і охолодження газу, навіть після тривалого простою установки, оскільки це може спричинити запалювання залишків газу.

При відкритті кришки завантажувального бункера можуть мати місце спалахування газу, що може спричинити опіки особи, що обслуговує установку.

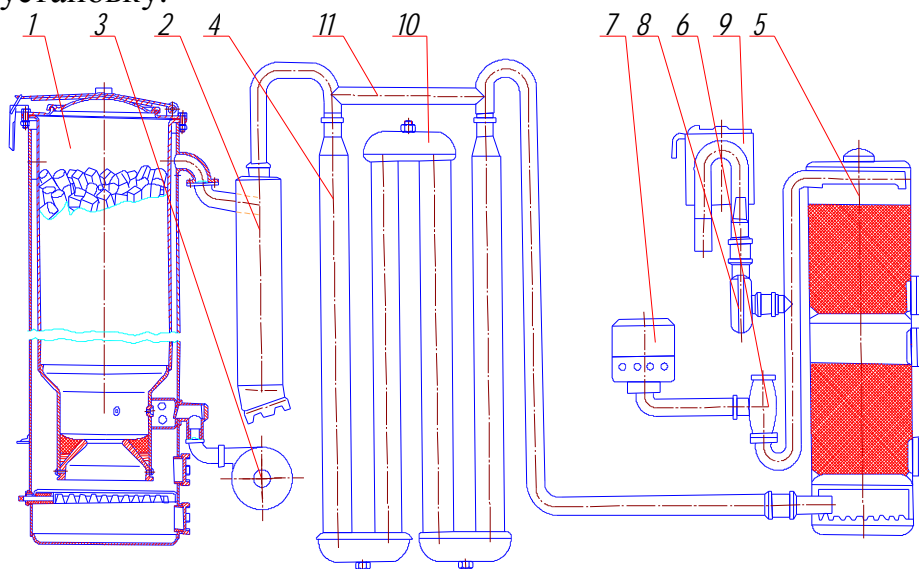


Рис. 1. Схема газогенераторної установки: 1 - газогенератор; 2 – грубий інерційний очисник газу; 3 - електровентильатор для запалювання (повітродувка); 4 – охолоджувач; 5 - газоповітряний фільтр – змішувач; 6 – вертикальний тонкий очищувач; 7 – повітроочищувач; 8 – вентилятор; 9 – пусковий підігрівач; 10 – кришка; 11 – перепускна труба.

Зольник газогенератора необхідно очищувати перед початком роботи, коли газогенератор холодний; при виникненні необхідності очищення зольника між змінами, його слід проводити в такому місці, де розпечене вугілля, яке видаляють з газогенератора, можна залити водою.

При розміщенні газогенераторної установки в зоні безгаражного зберігання (на відкритому повітрі) після закінчення роботи необхідно заглушити газогенератор.

Особливі заходи необхідно приймати проти небезпеки отруєння генераторним газом. Генераторний газ може містити до 20% оксиду вуглецю (чадного газу). Для цього, за відсутності механізованої системи завантаження газогенератора, слід уникати вдихання газу під час завантаження палива, при відкритій кришці бункера, мінімізувати роботу двигуна в закритому приміщенні, стежити за справністю повітродувки, під час розжигу газогенератора забороняється знаходитися в струмені газу, що викидається, з факела або біля нього. Розпалювання газогенератора необхідно проводити на відкритих майданчиках.

Роботи по очищенню і ремонту в середині газогенератора можуть проводитися лише при абсолютно погашеному і очищеному пальнику, а ремонт і очищення скрубера тонкого фільтру і газопроводів за умови їх відключення від газогенератора і ретельного провітрювання.

Важливе місце також займає підготовка обслуговуючого персоналу. Найчастіше обслуговуванням ГУТТ займається водій транспортного засобу, тому їх навчання правилам безпеки при обслуговуванні таких установок обов'язкове. Крім того, слід наголошувати на підтриманні установки (як і транспортного засобу в цілому) в гарному технічному стані.

Екологічні переваги ГУТТ полягають у зменшенні шкідливих викидів. Так, при згоранні 1 кг бензину в двигуні внутрішнього згорання викиди в атмосферу шкідливих речовин становлять: CO – 465 г;  $C_nH_m$  – 25 г;  $NO_x$  – 15 г. Таким чином, з 40 л пального в навколишнє середовище потрапляє 18 кг ядовитих речовин.

Відповідно, при використанні генераторного газу в якості моторного палива, згідно з результатами досліджень, виконаних із застосуванням того ж самого двигуна, вміст шкідливих речовин при згоранні кількості палива, еквівалентної 1 кг бензину становить в середньому: CO – 315 г;  $C_nH_m$  – 14 г;  $NO_x$  – 9 г. Згідно вище викладеного, використання ГУТТ зменшить шкідливі викиди в атмосферу в середньому на 20%.

Крім цього, відходи, що утворюються при роботі газогенератора, а саме: зола, смоли, водяний пар, в суміші утворюють добриво, що дозволяє збагачувати ґрунти. З іншого боку, використання місцевих палив стимулюватиме вирощування енергетичних рослин, що може, при недбалому ставленні, виснажити родючі ґрунти.

*Висновки.*

1. Пріоритет використання біомаси в якості моторного палива передбачено в “Енергетичній стратегії України на період до 2020 року та подальшу перспективу”, та в Національній енергетичній програмі України до 2010 року, на основі закону “Про альтернативні види рідкого та газоподібного палива” (№ 1391-XIV від 14.01.2000 р.), відповідно до якого даний напрямок може отримувати інвестиційну підтримку від держави, а тому має високу ймовірність успішного впровадження. Це визначає необхідність удосконалення питань охорони праці при експлуатації ГУТТ.

2. Зважаючи на термічний фактор, а також те, що ГУТТ можна віднести, хоча і умовно, до газового обладнання, рівень небезпеки при експлуатації такої установки підвищений. Тому ретельне опрацювання правил її безпечної експлуатації та їх виконання надзвичайно важливе.

3. Підвищення рівня механізації та автоматизації ГУТТ значно покращить умови праці та екологічні аспекти її експлуатації шляхом виключення безпосереднього контакту людини із зазначеними небезпечними факторами. Що стосується екологічності, досягнення її підвищення реалізується шляхом оптимізації параметрів газогенераторної установки, а також автоматизацією управління процесом газифікації з метою підвищення якості генераторного газу.

*Література*

1. *Лось Л.В.* Екологічні аспекти використання газогенераторних установок в сільському господарстві / *Л.В. Лось, Н.М. Цивенкова* // Вісн. ДАУ. – 2005. - №1. – С.3-12.
2. *Цивенкова Н.М.* Автомобильные газогенераторы на древесном топливе. Обзор развития технологии / *Н.М. Цивенкова, А.А. Самылин* // Оборудование и инструмент. Ч.1. - 2005. - №5 - С. 56-64.
3. *Цивенкова Н.М.* Транспортный газогенератор - новый взгляд на старую технологию / *Н.М. Цивенкова, А.А. Самылин* // Леспроминновации. - 2005. – С. 22-25.

**ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК  
ТРАНСПОРТНОГО ТИПА**

Голубенко А.А., Цивенкова Н.М.

*Аннотация*

**Выделенные основные проблемы безопасности труда при эксплуатации газогенераторных установок транспортного типа, намеченные пути их преодоления. Поданные основные рекомендации по повышению безопасности эксплуатации газогенераторных установок, в том числе и транспортного типа.**

## LABOUR SAFETY AND ECOLOGICAL ASPECTS DURING THE EXPLOITATION OF AUTOMOTIVE GAS-GENERATOR INSTALLATIONS

A. Golubenko, N. Tsyvenkova

### *Summary*

The basic problems of labour's safety during the exploitation of automotive gas-generator installations are distinguished; the ways of their solution are planned. The basic recommendations about heightening safety of gas-generator's installations exploitation, including automotive gas-generator installations, are presented.

УДК: 681.3

## МАТЕМАТИЧНЕ КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОЛИВАНЬ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ

Болбат О.І., асистент;

Морозов М.В., к.ф.-м.н.,

Радєв С.Ю.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-06-18

**Анотація** – Розглянуто математичне моделювання різноманітних коливань за допомогою середі програмування MathCad та використання цього комп'ютерного моделювання у лабораторному практикумі з фізики та теоретичної механіки.

**Ключеві слова** – математичне моделювання процесу коливань, лабораторні роботи з використанням MathCad.

*Постановка проблеми.* Персональні комп'ютери все більше широко і ефективно використовуються у навчальному процесі [1] при вивченні курсу фізики та теоретичної механіки. Тому актуальні дослідження математичного моделювання процесів механічних і електромагнітних коливань з використанням MathCad та проведення віртуа-

льних, імітаційних лабораторних робіт з відповідних розділів курсів фізики і теоретичної механіки.

*Аналіз останніх досліджень.* В роботі [2] розглянуто математичне моделювання вільних, незгасаючих коливань з використанням інтегрованої, математичної програмної системи MathCad 14.0 PRO. Перевагою MathCad порівняно з іншими системами та мовами програмування є зручний інтерфейс системи аналогічний інтерфейсу текстового редактора Word і електронних таблиць Excel, можливість завдання математичних формул у природній математичній формі з використанням звичайної символіки для математичних знаків і зручність побудови графіків, що робить документи MathCad подібними тексту наукової статті або звіту [3].

*Формулювання цілей статті.* Розглянути математичне моделювання згасаючих механічних і електромагнітних коливань за допомогою MathCad та використання комп'ютерного моделювання для організації і проведення віртуальних лабораторних робіт з курсу фізики і теоретичної механіки.

*Основна частина.* У випадку дії сил тертя (опору середовища) механічні коливання будуть згасаючими. Рішення диференціального рівняння для згасаючих коливань пружинного маятника, якщо сила опору дорівнює  $\vec{F} = -r \cdot \vec{v}$  ( $r$  – коефіцієнт опору), має вигляд:

$$x(t) = A \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

де  $A$  – початкова амплітуда при  $t=0$ ;

$$\delta = \frac{r}{2m} \text{ – коефіцієнт згасання;}$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \text{ – циклічна частота згасаючих коливань;}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ – циклічна частота незгасаючих коливань, коли}$$

$$r = 0;$$

$k, m$  – жорсткість пружини та маса тіла відповідно.

Тоді швидкість коливань дорівнює:

$$v = \frac{dx}{dt} = -A \cdot e^{-\delta \cdot t} (\delta \cdot \cos \omega t + \omega \cdot \sin \omega t) \quad (2)$$

Визначасмо кінетичну, потенціальну та повну енергію коливань:

$$E_k(t) = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3)$$

$$E_i(t) = \frac{k \cdot x^2}{2} \quad (4)$$

$$W(t) = E_k(t) + E_i(t) = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \quad (5)$$



Система програмування MathCad дозволяє визначити характеристики згасаючих механічних коливань: коефіцієнт згасання, циклічну частоту та період коливань, логарифмічний декремент згасання, час релаксації  $\tau$  (згасання), якщо задані параметри коливальної системи ( $m$ ,  $k$ ,  $r$ ) та початкові умови. Крім того, можна визначити значення зміщення тіла від положення рівноваги, швидкість та енергію коливань для будь якого моменту часу, а також побудувати відповідні графіки:  $x = x(t)$  та  $v = v(t)$  (рис. 1).

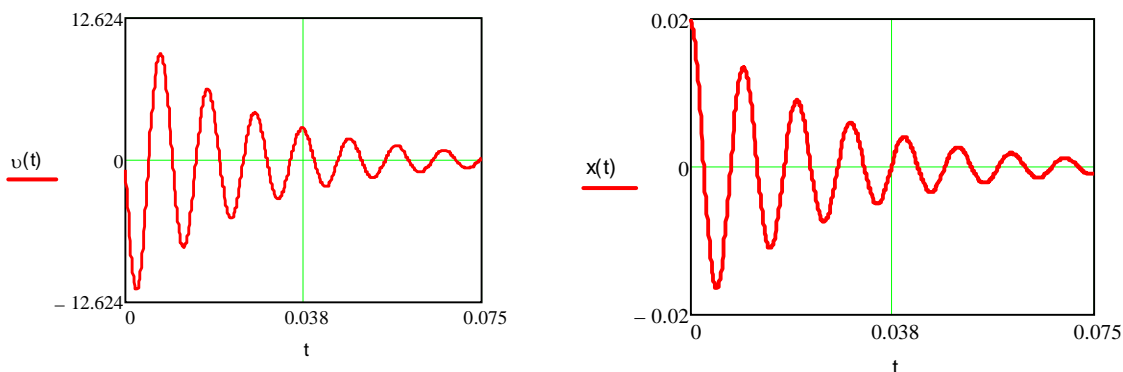


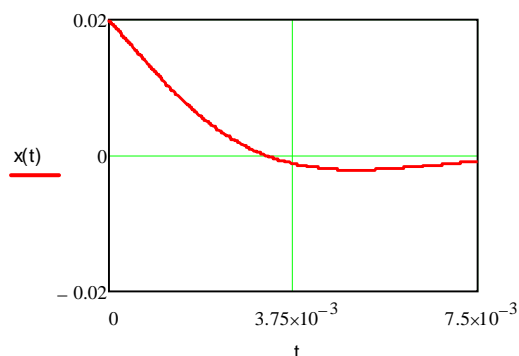
Рис.1. Залежність координати  $x(t)$  та швидкості  $v(t)$  для згасаючих коливань:  $m=0,5$  кг;  $k=2 \cdot 10^5$  Н/м;  $r = 40$  Н·с/м;  $A = 0,02$  м;  $\tau = 0,025$  с.

Для захисту програми від можливого, але небажаного та некваліфікованого доступу, наприклад, студентів, використовується операція Lock Regions (закриті, недоступні для редагування області). Крім того, деякі елементи програмування можуть бути «скриті» на екрані ПК, що дозволяє розробляти навчальні програми для роботи в діалоговому режимі. У випадку, коли коефіцієнт загасання  $\delta$  буде більше, ніж  $\omega_0$  – циклічна частота власних, незгасаючих коливань пружинного маятника, величина циклічної частоти  $\omega$  згасаючих коливань буде мнимою, а рух – аперіодичним (рис.2,3).

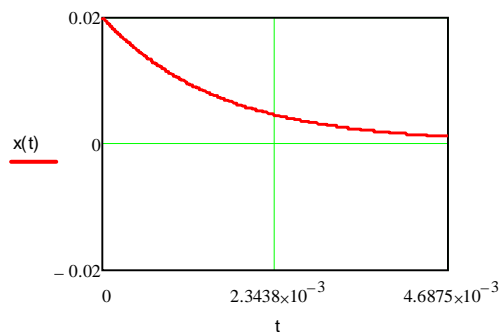
При вивченні залежності характеристик коливань від параметрів пружинного маятника представляє інтерес процес анімації або «оживлення» графіків. Наприклад, при зростанні коефіцієнту опору  $r$  у 10 разів відповідно змінюються  $\delta$  коефіцієнт згасання, час  $\tau$  релаксації та період  $T$  згасаючих коливань. Це можливо спостерігати на екрані ПК. Використовується команда «Animation» на панелі інструментів та відповідна формула для координати  $x(t,q)$ , в якій застосовується змінна FRAME  $q$ :

$$x(t, q) = A \cdot e^{-q\delta \cdot t} \cdot \cos(\sqrt{\omega_0^2 - (q\delta)^2} \cdot t) \quad (6)$$

Діапазон зміни цієї величини FRAME  $q = 1 \dots 10$  та частота кадрів задаються у діалоговому вікні команди Animation, у якому і спостерігається зміна відповідного графіка  $x(t)$ .

Рис.2. Залежність координати  $x(t)$ :

$m=0,5\text{кг}$ ;  $k=2\cdot 10^5\text{Н/м}$ ;  $r=400\text{Н}\cdot\text{с/м}$ ;  $A=0,02\text{ м}$ ;  $\delta=400\text{с}^{-1}$ ;  $\omega_0=632,5\text{ с}^{-1}$ ;  $\tau=0,0025\text{ с}$ ;  $\omega=490\text{ с}^{-1}$ .

Рис.3. Залежність координати  $x(t)$ 

для аперіодичного руху:  $m=0,5\text{кг}$ ;  $k=2\cdot 10^5\text{Н/м}$ ;  $r=640\text{Н}\cdot\text{с/м}$ ;  $A=0,02\text{ м}$ ;  $\delta=640\text{с}^{-1}$ ;  $\omega_0=632,5\text{ с}^{-1}$ ;  $\tau=1,56\cdot 10^{-3}\text{ с}$ ;  $\omega=98\cdot i\text{ с}^{-1}$ .

На базі застосування системи MathCad для математичного, комп'ютерного моделювання різноманітних коливань розроблені наступні лабораторні роботи з курсу теоретичної механіки: «Вивчення вільних, незгасаючих механічних коливань пружинного маятника» та «Вивчення згасаючих механічних коливань пружинного маятника» і з курсу фізики: «Вивчення вільних незгасаючих електромагнітних коливань» та «Вивчення згасаючих електромагнітних коливань у cLR – контурі».

В подальшому можливо використання математичного, комп'ютерного моделювання для дослідження також вимушених коливань, перехідних процесів та додавання різноманітних механічних та електромагнітних коливань. Крім того, використання середовища програмування MathCad можливо для обробки експериментальних результатів вимірювань, обчислювання та аналізу похибок і будови різноманітних графіків при виконанні традиційних, звичайних лабораторних робіт.

*Висновки:* використання математичного моделювання на базі MathCad дозволяє дослідити різноманітні коливальні процеси та організувати імітаційні, віртуальні лабораторні роботи з відповідних розділів курсу теоретичної механіки і фізики. Проведення таких лабораторних робіт з застосуванням комп'ютерного моделювання підвищує самостійність та зацікавленість студентів, активізує навчальний процес і забезпечує поглиблене вивчення відповідних фізичних явищ та процесів.

#### Література.

1. Данченко М.М. Організація самостійної роботи студентів при вивченні курсу фізики/ М.М. Данченко, М.В. Морозов. Вип. 4, Меліто-

- поль // Збірник науково-методичних праць ТДАТА «Удосконалення навчального вихованого процесу в вищому навчальному закладі», 2001р. – С. 31-32.
2. *Радев С.Ю.* Організація та проведення лабораторних робіт з курсу фізики з використанням імітаційного математичного моделювання. – Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету / *С.Ю. Радев, М.В. Морозов.* – Мелітополь: ТДАТУ, 2009р. – Вип. 8, Т. 5. - С. 55-56.
  3. *Дьяконов В.* MathCad 2001: учебный курс. / *В. Дьяконов.* – СПб.: Питер, 2001. – 624с.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОЛЕБАНИЙ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ**

Болбат О.И., Морозов Н.В., Радев С.Ю.

### *Аннотация*

**Рассмотрены математическое моделирование различных колебаний с помощью среды программирования MathCad и использование этого компьютерного моделирования в лабораторном практикуме по физике и теоретической механике.**

## **MATHEMATICAL COMPUTER SIMULATION PROCESSES VIBRATIONS AND ITS USE IN LABORATORY PRACTICE**

O. Bolbat, N. Morozov, S. Radev

### *Summary*

**The mathematical modeling of various vibrations through MathCad programming and use of this simulation of computer in the laboratory workshop on physics and theoretical mechanic are considered.**

УДК 631.33.001.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР «КІНЗЕ»

Повіляй В.М., к.т.н.,

Пархоменко А.П., к.т.н.,

Яцух О.В., к.с.-г.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Тел. (0619) 42-12-84*

**Анотація** - у статті наведено результати досліджень якісних показників роботи сівалки точного висіву просапних культур «Кі-нзе». Подано оцінку цих показників залежно від швидкості агрегату та частоти обертання приводного вала висівного апарата.

**Ключові слова** – точний висів, якість, сівалка.

*Постановка проблеми.* Значне різноманіття конструкцій сівалок, що виробляються світовим сільськогосподарським машинобудуванням, робить необхідним проведення аналізу роботи і систематизації основних робочих органів з метою подальшого використання позитивних елементів їх конструкції при створенні високопродуктивних і надійних посівних машин вітчизняного виробництва.

Найбільше розповсюдження за кордоном при обробі зернових колосових і просапних культур отримала технологія рядового посіву з одночасним внесенням стартової дози мінеральних добрив роздільно від насіння [1, 2, 3].

На основі аналізу конструкцій вітчизняних просапних сівалок [1, 2, 3, 4, 5] встановлено, що теперішня якість посіву в значному ступені залежить від якості передпосівної обробки ґрунту, що забезпечується виконанням трьох-чотирьох технологічних операцій обробки ґрунту.

*Аналіз останніх досліджень.* На сьогоднішній день виявлено недостатньо публікацій з порівняння якісних показників посіву сівалок вітчизняного та закордонного виробництва. Дуже мало публікацій взагалі по сівалках точного висіву просапних культур [1, 2, 3].

*Постановка задачі.* Якісні показники роботи сівалок точного висіву (рівномірність розподілу насіння в рядку, рівномірність глибини загортання насіння, ушкодження насіння, оцінка роботи сошничкової групи) вивчені далеко не повністю. Задача даної роботи – визначи-

ти і оцінити якісні показники посіву від швидкості агрегату та частоти обертання приводного вала висівного апарату.

*Основний матеріал.* Дослідження якісних показників посіву проводились на полях СТОВ «Ентузіаст» Мелітопольського району Запорізької області при посіві кукурудзи.

Використовувані прилади: твердомір ґрунту Ю.Ю. Ревякіна, секундомір, тахометр, бюкси для проб зерна і ґрунту, ваги електричні ВЕЛТК-500, шафа сушильна СЕШ-200, вимірювальна рулетка – 10 м, вимірювальна лінійка – 400 мм, штангенциркуль 0-150 мм, розмічувальні кілки – 10 шт., лінійка проф. В.А. Желіговського для визначення коефіцієнтів зовнішнього тертя зерна.

Особливості конструкції сівалки. Сівалка «Кінзе» (США) призначена для прямого точного висіву просапних культур або пунктирного висіву сої, сорго, проса та інших культур з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Сівалка «Кінзе» на відміну від сівалки точного висіву СУПН-8 вітчизняного виробництва має наступні особливості конструкції:

1) для виконання прямого посіву при нульовій або мінімальній передпосівній обробці ґрунту сівалка має для висіву насіння дводискові сошники та розташовані перед ними гофровані односторонні розпушувачі. Одночасно з висівом насіння в кожний рядок вносяться мінеральні добрива, для чого сівалка має окремі дводискові сошники, розташовані перед дисковими розпушувачами;

2) в якості дозуючих пристроїв в сівалці «Кінзе» використовуються:

- для точного висіву просапних культур – механічні висівні апарати пальцевого типу з окремими насінневими бункерами;

- для пунктирного висіву – механічні висівні апарати щіточного типу;

- для внесення добрив – шнекові висівні апарати з окремими бункерами.

3) з метою регулювання і підтримки заданої глибини загорання насіння використовуються опорні котки з гумовими ободами;

4) для загорання і прикочування насіння використовуються прикочувальні котки;

5) привід насінневих і тукових висівних апаратів здійснюється від ходових коліс через контактні колеса і ланцюгові передачі.

Агротехнічні вимоги до точного висіву просапних культур:

- кількість насіння, висіяного із заданим інтервалом, повинно складати  $P \geq 80\%$ . Заданим інтервалом вважається розрахунковий інтервал  $\pm 20\%$ .  $M_3 = X_p \pm 20\%$ , де  $X_p = 25$  см – розрахунковий інтервал;

- коефіцієнт варіації середньоквадратичного відхилення інтервалу  $v \leq 30\%$ ;

- кількість висіву в одне гніздо по два і більше насіння (підсів)  $\alpha \leq 2\%$ ;
- кількість пропуску насіння в двох і більше інтервалах  $\beta \leq 2\%$ ;
- ушкодження насіння не повинне перевищувати 0,5%;
- відхилення від заданої глибини закладання насіння  $\pm 2$  см;
- ширина зон розсіювання у рядку не повинна перевищувати 2 см;
- відхилення норми висіву насіння до 5%;
- відхилення норми внесення добрив  $\pm 10\%$ .

Порядок виконання дослідів.

Перед проведенням дослідів на полі за допомогою розмічувальних кілків відмічаються ділянки розгону і виїзду агрегату (по 10 м кожна) і залікова ділянка (50 м). перед початком руху агрегату за допомогою змінних зірочок встановлюється і перевіряється частота обертання вала висівного апарату, яка відповідає заданому інтервалу між насінням в рядку – 25,1 см (згідно заводської інструкції). За допомогою КПП трактора встановлюється необхідна, рекомендована заводською інструкцією, швидкість агрегату (6-12,5 км/год.). Під час руху агрегату визначається час проходження залікової ділянки. Дійсна швидкість агрегату визначається розрахунковим способом, враховуючи довжину ділянки і час її проходження агрегатом. Після проходження агрегату на заліковій ділянці (на відстані 5 м) розкриваються всі засіяні рядки по ширині захвату сівалки (8 рядків) і за допомогою мірної лінійки визначається відстань між насінням в рядку. При цьому підраховується загальна кількість насіння в рядку, кількість насіння в заданому інтервалі ( $25,1 \pm 5$  см), згідно галузевого стандарту на випробування посівних машин, кількість випадків висіву по дві і більше насінин в одне гніздо (підсів) і кількість пропусків висіву насіння в двох і більше інтервалах. Замірюється глибина розташування насіння в рядку. Визначається кількість ушкодженого насіння. Визначається твердість ґрунту в рядку на глибині розташування насіння. Дані досліджень заносяться до журналу спостережень.

Результати лабораторно-польових досліджень.

Характеристика посівного матеріалу – кукурудза, гібрид; чистота насіння – 99,3%; загальний стан – добрий, без ушкоджень; форма насіння – довгаста; розмір насіння: довжина – 10,2 мм, ширина – 8,6 мм, товщина – 4,8 мм; маса 1000 зерен – 245,4 г; абсолютна вологість – 14,5%; коефіцієнт зовнішнього тертя зерна  $f_{СТ}=0,42$  [3].

Характеристика поля – загальна площа 80 га; передпосівна обробка – борона дискова важка БДТ-7; тип ґрунту – чорнозем південний важко суглинковий; абсолютна вологість ґрунту – 23,4%, що відповідає оптимальній вологості для чорноземів ( $W=17-30\%$ ) [3]; твердість ґрунту на глибині 0-10 см – 4,5 мПа, що відповідає категорії твердості ґрунту «щільний» [3]; об'ємна маса ґрунту – 1,31 г/см<sup>3</sup>, що відповідає «щільному» ґрунту [3]; структурно-агрегатний склад ґрунту – великі

грудки та брили розміром більше 50 мм склали 78,3%, що відповідає незадовільному стану передпосівного обробітку ґрунту [3].

Після проходження агрегату розкривались засіяні рядки і оцінювалась якість роботи сівалки. При цьому були отримані наступні результати.

Оцінка роботи сошничкової групи:

- структурно-агрегатний склад ґрунту в рядку на глибині 15 см – зернисто-дрідногрудкуватий – маса часток розміром 1-10 мм складала 90,2% від загальної маси зразка;

- твердість ґрунту в рядку на глибині 10 см – 0,25 мПа, що відповідає категорії ґрунту «крихкий» [3];

- об'ємна маса ґрунту в рядку на глибині 10 см – 1,1 г/см<sup>3</sup>, що відповідає «пухкій» будові ґрунту [3];

- глибина розташування насіння в рядку складала  $h_{CP}=8,5$  см, середнє квадратичне відхилення  $\delta=1,5$  см;

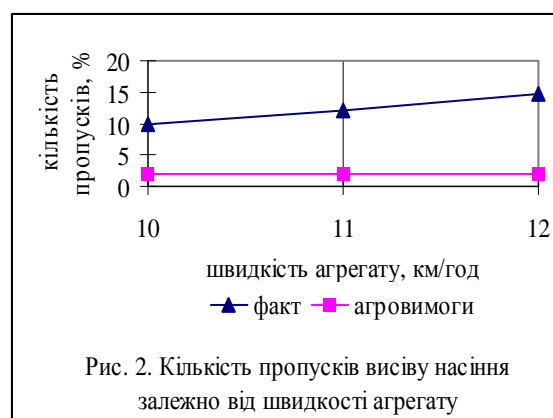
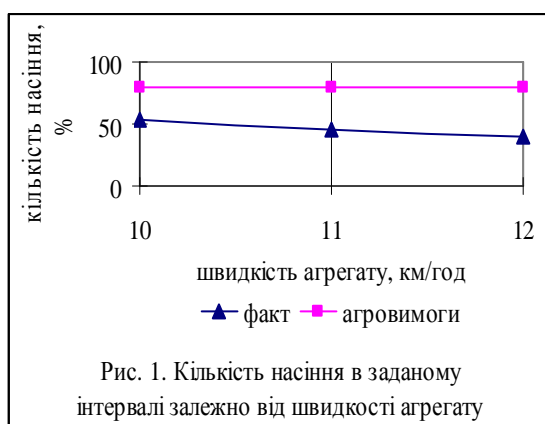
- мінеральні добрива розташовувались на 6-8 см збоку і на 1...2 см глибше рядка насіння.

Оцінюючи роботу сошничкової групи, можна зробити висновок, що два дводискові сошники для насіння і добрив, а також однодисковий розпушувач дозволяють виконувати прямий посів кукурудзи при нульовій або мінімальній передпосівній обробці ґрунту, перетворюючи непридатний для посіву кукурудзи стан ґрунту в оптимальний.

Оцінка роботи висівного апарату.

Вихідні дані: заданий інтервал між насінням в рядку  $M_3=25,1\pm 5$  см; частота обертання приводного валу висівного апарату –  $n=60$  хв<sup>-1</sup>; швидкість агрегату –  $V_A=6-12,5$  км/год. (для аналізу вибрані фіксовані швидкості:  $V_1=10$  км/год.,  $V_2=11$  км/год.,  $V_3=12$  км/год.).

На рисунках 1-3 наведено результати досліджень якісних показників роботи сівалки в залежності від швидкості агрегату.



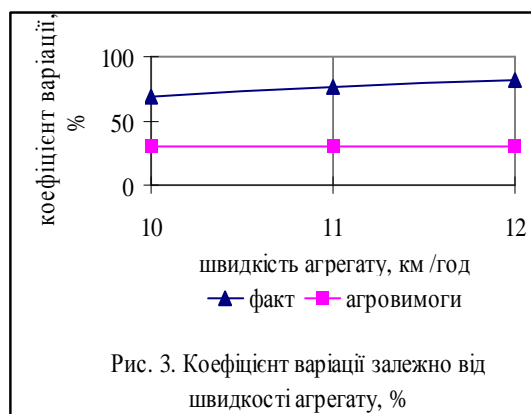


Рис. 3. Коефіцієнт варіації залежно від швидкості агрегату, %

*Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.* Аналізуючи результати лабораторно-польових досліджень якісних показників роботи сівалки «Кінзе», можна зробити наступні висновки:

1. Сівалка «Кінзе» (США) призначена для виконання прямого точного висіву просапних культур і має наступні переваги перед сівалкою СУПН-8:

- наявність сошникової групи, яка складається з двох дводискових сошників і однодискового розпушувача дозволяє в 2...3 рази скоротити кількість передпосівних обробок ґрунту. При цьому в рядку створюється зернисто-дрібногрудкувата структура ґрунту, яка є оптимальною для проростання насіння;

- якість роботи сівалки незначно знижується при збільшенні робочої швидкості до 12,5 км/год., тобто продуктивність сівалки «Кінзе» в 1,5...2 рази більше сівалки СУПН-8.

2. На основі аналізу зміни якісних показників роботи сівалки «Кінзе» в залежності від зміни швидкості з 10 до 12 км/год. (рис. 1-3) нами встановлені наступні недоліки:

- кількість насіння в заданому інтервалі зменшується від 53,9 до 40,2%, що не відповідає агровимогам ( $P \geq 80\%$ );

- кількість пропусків висіву насіння збільшується з 10 до 14,7%, що в 5 разів перевищує норми агровимог ( $\beta \leq 2\%$ );

- коефіцієнт варіації середньоквадратичного відхилення збільшується з 68,6 до 81,3%, що в 2...2,5 рази перевищує норми агровимог ( $v \leq 30\%$ ).

Вищеперераховані недоліки якісних показників роботи сівалки пов'язані з незадовільною роботою висівного апарату пальцевого типу, тому при модернізації сівалки в першу чергу необхідно провести дослідження, направлені на модернізацію висівного апарату.

Література.

1. *Зайка Т.М.* Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (Ч.1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту./ *Т.М. Зайка.* – Харків: Око, 2001. – 444 с.



2. *Войтюк Д.Г.* Сільськогосподарські машини. / *Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк.* – К.: Урожай, 1994. – 448 с.
3. *Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Цупенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; за ред. С.С. Яцуна.* – К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. *Ален Х.П.* Прямой посев и минимальная обработка почвы. / *Х.П. Ален.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 205 с.
5. *Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листонад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листонада.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР «КИНЗЕ»**

Повиляй В.М., Пархоменко А.П., Яцух О.В.

#### *Аннотация*

**В статье приведены результаты исследований качественных показателей работы сеялки точного высева пропашных культур «Кинзе». Подана оценка этих показателей в зависимости от скорости агрегата и частоты вращения приводного вала высевного аппарата.**

### **OF HIGH-QUALITY INDEXES OF SOWING EXACT SOWING OF THE CULTIVATED CULTURES OF «KINZE»**

V. Povilyau, A. Parkhomenko, O. Yatsukh

#### *Summary*

**There are pointed results of researches of high-quality indexes of work of сеялки of the exact sowing of the cultivated cultures of «Kinze» in the article. The estimation of these indexes is given depending on speed of aggregate and frequency of rotation of drive shaft of sowing vehicle.**

УДК 631.53.042

## ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИСІВУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Повіляй В.М., к.т.н.,

Пархоменко А.П., к.т.н.,

Яцух О.В., к.с.-г.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-12-84

**Анотація** - у статті розкрито конструктивні особливості вітчизняних та закордонних агрегатів прямого висіву просапних культур. Подано аналіз їхньої якості посіву насіння.

**Ключові слова** – точний висів, якість, сівалка.

*Постановка проблеми.* Основною проблемою ведення сучасного сільського господарства є підвищення продуктивності при одночасному скороченні витрат виробництва. У рослинництві ця проблема виявляється в необхідності значного підвищення врожайності, зокрема просапних культур, при одночасному значному (до 30...50%) скороченні витрат на проведення польових робіт та збереженості родючості ґрунту.

Традиційна обробка ґрунту з використанням плуга, призводить до надмірного спущення, що викликає не тільки руйнування структури ґрунту, але й приводить до загибелі бактерій і мікроорганізмів, що живуть в різних шарах ґрунту, сприяє розвитку ґрунтової ерозії і змиву родючого шару. Вирішити подібний комплекс проблем можливо тільки кардинально змінивши як саму технологію виконання польових робіт, так і, перш за все, техніку. Всі дослідники схиляються до одного висновку: необхідна мінімізація обробки ґрунту і можлива вона тільки за умови спущування ґрунту без обороту пласта, тобто безплужно.

*Аналіз останніх публікацій та досліджень.* Одним з прийомів по мінімізації дії машин і знарядь на ґрунт є «прямий посів». В більшості випадків, після збору урожаю, проводиться дрібне луцення стерні для поверхневого закладення соломи. Для основної обробки ґрунту, тобто для максимально глибокого спущування орного шару, застосовуються переважно знаряддя з не обертальними розпушувачами, які зберігають природну конфігурацію шарів ґрунту. Вони використовуються тільки після багаторічної відсутності оранки з поступовим зменшенням ро-

бочої глибини і часто у поєднанні з комбінованими посівними агрегатами. Машина для прямого посіву повинна якомога менше перемішувати ґрунт [1, 2, 3].

*Ціль статті:* пошук та аналіз патентів і науково-технічної інформації з метою створення нових робочих органів для сівалки прямого висіву.

*Основний матеріал.* Розрізняють сівалки прямого посіву з дисковими і зубовими сошниками. У сівалках прямого висіву з дисковими сошниками застосовуються від одного до трьох дисків на кожен висівний робочий орган. Диски бувають гладкі, зубчаті і хвилясті. Тоді як хвилясті диски відчутно перемішують і спускають ґрунт, гладкі диски майже не спускають ґрунт. Ґрунт під посівною борозенкою частково навіть ущільнюється. Для посушливих областей це є перевагою, оскільки мала дія на ґрунт не приводить до втрат вологи. У вологих умовах, навпаки, щільний ґрунт під посівною борозенкою скоріше є недоліком, оскільки вбирання води в посівній борозенці може зменшитися. В результаті після рясних опадів в посівній борозенці може спостерігатися нестача кисню, що дуже негативно впливає на ріст рослин.

Альтернативою дисковим сошникам є жорсткі зуби (машини із зубовими сошниками). Вибираючи правильну форму зубів можна направлено впливати на інтенсивність спуснення і перемішування ґрунту і форму борозни, створюючи умови, відповідні для даної місцевості. Зубові сошники перемішують і спускають ґрунт значно сильніше, ніж дискові сошники, що приводить до більших втрат вологи. Це – недолік для посушливих областей. У районах з хорошим зволоженням використання в сівалках прямого висіву зубових сошників дає кращі результати, ніж при використанні дискових сошників, оскільки в результаті інтенсивнішого перемішування і спускування поліпшується прогрівання, інфільтрація і провітрювання ґрунту [1].

Еволюція конструкції сівалок на сучасному етапі розвитку засобів механізації посіву визначається перш за все створенням нових і вдосконаленням окремих елементів відомих технологій посіву, а також зростанням одиничної продуктивності посівних агрегатів. Так, розробка і впровадження в сільськогосподарське виробництво ґрунтозахисної технології, що попереджує вітрову ерозію ґрунтів, послужили поштовхом до створення протиерозійних сівалок-культиваторів зі спеціальними робочими органами, що забезпечують посів по стерні з прикочуванням і утворенням гребенистої поверхні після їхнього проходу.

Значне різноманіття конструкцій сівалок, що виробляються світовим сільськогосподарським машинобудуванням, робить необхідним проведення аналізу роботи і систематизації основних робочих органів з метою подальшого використання позитивних елементів їх конструкції при створенні високопродуктивних і надійних посівних машин.

Найбільше розповсюдження за кордоном при обробітку зернових колосових і просапних культур отримала технологія рядового посіву з одночасним внесенням стартової дози міңдобрив роздільно від насіння.

Технологія No-till (нульова обробка) є способом обробітку сільськогосподарських рослин, що висіваються по існуючому рослинному покриву або стерні без попередньої обробки поля, коли весь об'єм обробки ґрунту зводиться до дії на нього лише робочих органів сівалки. Так званий «прямий посів» припускає широке використання гербіцидів для боротьби з бур'янами і придушення конкурентоспроможності існуючої рослинності при обробітку зернових, просапних і трав. Насіння висівної культури розміщується у вузькі борозни шириною 2,5...5 см, що утворюються дисковими ножами або долотоподібними наральниками, і укладаються сошниками на щільне ложе, накочуються і присипаються рихлим ґрунтом. Для No-till посіву кукурудзи, сої з міжряддями 51...102 см по стерні зернових колосових, на пасовищах застосовують обладнані долотоподібним наральником сівалки Till-Planter фірми Fleischer або спеціальні Slot-Planter тієї ж фірми. Прямий посів насіння зернових, злакових і бобових культур з міжряддями 20 см по стерньових фонах здійснюють за допомогою фрезерної сіялки – Row-Till моделі 1550. Використовують також сівалки з ножами чизельного або дискового типу. Сівалки з чизельним ножем добре працюють на ґрунтах різного механічного складу (окрім кам'янистих), легко регулюються по глибині закладення насіння, проте конструкція ножа сприяє накопиченню на ній рослинних залишків і утворенню повітряних кишень після закладення насіння. Дисковий хвилястий ніж, що використовується на сівалках 7000 фірми Deere and Co, більш універсальний, легко налаштовується на посів різних культур і різні умови посіву. Він добре прорізає дернину і рослинні залишки, задовільно працює у вологому ґрунті. Недоліком похилого дискового ножа є необхідність ретельнішого налаштування при встановленні глибини закладення насіння [2].

Проведене в штаті Небраска (типовому для кукурудзяного поясу США) вивчення використання сівалок точного висіву просапних культур показало, що при обробітку кукурудзи застосовується до 80% сівалок фірми Deere and Co Kinze, Shoup Mfg.Co, обладнаних висівними секціями Max-Emerge з пальчастими апаратами, і близько 18% сівалок з пневматичними висівними апаратами фірм IH (10%), Allis-Chalmers (4%), White (4%). Сівалки прямого посіву Buffalo з традиційним горизонтально-дисковим апаратом складають 2% [3].

Широке розповсюдження сівалок, обладнаних висівними секціями Max-Emerge, значною мірою обумовлене тим, що посівні машини цього типу дозволяють підвищити стабільність закладення насіння в

грунт по глибині, поліпшити рівномірність розміщення насіння в рядку і їх контакт з ґрунтом, а також забезпечити ефективніший контроль за ступенем поверхневого ущільнення. Конструкція сівалок сприяє підвищенню продуктивності праці на посіві за рахунок збільшення робочих швидкостей, ширини захоплення, місткості бункерів для насіння і скорочення витрат часу на техобслуговування і ремонт. Використання набору пристосувань робить сівалку універсальною і дозволяє проводити висів кукурудзи, сої, сорго, соняшнику і інших культур з одночасним внесенням гербіцидів, інсектицидів і мінеральних добрив.

Така чітко налагоджена технологія повинна дати можливість:

- економії часу (особливо важливо при нестійкій погоді в осінній період);

- економії робочої сили;

- економії палива;

- засіву оптимальних площ під культуру в існуючі терміни;

- економії грошових коштів;

- зведення до мінімуму втрат вологи в умовах, коли вміст її в поверхневому шарі ґрунту є критичним;

- збереження органічної речовини у верхньому 5-сантиметровому шарі ґрунту;

- зменшення ризику водної і вітрової ерозії;

- збереження основних переваг непорушеної структури верхнього шару ґрунту (хороша проникність завдяки наявності тріщин, ходів коріння, а також ходів дощових черв'яків, що забезпечує достатній ступінь дренажу).

*Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.* В результаті проведеного пошуку з метою створення нових робочих органів для сівалки прямого висіву за матеріалами науково-технічної і патентної інформації був встановлений круг провідних країн в даній області техніки. Відібрані предмети пошуку, які є найближчими аналогами ОГД, охоплюються наступними рубриками МКИ 5-ою і МПК 5-ої і 7-ої редакцій: А 01 В 71/08, А 01 В 15/16, А 01 В 23/06, А 01 С 5/06, А 01 С 7/20, А 01 В 49/04, А 01 В 61/00, А 01 С 7/00.

На основі аналізу конструкцій вітчизняних просапних сівалок встановлено, що теперішня якість посіву в значному ступені залежить від якості передпосівної обробки ґрунту, що забезпечується виконанням трьох-чотирьох технологічних операцій обробки ґрунту.

З аналізу патентів і науково-технічної інформації виходить, що всі зміни як в сівалках, так і в її основних вузлах (висівні апарати, сошники), направлені на поліпшення якісних показників роботи сівалки в цілому. Не дивлячись на удосконалення сівалок і її основних вузлів провідних країн світу (США, Франції, Великобританії, Німеччини),

при збільшенні поступальної швидкості агрегату з 5 до 7 км/год. точність висіву насіння істотно погіршується [4, 5].

З аналізу так само виходить, що в США, Австрії і інших країнах при висіві просапних культур застосовуються до 80% сівалок фірми Deere and Co «Kinze», обладнаних висівними секціями Max-Emerge, що виконують посів на поступальній швидкості агрегату до 10 км/ч. Тому за аналог прийнята сівалка фірми Deere and Co «Kinze» з пальчастими апаратами Max-Emerge з подальшим його удосконаленням.

Література.

1. Офіційна сторінка ВАТ «Іжевський мотозавод «Аксіон-холдинг»» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.axionet.ru>;
2. Buffalo All-Flex till Planter, 1980;
3. Dickey E., Rider A. Eastern Nebraska row crop tillage system, 1979;
4. Ален Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. / Х.П. Ален. – М.: Агропромиздат, 1985. – 205 с.;
5. Повіляй В.М. Науково-технічний звіт з проведення досліджень якісних показників сівалки точного висіву просапних культур. / В.М. Повіляй, А.П. Пархоменко, В.А. Пархоменко. //ТДАТА, Мелітополь, 2006.

## **ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИИ ВЫСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР**

Повіляй В.М, Пархоменко А.П, Яцух О.В.

### *Аннотация*

**В статье раскрыты конструктивные особенности отечественных и зарубежных агрегатов прямого высева пропашных культур. Подан анализ их качеств посева семян.**

## **GROUND OF METHOD AND TECHNOLOGY OF SOWING CULTIVATED CULTURES**

V. Povilyau, A. Parkhomenko, O. Yatsukh

### *Summary*

**The structural features of domestic and oversea aggregates of the direct sowing of the cultivated cultures are exposed in the article. The analysis of their quality of sowing of seed is given.**

УДК 631.358:633.521

## МОЛОТАРКА ДЛЯ ОБМОЛОТУ СНОПІВ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ В СЕЛЕКЦІЇ

Макаєв В.І., к.т.н.,

Василюк В.І.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Тел. (046) 312-52-70

**Анотація** – викладені результати по розробці молотарки для обмолоту селекційного снопів льону-довгунця

**Ключові слова** - льон-довгунець, макетний зразок, молотарка, тертковий апарат

*Проблема.* У селекційному процесі створення нових сортів льону-довгунця та сортовипробуванні стебла разом з коробочками на невеликих дослідних ділянках вибираються льонобралкою, зв'язують у снопи а потім обмолочують. Одним із трудомістких процесів у вирощуванні селекційних номерів льону-довгунця є його обмолот, а саме відокремлення насінневих коробочок від стебел, сформованих у снопи, та виділення з них насіння.

Сноповая молотарка для обмолочування селекційних зразків льону повинна забезпечувати якісне обмолочування снопів та швидке очищення робочих органів машини від насіння, унеможливаючи при цьому потрапляння насіння попередніх зразків у зразки, які обмолочуються.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* У 60-80 роках, коли застосовувалась сноповая технологія збирання льону-довгунця, льономолотарки МЛС-2,5 та МЛ-2,8П знаходили широке застосування у льононосних господарствах. Тому деякі конструктивні особливості та принцип їх роботи були використанні під час розробки селекційної снопової молотарки.

Обмолот льону – це руйнування насінневих коробочок для виділення з них насіння. Коробочки руйнуються безпосередньо на стеблах або відриваються від стебел, перетираються, а потім з них виділяється насіння. Обмолоту підлягають лише снопи, які пройшли польове сушіння, вологість їх не повинна перевищувати 18% [1].

Для обмолочування снопів льону використовуються в основному двовальцеві молотарки на яких за один пропуск снопів відокремити

насіннєві коробочки від стебел не вдається [1-4]. Чистота обмолоту залежить від вологості стебел та насіннєвих коробочок, чим сухіший льон тим менше його потрібно пропускати між плющильними вальцями. Задовільний результат обмолоту можна отримати лише при багаторазовому пропуску снопів через вальцеві апарати, тому продуктивність даного типу молотильного апарату дуже низька табл.1.

Таблиця 1. Число пропусків снопа і чистота обмолоту в вальцьовому плющильному апараті у залежності від вологості льону

Показники	Вологість снопів %								
	12,0	13,0	15,0	16,0		18,0			
Число пропусків	10	12	14	14	18	22	14	18	22
Чистота обмолоту, %	98,3	97,7	98,3	94,0	96,2	99,1	90,9	93,8	96,4

До переваг вальцьового молотильного апарату слід віднести незначний відхід стебел (від 0,3 до 1,0%) у плутанину.

Виходячи з представленого вище літературного огляду, основними робочими органами снопової селекційної молотарки вибираємо: затискний транспортер, обчісувальний та тертковий апарати.

*Результати досліджень.* Для обмолоту селекційних снопів льону-довгунця в Інституті луб'яних культур УААН розроблений та виготовлений макетний зразок навісної селекційної молотарки рис. 1. Молотарка складається з таких основних вузлів: рами, затискного транспортера, обчісувального апарату, та терткового апарату трьохвальцевого типу.

Затискний транспортер застосовуємо стрічково-роликовий, який застосовується у всіх видах снопових молотарок. Він складається з двох ведучих пасів, між якими затискаються снопи. Натискні ролики розподіляються за довжиною струмка у шаховому порядку.

Обчісувальний апарат складається з двох обчісувальних барабанів із зубцями розташованих один під одним на одній вертикальній осі, що обертаються з частотою  $295 \text{ хв}^{-1}$ . Для самоочищення зубців від плутанини, кут між дотичними до кінців зубців при виході із зони очісу повинен бути не менше  $50^\circ$ .

Для перетирання насіннєвих коробочок традиційно використовується двохвальцевий тертковий апарат. Терткові вальці мають однаковий діаметр. Відстань між вальцями регулюється аналогічно, як у терткових вальців льонопідбирача-молотарки ПМЛ-1, шляхом переміщення осі притискного вальця.

Діаметр вальців визначається розмірами коробочок льону і величиною сили тертя коробочки по робочій поверхні вальця. Для про-



ходження коробочок між вальцями урівноважуюча сила тертя повинна бути більша за урівноважуючу силу реакції:

$$2Pf \cos \alpha > 2P \sin \alpha,$$

або  $\alpha > \psi$ , тобто кут захвату  $\alpha$  повинен бути менше від кута тертя продукту по робочій поверхні. За заданою величиною коробочки льону кут захвату  $\alpha$  залежить тільки від радіуса вальця.



Рис.1. Селекційна молотарка льону-довгунця

Робочий процес льономолотарки наступний; снопи селекційних номерів льону-довгунця подаються в затискний транспортер, насінневою частиною до обчісувального апарату де вони затискаються між двома транспортуючими пасами, які утримують їх, проводячи через обчісувальний апарат із швидкістю 0,24 м/с. У результаті прочісування стебел у снопах відокремлюються насінневі коробочки і потрапляють на тертковий апарат.

Тертковий апарат рис. 2 розроблений науковцями Інституту луб'яних культур УААН та Ніжинського агротехнічного інституту НУБіП України представляє собою три вальці з гумовим покриттям один з них діаметром 226 мм встановлений жорстко, а два інших діаметром 150 мм підпружинені та встановлені під кутом  $30^{\circ}$  по відношенню до горизонтальної осі вальця діаметром 226 мм. Колова швидкість вальця з діаметром 226 мм становить 4,3 м/с, а двох вальців діаметром 150 мм відповідно - 2,3 м/с. Робочий зазор між вальцями, де перетираються коробочки 1-2 мм.

У період виробничих випробувань селекційної молотарки для встановлення агротехнічних та експлуатаційних показників її роботи на основі хронометражних спостереження та лабораторно-польових

дослідження її роботи. У результаті яких встановлені наступні агротехнічні та експлуатаційні показники:

- експлуатується з тракторами класу тяги, т. – 0,9
- по типу з'єднання з трактором, – навісна
- продуктивність, снопів за хвилину – 9
- недообчисування насінневих коробочок, % – 4,5
- чистота перетирання коробочок тертковим апаратом, % – 100
- насіння з коробочок які винесені стеблами з камери обчисування, % – 1,3
- кількість обслуговуючого персоналу, чол. – 4 чол.
- габаритні розміри, висота-довжина-ширина, мм – 2103-1800-1570
- вага машини, кг – 750



Рис. 2. Тривальцьовий тертковий апарат селекційної молотарки

*Висновок.* Макетний зразок селекційної снопової молотарки задовільно виконує технологічний процес при прийнятних агротехнічних показниках. Тертковий апарат тривальцевого типу із заданими параметрами та режимом роботи забезпечує високоякісне перетирання насінневих коробочок.

#### Література

1. *Азовцев Н.Г.* Машини для возделывания и уборки льна / *Н.Г. Азовцев.* - 3-е изд., – М.: Высшая школа., – 1984. – 176 с.
2. Комплексная механизация льноводства / *И.Н. Болотов [и др.].* – М.: Сельхозиздат, 1962 – 356 с.
3. *Ляшенко С.Н.* Механізація виробництва льону та конопель/ *С.Н. Ляшенко.* – К., Урожай, – 1968. – 147с.
4. Справочник конструктора с.- х. машин. / под ред. *М.И. Клеукина,* Т.3. – М.: Машиностроение, 1968. – 743 с.

## **МОЛОТИЛКА ДЛЯ ОБМОЛОТА СНОПОВ ЛЬНА ДОЛГУНЦА В СЕЛЕКЦИИ**

Макаев В.И., Василюк В.И.

### *Аннотация*

**Изложенные результаты по разработке молотилки для об-  
молота селекционного снопов долгунца льна**

## **THRESHING MACHINE FOR THRESHING OF SHEAVES OF FLAX OF LONG-STALK FLAX IN A SELECTION**

V. Makaev, V. Vasilyak

### *Summary*

**Expounded results on development of threshing machine for  
threshing of plant-breeding sheaves of long-stalk flax of flax**

УДК 631.

## **ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІСНУВАННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ З МАЛИМИ РОЗМІРАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ**

Мовчан В.Ф., к.т.н.,

Мітков Б.В., к.т.н.,

Мітін В.М., к.т.н.,

Болтянський В.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Тел. (0619) 42-12-65*

**Анотація – у стаття наведено розподіл сільськогосподарських  
підприємств Запорізької області по розмірам та спеціалізацією.**

**Ключові слова – ефективність, використання, розмір, на-  
прямок.**

*Постановка проблеми.* Реформоване с.г. виробництво України за-  
знало великих змін і не тільки позитивних. За останні роки зменшилась кі-  
лькість с.г. техніки. Парк машин налічує велику кількість застарілої техні-

ки. Зменшився наробіток на умовний трактор і на один комбайн. Порушений паритет цін на с.-г. машини, ПММ, мінеральні добрива, засоби хімічного захисту, запасні частини і с.-г. продукцію (не на користь останньої).

Важкий фінансовий стан більшості с.-г. підприємств не дає можливості придбання нової техніки, (як вітчизняного, так і закордонного виробника), а це означає, що техніка використовується не ефективно (не високопродуктивно, не економічно). А це - прямий шлях до підвищення вартості одиниці виробленої продукції, до зубожіння господарств. Особливо це стосується фермерських господарств з малими с.-г. угіддями площею від 50 до 100 га.

*Основна частина.* Розподіл с.-г. підприємств за розмірами с.-г. угідь у 2008 р. у Запорізькій області наведений у таблиці 1.

Таблиця 1. Розподіл с.-г. підприємств за розміром с.-г. угідь у 2008 р. в Запорізькій області

Підприємства, що мали с.-г. угіддя площею, га	Кількість підприємств	Площа с.-г. угідь, тис. га	Відсоток до загальної кількості	Відсоток до загальної площі с.-г. угідь підприємств
До 50	1325	39,1	43,8	2,8
51...100	357	25,2	11,8	1,8
101...500	538	128,8	17,8	9,1
501...1000	168	122,9	5,5	8,7
1001...1500	85	107,1	2,8	7,6
1501...2000	62	105,8	2,1	7,5
2001...2500	44	99	1,5	7,0
2501...3000	42	113,9	1,4	8,0
3001...4000	56	146,4	1,9	13,9
4001...5000	32	145,4	1,0	10,3
5001...8000	36	221,3	1,2	15,6
8001...10000	4	36,2	0,1	2,5
Більше 10000	6	73,5	0,2	5,2
Всього	2753	1414,6	91,1	100%
Підприємства що не мали с.-г. угідь	269	-	8,9	
Інші	3022		100	

Фермерські господарства з малою площею с.-г. угідь до 100 га, а таких в Запорізькій обл. 55,5% (див. данні табл. 1), знаходяться з різних причин в дуже не вигідному положенні. Для того, щоб якось вижити, вони ідуть на порушення системи землеробства, вирощують

монокультуру по декілька років (3-4) на одній і тій же площі, задіяна техніка як правило, малопродуктивна.

У країнах із ринковою економією організаційну основу с.-г. виробництва становлять сімейні ферми. В європейських країнах доведена перевага великих господарств перед дрібними. Цей важливий висновок слід враховувати при використанні техніки в с.-г. України.

Порівняння витрат на виконання механізованих робіт малими фермерськими господарствами і колективними господарствами за однакових умов майже завжди на користь останніх завдяки збільшенню річного завантаження машин.

За оцінками дослідників сільськогосподарського товариства Німеччини мінімально допустиме річне завантаження енергонасичених тракторів становить 500 год., оптимальне – 600...700 год.. Спеціалісти відзначають, що найоптимальніші показники мають ферми з угіддями 350...400 га., але і їх показники дещо нижчі від колективних господарств площею 2500...3000 га.

Господарства з малою площею с.-г. угідь повинні бути взяті під опіку держави, яка полягає в дотаціях, кредитах, державних замовленнях, пільгах на ПММ, податкові пільги і таке інше.

Фермерські господарства, спеціалізацією яких є вирощування зернових культур по Запорізькій області у середньому займають до 40% площі під цю культуру. На порядок денний ставиться питання визначення у кожному конкретному випадку оптимального складу і структури машинно-тракторного парку в залежності від обсягів робіт і строків їх виконання.

Відхилення у виконанні робіт від оптимальних термінів значною мірою впливає на урожайність. В свій час був введений коефіцієнт врахування втрат при виконанні різних механізованих робіт не в оптимальні терміни.

Велика робота в цьому плані була виконана обчислювальним центром Держплану України. Значення коефіцієнта врахування втрат урожаю (в залежності від культури) є визначальним для установаження строків проведення робіт [1].

Особливо це стосується посіву та збирання врожаю зернових культур. Якщо, наприклад, посів озимої пшениці виконати з відхиленням всього на один день від оптимального, то втрати урожаю з 100 га посіву в кращому випадку складуть 1700...2500 грн. [1]. Втрати, пов'язані зі значним затягуванням термінів виконання робіт, настільки значущі, що часто перевищують витрати, пов'язані з експлуатацією машинно-тракторного парку. У фермерських господарствах (малих за площею) цей феномен найбільш присутній із-за відсутності повного

комплекту техніки, і незадовільного її технічного стану, а також із-за низької кваліфікації механізаторів обслуговуючого персоналу.

В основу розробки плану визначення складу і структури МТП фермерського господарства необхідно закласти наступні основні принципи:

- план розвитку господарства;
- повний набір с.-г. техніки для виконання комплексу робіт (з урахуванням спеціалізації господарства),
- виконання робіт у встановлені агротехнічні терміни,
- науково – обґрунтовані технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур,
- роботи, пов'язані з будівництвом, або роботи у тваринництві,
- підвищення продуктивності праці механізаторів і зменшення витрат на виробництво продукції сільськогосподарського призначення,
- план підвищення родючості ґрунту,
- систему спеціальної нормативно – довідкової інформації (створення спеціальних баз даних).

В Україні ринок техніки формують як вітчизняні заводи-виробники, так і закордонні та їхні представники. Задля забезпечення с.-г. підприємств технікою вітчизняного виробництва кабінет міністрів України у 1992 році затвердив національну програму виробництва машин та обладнання для сільського господарства. Ця програма містить 3594 одиниць найменування с.-г. техніки. До виконання цих завдань залучено 700 підприємств і конструкторських організацій. За всі ці роки розроблено та освоєно виробництво 340 найменувань нової техніки, але темпи створення і виробництва нової техніки значно відстають від накреслених програмою.

Мінімальний набір вітчизняної с.-г. техніки для малих фермерських господарств може складатись із: колісного трактору класу 1,4, плуга, культиватора, луцильника, сівалки(зернової, просапної), комплекту зубових борін, тракторного причепа, оприскувача, розкидача добрив, косарки. Вартість такого МТП (комплекту машин) – близько 160000...200000 грн., що еквівалентно приблизно 200 т пшениці 3-го класу. Слід відмітити те, що це парк, який не має в своєму складі зернозбирального комбайна, вартість якого ... тис. грн. Мати в складі МТП комбайн економічно недоцільно, вигідніше його брати в оренду у колективних господарствах, чи машинно-тракторних станціях (якщо такі є) з віддачею за послуги 15 – 20 % зібраного врожаю.

Для оптимізації складу і структури МТП користуються відомими (існуючими) методами розрахунку. Це може бути ручний метод розрахунку, чи математичний з використанням електронно-обчислюваної техніки. І

той і другий метод визначення складу МТП вимагає наявності цілого комплекту достовірної вхідної інформації, особливо це відноситься до математичного методу розрахунку складу і структури МТП. Всі необхідні данні повинні бути взятими у конкретному господарстві. Вхідна інформація повинна бути як мінімум за 3 – 4 останні роки виробничої діяльності господарства та включати показники на перспективу (планові показники). При цьому слід звернути увагу на забезпеченість господарства кадрами механізаторів і яка в цьому плані перспектива.

За основу при проектуванні технології приймаються технологічні карти (наявні або перспективні), обов'язково враховується передовий досвід, досягнення науки і техніки в цій галузі.

А тепер щодо вирішення поставлених задач. Фермер сьогодні поставлений в такі умови, де самостійно вирішити задачі не в змозі. А як йому бути в цьому випадку? Не в змозі і держава надати суттєву допомогу, тому що і сама опинилась у скрутному становищі. Держава не в змозі виступити гарантом для виділення банками кредитів з низькою процентною ставкою для придбання техніки, не в змозі організувати продажу с.-г. техніки на умовах лізингу.

Якщо техніка буде придбана на лізинговій формі з виплатою її вартості протягом 5-ти років, то господарству щорічно прийдеться віддавати за погашення боргу 35000...45000 грн., чи 35...45 т. пшениці вартістю 1000 грн.

А тепер до цих витрат додаємо витрати на паливно-мастильні матеріали (40% в структурі собівартості), посівний матеріал, витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування і зберігання техніки, автотранспортні витрати, то орієнтовно загальні витрати при вирощуванні зерна на площі 50 га за рік складають ... грн. При середній врожайності 27 ц/га фермер отримає прибуток в розмірі 20000...30000 грн., що не є достатньою умовою для розширеного виробництва, а це значить, що підприємство не є рентабельним. Де шукати вихід? На наш погляд він у створенні машинно-технологічних станцій (сервісних центрів) які б надавали необхідну допомогу у:

- виконанні складних механізованих процесів (операцій), оранка, посів, збирання, внесення добрив;
- ремонті і ТО техніки;
- навчанні та консультаційній допомозі в засвоєнні нових технологій, техніки, засобів хімізації.

Зарубіжний досвід свідчить про доцільність запровадження різноманітних форм організації використання техніки. Наприклад, у таких країнах, як Німеччина, Франція, Великобританія, Канада, від 20 до 70% фермерських господарств охоплено різними формами кооперування для придбання і спі-

льного використання та обслуговування техніки. Головна мета об'єднання – поліпшення використання машин.

У країнах Західної Європи є велика кількість самостійних підприємств, що надають механізовані послуги. В умовах значного подорожчання с.-г. техніки у багатьох розвинених країнах широко використовують такі форми застосування техніки, як прокат і оренда, чи через постачально-збутові кооперативи.

*Висновки.* Послуги таких центрів повинні надаватися на взаємовигідних умовах і тільки при таких умовах є перспектива функціонування фермерських господарств з малою площею с.-г. угідь.

За сучасних умов, коли гостро відчувається нестача техніки, на увагу заслуговують усі позитивні форми її ефективного використання.

Дуже важливо при створенні сервісних центрів (МТС) визначити оптимальні радіуси холостого пробігу техніки, щоб мінімізувати витрати, пов'язані з доставкою техніки до місця роботи.

Концентрація техніки в одному підрозділі чітко її обслуговування та ремонт сприяють збільшенню річного її завантаженню, зменшенню простоїв, збільшенню виробітку, поліпшенню якості робіт.

Основними перевагами створення МТС є:

- поповнення та оновлення МТП галузі;
- підвищення рівня використання техніки;
- скорочення витрат с.-г. продукції на 15..20%;
- зменшення потреби в техніці.

Наші розрахунки показали, що ефективність використання МТП в фермерських господарствах малих розмірів (до 100 га) складає 38...45%, а це призводить до невиправданих витрат та підвищення собівартості на 15...18% в порівнянні з господарствами, розміри с.-г. угідь яких складають 2500...3000 га.

Завданням на перспективу є визначення розмірів господарств у яких собівартість - мінімальна, а рентабельність – максимальна. Завдання є дуже важливим, рішення якого дозволить збільшити скарбницю господарства, а в цілому і держави, підвищити добробут трудівників с.-г. виробництва.

Література.

1. *Баишкатов Б.И.* Статистика сельского хозяйства. / *Б.И. Баишкатов.* – М.: ЭКСМОС, 2001. - 320 с.
2. *Бильский В.Г.* Эффективное использование МТП. / *В.Г. Бильский.* – К.: Знання, 1983. - 156 с.



## **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С МАЛЫМИ РАЗМЕРАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Мовчан В.Ф., Митков Б.В., Митин В.М., Болтянский В.М.

### *Аннотация*

**В статье приведено деление сельскохозяйственных предприятий Запорожской области по размерам и специализацией**

## **TO QUESTION OF EFFECTIVE EXISTENCE OF FARMERS ECONOMIES WITH SMALL SIZES OF AGRICULTURAL LANDS**

V. Movchan, B. Mitkov, V. Mitin, V. Boltyansky

### *Summary*

**In the article the division of agricultural enterprises of the Zaporozhia region is resulted on sizes and specialization**

УДК 629.017

## **ОЦЕНКА УПРАВЛЯЕМОСТИ МОБИЛЬНЫХ МАШИН МЕТОДОМ ПАРЦИАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ.**

Лебедев А.Т., д.т.н.,  
Артемов Н.П., к.т.н.,  
Кот А.В., инженер

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенка,*

Подригало М.А., д.т.н.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет.*  
Тел. (057) 700-38-65

**Аннотация** - рассмотрены вопросы, раскрывающие возможность описания переходных процессов с помощью метода парциальных ускорений при изменении управляющих воздействий на мобильную машину.

**Ключевые слова** - управляемость, переходной процесс, парциальное ускорение, передаточная функция

*Введение.* Управляемость любого объекта характеризуют его способность адекватно реагировать на управляющие воздействия. Управляющее воздействие вызывает переходной процесс из одного состояния равновесия объекта управления в другое. Для механических систем, к которым относятся мобильные машины, переходной процесс сопровождается изменением скоростного режима движения. Возникающие при этом ускорения характеризуют не только управляемость системы, но и изменение его технического состояния, обусловленное нестабильностью параметров.

В настоящей статье с использованием метода парциальных ускорений определена зависимость между состоянием объекта управления и его управляемостью.

*Анализ последних публикаций и достижений.* Управляемость – это свойство объекта, характеризующее его способность адекватно реагировать на управляющее воздействие. Управление – это осуществление таких специальных воздействий на техническую систему, которые бы обеспечивали желательный процесс [1]. Другими словами, управление – это процесс организации воздействий, соответствующих алгоритму управления [1].

Устойчивость является одной из основных проблем теории управления техническими системами. Устойчивость является одним из составляющих свойств более общего (сложного) свойства – управляемости. Устойчивость характеризует способность объекта (механической системы) сохранять равновесие либо почти отклоняться то заданного закона движения при действии возмущений [2].

Если в технической системе отсутствует связь по регулируемой величине или связь по возмущению то для обеспечения её устойчивости при действии возмущений и используя только управляющее воздействие. В этом случае свойство управляемости является частью более общего свойства – устойчивости, т.е. свойством, обеспечивающим устойчивость объекта управления.

Реакция механической системы на управляющее воздействие может характеризовать не только степень совершенства, но также и техническое состояние объекта, его функциональную стабильность, обусловленную изменением технического состояния. Ухудшение технического состояния мобильных (колесных и гусеничных) машин приводит к ухудшению показателей управляемости.

Нами ранее [3] предложено использовать в качестве критерия, характеризующего управляемость, линейное или угловое ускорение автомобиля. Этот критерий возможно использовать и для оценки управляемости любой другой мобильной машины на переходных режимах движения. Выбор указанного критерия обусловлен следующими соображениями:

– ускорение характеризует начало переходного процесса от одного скоростного режима движения мобильной машины к другому;

– ускорение возникает в результате появления силового управляющего фактора (силы или момента).

Между ускорением и силовым фактором, вызывающим его появление, существует линейная связь (определяется аксиомой динамики). Однако связь между ускорением и управляющим воздействием нелинейная, поскольку в системе действуют различные силы сопротивления (сухого и вязкого трения, упругости и т.д.). Линейная связь между входными и выходными параметрами объекта управляемости является наилучшей позицией управляемости. Для её получения необходимо обеспечить соответствующий технический уровень объекта и стабильность параметров системы.

Связь между входными и выходными параметрами объекта управления характеризуется передаточной функцией, проявление нелинейности которой со временем является свидетельством ухудшения технического состояния системы, его функциональной нестабильности.

*Цель и постановка задач исследования.* Целью исследования является разработка метода диагностирования технического состояния мобильных машин по показателям их управляемости.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить передаточную функцию мобильной машины в неустановившемся режиме движения;
- провести анализ передаточной функции и оценить влияние технического состояния на управляемость мобильной машины.

*Определение передаточной функции.* В общем случае для механической системы, у которой в процессе работы изменяются не только скорость, но и масса, уравнение, характеризующее процесс управления имеет вид:

$$\frac{d(mv)}{dt} = P_{\text{оїв}} - \Sigma P_c, \quad (1)$$

где  $m$  – масса машины (объекта управление);

$v$  – скорость движения машины;

$t$  – время;

$P_{\text{оїв}}$  – управляющее воздействие;

$\Sigma P_n$  – сумма всех сил сопротивления выходу объекта из состояния равновесия.

Следует отметить, что переход мобильной машины из одного режима движения в другой осуществляется за счет движителя. Поэтому в уравнении (1) силы  $P_{\text{оїв}}$  и  $\Sigma P_n$  условно приведены к колесам или гусеницам мобильных машин. При этом принимаем, что сила  $P_{\text{оїв}}$  приведена к движителю без потерь, а все потери в трансмиссии приведены к силе  $\Sigma P_n$ .

Выражение (1) преобразуем к виду

$$m \frac{dv}{dt} + V \frac{dm}{dt} = P_{\dot{\sigma}_{i\delta}} - \Sigma P_c. \quad (2)$$

Откуда определим

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}{m} - \frac{\Sigma P_c}{m} - \frac{V}{m} \cdot \frac{dm}{dt}. \quad (3)$$

Используя метод парциальных ускорений [4], запишем уравнение (3) в виде:

$$\frac{dv}{dt} = V_{\dot{\sigma}_{i\delta}} + V_c - \frac{V}{m} \cdot \frac{dm}{dt}, \quad (4)$$

где  $V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}$  – парциальное управляющее ускорение

$$V_{\dot{\sigma}_{i\delta}} = \frac{P_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}{m}; \quad (5)$$

$$V_c = -\frac{\Sigma P_c}{m}. \quad (6)$$

Передаточная функция управления:

$$W_{i\delta} = \frac{\frac{dv}{dt}}{V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}} = 1 + \frac{V_c}{V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}} - \frac{V}{m} \cdot \frac{\frac{dm}{dt}}{V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}. \quad (7)$$

В работе [5] нами для оценки управляемости автомобиля на переходных режимах (неустановившихся) режимах поворота введено понятие коэффициента управляемости  $K_{\dot{\sigma}_{i\delta}}$ , равного отношению поворачивающего момента к моменту сопротивления повороту автомобиля. В таком случае коэффициент управляемости может быть определен так:

$$K_{\dot{\sigma}_{i\delta}} = \frac{D_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}{\Sigma D_n} = \frac{m}{\Sigma P_c} = -\frac{V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}{V_c}. \quad (8)$$

Выражение (7) с учетом (8) будет иметь вид:

$$W_{i\delta} = 1 - \frac{1}{K_{\dot{\sigma}_{i\delta}}} - \frac{V}{m} \cdot \frac{\frac{dm}{dt}}{V_{\dot{\sigma}_{i\delta}}}. \quad (9)$$

*Анализ передаточной функции.* Мобильная машина с идеальной управляемостью должна иметь передаточную функцию управления, равную единице. Получить  $W_{i\delta} = 1$  невозможно, поскольку нельзя получить  $K_{\dot{\sigma}_{i\delta}} = \infty$  и  $\Sigma P_c = 0$ . Однако приближение  $W_{пер}$  к единице возможно за счет повышения технического уровня и функциональной стабильности мобильных машин и их систем управления.

Выражение (9) с учетом (5) можно записать в следующем виде:

$$W_{i\delta} = 1 - \frac{1}{K_{\dot{\sigma}_{i\delta}}} - \frac{V}{P_{\dot{\sigma}_{i\delta}}} \cdot \frac{dm}{dt} \quad (10)$$

Движение мобильной машины переменной массы  $\left(\frac{dm}{dt} \neq 0\right)$  возможно в случае синхронной работы, например, тракторного поезда и уборочного комбайна при погрузке сельскохозяйственной продукции  $\left(\frac{dm}{dt} > 0\right)$ . При разбрасывании удобрений или поливке улиц  $\left(\frac{dm}{dt} < 0\right)$ . В этом, для получения высокой управляемости при  $\frac{dm}{dt} > 0$  нужно стремиться к увеличению  $P_{\text{оїв}}$ . С увеличением скорости движения машины при  $\frac{dm}{dt} > 0$  также нужно  $P_{\text{оїв}}$ . При увеличении массы  $m$  и ухудшении её технического состояния происходит уменьшение  $K_{\text{оїв}}$  за счет роста  $\Sigma P_c$ . (см. зависимость 8)

Провести диагностику технического состояния мобильной машины можно с помощью бортового измерительного комплекса, включающего в себя датчики ускорений. При тестовых испытаниях необходимо обеспечить  $\left(\frac{dm}{dt} = 0\right)$ . В этом случае уравнения (4), для варианта быстрого прекращения действия управляющего воздействия  $P_{\text{оїв}}$  примет вид:

$$\frac{dv}{dt} = V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{іадо}}} = -\frac{\Sigma P_c}{m} \quad (11)$$

Определив с помощью датчиков ускорений величину  $V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{іадо}}}$ , на следующем этапе можно вычислить суммарную силу сопротивления управляющему  $\Sigma P_c$ , характеризующую техническое состояние машины.

$$\Sigma P_c = -m V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{іадо}}} \quad (12)$$

Изменение  $\Sigma P_c$  по времени можно регистрировать с помощью бортового компьютера. Динамика изменения  $\Sigma P_c$  характеризует изменение технического состояния и функциональную стабильность мобильной машины, прогнозировать параметрические и функциональные отказы.

Определив при тяговых испытаниях  $V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{іадо}}}$  и вводя его значение в память компьютера, можно в дальнейшем оценивать  $K_{\text{оїв}}$  и  $W_{\text{іадо}}$ , измеряя

$\frac{dv}{dt}$  в процессе движения. При  $\frac{dm}{dt} = 0$  можно использовать зависимости

$$K_{\text{оїв}} = 1 - \frac{\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{ої}}}{\left(V_{\text{н}} \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{іадо}}}\right)_{\text{ої}}}, \quad (13)$$

где  $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{нoи}}$ ;  $\left(\dot{V}_c\right)_{\text{нoи}}$  – определенные при испытаниях общее ускорение и парциальное ускорение суммарной силы сопротивления;

$$W_{\text{iao}} = 1 - \frac{1}{1 - \frac{\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{нoи}}}{\left(\dot{V}_n\right)_{\text{нoи}}}} \quad (14)$$

Значение параметров  $K_{\text{oiо}}$  и  $W_{\text{iao}}$ , вычисленные при различной нагрузке объекта также могут накапливаться в памяти бортового компьютера и использоваться при оценке функциональной стабильности мобильной машины.

#### Выводы.

1. Предложенные критерии оценки управляемости мобильных машин на неустановившихся (переходных) режимах движения могут быть использованы для оценки технического состояния и функциональной стабильности этих машин.

2. С использованием метода парциальных ускорений становится возможным установка бортового измерительного комплекса, включающего датчики ускорений, для диагностики и оценки технического состояния этих машин.

#### Литература

1. Александров С.С. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами / [Александров С.С., Козлов Е.П., Кузнецов Б.І.] Том 1 Теорія автоматичного керування. Підручник – Х.: НТУ «ХП», 2002. -490с.
2. Бессекерский В.Л. Теория систем автоматического управления./ [Бессекерский В.А., Попов Е.П.]. – Санкт-Петербург: Издательство «Профессия», 2004
3. Подригало М.А. Управляемость и устойчивость автомобиля. Определение понятий (В порядке обсуждения) / Подригало М.А. // Автомобильная промышленность, 2008, №11, с.22-23.
4. Артьомов М.П. Метод парціальних прискорювань і його застосування при дослідженні динаміки мобільних машин / Артьомов М.П., Лебедєв А.Т., Алексєєв О.П., Волков В.П., Подригало М.А., Полянський О.С.: Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Наукове забезпечення службово-боєвої діяльності внутрішніх військ МВС України». – Х арків, 17-18 березня 2010р. Харків, 2010, -с. 44-46.]
5. Динамика автомобиля / Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. Под ред. М. А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 424 с.

## **ОЦІНКА КЕРОВАНОСТІ МОБІЛЬНИХ МАШИН МЕТОДОМ ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ**

Лебедєв А.Т., Артѣомов М.П., Кот О.В., Подригало М.А.

### *Анотація*

**Розглянуто питання, що розкривають можливість опису перехідних процесів з допомогою метода парціальних прискорень під час зміни керуючих впливів на мобільну машину.**

## **THE ESTIMATION OF MOBILE MACHINE CONTROLLABILITY BY MEANS OF THE PARTIAL-ACCELERATION METHOD**

A. Lebedev, N. Artiomov, A. Kot , M. Podrigalo

### *Summary*

**There has been considered the problems giving an opportunity to describe transients by means of the partial-acceleration method when changing controlling effects on a mobile machine.**

УДК 631.589.2(082)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОЯРУСНОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ С УПРУГИМИ НЕСУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НА ПРЕДМЕТ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ПРОЦЕССЕ РАЗГРУЗКИ УРОЖАЯ МЕТОДОМ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ**

Калетник Г.Н., д.е.н.,

*Винницкий государственный аграрный университет,*

Соколенко О.Н., инж.,

*Керченский государственный морской технологический университет*

Тел. (0432) 35-70-84

***Аннотация* - получены количественные и качественные характеристики динамического процесса разгрузки лотка гидропонной установки с выращенной зеленой массой.**

***Ключевые слова* - одноярусная гидропонная установка, динамика, частота, тензометрирование, усилитель, осциллограф.**

*Введение.* Процесс разгрузки лотков гидропонной установки связан с большими динамическими нагрузками и сопровождается большими колебаниями их, что приводит к нарушению процесса разгрузки зеленой массы.

*Постановка задачи.* Определить динамические усилия и частоты колебаний в упругом несущем элементе лотка гидропонной установки. Эти данные служат для дальнейшего расчета жесткости упругих элементов, обеспечивающих отсутствие резонансных явлений и биений при известных массовых характеристиках снимаемого урожая зеленой массы.

*Анализ публикаций по данной теме.* По данной проблеме опубликованы работы [1-2]. В этих научных работах исследуются рассматриваемые нами явления, но для многоярусных установок, которые отличаются тем, что колебания лотков представляют собой механическую систему нескольких масс. Их процесс значительно отличается от исследуемой нами установки.

*Результаты исследования. Применяемая аппаратура.* В связи с тем, что в условиях КГМТУ (Керченского государственного морского технологического университета) отсутствуют современные комплексы экспериментального исследования, построенные на основе компьютерной обработки данных, это касается в основном аппаратных устройств согласования датчиков с компьютером, то нами было использовано то аппаратное обеспечение, которое имеется в наличии. В качестве датчика усилия использовался кольцевой тензометрический динамометр. Сигнал с тензодатчиков, которые питаются постоянным током, недостаточен для регистрации светолучевым осциллографом. Поэтому был применен усилитель постоянного тока на несущей частоте 8АНЧ-7М. Для регистрации использовался светолучевой осциллограф НО44.1, в котором применялись гальванометры МО17. Регистрация велась на светочувствительную фотобумагу, шириной 120 мм и чувствительностью 800 ед. ГОИ. В кольцевом динамометре использовались фольгированные тензодатчики ФКПА 20-200, подобранные на мосте постоянного тока, с минимальным разбросом сопротивления.

*Методика проведения эксперимента.* Перед проведением эксперимента, тензометрический динамометр был оттарирован с применением образцового динамометра. На основании полученных данных приведенных в таблице 1, был построен тарировочный график, представленный на рисунке 1.

Таблица 1

Результаты тарировки датчиков лотка гидропонной установки

Отклонение луча, мм	Нагрузка, Н								
	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
Нагрузка	0	7	16	24	32	38	47	55	64
Разгрузка	0	9	17	24	32	37	47	54	65



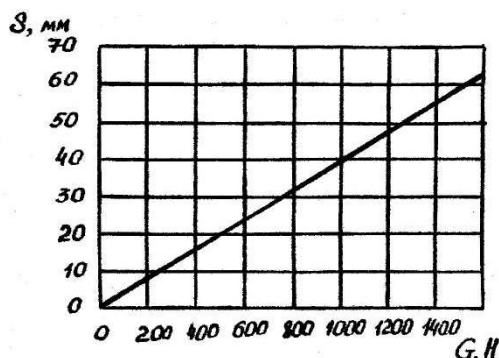


Рис. 1. Тарировочная характеристика датчиков усилия.

Как видно из данных графика, исследуемая зависимость носит линейный характер. Путем стандартной статистической обработки получен требуемый масштаб усилий на осциллограммах – 25 Н/мм отклонения светового луча осциллографа. Перед проведением экспериментов, как и перед тарировкой, усилитель 8АНЧ-7М был соответствующим образом прогрет в течение 20 минут для уменьшения дрейфа нуля усилителя. Для выбора скорости протяжки пленки, с точки зрения получения удобочитаемой осциллограммы, были проведены пробные записи и в результате отобрана скорость записи 40 мм/с, с ценой деления отметчика времени 0,1 с. При записи процесса разгрузки были выполнены следующие процедурные записи: разгрузка тензодинамометра и запись его нуля, плавное опускание и статическая нагрузка от лотка, запись масштабного сигнала, собственно запись процесса разгрузки и все в обратном порядке.

Для получения достоверных результатов разгрузки лотка с урожаем было проведено 5 опытов. Одна из типичных осциллограмм приведена на рисунке 2.

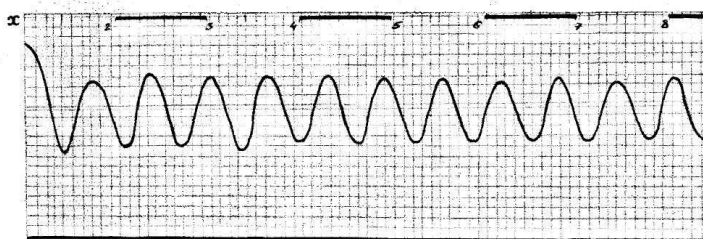


Рис. 2. Изменение закона движения лотка от времени.

Анализ полученных осциллограмм, позволяет сделать вывод, что процесс колебания после разгрузки происходит с небольшим затуханием (см. рис. 2). Процесс имеет явно выраженный гармоничный характер, с частотой  $f = 1,6$  Гц. Максимальное динамическое усилие в упругом элементе (1435-5) Н.

#### Выводы.

1. Получены качественные и количественные характеристики процесса разгрузки одноярусной гидропонной установки с выращенным зеленым кормом.

2. Максимальные динамические усилия для гидропонной установки данной конструкции составляют (1435-5) Н.

3. Процесс имеет гармонический характер, с частотой  $f = 1,6$  Гц, с малым затуханием.

4. Коэффициент затухания не представлен в данном исследовании, ввиду большого разброса значений по результатам вычислений.

#### Литература.

1. *Кирдань Е.Н.* Исследование динамики и устойчивости движения лотков гидропонных механических установок с упруго-жесткими несущими элементами. Сборник научных трудов Крымского государственного аграрного университета. / *Е.Н. Кирдань., О.Н. Соколенко, Л.А. Минаков.* – Симферополь, 1999. – 103 с.
2. *Костюченко В.А.* Исследование динамики трехъярусной гидропонной установки с упругими несущими элементами и прямолинейными направляющими. Сборник научных трудов Керченского морского технологического института. 2-й выпуск./ *В.А. Костюченко, А.С. Виннов, О.Н. Балака.* – Керчь.: Изд-во КМТИ, 2001. – 143 с.
3. *Старжинский В.М.* Параметрический резонанс в линейных системах. / *В.М. Старжинский.* – М.: Наука, 1987. – 328 с.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОЯРУСНОЇ ГІДРОПОННОЇ УСТАНОВКИ З ПРУЖНИМИ НЕСУЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРЕДМЕТ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ В ПРОЦЕСІ РОЗВАНТАЖЕННЯ УРОЖАЮ МЕТОДОМ ТЕНЗОМЕТРУВАННЯ**

Калетник Г.Н., Соколенко О.Н.

#### *Анотація*

Одержані кількісні і якісні характеристики динамічного процесу розвантаження лотка гідропонної установки з вирощеною зеленою масою.

### **SURVEY RESULTS SINGLE-STAGE HYDRO-PONNOYI INSTALLATION WITH ELASTIC BEARING ELEMENTS-NENTS IN TERMS OF DYNAMIC STABILITY UNLOADING HARVEST METHOD TENZOMETRU-BATH**

G. Kaletnik, A. Sokolenko

#### *Summary*

The obtained quantitative and qualitative characteristics of the dynamic process of unloading tray hydroponic installation grown green mass.

## ЗМІСТ

	стор.
<i>Даценко М.С.</i> Аналіз правових аспектів функціонування ринку біопалив в євросоюзі та Україні	3
<i>Парахін О.О., Надикто В.Т.</i> Дослідження керованості транспортного руху блоково-модульного МТА	13
<i>Ловейкін В.С., Ковбаса В.П., Човнюк Ю.В., Ярошенко В.В., Костина О.Ю.</i> Аналіз динамічних властивостей сталевих ємнісних конструкцій для сипучих вантажів	22
<i>Шевченко О.О., Гаврилюк В.І., Войналович О.В.</i> Актуальні наукові працезохоронні напрями в аграрному виробництві	29
<i>Гербер Ю.Б., Гаврилов О.В.</i> Оптиміальні режими подрібнення плодів абрикосу у роторній дробарці	39
<i>Войналович О.В., Дерев'яно Д.А.</i> Оптимізація заходів з охорони праці в АПК	45
<i>Kročko V., Žitňanský J., Vod'o Š.</i> Vplyv rezných podmienok na drsnosť obrobeneho povrchu, tepelné javy v bode rezu a jeho bezprostrednom okolí pri frézovaní	51
<i>Frančák J., Korenko M.</i> Úroda a kvalita zemiakov na slovensku v závislosti od použitej pestovateľskej technológie	57
<i>Богданов Є.В., Кюрчев С.В.</i> Теоретичне дослідження явища резонансу дебалансного вібраційного дозатора сипких матеріалів	65
<i>Брагінець М.В., Єрмак В.П., Кюрчев С.В.</i> Електричний вимірювач малих швидкостей повітряного потоку	69
<i>Жиган В.Й., Ігнат'єв Є.І.</i> Обґрунтування кінематичних параметрів зчіпки для просапного МТА з трактором ХТЗ-160	74
<i>Гербер Ю.Б., Ковтун В.М.</i> Экспериментальное исследование комплексного использования плоских гелиоконцентраторов и аэродинамических ребер совместно с плоским теплообменным коробом	80
<i>Гончаров Ф.І.</i> Про стан водопостачання в АПК	84
<i>Калінський Є.О.</i> Дослідження впливу води, опроміненої електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону хвиль, на схожість, морфологічні та фізичні ознаки пшениці	89
<i>Лехман С.Д.</i> Паспортизація потенційних небезпек при роботі машинно-тракторних агрегатів на виробництвах АПК	96
<i>Завалий А.А., Янович І.В.</i> Инфракрасная камера для сушки плодов и овощей	103
<i>Кучин В.Д., Гаевская И.В.</i> Парадоксы аксиомы Лобачевского привели к застою в развитии динамики	110

<i>Цапко В.Г., Дерев'янюк Д.А., Стеренбоген М.Ю.</i> Нарушення функції костно-м'язового апарату у працівників сільськогосподарського підприємства та заходи профілактики	119
<i>Кувачов В.П., Надикто В.Т.</i> Оцінка ефекту від колійної технології землеробства	126
<i>Голубенко А.А., Цивенкова Н.М.</i> Охорона праці та екологічні аспекти при експлуатації газогенераторних установок транспортного типу	133
<i>Болбат О.І., Морозов М.В., Радев С.Ю.</i> Математичне комп'ютерне моделювання процесів коливань та його застосування у лабораторному практикумі	137
<i>Повіляй В.М., Пархоменко А.П., Яцук О.В.</i> Дослідження якісних показників сівалки точного висіву просапних культур «Кі-нзе»	142
<i>Повіляй В.М., Пархоменко А.П., Яцук О.В.</i> Обґрунтування способу і технології висіву просапних культур	148
<i>Макаєв В.І., Василюк В.І.</i> Молотарка для обмолоту снопів льону-довгунця в селекції	153
<i>Мовчан В.Ф., Мітков Б.В., Мітін В.М., Болтянський В.М.</i> Допитання ефективного існування фермерських господарств з малими розмірами сільськогосподарських угідь	157
<i>Лебедев А.Т., Артемов Н.П., Кот А.В., Подригало М.А.</i> Оцінка управляємості мобільних машин методом парціальних ускорень	163
<i>Калетник Г.Н., Соколенко О.Н.</i> Результати дослідження одноступінчастої гідропонної установки з пружними несучими елементами на предмет динамічної стійкості в процесі розгрузки урожаю методом тензометрування	169

Наукове фахове видання

Праці Таврійського державного агротехнологічного  
університету

Випуск 10. Том 6.

Свідоцтво про державну реєстрацію – Міністерство юстиції  
13503-2387 ПР від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – Надикто В.Т.

---

Підписано до друку 30.07.2010 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.  
10,94 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.  
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10  
тел. (06192) 6-88-38

