

Міністерство освіти і науки України
Полтавський державний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва



МАТЕРІАЛИ

II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції

**«Новітні технології в агроінженерії:
проблеми та перспективи впровадження»**



(реєстрація в УкрІНТЕІ, посвідчення №119 від 09.02.2022 р.)

02-03 червня 2022 року

Полтава 2022

УДК 631

Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження : матеріали II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 червня 2022 р. Полтава : ПДАУ, 2022. 149 с.

Викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень в напрямках інноваційних агроінженерних технологій, ресурсозберігаючих технологій сільськогосподарського виробництва, сучасних засобів механізації аграрного виробництва, організації процесів сільськогосподарського виробництва, машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, перспективних технологій в сільськогосподарському машинобудуванні, мехатроніки в агропромисловому виробництві, технічного сервісу в агропромисловому комплексі, енергозбереження та відновлювальних джерел енергії, безпеки виробничих процесів в агроінженерії, сучасних освітніх технологій в підготовці фахівців агропромислового комплексу.

Матеріали розраховані на педагогічних, науково-педагогічних працівників, студентів, аспірантів, представників підприємств і організацій АПК.

Посвідчення в УкрІНТЕІ №119 від 09.02.2022 р.

Затверджено до друку та поширення через мережу Інтернет кафедрою технологій та засобів механізації аграрного виробництва Полтавського державного аграрного університету (протокол № 8 від 09.06.2022 р.)

Редакційна колегія:

ГОРБЕНКО Олександр, к.т.н., доцент, завідувач кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва;

КЕЛЕМЕШ Антон, к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва;

БУРЛАКА Олексій, к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва.

Тексти матеріалів тез подані в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори. Редакційна колегія може не розділяти поглядів деяких авторів на ті чи інші питання, розглянуті на конференції.

© Полтавський державний аграрний університет, 2022
Кафедра ТЗМАВ

ЗМІСТ

Timanov A., Kelemesh A. ANALYSIS OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SCHEMES AND PERFORMANCE INDICATORS OF MODERN POTATO HARVESTERS	7
Арендаренко В. М., Антоненко А. В., Іванов О. М. ОСОБЛИВОСТІ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАДАЮЧОГО ЗЕРНА ІЗ ЖОРСТКОЮ ПОВЕРХНЕЮ	11
Баган В. В., Півень С. С., Горбенко О. В. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЛИБОКОРОЗПУШУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	14
Бакаєнко А. Г., Попова О. І. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАРІЗЕВИХ ПОВЕРХОНЬ	17
Бурлака О. А., Якименко Д. І., Дем'янов О. В., Бурлака А. О. ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКЛАДОВИХ ГІДРОПРИВОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	20
Велит І. А., Гаврилко А. П., Лукаш К. В. ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ ЗЕРНОДРОБАРКИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ КОРМІВ	27
Велит І. А., Гаврилко А. П., Лукаш К. В. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОРМОРОЗДАВАЧІВ ДЛЯ СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ	31
Ветохін В. І., Риждкова Т. Ю. КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ІНЖЕКЦІЙНИХ ГОЛЧАСТИХ ЗНАРЯДЬ НА ПРИКЛАДІ ДЖЕРЕЛ ПАТЕНТНОГО ФОНДУ НІМЕЧЧИНИ	33
Віланов О. С., Дудник В. В. ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ АВТОРЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА	36
Гак В. М., Кордубан М. М., Проценко С. Ю. ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧІСУЮЧЕ-ТРАНСПОРТУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ НАСІННЄВИХ КОРОБОЧОК ВІД СТЕБЕЛ ЛЬОНУ	39
Гордєєва Т. В., Келемеш А. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ	42
Горик О. В., Ковальчук С. Б., Брикун О. М., Антоненко А. В. ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ НОРМАЛЬНОГО ЗАГЛИБЛЕННЯ АТАКУЮЧОЇ ДРОБИНКИ В МЕТАЛЕВУ ПОВЕРХНЮ	45
Грицай А. В., Дінець А. А., Келемеш А. О. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗМІЦНЕННЯ СТІЛЧАСТИХ ЛАП ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ	48

Іванкова О. В., Кисіль Ю. Ю., Горщорук Б. В., Горщорук В. Б. ВІДНОВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ БЛОК-КАРТЕРІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА	51
Іванкова О. В., Кисіль Ю. Ю., Головецький А. М., Романенко А. О. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ	54
Канівець О. В., Канівець І. М. ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РОСЛИН НА ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ	58
Кіяшко В. М. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ КРАСНОГРАДСЬКИМ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИМ ФАХОВИМ КОЛЕДЖЕМ ІМЕНІ Ф. Я. ТИМОШЕНКА	61
Ковальчук О. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЛУЧЕННЯ СУХИХ РЕЧОВИН ПРИ СУБКРИТИЧНОМУ ВОДНОМУ ЕКСТРАГУВАННІ СОЄВОГО ШРОТУ	64
Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А. ТЕНДЕНЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОСУШАРОК	68
Кузьмич А. Я., Анеляк М. М., Степаненко С. П. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ І ДОЗОВАНОГО ВИВАНТАЖЕННЯ З УКЛАДКОЮ У ВАЛОК ЛИСТОСТЕБЛОВОЇ МАСИ	72
Лазоренко А. І., Ляшенко С. В. АНАЛІЗ РІЗАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОДРІБНЮВАЧІВ ГІЛОК ДЕРЕВ	76
Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Павлик О. Г. МЕТОДИКА ВИБОРУ АЛМАЗНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ ТА ПАРАМЕТРІВ ШЛІФУВАННЯ	80
Михайліченко В. В. СУТНІСТЬ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ	83
Мороз О. М., Савченко О. А., Мірошник О. О., Пазій В. Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	86
Овсієнко Ю. І. ПРО ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ НАВИЧОК ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФАХІВЦІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ	88
Рапасій В. О., Ляшенко С. В. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО НАЛАШТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО- ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛЕМІШНОГО ПІДГОРТАЧА ІЗ СТРІЛЧАСТОЮ ЛАПОЮ	92

Рижкова Т. Ю., Волинець Я. Ю. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	95
Рижкова Т. Ю., Тронеvський О. С. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	99
Рудченко В. М., Чорнобай О. В., Ляшенко С. В. ВПЛИВ СПРАЦЮВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ І ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ	102
Русін О. М., Ляшенко С. В. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЛУЦІННЯ СТЕРНІ	106
Сидорчук О. В., Смірнов Д. Ю., Келемеш А. О., Бурлака А. О. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ І МЕХАНІЗМІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	109
Сльота О. Л., Овсієнко Ю. І. ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДО ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	112
Степаненко С. П., Швидя В. О., Попадюк І. С. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРАКЦІОНУВАННЯ ДРІБНОНАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ТА КОНСТРУКЦІЇ ФОТОСЕПАРАТОРА	117
Степаненко С. П. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ПНЕВМОІМПУЛЬСНОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ	120
Тримбач С. П., Степаненко С. П. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ З НОВОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ ПРЕСУЮЧОГО МЕХАНІЗМУ В КІЛЬЦЕВІЙ МАТРИЦІ	123
Хорешко Н. В. ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	126
Чеботарьова В. П. ДОСВІД ОТРИМАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКСТРАКТІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ АПК	129
Чернобай М. С., Горбенко О. В. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ STRIP-TILL	132
Швидя В. О., Анеляк М. М., Степаненко С. П. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА КОНТАКТНИМ СПОСОБОМ	135

Шевченко С. А. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМАХ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ	140
Шейченко В. О., Дудніков І. А., Шевчук В. В., Скоряк Ю. Б. УТОЧНЕННЯ ЧИННИКІВ ЗБИРАННЯ КОНОПЕЛЬ І ЛЬОНУ ЯК ПЕРЕДУМОВА СТВОРЕННЯ СТРІЧКОВИХ НАКОПИЧУВАЧІВ	142
Ященко О. В., Шарлай О. В. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ	146

ANALYSIS OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SCHEMES AND PERFORMANCE INDICATORS OF MODERN POTATO HARVESTERS

Timanov Andrii,

PhD degree specialty 133 Industrial Engineering

Kelemesh Anton,

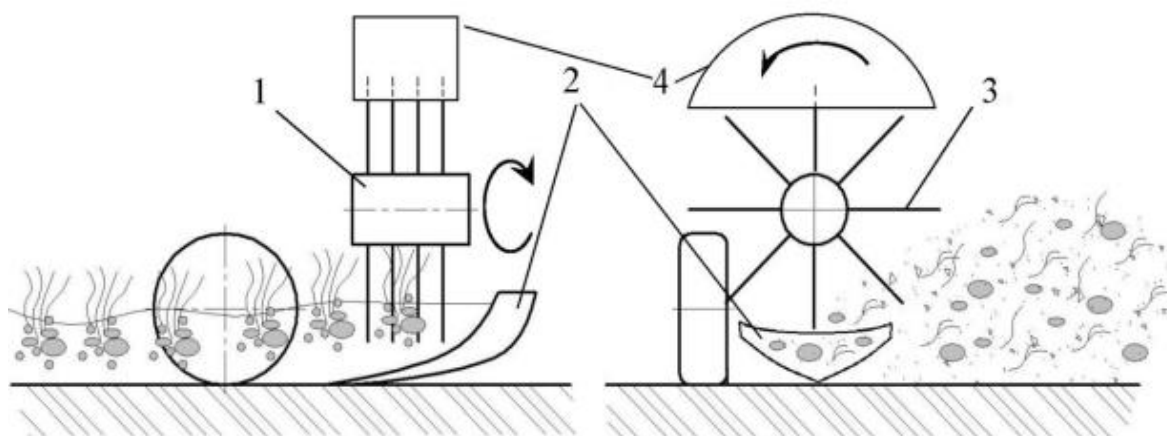
Ph.D., Associate Professor of Department of Technologies and
Means of Mechanization of Agricultural Production

Poltava State Agrarian University

Poltava, Ukraine

Potato diggers are widespread in the farms of the Ukraine, due to their low cost and the possibility of using them in difficult soil and climatic conditions and in small areas (it is possible to work in fields with a head length of less than 150 m). Depending on the separating working body used, diggers are divided into types: throwing and screening.

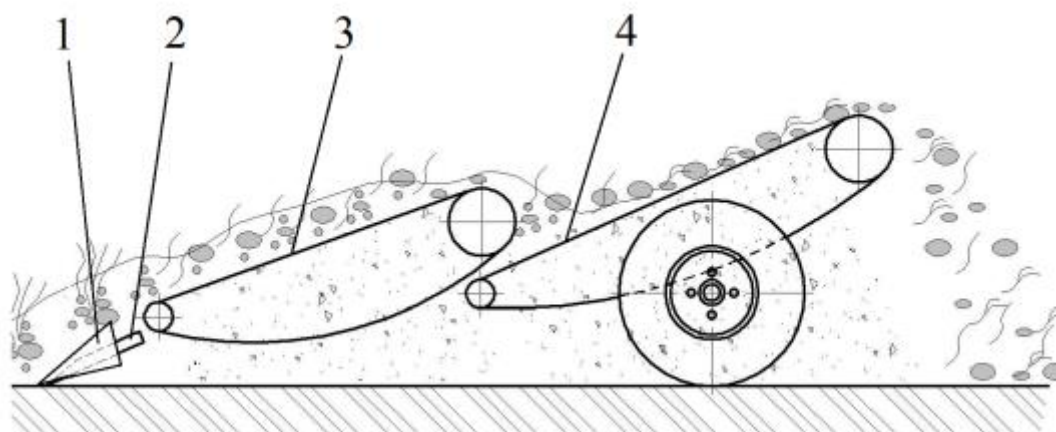
Throw-type diggers (KTN-1B) (Fig. 1). Here the technological process is carried out as follows: when the unit moves, the plowshare 2 cuts the tuberous layer. The rotor wheel 1 rotates and with combs 3 destroys and scatters the tuberous layer over the field (the width of the scatter of tubers is about 3 m). Then the tubers are manually selected. To reduce the scatter zone of tubers, a protective cover 4 is installed on the diggers.



1 – rotary wheel; 2 – plowshare; 3 – comb; 4 – protective cover.

Figure 1. Technological scheme and general view of the KTN-1B potato digger

Screening diggers are divided into elevator and screen diggers. Elevator potato diggers (KTN-2V (Fig. 2), KST-1.4) have plowshares for digging potatoes and rod elevators that break the tuberous layer and sift the soil. Tubers and tops fall to the ground for manual picking.



1 – sidewall; 2 – plowshare; 3 – main separating elevator; 4 – cascade elevator.
Figure 2. Technological scheme and general view of the KTN-2V potato digger

The technological process of the KTN-2V digger is as follows. When the unit moves across the field of the plowshare 2, two adjacent beds are dug up. The tuberos layer is fed to the main elevator 3, which moves at a speed of approximately 1.5 times the speed of the digger itself, as a result of which the incoming heap is partially separated and crushed. After separating the main part of the impurities on the main separating elevator 3, the process continues on the cascade elevator 4. After that, the tubers are dumped into the field for manual selection.

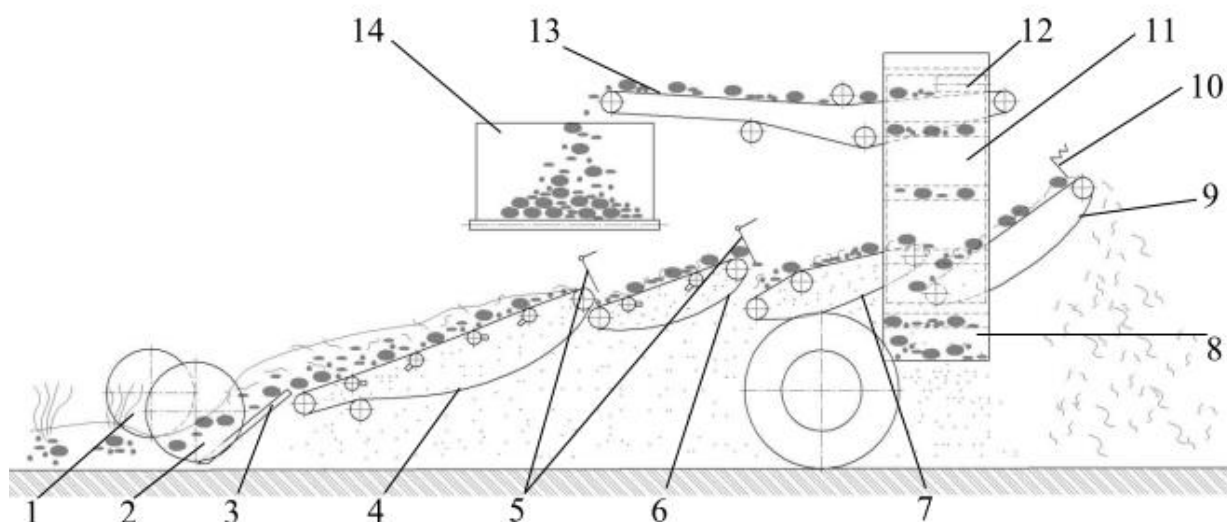
Screen potato diggers (KVN-2M) instead of rod elevators have one or more lattice screens [1, 2]. The plowshare is fixed on the leading edge of the screen and oscillates with it.

The disadvantages of this type of harvesting machines are low agrotechnical indicators: the loss of tubers reaches 50%, damage to products by weight exceeds 20%, especially on soils with low humidity, as well as high labor costs when picking tubers from the field and packing [2, 3].

Elevator harvesters, unlike diggers, have additional haulm removal and separation devices, an unloading elevator for loading harvested tubers into a trailer or car body, and some models are equipped with a small intermediate hopper for non-stop operation, so on average they are more expensive than diggers, but cheaper than harvesters [3]. The advantage of elevator harvesters is the reduction in labor costs when harvesting potatoes and their high productivity in comparison with diggers.

The main part of foreign and domestic potato harvesters is designed according to the classical scheme (Grimme DR 1500, AVR 220 BK Variant, KPK 2-01) [3, 4]: disks), one or more separating elevators (main and additional), intensifiers, clod crusher, haulm removers (finger-comb, rare-bar, etc.), longitudinal slide, lifting elevator, sorting table, bunker and unloading elevator.

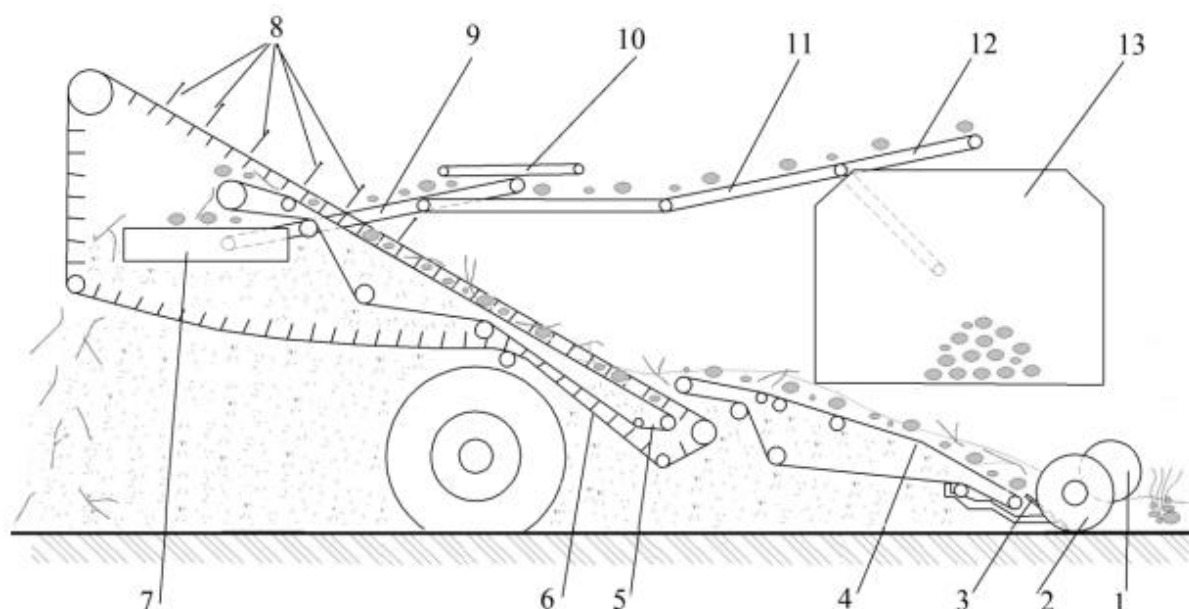
One of the most common modern imported bunker harvesters in Ukraine is the DR-1500 model from Grimme. The technological scheme and general view of this harvester are shown in Figure 3.



1 – rollers; 2 – vertical disks; 3 – plowshare; 4 – main elevator; 5 – haulm removers; 6 – cascade elevator; 7 – additional elevator; 8 – bucket conveyor; 9 – slide; 10 – fender elements; 11 – supporting tape; 12 – shaft; 13 – bulkhead table; 14 – bunker.

Figure 3. Technological scheme and general view of the Grimme DR-1500 potato harvester

An example of another layout solution is the lift-and-turn scheme of a two-row potato harvester model Grimme SE 150/60 made in Germany (Fig. 4).



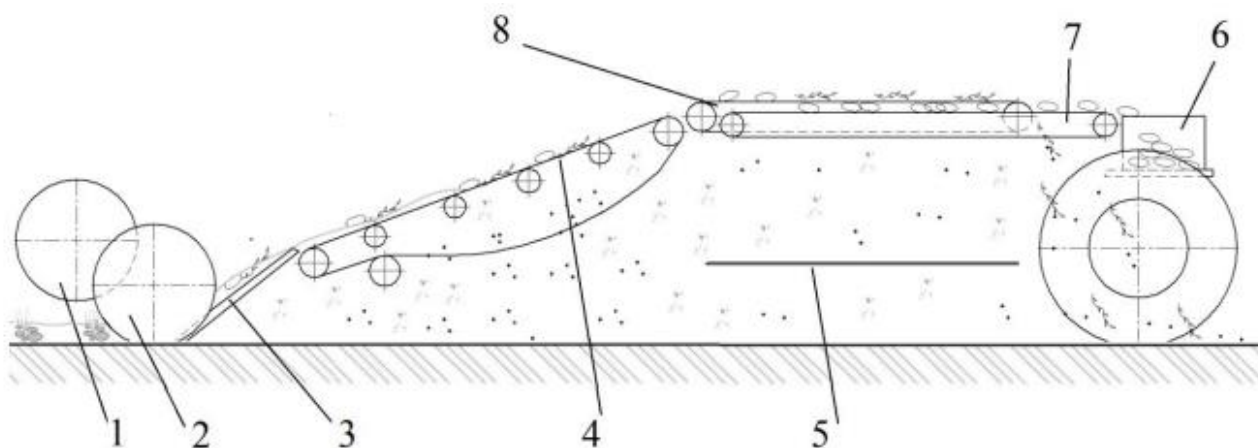
1 – rollers; 2 – vertical disks; 3 – plowshare; 4 – the first elevator; 5 – the second elevator; 6 – haulm-removing conveyor; 7 – the first separating device; 8 – comb toppler; 9 – the second separating device; 10 – the third separating device; 11 – bulkhead table; 12 – loading elevator; 13 – bunker.

Figure 4. Technological scheme and general view of the Grimme SE 150/60 potato harvester

The technological process proceeds as follows: the ploughshare 3 digs up the tuberous layer, which enters the first elevator 4, where most of the soil is sifted and large lumps are broken, then the entire mass enters the second elevator 5 for further separation, large plant impurities are separated by a rare-bar defoliator 6, after the heap passes through three separating devices 7, 9, 10, completed depending on the preference of the customer (there is a choice of both longitudinal and transverse finger elevators with mechanical or manual adjustments) [5], enters the sorting table 11 and is then loaded into the bunker 13.

With harvesting areas over 300 ha, it is advisable to use 4-row high-performance machines (including self-propelled ones) of both bunker (Tectron-415 «Grimme», Ploeger-AR-4B, etc.) [6] and elevator type (Amac -Axl-4, Dewulf Potato-4ce, KSK-4-1). It should be considered that most high-performance bunker combines have the ability to unload products in the “non-stop” mode (without stopping the combine during harvesting), and high-performance elevator machines, as a rule, have small intermediate bins for non-stop change of vehicles under loading. Currently, this market segment is filled only with imported cars from various manufacturers.

Some modern imported potato harvesters (Imac Special, Bolko-S) [6] allow you to collect potatoes and pack them in containers, bags or boxes directly on the combine (Fig. 5), which significantly reduces damage to tubers, and implies the sale of products in distribution network or bookmark for storage without post-harvest processing.



1 – rollers; 2 – vertical disks; 3 – plowshare; 4 – screening elevator; 5 – platform for personnel; 6 – container for finished products; 7 – side elevator; 8 – central elevator.

Figure 5. Technological scheme and general view of the Imac Special potato harvester

Unfortunately, such harvesters have limited productivity (as a rule, they are single-row) and are very sensitive to weather conditions, so they are used for harvesting early and seed potatoes, as well as in farms with small areas under potatoes.

An analysis of the design solutions of potato harvesters showed [5] that their variety is the result of a combination of various combinations of digging, separating and auxiliary organs designed to perform basic technological operations. As a result, the choice of a particular machine is carried out based on the characteristics of the soil (type and mechanical composition of the soil) and weather [1] (temperature, humidity, precipitation, etc.) conditions, the purpose of the finished product (food, seed, fodder, processing; for direct sale or for long-term storage), production volumes and material capabilities of the enterprise.

References

1. Dreszer K. Maszyny rolnicze. Lublin: Wyd. AR, 2000. 26 p.
2. Godesa T. Determination of minimal cutting speed by flailing potato vines. *Acta agriculturae slovenica*, Ljubjana, 2004. Vol. 83, №1. P.137–146.
3. Kirchmeier H., Wendl G. Kartoffelernte mit dem Selbstfahrer. *Lohnunternehmen*, 2002. Jg.57, №9. P. 16–18.
4. Maly rocznik statystyczny. - GUS Warszawa, 2000. 637 p.
5. Peters R. Trends in der Kartoffeltechnik. *Landtechnik*, 2003. Jg. 58. №8. P. 366–367.
6. Struik P. C., Wiersema S. G. Seed potato technology. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 1999. 383 p.

ОСОБЛИВОСТІ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАДАЮЧОГО ЗЕРНА ІЗ ЖОРСТКОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Арендаренко В. М.

к.т.н., професор кафедри технологій та обладнання
переробних і харчових виробництв, доцент

Антонець А. В.

к.пед.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент

Іванов О. М.

к.т.н., доцент кафедри технологій та обладнання
переробних і харчових виробництв, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Основною продовольчою культурою людства є пшениця. Зерно її покрито оболонками під якими знаходиться ендосперма і зародок. Зародок є основою майбутньої рослини, а ендосперм слугує його банком поживних речовин. Навіть незначне травмування цих елементів зернини негативно впливає на врожайність та погіршує якість продовольчого і фуражного зерна.

Початкове завантаження зерна є основною причиною його травмування. Бите і травмоване зерно, яке знаходиться в нижній частині силосу, внаслідок більш вільного доступу повітря до його внутрішніх частин приводить до

інтенсивного розвитку грибкової мікрофлори. Таке зерно стає непридатним навіть для кормових цілей.

Зниження ударної взаємодії зерна з робочими органами машин і механізмів являється одним із показників технічного рівня сучасного сільськогосподарського виробництва. Дослідженню таких ударних взаємодій присвячено багато наукових публікацій [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Час, за який окремо взята зернівка пройде силосну висоту і удариться об його дно, відповідно до [1] має наступний вираз:

$$t = \left(-g_n + \sqrt{g_n^2 + 2 \cdot g \cdot H_c} \right) / g, \quad (1)$$

де g_n – початкова швидкість зернівки після її сходження із транспортера у завантажувальний отвір силосу; H_c – внутрішня висота силосу (висота падіння зернівки). Швидкість рівноприскореного руху в момент точкового удару зерна із основою силосу визначався відомою формулою: $g_{y0} = g_n + gt$. Тоді дійсна швидкість удару, що не враховує час падіння зернівки:

$$g_{y0} = \sqrt{g_n^2 + 2gH_c}. \quad (2)$$

Швидкість зернівки надає не сила, а імпульс сили [2]. В свою чергу швидкість залежить не тільки від імпульсу сил, але і від маси і висоти падіння [3, 4, 5]. Удар зернівки приймали косим. При розгляді косого удару зернівки об жорстку поверхню була використана гіпотеза Рауза [6].

На рис. 1 наведена розрахункова схема косого удару зернівки озимої пшениці об жорстку полуповерхню бетонної основи силосу.

У відповідності до наведеної схеми швидкість зернівки на початку удару буде g_{y0} , формула (3), а в кінці удару – u . Розглянемо цей елементарний часовий проміжок, розділивши його на два етапи.

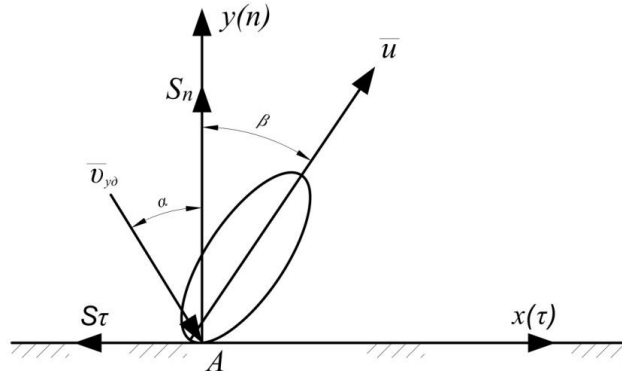


Рисунок 1. – Схема взаємодії падаючого зерна із жорсткою поверхнею.

Перший етап характеризується зміною форми і стану тіла, що ударяється. Час протікання цієї стадії удару позначимо через t_1 . Чим більша швидкість і висота – тим значніші наслідки травмування зерна.

На другому етапі відбувається відновлення початкової форми зернівки за рахунок її в'язкої пружно-пластичної деформації. Час, який витрачається на відновлення початкової форми зернівки позначимо через t_2 . На цьому етапі

нормальна складова швидкості відскоку зростає від нульового до кінцевого значення.

Визначимо вектори швидкості зернівки, скориставшись ортами n і τ . Швидкість в момент удару t :

$$g_{y\partial} = g_{\tau} \bar{\tau} + g_n \bar{n}.$$

Швидкість в кінці деформації зернівки, $u_n = 0$ в момент $t + t_1$: $\bar{u} = u_{\tau} \bar{\tau}$. Швидкість в кінці удару, в момент $t + t_1 + t_2$: $\bar{u}_{\text{від}} = u_{\tau} \bar{\tau} + u_n \bar{n}$. Кожному із вказаних вище етапів відповідає свій ударний імпульс. Протягом t_1 відбувається ударний імпульс деформації S_1 зернівки і вектор його направлений по осі AU (по нормалі n) вертикально вгору. За час t_2 відбувається ударний імпульс відновлення S_2 , який теж направлений по нормалі до основи силосу. Сумарний векторний імпульс удару зернівки об бетонну основу силосу буде: $\bar{S}_{\text{сум}} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2$.

Скориставшись другим законом Ньютона в імпульсній формі [1], за яким зміна сумарного імпульсу тіла дорівнює імпульсу діючої на нього сили:

$$S_{\text{сум}} = \int_0^{H_c} F_{y\partial} dt = F_{y\partial} \cdot t_{y\partial},$$

де $t_{\text{уд}}$ – миттєвий час удару зернівки об бетонне дно силосу. З іншого боку: $S_{\text{сум}} = m_n(u - g_{y\partial})$. Зробивши перетворення визначимо максимальну силу контактної взаємодії зернівки з бетонною основою силосу при косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n(u - g_{y\partial})}{t_{y\partial}} = \frac{S_{\text{сум}}}{t_{y\partial}}. \quad (3)$$

Скориставшись геометричними характеристиками зерна озимої пшениці та тривалістю розповсюдженню звукової хвилі в бетоні визначаємо миттєвий ударний час:

$$t_{y\partial} = \frac{d_{\text{ум}}}{2v_{\text{хв}}} = \frac{k_{\phi}(a \cdot b \cdot c)^{1/3}}{2v_{\text{хв}}},$$

де $d_{\text{ум}} = k_{\phi} \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$ – умовний діаметр зернівки, k_{ϕ} – коефіцієнт, котрий враховує форму зернівки, a, b, c – відповідно довжина, ширина і товщина насіння зерна озимої пшениці в метрах.

Скориставшись гіпотезою Рауса та провівши відповідні перетворення [7] отримаємо сумарний ударний імпульс під час зіткнення зернівки об бетонне дно силосу можна представити так:

$$S_{\text{сум}} = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = m_n g_{y\partial} (1 + K_{\epsilon}) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}. \quad (4)$$

Підставивши (1), (2) і (3) в (4) отримаємо залежність для визначення ударної сили зернівки об бетонне дно силосу при її косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n \sqrt{g_n^2 + 2gH_c} v_{\text{хв}} (1 + K_{\epsilon}) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}}{2k_{\phi} \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}}. \quad (5)$$

Отже, нормальна і дотична складові ударних імпульсів, а також їх сумарний імпульс прямо залежать від коефіцієнта відновлення зернівки [7]

$K_e = \frac{u_{y\partial}^y}{g_{y\partial}^y}$. Встановлено, що величина ударної сили (5) залежить від швидкості і

висоти падіння зернини, а також від фізико-механічних властивостей бетонного дна силосу та геометричних розмірів зернівки.

Список використаних джерел

1. Гернет М. М. Курс теоретической механики: учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1973. 344 с.
2. Бобков С. П., Полищук И. В. Сравнение различных подходов к определению продолжительности удара твердых тел при измельчении. *Вестник ИГЭУ*, 2016. Вып. 5. С. 66-70.
3. Самойленко Т. В., Арендаренко В. М., Антоненко А. В. Кінематика руху зерна по спіральному пристрою зі змінним кутом спуску. *Вісник ПДАА*. 2020. №1. С. 267-274. DOI: 10.31210 / visnyk 2020. 01. 31.
4. Флегантов Л. О., Антоненко А. В. Комп'ютерне моделювання механічного руху тіла засобами MATHCAD. *Інформаційні технології в освіті*. 2017. №30. С. 97-109. URL: <http://ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/74/83>
5. Арендаренко В.М., Антоненко А.В., Савченко Н.К., Самойленко Т.В., Іванов О. М. Розрахункова модель гравітаційного руху зернового матеріалу в похилому каналі з дискретно змінним кутом нахилу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 273–282. DOI: 10.31210/visnyk2020.04.35
6. Манжосов В.К. Модели продольного удара. Ульяновск : УлГТУ, 2006. 160 с.
7. Самойленко Т.В., Арендаренко В.М., Антоненко А.В., Кошова О.П. Про ударну взаємодію падаючого зерна пшениці на жорстку бетонну основу силосу. *Вісник ПДАА*, 2021. № 2. С. 259–265. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.34

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЛИБОКОРОЗПУШУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Баган В. В., Півень С. С.

здобувачі ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Горбенко О.В.

к.т.н., завідувач кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Проблема ущільнення ґрунтів, і відповідно, проблема підвищення врожайності сільськогосподарських культур в Україні і в світі є досить актуальною. Ця проблема досить широко розглянута на II Міжнародній онлайн-конференції «Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх

родючості». Достатньо однієї цитати «За останні 40 років 30% орних земель у всьому світі втратили продуктивність. Збитки від цього обчислюються мільярдами доларів на рік. Близько 20% с/г земель України вже зазнали суттєвої деградації, а решта знаходиться під загрозою. Прогнозується, що до 2050 року обсяги деградованих ґрунтів можуть збільшитись до 95% усіх світових земель.» [1], щоб зрозуміти глибину цієї проблеми.

Одним з напрямків по зменшенню ущільнення ґрунтів та покращення їх агрегатного стану є впровадження технологій розпушування ґрунту глибокорозпушувачами робочими органами. Застосування глибокого розпушування дозволить реалізувати систему ресурсозберігаючого землеробства і започаткувати збереження та відновлення родючості ґрунту. Перспективність даного напрямку вирішення проблемних питань в системі обробітку ґрунту підтверджується також тим, що більшість виробників сільськогосподарської техніки, як в Україні та і за кордоном, приділяють значну увагу випуску глибокорозпушувачів агрегатів. Глибокорозпушувачі робочі органи використовуються як в комбінованих агрегатах (Mzuri Pro-Til Select), так і окремо (глибокорозпушувач стрілоподібний GRS 5 від компанії Велес-Агро).

Враховуючи постійне зростання використання глибокорозпушувачів, виникає питання відновлення найбільш навантажених робочих поверхонь агрегатів.

Розглянемо загальні варіанти використання глибокорозпушувачів:

- руйнування ущільнення (плужну підшву) ґрунту на глибині 20-25 см, що сформувалось в процесі основного обробітку ґрунту плугом;
- накопичення вологи в осінньо-весняний період;
- запобігання вітрової та водної ерозії ґрунтів;

Тож використання глибокорозпушувачів при в процесі основного обробітку ґрунту має беззаперечну перевагу. Слід також враховувати тип культури яка буде вирощуватись на полі, що обробляється. Для зернових розпушування виконуються на глибину 40-50 см, а для просапних культур соняшник, кукурудза оптимальним є глибина 60 см [2]. Але при цьому слід враховувати на якій глибині розташована плужна підшва.

Робочий орган глибокорозпушувача складається зі стійки, на якій закріплюється долото із підрізаючими лапками, або без них (рис.1).

Геометрична форма робочого органу глибокорозпушувача має значний вплив на тяговий опір агрегату, а також на умови його роботи. Відповідно технології, що направлені на відновлення зношених робочих поверхонь, повинні бути направлені на підвищення зносостійкості та зменшення тягового опору агрегатів.

Стійка глибокорозпушувача має пряму або вигнуту форму. Прямая стійка утворює щілину, долото при цьому підрізає рослині рештки. Вигнута форма (стійка «Параплау») за рахунок складної геометричної форми відриває оброблюваний шар, пласт ґрунту при цьому піднімається, переміщуючись в сторону, а потім падає в зворотному напрямку.

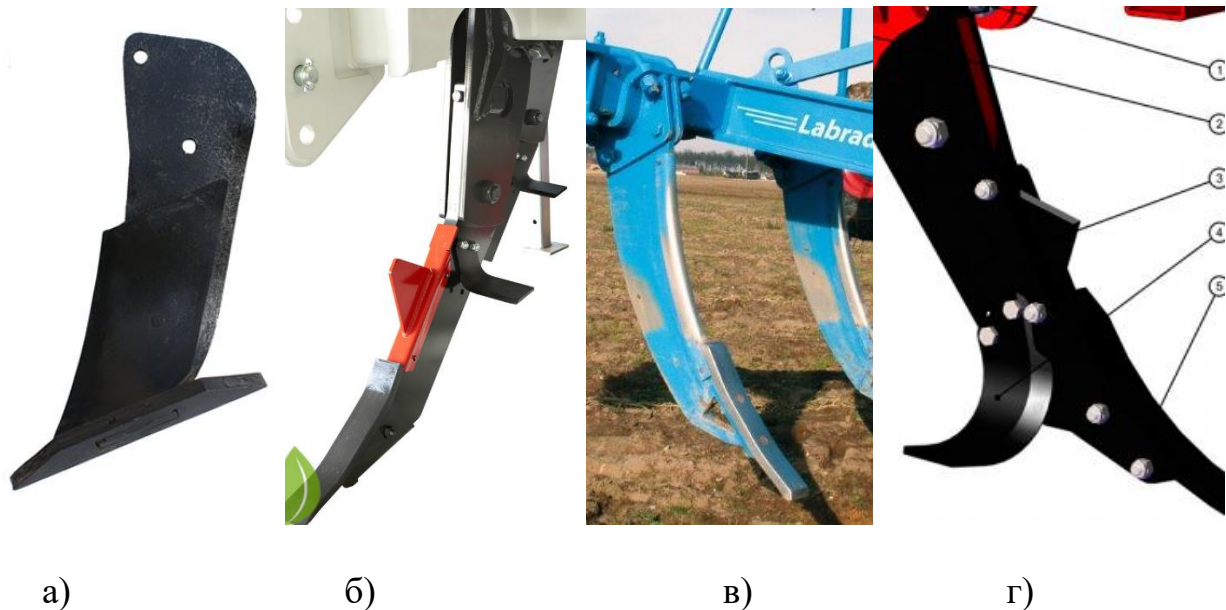


Рисунок 1 – Загальний вигляд робочих органів глибокорозпушувачів: а) ГРС, Велес-Агро; б) ERMO LEVANTE 9/H (Італія); в) LABRADOR 160 (Lemken); г) АГР-1,7 "Корогва"

Стійки працюють в складних умовах динамічних навантажень і піддаються різним видам зношування, зокрема пластичному деформуванню та абразивному зношуванню.

Поверхня, що найбільш піддається зношувальним процесам є робоча поверхня долота. Відповідно до доліт пред'являються певні вимоги:

- термін роботи до заміни чи ремонту не менше одного сезону;
- забезпечення основних агротехнічних вимог на весь період експлуатації (забезпечення постійної глибини рихлення та заглибленість в ґрунт);
- мінімальні енергозатрати при обробі ґрунту;
- технологічність при виготовленні.

Виробники сільськогосподарської техніки випускають долота або прямої форми, або стріловидної форми різних конфігурацій, в залежності від виду стіки. Прямі стійки оснащуються долотами прямої і стріловидної форми. Стріловидна форма має більше застосування (рис. 2, а, б), так як вона забезпечує краще підрізання рослинних решток та збільшує зону рихлення ґрунту. Але вона є більш металомісткою в порівнянні з прямою формою.

Стріловидні долота зношуються по всій поверхні, яка контактує з ґрунтом, що призводить до зносу не тільки п'ятки долота, а і його крила. П'ятка складається з тіла долота та закріпленої на ній пластини, яка в процесі експлуатації може бути замінена на нову, або замінюється повністю все долото.

Прямі долота (рис. 2, в) виконують у вигляді пластини, із загостреннями з протилежних сторін для багатократного їх використання. Пряме долото є менш металомістким, має меншу вартість в порівнянні з іншими долотами, але має і найменший ресурс.

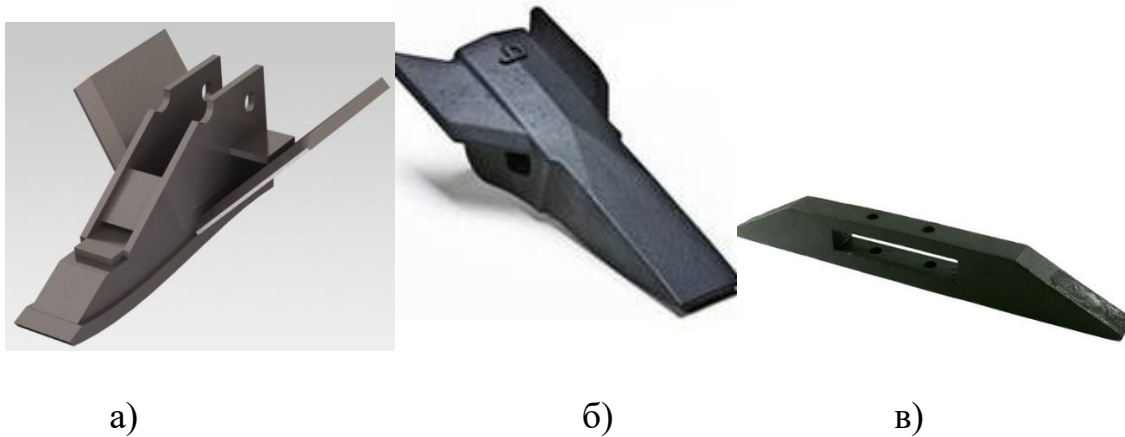


Рисунок 2 – Загальний вигляд доліт: а) долото глибокорозпушувача Case; б) долото глибокорозпушувача John Deere; в) долото глибокорозпушувача ГРС Велес-Агро

В прямих долотах зношуються носок та підошва. Зношені поверхні доліт відновлюються приварюванням нового носка і нанесенням зміцнюючого покриття.

Таким чином, важливе значення має процес вивчення закономірностей зношування робочих поверхонь глибокорозпушувачів з метою подальшого розроблення технології їх відновлення та зміцнення.

Список використаних джерел

1. Деградовані ґрунти, або Чому чверть земної поверхні непридатна для землеробства. URL: <https://latifundist.com/reportazhy/149-degradovani-runti-abo-chomu-chvert-zemnoyi-poverhni-nepridatna-dlya-zemlerobstva> (дата звернення: 28.12. 2021).
2. Яке призначення глибокорозпушувача? URL: <https://zeppelin-agro.com.ua/about/news/yake-priznachennya-glibokorozpushuvacha/> (дата звернення: 15.02. 2021).

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАРІЗЕВИХ ПОВЕРХОНЬ

Бакаєнко А. Г., Попова О. І.
здобувачі ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Проблема розробки технології, що дозволяють якісно виготовляти деталі при їх виробництві, а також забезпечити їх довговічність у процесі експлуатації машин була і залишається досить актуальною. Серед широкої номенклатури

деталей, що випускаються з низькою якістю робочих поверхонь, значна частина припадає на нарізні з'єднання [1].

При виготовленні та в процесі відновлення нарізних з'єднань, особливо в умовах сільськогосподарських, транспортних, ремонтних підприємств відсутні ефективні способи якісного утворення нарізі. Виробникам, навіть за відповідальними нарізними деталями (болти шатунні, болти карданні, шпильки кріплення блоку двигуна автомобіля, шпильки кріплення коліс автомобілів) не вдається виключити явища окислення або знеуглецювання витків нарізі. Твердість нарізних поверхонь не відповідає збільшеним вимогам підвищення зносостійкості, як у процесі експлуатації, так і при виконанні розбірно-складальних операцій нарізного з'єднання. Слід відмітити складність технологічного процесу термічної обробки забезпечення властивостей по довжині нарізі однієї деталі. Вкрай складно забезпечити високу втомну міцність нарізного з'єднання, в комплексі з достатньою зносостійкістю та статичною міцністю витків нарізі.

Також складність виникає при оцінці якості нарізних поверхонь деталей із зовнішньою і внутрішньою нарізною поверхнею, особливо за фізико-механічними властивостями поверхневого шару. Такі параметри як твердість (мікротвердість), глибина зміцнення, наявність дефектів поверхневого шару нарізі, проконтролювати експрес методами не вдається. Для цього потрібні лабораторні металографічні дослідження або стендові випробування. Якість нарізі за перерахованими показниками повинна гарантуватися технологічними режимами обробки.

Розглянемо способи виготовлення нарізних деталей, що ґрунтуються на застосуванні наступних технологій:

- заготовку перед нарізанням піддають об'ємній термообробці (покращенню); потім заготовку проточують до номінального розміру і утворюють нарізь необхідного типорозміру та необхідної точності;
- заготовку перед нарізанням піддають загартуванню та відпуску на твердість не більше 36 HRC, а потім формують нарізь накочуванням;
- виконують формування геометричної форми деталі, захищають нарізь від окислення чи знеуглецювання, і далі виконують термічні операції інших поверхонь; після чого проводять фінішні операції цих поверхонь, без впливу на нарізні поверхні деталі;
- виконують формування геометричних параметрів поверхонь і піддають деталь об'ємній термообробці; остаточно розміри та властивості поверхневого шару забезпечують різьбошліфуванням;
- нарізні деталі, що схильні в процесі експлуатації до втомного руйнування, піддають додаткової обробці способами поверхневого пластичного деформування;
- відповідальні деталі з нарізними поверхнями піддають способам хіміко-термічної обробки (азотування, цементация);

- для підвищення корозійної стійкості наносять на нарізні поверхні гальванічні покриття методом осадження матеріалів (цинкування, хромування тощо);

- для підвищення якості нарізних поверхонь використовується технологія фінішного плазмового зміцнення;

- нарізні деталі виготовляють шляхом різьбонарізування з якісних та високоякісних сталей, без виконання термічної обробки;

- при різних способах відновлення нарізі, її остаточні розміри забезпечують нарізанням на токарних верстатах.

Таким чином, відсутність способів забезпечення параметричної надійності нарізних з'єднань, при зростаючих обсягах виготовлення та відновлення нарізних деталей, обумовлює необхідність розробки нових технологічних, організаційних, економічних та екологічних основ вибору способів зміцнення та відновлення нарізних поверхонь.

Вивчення та аналіз переваг та недоліків існуючих способів формування та відновлення нарізних поверхонь дозволяють рекомендувати електромеханічну обробку для формування якісних нарізей. Електромеханічна обробка дозволить:

- виключити дефекти окиснення та знеуглецювання поверхневого шару;

- формувати поверхнево-загартований виток нарізі при збереженні в'язкої серцевини нижчих шарів;

- отримувати структуру металу, витягнуту вздовж профілю небезпечного перерізу западини;

- проводити згладжування мікронерівностей зі зміною форми та геометрії мікровершин та мікровпадин відповідно до експлуатаційних вимог до нарізного з'єднання;

- забезпечувати відповідність форми інструменту і оброблюваної поверхні.

Висока ефективність способів електромеханічної обробки, пов'язана з одночасним впливом силового та термічного факторів на поверхневий шар нарізі. При електромеханічній обробці стабілізація температурно-силової деформації в зоні контакту "інструмент-різьба" забезпечується експериментальним підбором режиму обробки. Таким чином це потребує проведення подальших досліджень для визначення параметрів електромеханічної обробки нарізних поверхонь.

Список використаних джерел

1. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р. М. Деталі машин: Підручник. К. : Кондор, 2004. 584 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКЛАДОВИХ ГІДРОПРИВОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Бурлака О. А.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів
механізації аграрного виробництва, доцент

Якименко Д. І., Дем'янов О. В.

здобувачі вищої освіти СВО Магістр за спеціальністю 208 Агроінженерія,
Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Бурлака А. О.

здобувач ФПО за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Відокремлений структурний підрозділ

«Полтавський політехнічний фаховий коледж

НТУ «Харківський політехнічний інститут»

м. Полтава, Україна

Комплексні наукові дослідження та їх результати, що присвячені аналізу роботи, оцінці ефективності та якості використання зернозбиральних комбайнів, містяться у працях таких відомих українських вчених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Головчука А. Ф., Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., В. І. Недовесова та ін. [8, 16, 26, 27, 28, 7].

Проблемні питання та їх обговорення за результатами досліджень технічного рівня системи технічного сервісу на безвідмовність та якість роботи зернозбиральних та інших сільськогосподарських комбайнів викладено в працях [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9].

Наукові аспекти та засади відносно основних показників формування надійності технічних та технологічних підсистем зернозбиральної техніки та оцінка їх ефективності описана в публікаціях [11, 12, 13, 14, 15].

Організаційні питання, розкриття та дослідження проблематики щодо встановлення взаємозв'язків технічного сервісу, методичних та методологічних інноваційних підходів по відновленню деталей зернозбиральної техніки, а також визначення та дослідження сукупних інтегрованих характеристик оцінки ефективності використання в технологічних комплексах зернозбиральних комбайнів містяться в працях [16, 17, 18, 19, 29, 30].

Тобто, такий досить обширний комплекс, виконаних вітчизняними та закордонними вченими, наукових досліджень по підвищенню надійності роботи зернозбиральних комбайнів, є суттєвим базисом в проведенні подальшого наукового пошуку.

Як пригадано раніше, невеликі фермерські господарства за дефіцитом обігових коштів вимушені використовувати таку сільськогосподарську техніку як, наприклад «Нива-ефект», «Дон-680», «Дон-680М», «Дон-1500», «Дон-1500А», «Дон-1500Б», «Вектор-410», «Акрос-530», «Акрос-550» та інші подібні сільськогосподарські машини.

Треба також відмітити, що такі відносно нові моделі як «Дон-1500» та «Дон-1500А» мають до 50% комплектації українського виробництва.

Маємо, що основними негараздами щодо використання бувших у вжитку сільськогосподарських машин є високий ступінь ризику виникнення дороговартісних непланових відмов та аварійних ситуацій.

Як відомо з технічних характеристик подібних гідравлічних систем, основними функціональними задачами пропонованого нами до дослідження гідравлічного компонента являється утворення розвантаженого (холостого) режиму роботи основної гідросистеми (тиск в системі 0,05...0,4 МПа максимальне значення такого тиску відповідає тиску відкриття запобіжного клапану фільтруючого елементу); утворення основного робочого режиму роботи під тиском (як правило 12,5 МПа або 16,5 МПа – в залежності від марки сільськогосподарської машини. Такий тиск можливо змінювати налаштуванням запобіжної частини напорно-переливного клапану); а також утворення режиму запобігання перевантаженню гідросистеми – скидання надлишкового гідравлічного масла, у випадку якщо тиск перевищує номінальний рекомендований заводом-виробником сільськогосподарської техніки (12,5 МПа або 16,5 МПа відповідно).

Проведені нами дослідження направлені на удосконалення операцій визначення технічного стану та визначення перспективних методів ремонту деталей клапана напірного КН 50.16 У1

Таким чином, можливо отримати конкретні практичні рекомендації щодо підвищення якості роботи, діагностики, технічного обслуговування та ремонту даного гідравлічного вузла, що користуються попитом в аграрних підприємствах різних організаційно-правових форм господарювання, де використовуються сільськогосподарська техніка з подібними гідравлічними системами.

Перевагу такому об'єкту нашого наукового дослідження - клапану напірному КН 50.16 У1, надано за обґрунтованими технічними, технологічними факторами та за аналізом різноманітних практичних ситуацій під час проведення спостережень по обраній тематиці досліджень:

1. Відмова в роботі клапана напірного КН 50.16 У1 спостерігається як така, що виникає найчастіше і призводить до повної відмови в роботі основної гідросистеми сільськогосподарської машини.

2. На основі виробничих спостережень, в тому числі і під час проходження виробничих практик, нами встановлено, що різноманітні аварійні ситуації та відмови основних гідросистем сільськогосподарської техніки можуть призвести і призводять не тільки до руйнування вузлів і агрегатів даної машини, але й можуть стати і стають основними причинами виникнення нещасних випадків, як правило – пожеж.

3. Причинами, що призводять до відмови клапана напірного КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000) часто являються недоліками конструкційного виконання клапана, фізичний знос та старіння основних складових деталей

клапана; ігнорування вимогами безпечного використання та експлуатації як основної гідросистеми, так і сільськогосподарської машини в цілому.

4. Також нами спостерігались випадки, коли вихід з ладу клапана напірного КН 50.16 У1 призводить і до часткових, епізодичних короточасних повторюваних відмов гідросистеми або уповільненням роботи гідроциліндрів гідросистеми сільськогосподарської машини.

5. Одним з особливо аварійних та небезпечних випадків, що спостерігається при експлуатації напірного клапана КН 50.16 У1 є зависання чи є заклинювання плунжера напірно-переливної частини клапана. Гідравлічній рідині ніде діватись. На практиці наслідками такої ситуації являються розриви трубопроводів високого тиску, розривами самого напірного клапана КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000), розривами шестеренних насосів типу НШ-32, НШ-28. Зауважимо, що насос НШ-28 використовується на комбайнах типу «Вектор» та «Акрос» і стоїть у тандемі, тобто він є здвоєним або зтроєним з іншими насосами. Як наслідок – ремонтні роботи або заміна таких тандемів на нові є досить високовартісними в порівнянні з вартістю самого клапана КН 50.16 У1

6. У випадку, коли використовується працездатний КН 50.16 У1, але технічно та технологічно невірно налагоджений, то спостерігається картина прискореного зносу та підвищення імовірності виходу з ладу других компонентів гідравлічних систем сільськогосподарської техніки, тому числі шестеренних насосів, секційних електрогідророзподільників, гідрозамків, гідроциліндрів. І знову маємо дороговартісний ремонт. На практиці частот зустрічається ситуація, коли в основній гідросистемі сільськогосподарської машини має місце є завищений тиск спрацювання запобіжної частини клапана напірного КН 50.16 У1. такий тиск перевищує рекомендований заводом-виробником (більше 12,5 МПа або більше 16,5 МПа - в залежності від моделі сільськогосподарської машини).

7. Також маємо ситуацію на практиці, коли придбавши новий напірного клапан КН 50.16 У1 – орієнтовно 3000грн, останній не завжди можливо використовувати з даною моделлю сільськогосподарської машини.

8. Ще одна неприємна практична ситуація, з якою часто зустрічаються аграрії - на ринку України широко розповсюджена пропозиція неоригінальних запасних частин до сільськогосподарської техніки, в тому числі і напірних клапанів КН 50.16 У1. Такі запасні частини відрізняються навіть візуально, не кажучи вже про якість роботи таких елементів гідросистем сільськогосподарських машин: (рис. 2 поз. Б – неоригінальний низькоякісний клапан; рис. 2, поз. В, Г – оригінальний клапан ранньої та пізньої модифікації).

9. Підтікання мастила як з клапана напірного КН 50.16 У1, так і з інших елементів гідросистем сільськогосподарської техніки є пожежонебезпечним та нажаль розповсюдженим на практиці явищем.

Тобто, вищевикладений матеріал, на нашу думку є достатньо аргументований для доведення доцільності проведення наукового дослідження та пошуку шляхів удосконалення способів визначення технічного стану,

технічного та технологічного налаштування, а також проведення відновлення такого гідравлічного компонента, як клапана напірного КН 50.16 У1.

Таким чином, основною метою нашої роботи є ґрунтовне дослідження ступенів зношування основних деталей та складових клапана напірного КН 50.16 У1 для визначення найбільш оптимальних способів його відновлення при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт. Для досягнення поставленої мети нами були поставлені та вирішені наступні завдання дослідження:

1. За результатами спостереження та за підсумками багаторічного досвіду використання агропромисловими виробниками Полтавської області сільськогосподарської техніки типу: Нива-ефект», «Дон-680», «Дон-680М» «Дон-1500», «Дон-1500А», «Дон-1500Б» «Вектор-410», «Акрос-530», «Акрос-550» а також за результатами науково-технічної співпраці кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва Полтавського державного аграрного університету з аграріями, відібрати зразки плунжерів клапанів КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000) що відмовили в роботі та потребували ремонту. При цьому шляхом опитування встановити та систематизувати основні причини таких відмов та аварійних ситуацій.

2. З використанням спеціалізованого контрольно-вимірювального обладнання виміряти та дослідити абсолютні розміри плунжера напірно-переливної частини клапана напірного КН 50.16 У1 в зонах підвищеного тертя; визначити основні тенденції прискореного зносу плунжерів.

3. На основі результатів вимірювання розробити та запропонувати до виробничого впровадження науково обґрунтовані способи та рекомендації по підвищенню рівня технічної надійності, проведення ремонтно-обслуговуючих робіт складових елементів та в цілому клапана напірного КН 50.16 У1.

При проведенні наукового дослідження в даній роботі були застосовані органолептичні методи, методи безпосереднього вимірювання абсолютних лінійних величин, математичні методи обробки результатів експериментальних досліджень, методи порівняння.

Дослідження проводили більше, ніж на 20 зразках плунжерів клапана напірного КН 50.16 У1.

Зоною вимірювання прийнято місця максимального зносу у трьох площинах поз. 1, 2, 3 (рис.1). Знос у кожній площині вимірювався у двох взаємно перпендикулярних напрямках.



Рисунок 1 – Плунжер клапана КН 50.16 У1 з прийнятими для вимірювання поясами 1,2,3 в зоні максимального зносу

Для отримання більш точних та достовірних даних вимірювання абсолютних розмірів плунжера клапана напірного КН 50.16 У1 в зоні підвищеного зносу, спричиненого тертям, нами використано електронний мікрометр типу МК та вертикальний оптиметр типу ИКВ.

Щодо методики проведення дослідницько-вимірювальних робіт, то, вертикальний оптиметр необхідно налаштовувати відносно номінального розміру плунжера за використанням плоскопаралельних кінцевих мір. При цьому нами використано відповідні плитки номінального розміру.

Дійсний розмір плунжера підраховують по формулі [29, 30]:

$$d_o = N \pm \Delta, \quad (1)$$

де N – розмір блоку плиток, рівний номінальному розміру деталей;

Δ – відхилення стрілки від нуля в поділках шкали.

На основі практичного досвіду використання сільськогосподарської техніки, що обладнана гідросистемами з клапаном напірним КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000) в різноманітних аграрних підприємствах, нами визначено наступні основні причини відмов клапана напірного КН 50.16 У1:

1) наявність сторонніх домішок та часток в маслі основної гідравлічної системи комбайна;

2) знос, руйнування та старіння гумових та полімерних ущільнювачів;

3) втрата жорсткості зворотної пружини;

4) знос поверхні плунжера напірно-переливної частини;

5) послаблення різьбового з'єднання в зоні запобіжної частини клапана;

6) знос конічних посадок: плунжер – сідло;

7) знос конічних посадок: голка – сідло.

З загальновідомого, не викликає сумніву, що виконання якісних ремонтно-обслуговуючих робіт, неможливе без повної заміни усіх гумових та полімерних ущільнювачів клапана напірного КН 50.16 У1.

Більш детально акцентуємо увагу на виявлені причин прискореного зносу там оцінці технічного стану циліндричної поверхні плунжера клапана напірного КН 50.16 У1, а також та пошуку шляхів його науково обґрунтованого відновлення.

У відповідності з технічними вимогами щодо виготовлення деталей гідроапаратури, плунжерні та золотникові компоненти якої працюють робочими поверхнями з ущільнювальними гумовими та полімерними елементами – прийнятий 9 квалітет. Відповідно відхилення дійсних розмірів діаметру плунжера напірно-переливної частини клапана напірного КН 50.16 У1 від його номінального розрахункового значення матимуть розміри: максимально допустимий діаметр = 15,984 мм; мінімально допустимий діаметр – 15,941 мм;

За нашими дослідженнями визначено, що вагомим є те, що майже 25% плунжерів в напірних клапанах КН 50.16 У1 потребують відновлення по причині механічного зносу. Також, близько 20% плунжерів в напірних клапанах КН 50.16 У1 мають сліди корозійного хімічного зносу. Виявлені сліди

корозійного хімічного зносу можливо розглядати як наслідок використання гідравлічних рідин з явно вираженим кислим середовищем. Кисла реакція в гідравлічних рідинах імовірна якщо такі масла - є відпрацьованими моторними маслами двигуна внутрішнього згорання), або масла, що в своєму складі мають перевищену відносно допустимої концентрацією сірки. Також нами виявлено, що близько 10% досліджуваних зразків плунжерів були піддані впливу як механічного, так і корозійного зносу. Такі зразки також потребують гальванічного відновлення.

Таким чином, за результатами проведених нами органолептичних досліджень та фізичних вимірювань, здійснення якісного ремонту більшої частини клапанів КН 50.16 У1 – близько 55%, можливий за рахунок як заміни гумових та пластикових ущільнювачів, кілець, так і шляхом виконання гальванічного нарощування, шліфування та полірування циліндричних та конічних робочих поверхонь плунжера клапана напірного КН 50.16 У1.

Список використаних джерел

1. Бойко А., Думенко К. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки. *Техніка і технології АПК*. 2011. № 1. С. 11–14.
2. Бондаренко О. В., Думенко К. М. Використання пар тертя вуглецевих композиційних матеріалів в екстремальних умовах роботи зернозбиральної техніки. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. Вип. 3 (60). С. 165–170.
3. Бондарь М., Заволока А., Свириденко Н. Повышение пожаробезопасности эксплуатации зерноуборочного комбайна: концепция и пути её реализации. *Техніка і технології АПК*. 2010. № 8. С. 12–16.
4. Броварець О. О. Регульована висота зрізу зернозбиральних комбайнів – засіб підвищення ефективності роботи зернозбиральних комбайнів. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 180 (3). С. 16–19.
5. Васильченко В., Ружило З. Підготовка збиральної техніки до зимівлі. *Аграрна техніка та обладнання*. 2012. № 4. С. 78–80.
6. Васильченко В. Підготовка комбайна до жнив. Що потрібно зробити, аби мінімізувати втрати? *Агроном*. 2013. № 2. С. 202–205.
7. Бурлака О. А., Яхін С. В. Підвищення ефективності роботи скребкових елеваторів з відцентровим типом розвантаження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 195–200.
<https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.31>
8. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки / за ред. А. Ф. Головчука. К. : Грамота, 2004. 320 с.
9. Демко О. А., Демко А. А., Надточій О. В. Закономірності впливу тривалості експлуатації зернозбиральних комбайнів на їх технічний стан. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 145. С. 161–167.

10. Думенко К. М. Інтегрований показник ефективності роботи зернозбиральних комбайнів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. Вип. 4 (61). Т. 1. С. 220–224.
11. Думенко К. М., Бондаренко О. В. Наукові засади формування надійності підсистем зернозбиральних комбайнів. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*. 2011. №29. С. 412–419.
12. Думенко К. М. Статистичний аналіз динаміки розподілу відмов підсистем комбайнів. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*. 2012. №35. С. 113–118.
13. Думенко К. М., Комісарова Л. О., Шевченко К. С. Відновлення працездатного стану вітчизняних зернозбиральних комбайнів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 145. С. 21–27.
14. Думенко К. М., Бойко А. І., Бондаренко О. В. Функції відновлення підсистем зернозбиральних комбайнів при різних рівнях потенціалу бази технічного обслуговування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. Вип. 12. Т. 3. С. 42–52.
15. Карабинеш С., Везнюк В., Демченко А. Сервісом по барабану. Ремонт и профилактика молотильного узла зерноуборочного комбайна. *Зерно*. 2014. № 5. С. 156–161.
16. Кравчук В., Занько М., Лисак О. Експлуатаційна оцінка комбайна MF-7370PL «BETA» компанії MASSEY FERGUSON на збирання. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 4. С. 10–17.
17. Кухтов В. Г., Знайдюк В. Г., Погорілий В. В. До питання нормування рівня надійності нових зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 151. С. 5–12.
18. Литвинюк Л. Деякі особливості підвищення продуктивності зернозбирального комбайна і покращення родючості ґрунту. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 10. С. 25–27.
19. Сидорчук Л. Л. Системний аналіз підпрограм використання та технічного сервісу зернозбиральних комбайнів. *Механізація і електрифікація сільського господарства*. 2013. Вип. 97 (2). С. 404–412.
20. Сماشнюк О. В. Закономірності відмов зернозбиральних комбайнів в умовах експлуатації. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2010. Вип. 94. С. 431–437.
21. Choi M., Lee K., Jang B., Kim Y., Chung S., Lee J. Grain flow rate sensing for a 55-kW full-feed type multi-purpose combine. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2018. Vol. 11 (5). P. 206–210.
<https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181105.2686>
22. Fiscus D., Foster G., Raufman H. Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*. 1971. Vol. 14 (3). P. 480–485. <https://doi.org/10.13031/2013.38319>

23. Patricia C. de Menezes, Rouverson P. da Silva, Franciele M. Carneiro Lucas A. da S. Girio, Mailson F. de Oliveira & Murilo A. Voltarelli. Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2018. Vol. 22 (10). P. 732–738. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738>
24. Shahbazi F., Valizadeh S., Dowlatshah A. Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International : The CIGR e-journal*. 2012. Vol.14 (4). P. 150–155.
25. Sheychenko V., Kuzmych A., Shevchuk M., Shevchuk V., Belovod O. Research of quality indicators of wheat seeds separated by pre-threshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57 (1). P. 157-164.
26. Shpokas L., Adamchuk V., Bulgakov V., Nozdrovicky L. The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*. 2016. Vol. 62 (3). P. 106–112. <http://dx.doi.org/10.17221/16/2015-RAE>
27. Zielinski A., Mos M. Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars. *Cereal Research Communications*. 2009. Vol. 37 (2). P. 277–286. <https://doi.org/10.1556/crc.37.2009.2.16>
28. Kelemesh A., Gorbenko O. Research of kinematic and agricultural parameters of working tools when processing the cylinder liners. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*. 2015. Vol. 61 (12). P. 32–33.
29. Gorbenko O., Kelemesh A. Justification of choosing recovery method for cylinder liners of autotractor engines. *Proceedings of the IInd International Scientific and Practical Conference “Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions”*, 24–25 Sept. 2015. Dubai, UAE, 2015. №2 (2). P.9–11.
30. Василенко В. С., Грамаков Н. В., Таран І. Г., Щеколдин Г. А. Комбайны зерноуборочные самоходные «ДОН-1500Б» и «ДОН-1200Б». Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. ОАО «Ростсельмаш», 2000. 460 с.

ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ ЗЕРНОДРОБАРКИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ КОРМІВ

Велит І.А.

к.т.н., доцент кафедри технології та засоби механізації
аграрного виробництва, доцент

Гаврилко А. П., Лукаш К. В.

здобувачі вищої освіти СВО Бакалавр за спеціальністю 208 Агроінженерія
*Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна*

Тваринництво займає суттєвий відсоток виробництва продуктів харчування для населення України, у зв'язку з чим створення засобів

механізації виробничих процесів у тваринництві стало однією з важливих проблем розвитку агропромислового сектору. Для вирощування свиней на м'ясо на фермах необхідно використовувати обладнання, яке задовольняє за продуктивністю, за якістю роботи, універсальністю застосування [1].

Виробництво тваринницької продукції в господарствах в 50-60 роки гальмувалося через відсутність засобів механізації для малих ферм промислового виробництва. В період 80–90 роках створюється велика кількість машин для подрібнення і переробки кормів для всіх видів господарств. В цей період була розроблена система машин для приватного сектору виробництва м'яса. Особливого значення на сучасному етапі розвитку тваринництва в країні набуває оснащення малих господарських формувань малогабаритними засобами механізації для приготування комбікормів з високими техніко-економічними і якісними показниками.

Недоліки механізованих технологій обумовлені невідповідністю технічних засобів фізіологічним особливостям тварин. У зв'язку з цим досить актуальна оптимізація систем машин та обладнання, удосконалення і створення прогресивного енерго- та ресурсозберігаючого обладнання.

Щоб полегшити підготовку кормів для вигодовування і поліпшити їх засвоєння організмом тварини використовують малогабаритні подрібнювачі зернових компонентів, грубих кормів, коренебульбоплодів, а також універсальні для декількох видів корму.

Мета даної роботи полягає в тому, щоб обґрунтувати вибір обладнання в технології процесу приготування кормів на свиновідгодівельній фермі, обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри зернодробарки.

Робочий орган зернодробарок для подрібнення – молотковий апарат. До нього зерно потрапляє під дією власної маси самопливом. Крупність помелу регулюють за рахунок змінних решіт. При використанні здрібненого зерна як корму, тваринам необхідно враховувати, що при високому ступені здрібнювання з наступними операціями транспортування, перевантаження і видачі в сухому вигляді здрібнена маса порошиться. У цьому випадкові збільшуються втрати дорогого корму, а пил негативно впливає на здоров'я тварин, особливо молодняку.

Розроблені спеціальні зернопереробні машини: подрібнювач зерна молотковий «Таврія»; мікродробарка вальцеводекова з електроприводом МКД-Ф-1 та з вітроприводом МКДВ; молоткова дробарка ДЗ-Т-1; універсальні подрібнювачі: дробарка зерна і коренеплодів ДЗК-1; подрібнювач зерна і коренеплодів ИЗК-1; подрібнювач 5158; дробарка зерна і трави ДЗТ-1. З комбінованих машин розроблені: машина сільського побуту МСБ-1; подрібнювач кормів АРС-Т-300, машина побутова Э-270. Машина МСБ-1 була однією з перших багатоопераційних машин, що випускалася промисловістю для задоволення всебічних потреб з переробки кормів в особистому підсобному господарстві. Подрібнювач АРС-Т-300 є удосконаленим варіантом МСБ-1 і виконує ті ж самі операції. Побутова машина Э-270 використовується для подрібнення основних видів кормів (зерна, коренебульбоплодів і стеблових

матеріалів), а також може оснащуватися знімною пилкою-рубанком. Її продуктивність на зерні збільшена до 60 кг/год. Їх продуктивність, близька до необхідної – 130 кг/год. Крім того, зазначені дробарки забезпечують регулювання крупності помелу, вони більш універсальні порівняно з іншими моделями.

Застосування решета з діаметрами отворів 4 мм у дробарці ДЗ-Т-1 забезпечує отримання найбільш дрібного помелу зерна, придатного для згодовування свинопоголів'я. Одним комплектом правильно загартованих молотків при використанні чотирьох робочих граней можна подрібнити не менше ніж 50 т зерна. До інших переваг дробарки ДЗ-Т-1 можна віднести: стабільність процесу подрібнення різних видів зерна протягом тривалого періоду експлуатації; простоту конструкції та надійність у роботі; розміщення блока конденсаторів і пускового пристрою в окремо виносному корпусі, що усуває вплив вібрації й підвищує надійність з'єднань у ланцюзі електрообладнання. До недоліків дробарки ДЗ-Т-1 можна віднести – використання конденсаторного електродвигуна, що не витримує перевантажень і тривалої безперервної роботи й потребує періодичних зупинень для охолодження [2,3]. Німецька компанія «Neuero Farm- und Fördertechnik GmbH» виготовляє та удосконалює обладнання для українських сільгоспвиробників. Фірма пропонує промислову дробарку РВО 853. Дана модель має потужність електродвигун 22 кВт і продуктивність більше 5 т / год. Дробарка дозволяє якісно подрібнювати не тільки зернові компоненти комбікорму і шроту, а й з успіхом подрібнює такі специфічні продукти, як пелет з лушпиння соняшнику, горох і інші продукти, характеризуються простотою конструкції і надійністю. Відноситься до серії високопродуктивних дробарок зерна.

На даний час набули широкого використання зернодробарки центробіжно-ударної дії. Така дробарка компактна, проста в використанні, енергоекономічна. Може використовуватись на свиновідгодівельних фермах. Робочі органи для подрібнення зерна є металеві пальці. Відмінною особливістю зернодробарки є те, що подрібнення відбувається молотками, жорстко закріпленими на крильчатці ротора. Зерно отримує перші удари і відкидається до периферії в кільцеві канали дек, б'ючись об деки і решето. Таким чином, матеріал, піддається багаторазовим руйнуванням ударами молотків і за рахунок центробіжних сил при сталому процесі по всій внутрішній поверхні дробильної камери утворює обертовий шар. Під впливом активних робочих органів – молотків і пасивних – відбійних елементів, а також решета відбувається руйнування і подрібнення матеріалу. Готовий продукт виводиться з дробильної камери через решето. Зернодробарки ударної дії мають низку переваг перед існуючими конструкціями дробарок. Відбійні елементи, виконані на плитах, дозволяють зменшити швидкість руху матеріалу, що подрібнюється за рахунок загальмування повітряно-продуктового шару в дробильній камері. Це досягається тим, що в кільцевих каналах за рахунок рифлення торцевих поверхонь плит спостерігається вихровий ефект, який змінює траєкторію руху частинок зі збільшенням осрової складової швидкості, зменшуючи окружну

швидкість повітряно-продуктового шару, збільшуючи швидкість і кількість зіткнень молотків, що подрібнюють матеріалу. Жорстке закріплення молотків до ротора підвищує ефективність процесу дроблення і коефіцієнт корисної дії дробильної машини в цілому.

Проаналізовано продуктивність зернодробарки центробіжно-ударної дії, залежність питомої енергоємності від подачі зерна на подрібнення [4]. Результати досліджень показані на рис. 1.

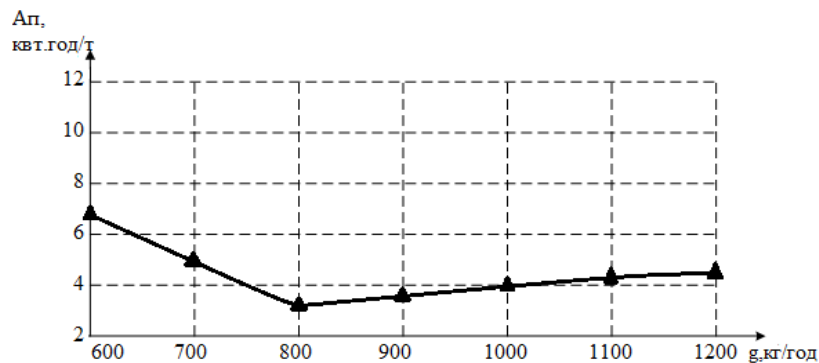


Рисунок 1 – Залежність питомої енергоємності (Ап) зернодробарки центробіжно-ударної дії від подачі зерна на подрібнення (q) при частоті обертання вала ротора $n = 2000$ об / хв

На рисунку 1 приведені результати залежностей питомої енергоємності зернодробарки центробіжно-ударної дії при різних режимах роботи. Експериментальними дослідженнями встановлено при подачі зерна на подрібнення 800...1200 кг / год енергоємність становить 3,8-4,2 кВт·год / т.

На підставі отриманих даних використання зернодробарки центробіжно-ударної дії дозволяє знизити питому енергоємність процесу до 3,8...4,8 кВт тод / т, що приблизно в 1,5 рази менше ніж у молоткових дробарках 6,62–8,35 кВт·год / т, вибраний режим роботи зернодробарки: при частоті обертання вала ротора $n = 2000$ об / хв., подачі зерна на подрібнення 800... 1200 кг / год, питома енергоємність Ап дорівнює 4 кВт·год / т.

Список використаних джерел.

1. Ревенко І. І. Механізація тваринництва: підручник. Київ: Вища освіта. 2004. 268с.
2. Ревенко І.І, Брагінець В.І. Машина та обладнання для тваринництва: підручник . К.: Кондор, 2009. 731 с.
3. Велит І.А., Іванкова О.В., Бовсуновський В.М., Бурлака О.А. «Машина та обладнання для кормоприготування на малих фермах» Навчальний посібник. – Полтава. Cory-Print 2019.–91с.
4. Велит І.А., Неділько Я.В., Дорохін Р. Зернодробарки для малих свиновідгодівельних ферм / Я.В. Неділько, І.А. Велит, Р.Дорохін // Збірник наукових праць. Центрально український науковий вісник. Випуск № 2 (33) 2019. С. 17-25. 5.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОРМОРОЗДАВАЧІВ ДЛЯ СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНИХ ФЕРМ

Велит І.А.

к.т.н., доцент кафедри технології та засоби механізації
аграрного виробництва, доцент

Гаврилко А. П., Лукаш К. В.

здобувачі вищої освіти СВО Бакалавр за спеціальністю 208Агроінженерія
*Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна*

Ефективність виробництва продукції на свинофермах залежить від умов реалізації генетичного потенціалу, на основі повноцінної годівлі, поліпшення підготовки кормів до згодовування, зниження матеріальних і енергетичних витрат за рахунок застосування машин та обладнання з розширеними функціональними можливостями.

Для інтенсифікації технології виробництва свинини необхідно: збалансоване годування тварин, застосування комплексної механізації і раціональних технічних рішень, дотримання технологічної дисципліни, спрямованої на своєчасне і якісне здійснення всіх виробничих процесів.

На сьогоднішній день переважна кількість поголів'я тварин утримується в приватних господарствах населення. Особливого значення на сучасному етапі розвитку тваринництва в країні набуває оснащення малих господарських формувань малогабаритними засобами механізації для приготування комбікормів з високими техніко-економічними і якісними показниками. Годівля визначає швидкість розвитку, зростання та масу тіла тварин, то є їхня продуктивність. При поганій годівлі малопоживними кормами тварини повільно ростуть, пізніше стають статевозрілими. Корми та годівля надають багато більший вплив на організм тварини, ніж порода та походження[1].

Головною проблемою в свиноводстві є годування свиней. Поряд з великими потребами кормів, також потрібні великі витрати коштів на предбання машин для приготування і роздачі. Аналіз типів годівлі свиней і структури технологічних ліній дозволяє зробити висновок, що найбільш ефективно для ферм з невеликим поголів'ям свиней є годування вологими мішанками і сухими розсипними кормо сумішами з використанням сучасного обладнання. Найбільший вплив на продукційний процес впливає: рівень годівлі, якість роздавання кормової суміші роздавачами, неоднорідність змішування і питомі енерговитрати.

Технологічна ефективність відображає ступінь освоєння систем тваринництва і визначається шляхом порівняння фактичних даних з відповідними нормативними показниками або розроблених технічних засобів. Тому актуальною є задача модернізації поточкових ліній приготування і роздачі кормів. Це дозволяє при відносно невеликих фінансово-матеріальних витратах істотно підвищити ефективність виробництва. Вибір оптимального складу машин, а також їх раціональних конструктивно-режимних параметрів

технологічного обладнання потребує вивчення стану справ на фермах, передового досвіду і науково-технічних досягнень в цій області. Удосконалення потоково-механізованих ліній приготування і роздачі кормів в фермерських свинарських господарствах на базі кормороздавачів з поліпшеними дозуючими органами і ходовою частиною на пневматичних колесах, а також змішувачів сухих розсипних кормосумішей дозволяє знизити споживання енергії, і домогтися зниження собівартості і підвищення конкурентоспроможності виробництва свинини в господарствах. Перспективним напрямком в удосконаленні конструкцій змішувачів кормів, є створення тихохідного змішувача періодичної дії з нерухомим корпусом і двома горизонтально розташованими шнеколопатевими робочими органами для змішування. Це дозволяє отримувати кормову суміш відповідно до зоотехнічних вимог з низькими питомими витратами енергії [2,3].

Досліджувалися залежності нерівномірного витікання корму з бункера від висоти шару корму. Результати приведені на рисунку 1. При збільшенні висоти шару корму від 0,1 до 0,5 м нерівномірність знижується з 14% до 8%, що пов'язано зі стабілізацією потоку закінчення матеріалу при збільшенні висоти корму в бункері [4]. З аналізу впливу відкриття заслінки на подачу і нерівномірність видачі матеріалу бункерним пристроєм (рисунк 2) видно, що зі збільшенням величини відкриття заслінки від 0,005 до 0,03 м спостерігається інтенсивне нелінійне зростання подачі від 0,3 до 2,3 кг / с. При цьому зі збільшенням величини відкриття заслінки відбувається зниження нерівномірності закінчення корму з 15 до 5%. Це пов'язано з умовами взаємодії корму в зоні вивантажувального вікна[5].

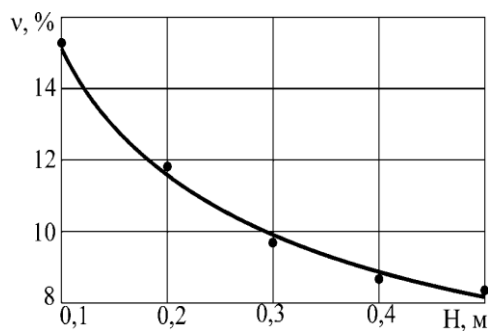
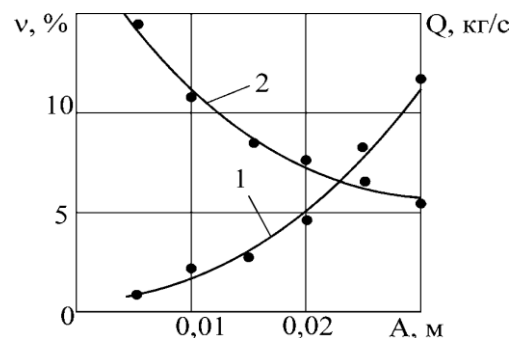


Рисунок 1 – Залежність
нерівномірності витікання (v) з
бункера від висоти шару корму в
бункері



1 – подача, 2 – нерівномірність
Рисунок 2 – Залежності подачі корму
(Q) з бункера і нерівномірності (v) від
величини відкриття заслінки (A)

Результати досліджень підтверджують висунуті робочі гіпотези про можливість підвищення показників якості приготування і роздачі кормових сумішей при одночасному зниженні питомих енерговитрат. Рациональні параметри вивантажувального вікна бункера за показником якості повинні мати такі значення: величина відкриття заслінки повинна бути більше 0,035 м, а в бункері висота шару корму більше 0,5 м. При менших значеннях висоти і

положення заслінки необхідна установка в бункері, що виконує дію руйнівника насипу корму.

При рівні корму в бункері з 0,45 до 0,1 м напруга зрушення знижується на 43,5%, нормальний тиск корму в зоні загрузочного вікна знижується на 62%. Ці значення необхідно враховувати при дослідженні енергетичних витрат на привід дозуючих органів.

Список використаних джерел

1. Ревенко І.І., Брагінець В.І. Машина та обладнання для тваринництва: підручник. К.: Кондор, 2009. 731 с.
2. Велит І.А., Іванкова О.В., Бовсуновський В.М., Бурлака О.А. «Машина та обладнання для кормоприготування на малих фермах» Навчальний посібник. – Полтава. Cory-Print 2019.–91с.
3. Велит І.А., Неділько Я.В. Дорохін Р.С. Зернодробарки для малих свиновідгодівельних ферм. 2019 / Велит І.А., Неділько Я.В. Дорохін Р.С. // Центрально український науковий вісник. Технічні науки. Випуск 2 (33) Кропивницький 2019р. С 17-25.
4. Кравчук В. І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: науково-практичний посібник. Київ: Фенікс. 2008. 104 с.
5. Велит І.А., Дрейман І., Безуглий А., Удосконалення конструкції кормороздавача для використання на малих та середній свинофермах / Матеріали 17 Міжнародного форуму молоді «Молодь та сільськогосподарська техніка у ХХІ сторіччі», 25-26 березня Харків 2021р.с.27.

КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ІНЖЕКЦІЙНИХ ГОЛЧАСТИХ ЗНАРЯДЬ НА ПРИКЛАДІ ДЖЕРЕЛ ПАТЕНТНОГО ФОНДУ НІМЕЧЧИНИ

Ветохін В. І.

д.т.н., професор кафедри галузевого машинобудування, доцент,

Рижкова Т. Ю.

здобувач ступеня PhD за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Ключові слова: *інжекційні голчасті знаряддя, передача речовини-енергії-інформації, ефективність робочого органу, класифікація.*

Key words: *injection needles, transfer of substance-energy-information, efficiency of the working tool, classification.*

Ощадливе використання ресурсів при вирощуванні сільськогосподарських культур – актуальна задача. Останні десятиріччя набули масового використання ротаційні знаряддя для інжекційного внесення рідких добрив, що сприяло суттєвому підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Створення

подібних знарядь започатковано в середині минулого XX століття практично одночасно на різних континентах, наприклад, «Пристрій для підживлення дерев та іншої рослинності» [1]. Широка експлуатація подібних знарядь виявила недоліки, що потребують усунення.

Базове положення землеробської механіки свідчить про можливість звести дію знаряддя механічного типу до дії клину на ґрунт [2]. Відомий підхід, в якому розглядають будь-яку дію з внесення/вилучення речовини-енергії-інформації як керуючий вплив на стан ґрунтового шару [3]. При цьому характеристики ґрунтового шару поділяються на сталі властивості та змінні параметри/показники стану.

Керуючий вплив спирається на сталі властивості ґрунтового шару та спрямований на зміну значень параметрів/показників стану. Прикладом сучасної керуючої системи задля зміни стану ґрунту може слугувати технічний засіб «Системи, методи та апарати для моніторингу властивостей ґрунту та внесення добрив під час посівної операції» [4]. До складу «Системи ...» входять датчики, розташовані у компонентах, що взаємодіють із ґрунтом для моніторингу параметрів його стану. Компоненти, що взаємодіють із ґрунтом, містять декілька каналів для нагнітання рідини різного складу в стінки борозни, утвореної у ґрунті.

Ефективність роботи будь-якого знаряддя значною мірою визначається робочим органом, що безпосередньо передає енергію-речовину від енергозасоба до середовища, що обробляється. Ефективність робочого органу визначається його типом/класом.

Класифікація робочих органів може бути здійснена за різними ознаками. На базі дослідженого матеріалу з джерел патентного фонду Німеччини, запропонована наступна класифікація, а саме:

За безперервністю дії: - безперервної дії (ротаційні); - періодичної дії (крокуючі) (рис. 1).

За орієнтацією голки відносно осі обертання диска: - орієнтація не змінюється відносно осі обертання диска; - орієнтація коригується залежно від фази впровадження у ґрунт; - орієнтація коригується задля збереження вертикального положення (мінімізується розмір лунки); - і т.д.

За типом приводу клапана перемикання робочої речовини (рис. 2): - приводиться від опору ґрунту при заглибленні голки; - приводиться від обертання диска; - і т.д.

За типом керування моментом внесення речовини в ґрунт: - момент, пов'язаний з певною фазою заглиблення голки у ґрунт; - момент, пов'язаний з певною фазою обертання диска; - і т.д.

За виконанням/розташуванням клапана перемикання робочої речовини: - клапан, виконаний як частина голки; - клапан, виконаний як частина маточини; - і т.д.

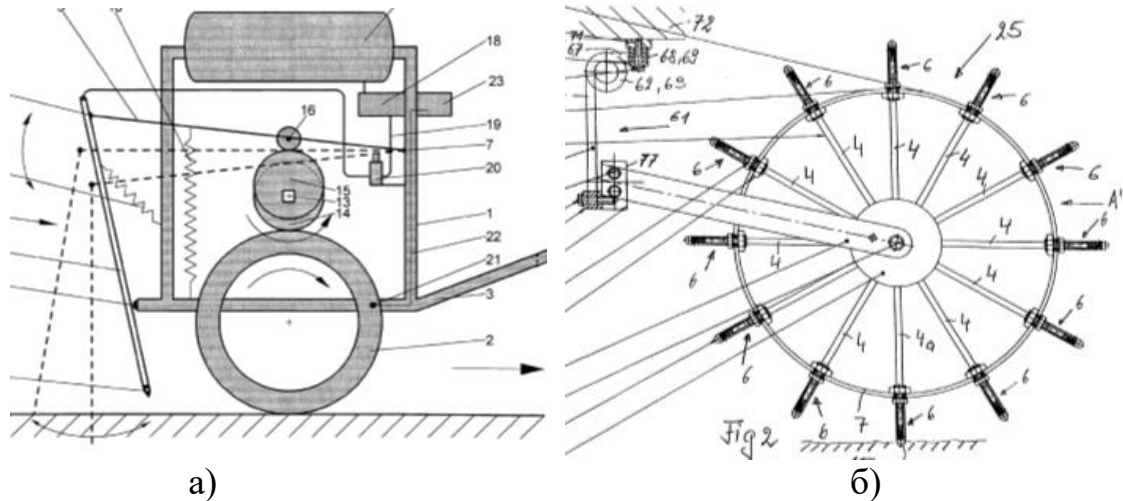


Рис. 1. Приклади знарядь з різною безперервністю дії: а - періодичної дії (крокуючі) [5]; б - безперервної дії (ротаційні) [6].

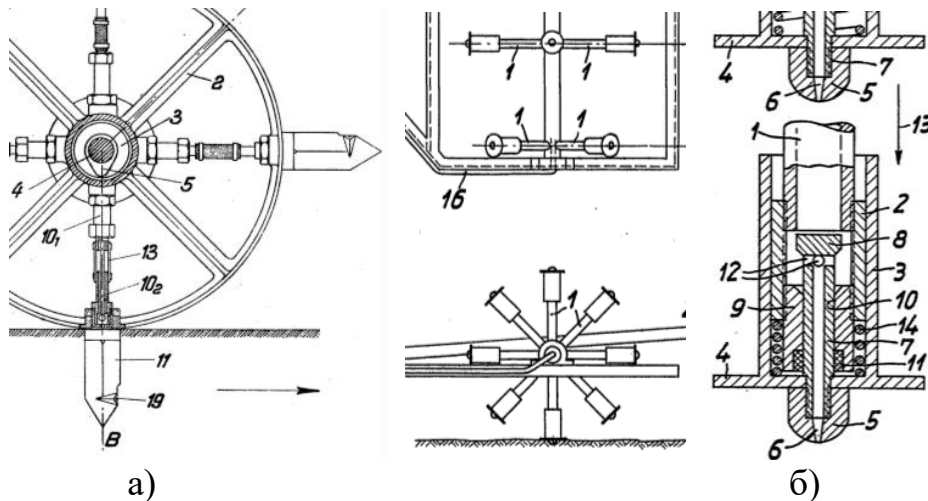


Рис. 2. Приклади знарядь з різним типом приводу клапана перемикання робочої речовини: а - приводиться від обертання диска [7]; б - приводиться від опору ґрунту при заглибленні голки [1].

Висновки. На базі джерел патентного фонду Німеччини запропонована класифікація робочих органів інжекційних голчастих знарядь за ознаками:

- безперервності дії;
- орієнтацією голки відносно осі обертання диска;
- типом приводу клапана перемикання робочої речовини;
- типом керування моментом внесення речовини в ґрунт;
- виконанням/розташуванням клапана перемикання робочої речовини.

Знаряддя різних класів мають переваги та недоліки притаманні даному класу. Співвідношення переваг/недоліків різне в залежності від різних технологій вирощування культур та різного економічного типу/укладу господарств.

Спільними в дії знарядь є фізико-механічні аспекти, що визначаються сталими властивостями ґрунтового середовища. Тому слід зосередитися у подальших дослідженнях на фізико-механічних аспектах взаємодії робочого органу з оброблюваним середовищем для отримання принципових рекомендацій щодо удосконалення знарядь різних класів.

Список використаних джерел

1. Geraet zum Duengen von Baeeumen oder sonstigen Gewaechsen : патент 1047519В ФРН. № L@-0027226 ; заявл. 25.03.1957 ; опубл. 25.06.1959. Deutsches Patentamt. 4 с.
2. Горячкин В.П. Основы теории земледельческих машин и орудий. Общая теория орудий. Собр. соч. в 7 т. Москва : Сельхозгиз, 1937. Т.2. С. 161-181.
3. Ветохін В., Алтибаєв А. Аналіз властивостей ґрунту стосовно процесу управління його станом з мінімальними витратами ресурсів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2017. Вип. 21. С. 332-338. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2017_21_46.
4. Systems, methods, and apparatus for agricultural liquid application : патент 2016205424A1 США. № PCT/US2016/037704 ; заявл. 15.06.2016 ; опубл. 22.12.2016. WIPO (PCT). 105 с.
URL: <https://patents.google.com/patent/WO2016205424A1/en?q=2016205424>
5. Vorrichtung und Verfahren zum Einbringen von flüssigen Stoffen in den Erdboden : Patent 102004028291A1 ФРН. № 200410028291 ; заявл. 13.06.2004 ; опубл. 12.01.2006. Deutsches Patent- und Markenamt. 7 с.
6. Vorrichtung zum Einbringen von flüssigen Stoffen in das Erdreich : Patent 19944770A1 ФРН. № 19944770 ; заявл. 17.09.1999 ; опубл. 26.04.2001. Deutsches Patent-und Markenamt. 12 с.
7. Vorrichtung zum Einbringen von wasserfreiem Ammoniak in den zu duengenden Boden. Patent 925503 В ФРН. № R@-0012013 ; заявл. 01.07.1953 ; опубл. 24.03.1955. Deutsches Patentamt. 9 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ АВТОРЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Віланов О. С.

здобувач ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Дудник В. В.

к.т.н., доцент кафедри галузеве машиновикористання, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Найважливішим завданням сервісних служб, у тому числі авторемонтних підприємств, є створення, освоєння та впровадження у виробництво нової

високоєфективної техніки та технології, що забезпечує зростання продуктивності праці, зниження матеріало- та енергоємності, усіляке покращення якості ремонтних робіт. Завдання стає ще більш актуальним при врахуванні сучасної тенденції значного збільшення балансової вартості автомобілів, що супроводжується істотним збільшенням витрат на їх ремонт і технічне обслуговування.

Витрати на ремонт та технічне обслуговування автомобілів можуть бути знижені за рахунок [1]:

- запобігання зношуванню та відмовам машин на основі використання методів діагностування та технічного обслуговування безпосередньо в процесі експлуатації машин;
- збільшення продуктивності праці та ресурсозбереження при технічному обслуговуванні та ремонті машин на всіх рівнях ремонтно-обслуговуючого виробництва;
- підвищення якості та надійності ремонту машин.

З наведених вище заходів зниження витрат найважливішим чинником пов'язане з якістю ремонту автомобілів. Так, за даними [1, 2], при неповному відшкодуванні придатності та частковому відновленні ресурсу (менше 50% до ремонтного) ремонтні дії стають малоефективними і не сприяють економічно доцільному використанню машин протягом амортизаційного терміну. У зв'язку з цим вони передчасно списуються, а витрати на їхню експлуатацію зростають. Важливість підвищення якості ремонтних робіт стає ще очевиднішою з урахуванням обсягів виконуваних робіт. Відповідно до [3], понад 75% основних вузлів та агрегатів машин піддаються капітальному ремонту. Останнє зумовлено не рівномірністю, тобто різним терміном служби окремих деталей, вузлів та агрегатів, що входять до складу автомобіля.

Слід зазначити, що у світовій практиці вже склалися виробничі структури, накопичено досвід розробки технологічних процесів ремонту автомобілів, зокрема відновлення найбільш відповідальних їх деталей. З метою виявлення шляхів подальшого вдосконалення технологій ремонту автомобілів, поліпшення якості виконуваних робіт та зниження їх собівартості цікавить аналіз технологічних можливостей авторемонтного виробництва [2, 3].

Технологічний процес ремонту автомобілів є досить складним заходом, він включає як елементи машинобудівного виробництва, так і специфічні технологічні операції. При цьому частка оздоблювально-зачистних та мийних операцій становить значну частину виконуваних робіт. За даними [1], трудомісткість зазначених операцій у ряді випадків досягає 30% і більше від загальної трудомісткості ремонту, а надійність об'єктів, що ремонтуються, багато в чому визначається якістю виконання операцій. Неякісне очищення деталей при складанні двигунів, гідравлічних та інших систем знижує їх післяремонтний ресурс на 20-30% і більше.

Аналіз умов експлуатації та ремонту основних деталей, вузлів та агрегатів, що входять до складу автомобілів, у тому числі:

- двигуна (шатунно-поршнева група, кривошипно-шатунний механізм,

механізм гідророзподілу, деталі та вузли систем живлення, мастила та охолодження);

- силової передачі (муфти повороту, фрикційні муфти, гальмівні колодки, стрічки, барабани, деталі трансмісії, ходової частини, механізму управління та ін.) показує, що забруднення, що зустрічаються в процесі роботи, можуть бути розділені на експлуатаційні, виникнення яких пов'язано з умовами експлуатації автомобілів, та технологічні, що утворюються в процесі ремонту.

І ті, й інші забруднення мають широкий спектр параметрів. Останнє зумовлено різноманіттям причин їх утворення та великою кількістю факторів, що впливають на формування їх складу та властивостей. В основу класифікації забруднень покладено механізм їх утворення, адгезія до поверхні, що очищається, і специфіка видалення при технічному обслуговуванні та ремонті машин.

Розподіл забруднень по групах слід вважати умовним, оскільки вони часто являють собою складні за структурою та фізико-хімічним складом сполуки. Дорожній бруд, залишки вантажів, що перевозяться, відкладаються на зовнішній поверхні автомобіля його агрегатах і вузлах. Найбільш міцні з них залишки бетону, бітуму та ін. Лакофарбові покриття як забруднення видаляються при ремонті вузлів та деталей рам, кузовів, кабін та інших складових частин автомобіля. Оливи та мастила – найбільш поширений вид забруднень.

Їх міцність і адгезія до поверхні деталей, що очищаються, визначаються умовами експлуатації. Оливи та мастила зазнають змін, що викликаються процесами полімеризації та окислення в результаті старіння. Продукти корозії утворюються в результаті хімічного та електрохімічного руйнування металів та сплавів: на поверхні сталевих та чавунних деталей – це гідрат окису заліза, на алюмінієвих – окис або гідрат окису алюмінію. Накип утворюється в системі водяного охолодження двигуна внаслідок вмісту в охолоджувальній рідині солей кальцію та магнію. Масляно-грязьові відкладення утворюються при змішуванні дорожнього бруду та пилу з маслом, що знаходиться на поверхні деталей.

У двигунах процеси старіння оливи і згоряння палива супроводжуються утворенням забруднень вуглецевих відкладень, що найбільш важко видаляються. Вони відкладаються на стінках картера двигуна, колінчастих валах, масляних насосах, фільтрах, маслопроводах та іншого. Лакові відкладення – продукти полімеризації палива та оливи у тонкому шарі – утворюються на деталях карбюраторів та внутрішній поверхні поршнів. Нагар – вуглецеві відкладення, що утворюються на деталях, підданих впливу високих температур (понад 150°C). Нагар відкладається на дні поршня, компресійних кільцях, на поверхні камери згоряння, на клапанах у випускних колекторах, на свічках і розпилювачах форсунок. Вуглецеві відкладення включають наступну групу речовин: олії та нейтральні смоли, окисикислоти, асфальтени, карбони та карбоїди та незгоряний залишок – золу. Нейтральні смоли повністю розчиняються в петролейному ефірі та бензині. Окисикислоти – органічні

кислоти, здатні дисоціювати. Асфальтени – продукти ущільнення нейтральних смол, являють собою тверді речовини, що розкладаються при температурі понад 300°C з утворенням коксу та газів. Асфальтени розчиняються в бензолі, хлороформі, сірководневі. Карбени та карбоїди – продукти полімеризації вуглеводнів при термічному розкладанні олив та палив, що не розчиняються в бензолі. Карбени розчиняються в сірководневі, піридин, а карбоїди нерозчинні ні в чому.

У процесі ремонту деталі можуть бути забруднені речовинами, що зв'язані технологією ремонту. Технологічні забруднення, також, як експлуатаційні, різноманітні, вони мають свою специфіку та особливості.

Аналіз наведених вище відомостей показує, що правильний вибір найбільш раціональних методів усунення різних дефектів, забруднень, очищення, миття та обробки деталей істотно впливає на якість та економічність ремонту виробів. Зазначений фактор слід враховувати при виборі відповідних технологій та засобів їхнього обладнання.

Список використаних джерел

1. Ремонт машин та обладнання: Підручник /О.І. Сідашенко, О.Н. Науменко, А.Я. Поліський та ін. За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Харків: Міськдрук, 2010. 744 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Київ: Каравела, 2008. 552 с.
3. Дудников А.А., Беловод А.И., Дудник В.В., Канивец А.В. Организация технического сервиса в АПК. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2011. №1/1(49). С. 44-46.

ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧІСУЮЧЕ- ТРАНСПОРТУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ НАСІННЄВИХ КОРОБОЧОК ВІД СТЕБЕЛ ЛЬОНУ

Гак В. М., Кордубан М. М., Проценко С. Ю.

здобувачі ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

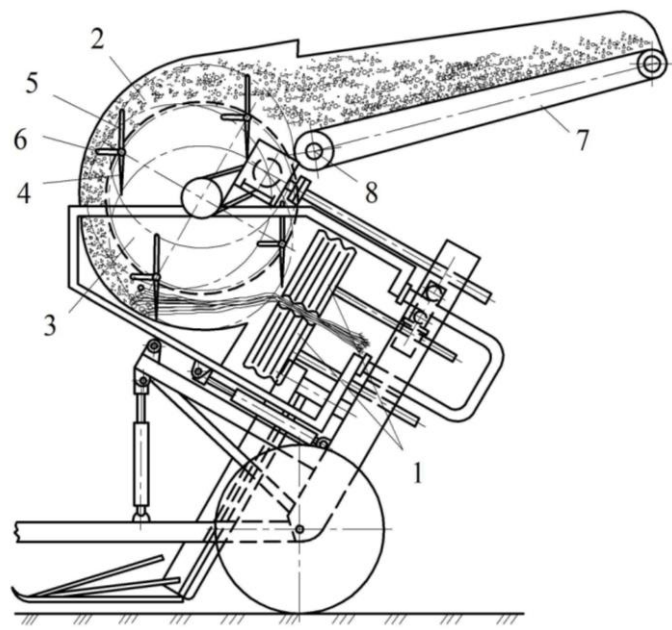
Очісуюче-транспортуючий пристрій льонозбирального комбайна повинен відповідати основним вимогам до нього [1]:

1. Показники якості та надійності виконання технологічного процесу при збиранні льону різної стиглості та ступеня полеглистості повинні відповідати вимогам технічного завдання.

2. Володіти універсальністю, що забезпечує очісування стебел і транспортування продуктів очісування та обчесаної стрічки льону з камери очісування.

3. Мати просту конструкцію, невеликі габарити та металомісткість.
4. Мати мінімальну енергоємність.
5. Повинен бути простим та безпечним в експлуатації.

Аналіз існуючих способів очісування стебел льону і адаптерів для їх здійснення виявив, що найбільш універсальним і надійним в роботі є гребеневий очісуюче-транспортуючий апарат з поступально-круговим рухом гребенів, що здійснюють повне очісування насінневих коробочок зі стебел, при якому транспортер розташовується паралельно осі валу барабана, що очісує, (рис. 1).



1 - затискний транспортер; 2 - камера очісування; 3 - очисний барабан; 4 - гребені; 5 - лопаті, 6 - щитки; 7 - транспортер вороху; 8 – ведучий валик транспортера вороху

Рисунок 1. Схема серійного льонокомбайна з поздовжньо-поперечним технологічним потоком стебел і гребеневим очісуюче-транспортуючим апаратом з повним очісуванням насінневих коробочок зі стебел

Він включає: затискний транспортер 1, камеру 2 очісування з вхідним і вихідними вікнами, очисувальний барабан 3, з чотирма гребенями 4, забезпеченими лопатями 5, розташованими в площинах гребенів 4, і щитками 6, встановленими під кутом до нього, стрічковий транспортер ведучий валик 8, який встановлений за барабаном 3.

Такий очісуюче-транспортуючий апарат встановлюється на льонокомбайнах ЛК-4Т, ЛК-4А, КЛП-1,5 та ГЛК-1,5.

У зарубіжних країнах комплекси машин для збирання льону-довгунця випускаються бельгійськими фірмами «Union», «Depoortere», французькою фірмою «Dehondt» з різними типами апаратів, що очісують.

Останніми роками у зв'язку з переходом у Голландії фірми Van de Bilt zaden на запозичену в нашій країні технологію комбайнового прибирання,

фірма «Union» випускає одно- та двопотокові самохідні льонокомбайни з гребневими апаратами, що очісують [2].

На зарубіжних машинах, як і на вітчизняних, застосовується повне очісування. Проведені випробування закордонної та вітчизняної техніки показали, що якість виконання технологічного процесу у них перебуває на одному рівні.

Такими ж апаратами, що очісують, оснащуються самохідні льонокомбайни КЛС-3.5 «Полісся», що випускаються заводом «Гомсільмаш».

Загальний недолік у цих льонокомбайнів полягає в тому, що апарати, що очісують, не відповідають вимогі багатофункціональності, так як вони виконують тільки одну функцію – очісування насіннєвих коробочок зі стебел.

Крім того, у причіпних вітчизняних льонокомбайнів досить «крута» установка стрічкового транспортера вороху (під кутом 35-40° до горизонту), а його ведучий валик встановлений без перекриття траєкторії руху лопатей, розташованих у площинах гребенів і за барабаном, що очісує.

Іншим недоліком цього компоновання очісуюче-транспортуючого пристрою є наявність зони, в якій насіння і насіннєві коробочки під дією створюваного гребенями із закріпленими на них щитками і лопатями повітряного потоку захоплюються ним всередину камери очісування і прокидаються на верхню поверхню очісуваної стрічки стебел, йдучи у неповоротні втрати.

При збиранні полеглих покосів, коли при очісуванні стрічок такого льону у купі міститься до 60% плутанини, здатність транспортера вороху, що транспортує, недостатня для ефективного відведення продуктів очісування з камери очісування.

Внаслідок неякісного прийому продуктів очісування, обумовленого таким розміщенням транспортера вороху відносно очисного барабана, частина їх прокидається в пасивній зоні і йде в неповоротні втрати.

При протягуванні стрічки стебел через камеру 4 очісування, де гребенями 7 здійснюється послідовне очісування насіннєвих коробочок зі стебел. Продукти очісування зубами гребенів 7 зі щитками 8 і лопатями 9, а також потоком повітря, створюваного ними, транспортуються вгору по колу нижньої ділянки обичайки 12, де на виході з цієї ділянки скидаються зі щитків, і завдяки тому, що верхня ділянка обичайки має форму гілки параболі, забезпечуються оптимальні умови для сходу зі щитків 8 і спрямованого викиду льону на транспортер 6 вороху. Останній скидає продукти очісування в ємність їхнього збору (тракторний причіп) [3].

Отже, в удосконаленому варіанті очісуюче-транспортуючого апарату за основу повинна бути прийнята конструктивно-технологічна схема апаратів льонокомбайнів, що забезпечує послідовне очісування насіннєвих коробочок зі стебел при розміщенні затискного транспортера під гострим кутом до осі очісування з додатковими щитками та лопатями, та уточненою установкою транспортера вороху відносно очісуюче-транспортуючого апарату.

Список використаних джерел

1. Шевчук В., Шейченко В., Проценко С., Гак В., Кордубан М. Обґрунтування систем технологій збирання біологічного врожаю конопель. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, Харків, 2020. Вип. 2 (16). С. 113-119. [https://doi.org/10.37700/enm.2020.2\(16\).113-119](https://doi.org/10.37700/enm.2020.2(16).113-119).
2. Sheichenko V., Marynchenko I., Shevchuk V., Zadosnaia N. Development of technology for the hemp stalks preparation. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations*, 2019. P. 223–232. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57217024503>
3. Harchuk A. S., Haylis G.A., Tolstushko N.N., Tolstushko N.A. Analysis of the process spreading of stems of the flax harvester. *Наукові нотатки*, 2015. № 52. С. 94-99.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ

Гордєєва Т. В.

старший викладач, голова циклової комісії
дисциплін технології машинобудування та обробки матеріалів

*Відокремлений структурний підрозділ
«Полтавський політехнічний фаховий коледж
НТУ «Харківський політехнічний інститут»*

м. Полтава, Україна

Келемеш А. О.,

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Реальна металева поверхня навіть при обробці найсучаснішими методами не є ідеально гладкою, а представляє собою сукупність шорсткостей певної форми, величини та напрямку.

Теоретичний розгляд контакту обробляючого інструменту з оброблюваною поверхнею деталі повинен бути пов'язаний з його дискретним характером, а також з множиною факторів, які визначають якість обробки. Розкриття механізму утворення поверхневого шару і явищ, які супроводжують процес обробки, передбачає вивчення результатів взаємодії обробляючого інструменту з оброблюваною поверхнею з урахуванням режимів обробки. На нашу думку, вивчення мікрорельєфу оброблюваної поверхні дозволить пояснити характер деформування шорсткості оброблюваної поверхні, величини деформації, зусиль, які виникають при обробці і т.д.

Огляд останніх досліджень наведено у працях [1-3], де розглядаються окремі питання зміни якісних характеристик матеріалу деталей при їх

відновленні звичайною (традиційною) обробкою. Практично відсутні дані зміцнення поверхонь деталей методом вібраційного деформування.

Мета досліджень – підвищення надійності деталей сільськогосподарських машин при їх відновленні з використанням методу вібраційного зміцнення.

Для ефективного керування якістю деталей, оброблюваних поверхневим деформуванням, необхідно визначити потрібне значення деформації, яке компенсує величину зносу та забезпечує ступінь зміцнення. Характер зміцнення поверхневого шару пов'язаний з перенасиченням поверхні дислокаціями.

Пластичність визначається як характером розташування ліній ковзання, так і наявністю місць з послабленими зв'язками, обумовленими недосконалістю кристалічної решітки, тобто дислокаціями. Дислокації під дією зсувних напружень переміщуються вздовж площин ковзання, збільшуючи тим самим величину деформації.

При звичайному деформуванні відбувається естафетна передача ковзання від одного кристалу до іншого. Лінії ковзання з'являються в зонах, які сприятливо орієнтовані по відношенню до прикладеного напруження.

Особливості в розвитку ліній ковзання при вібраційному деформуванні полягають не тільки в зниженні сил контактної тертя, але і в зміні поведінки дислокацій в результаті специфічної дії. Особливістю деформації матеріалу при вібраційному навантаженні обумовлена поява інерційних властивостей та зниження опору від сил тертя на контактній поверхні обробляючого інструменту з деталлю.

Так як при вібраційній обробці активізація дислокацій відбувається практично в усіх зернах, що прилягають до поверхні, то процес ковзання відбувається майже одночасно в усіх кристалах.

При вібраційному деформуванні в результаті роздроблення зерен (формування блоків зерен) протяжність їх границь збільшується і тим самим виникає більше зон накопичення дислокацій. Цим можна пояснити механізм зміцнення. Формування поверхневого шару при вібраційній обробці залежить від геометрії обробляючого інструменту, що в залежності від вимог, які висунуті до деталі, визначаються проведенням спеціальних досліджень.

При всіх застосованих методах обробки оброблена поверхня повинна представляти собою перетин вихідних шорсткостей з новими слідами обробки, характерними для даного процесу. При вібраційному деформуванні формування поверхневого шару деталей є результатом дії фізико-механічних процесів, які мають місце в зоні контакту.

Зміна частоти та амплітуди коливань обробляючого інструменту або оброблюваної деталі викликає зміну інтенсивності процесу формування поверхні. Формування поверхні при вібраційній обробці відбувається шляхом послідовного утворення слідів обробки та їх багаторазового перетину та накладання.

Вплив коливань робочого інструменту створює передумови для зміни фізико-механічних властивостей матеріалу оброблюваної деталі та для забезпечення якості поверхневого шару.

Якість зміцнюючої обробки при деформуванні характеризується наступними основними показниками: товщина зміцненого шару, поверхнева мікротвердість, ступінь зміцнення, характер розподілення та величина залишкових напружень в поверхневому шарі, шорсткість обробленої поверхні.

Ступінь ущільнення η може бути визначений як відношення величини зменшення об'єму зразка в результаті обробки до його об'єму до деформування [2]:

$$\eta = \frac{V_y}{V_0} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Розрахункові значення ступеня ущільнення представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Розрахункові значення ступеня ущільнення

Матеріал зразка	Припуск Π , мм	Ступінь ущільнення, η	
		звичайне деформування	вібраційне деформування
Ст. 5	0,1	0,009	0,011
	0,2	0,015	0,019
	0,3	0,021	0,030
БрОЦС 5-5-5	0,1	0,017	0,028
	0,2	0,026	0,039
	0,3	0,035	0,049

Залежності зміни ступеня ущільнення від припуску та методу деформування представлені на рис.1.

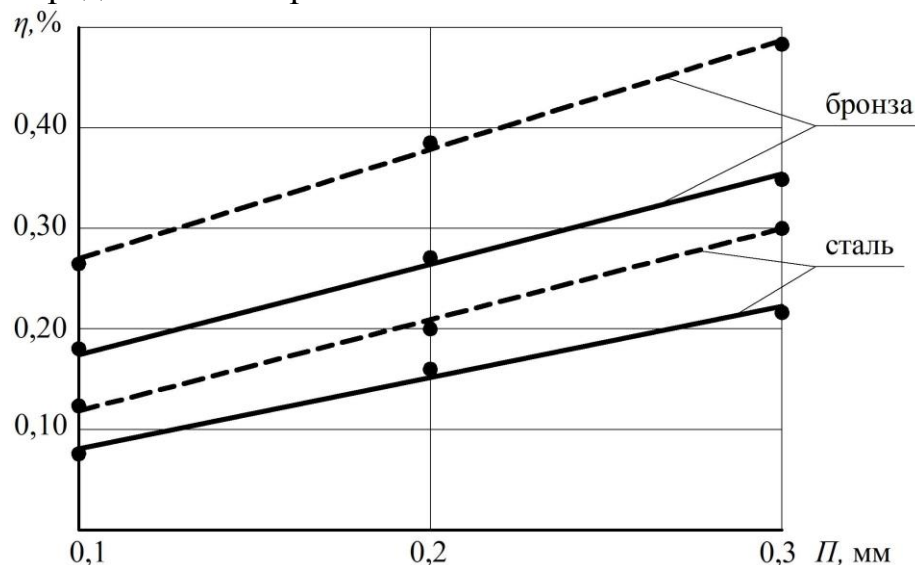


Рисунок 1. Зміна ступеня ущільнення в залежності від припуску Π і методу деформування: — звичайне деформування; - - - вібраційне

Мікроструктура матеріалу зразків, підданих деформуванню, розглядалась на шліфах при збільшенні $\times 200$. Розмір зерен визначали методом візуальної оцінки, суть якого полягає в порівнянні видимих під мікроскопом зерен з еталонною шкалою. При вібраційному навантаженні структура більш дрібнозерниста. Глибина деформованого шару в умовах вібраційного деформування складала 650 мкм, а звичайного – 380 мкм.

Було встановлено, що шорсткість обробленої поверхні залежить в більшій мірі від висоти калібруючої частини обробляючого органу. Найменше значення параметру $R_z = 9 \dots 9,3$ мкм спостерігали при $h = 4 \dots 5$ мм.

Більш дрібнозерниста структура металу при вібраційному деформуванні створює умови, які сприяють підвищенню залишкової деформації, зміцненню оброблюваної поверхні, підвищенню якості оброблюваної поверхні деталі як при виготовленні, так і відновленні.

Список використаних джерел

1. Бабичев А. П., Бабичев И. А. Основы вибрационной технологии. Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2008. 694 с.
2. Дудніков А. А., Келемеш А. О., Семчук Г. І. Забезпечення якості поверхні деталей при обробці тиском. *Механізація та електрифікація сільськогосподарства*. Глеваха, 2013. Вип. 98, т. 2. С. 374–378.
3. Войтюк В. Д., Рубльов В. І. Управління якістю технічного сервісу сільськогосподарської техніки при постачанні. Київ : Видавництво НАУ, 2005. 192 с.

ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ НОРМАЛЬНОГО ЗАГЛИБЛЕННЯ АТАКУЮЧОЇ ДРОБИНКИ В МЕТАЛЕВУ ПОВЕРХНЮ

Горик О. В.

д.т.н., професор кафедри загальнотехнічних дисциплін, професор

Ковальчук С. Б.

д.т.н., професор кафедри загальнотехнічних дисциплін

Брикун О. М.

к.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін

Антонець А. В.

к.п.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Відомо, що швидкість різання має домінуючий вплив на стійкість інструменту [1]. Абразивні частинки (технічний дріб), що використовуються як інструмент при дробоструминному очищенні металевих виробів від різного роду забруднень, піддаються різним видам зношування (абразивному, адгезійному, дифузійному та ін.)

У зоні контакту абразивних частинок (дробинок) із оброблюваною поверхнею розвиваються досить високі температури та зростає сила тертя. Це призводить до зміни адгезійних зв'язків, формується дифузійне розчинення, що різко зменшує стійкість інструменту.

Слід додати, що, крім високої міцності, дробинки повинні мати хорошу здатність, постійно оголювати затуплені ріжучі кромки шляхом відколювання частинок. Знайти оптимальну рівновагу між продуктивністю та економічністю дробоструминного очищення, якістю обробки та високою стійкістю абразивних частинок досить складне технологічне завдання.

У зв'язку з цим вивчення кінематичних параметрів руху, і насамперед швидкостей руху, дробинок при взаємодії з металевою поверхнею є одним із першочергових завдань мало вивченого технологічного процесу дробоструминного очищення.

Відомі роботи, в яких викладені результати досліджень фізичної сутності явищ, що відбуваються при дробоструминному очищенні металів, механізму руйнування поверхневого шару виробу, що обробляється, послідовності визначення оптимальних технологічних режимів дробоструминного очищення металевих поверхонь, швидкостей руху дробинок в атмосфері спокійного повітря та ін. [2-4].

Проте робіт, присвячених вивченню швидкостей пересування дробинок у процесі взаємодії з металевою поверхнею, виявлено мало. Насамперед це можна пояснити швидкоплинністю контактування дробинок з металевою поверхнею при дробоструминному очищенні, тривалість якого становить $10^{-5} \dots 10^{-6} \text{ с}$.

У відомих роботах процес взаємодії атакуючої дробинки з оброблюваною поверхнею описується, в основному, у ньютонівському викладі механіки, з поділом на нормальний та тангенціальний напрями взаємодії. При цьому в залежності від вихідних моделей взаємодії отримані тригонометричні [3, 5, 6] або експонентні [7] закони контактного переміщення дробинки. Незважаючи на це, результати атаки дробинки (розміри сліду) залишалися подібними.

У цій роботі викладено теоретичні дослідження щодо визначення параметрів пересування дробинок при нормальній взаємодії з металевою перешкодою, що володіє пружно-пластичними властивостями, з використанням рівняння Лагранжа другого роду. При цьому пружність поверхні, яка не призводить до залишкових деформацій поверхневого шару виробу, що обробляється, не враховується.

Представимо взаємодію твердої сферичної дробинки діаметром d , що атакує плоску металеву поверхню зі швидкістю v_0 , під кутом $\alpha = 90^\circ$ (рис. 1).

Дробинка формує на металевій поверхні слід (лунку) діаметром $d_{\text{л}} = b$ та глибиною h .

Опишемо рух дробинки по нормалі до поверхні в напрямку координати y , використовуючи, як уже говорилося, рівняння Лагранжа другого роду:

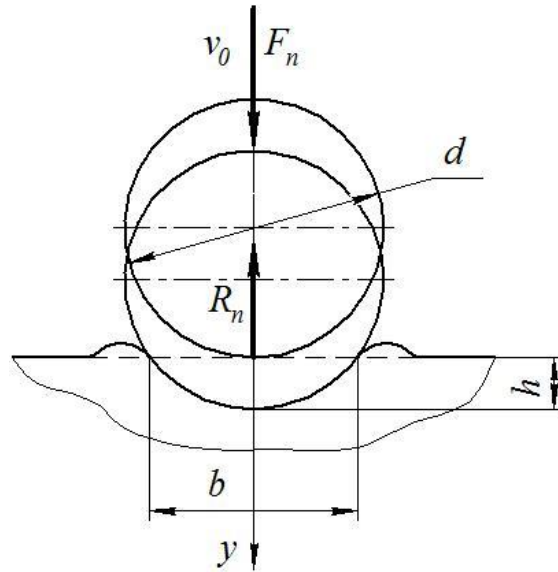


Рис. 1 Схема взаємодії дробинки з оброблюваною поверхнею

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) - \frac{\partial T}{\partial y} = Q_y, \quad (1)$$

де T – кінетична енергія дробинки, яка витрачається на пластичне деформування поверхні, що обробляється; y – узагальнена координата; $\dot{y}$ – узагальнена швидкість; t – час; Q_y – узагальнена сила, що дорівнює алгебраїчній сумі активної F_n та реактивної R_n сил у зоні контакту.

З використанням відповідних похідних $\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} = m\dot{y}$, $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) = m\ddot{y}$ та $\frac{\partial T}{\partial y} = 0$, вираз (1) зводиться до диференціального рівняння типу $d^2y/dt^2 = k(h - y)$, рішенням якого, визначимо вирази для параметрів заглиблення дробинки:

$$y = h + 0,5 \left[\left(v_0 / \sqrt{k} - h \right) e^{\sqrt{k}t} - \left(v_0 / \sqrt{k} + h \right) e^{-\sqrt{k}t} \right], \quad (2)$$

$$v = dy/dt = 0,5k \left[\left(v_0 / \sqrt{k} - h \right) e^{\sqrt{k}t} + \left(v_0 / \sqrt{k} + h \right) e^{-\sqrt{k}t} \right], \quad (3)$$

де v_0 – початкова швидкість атаки; $h = \sqrt{2T/(\pi d H_o)}$ – повна глибина заглиблення дробинки; y – поточна глибина заглиблення дробинки; $k = \sqrt{\pi d H_o / m}$ – коефіцієнт зміни швидкості заглиблення дробинки; d – діаметр дробинки; m – маса дробинки; H_o – динамічна твердість оброблюваного матеріалу.

Прирівнявши (3) до нуля, знайдемо час заглиблення дробинки в металеву перешкоду

$$t = \frac{1}{2\sqrt{k}} \ln \left[\left(h + v_0 / \sqrt{k} \right) / \left(h - v_0 / \sqrt{k} \right) \right] \quad (4)$$

Аналогічно можна обґрунтувати параметри тангенціального переміщення сферичної частинки при атаці поверхні під певним кутом, що властиво дробоструминній обробці.

Наведені теоретичні результати підтверджують думку, що нормальна складова швидкості атаки при заглибленні дробинки в поверхневий шар оброблюваної поверхні стрімко падає від деякого початкового значення до нуля, моментально згасаючи в кінці етапу заглиблення, що характерно для експоненційного закону переміщення. Вони добре узгоджуються з даними відомих досліджень та зі значеннями параметрів атаки технічного дробу, які спостерігаються при експериментальному вивченні процесу дробоструминного очищення металевих виробів із маловуглецевих сталей.

Список використаних джерел

1. Вульф А.М. Резание металлов. Москва : Машиностроение, 1973. 496 с.
2. Проволоцкий А. Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. Киев : Техника, 1989. 177 с.
3. Новіков Ф. В., Андилахай О. О. Основи струминно-абразивної обробки дрібних деталей: монографія. Харків : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 348 с.
4. Горик О.В., Черняк Р.Є., Чернявський А.М., Брикун О.М. Дробоструминне очищення. Теорія і практика. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2021. 326 с.
5. Gorik A. V., Zinkovskii A. P., Chernyak R. E., Brikun A. N. Elastoplastic deformation of the surface layer of machinery constructions on shot blasting. *Strength Mater.* 2016. Vol. 48, № 5. P. 650–657.
6. Шин И. Г. Расчет температуры в зоне контакта при дробеударном упрочнении детали. *Вестник машиностроения*. 2010. №1. С. 67–69.
7. Goryk A., Koval'chuk S., Brykun O., Chernyak R. Viscoelastic resistance of the surface layer of steel products to shock attack of a spherical pellet. *Key Engineering Materials*. 2020. Vol. 864. P. 217–227.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗМІЦНЕННЯ СТІЛЧАСТИХ ЛАП ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Грицай А. В., Дінець А. А.
здобувачі вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія
Келемеш А. О.
к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Надійність стрілочастих лап ґрунтообробних знарядь доцільно підвищувати, використовуючи зміцнення їх ріжучих поверхонь. На сьогодні відомо людству

значна кількість способів зміцнення робочих поверхонь різних деталей. Проте вони не всі доцільні для підвищення надійності стрічастих лап ґрунтообробних знарядь, які працюють в умовах інтенсивного зношування при суттєвих навантаженнях. Для їх зміцнення найчастіше використовують представлені на рис. 1 основні способи.



Рисунок 1. Способи зміцнення стрічастих лап ґрунтообробних знарядь

Для зміцнення стрічастих лап широко використовують термічну обробку, яка може проводитися як на всю глибину лапи, так і з використанням струмів високої частоти на твердість не менше 40 HRC на глибину обробки 1 ... 2 мм [1]. Однак істотного підвищення зносостійкості стрічастих лап термічна обробка не забезпечує.

Широко поширеною технологією хіміко-термічної обробки, яка застосовується для зміцнення ріжучих поверхонь стрічастих лап ґрунтообробних знарядь, є їх борування. При використанні даної технології отримують дифузійні зміцнюючі шари глибиною до 300...600 мкм, що мають високу твердість, а також значну абразивну зносостійкість [2].

Для підвищення продуктивності хіміко-термічної обробки розроблена технологія швидкісного борування ріжучих поверхонь стрічастих лап з

використанням струмів високої частоти [3]. В результаті зносостійкість зміцнених стрілчастих лап зростає в 2...4 рази. Однак використане при реалізації даного способу обладнання та порошкові матеріали відрізняються високою вартістю і енергоємністю. Крім цього, досить трудомісткий процес приготування плавленого флюсу, що використовується в якості одного з компонентів боруючої суміші.

Відомий спосіб швидкісного електродугового зміцнення ріжучих поверхонь стрілчастих лап ґрунтообробних знарядь. Суть методу полягає в дифузійному насиченні зміцнюючої поверхні лапи вуглецем при горінні електричної дуги [4]. Даний спосіб відрізняється високою продуктивністю і доступним обладнанням. Після зміцнення лапи піддають термообробці. Однак до недоліків даного способу можна віднести значну вартість компонентів, що використовуються для приготування паст.

Найбільш широко для зміцнення стрілчастих лап ґрунтообробних знарядь використовують зносостійкі покриття, що наносяться на їх ріжучі поверхні різними способами. Найбільш часто для цього використовують наплавочні технології. Широко відома технологія індукційного наплавлення стрілчастих лап. При індукційному напавленні на зміцнюючу поверхню наноситься присадний матеріал, який потім розплавляється під дією струмів високої частоти.

Одним із сучасних перспективних способів отримання металокерамічних покриттів є карбовібродугове зміцнення з використанням вугільного електрода і багатокомпонентних металокерамічних паст [5].

Суть методу полягає в наступному. Спочатку на ріжучу поверхню стрілчастої лапи наносять пасту, яку висушують до затвердіння. Розплавлення пасти проводять з використанням вібруючого вугільного електрода. При горінні електричної дуги на зміцнюючій ріжучій поверхні з компонентів пасти утворюється металокерамічне покриття. Одночасно відбувається дифузійне насичення матеріалу стрілчастої лапи вуглецем за рахунок його дифузії при сублімації електрода. Відмінною особливістю даного методу є відсутність значного теплового вкладення в зміцнюючу деталь за рахунок вібрації вугільного електрода.

Одним з основних переваг способу є те, що його реалізацію можна здійснювати як на великих спеціалізованих заводах, що займаються виготовленням сільськогосподарської техніки і робочих органів до неї, так і в невеликих майстернях сільськогосподарських фермерських підприємств

Таким чином, проведений аналіз способів зміцнення стрілчастих лап ґрунтообробних знарядь показав, що спосіб карбовібродугового зміцнення є одним з найбільш перспективних. При його використанні забезпечується значне підвищення зносостійкості і довговічності робочих органів, а вживане обладнання відрізняється простотою конструкції, мобільністю і невисокою вартістю. Більшість компонентів, що входять до складу розроблених для зміцнення паст, мають невисоку вартість і є недефіцитними.

Список використаних джерел

1. Черноиванов В. И. Оптимизация и технология восстановления деталей машин. М.: Агропромиздат, 1989. 336 с.
2. Балан В. П. Точечное упрочнение органов почвообрабатывающих машин. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1991. №2. С.44-45.
3. Батищев А. Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. М.: Информагротех, 1995. 256 с.
4. Добровольский А. Г. Абразивная износостойкость материалов: справочное пособие. Киев: Техника, 1989. 128 с.
5. Балдаев Л. Х. Газотермическое напыление. М.: Маркет ДС, 2007. 44 с.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ БЛОК-КАРТЕРІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Іванкова О. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент,

Общий Я. О.

здобувач ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Горщорук Б. В., Горщорук В. Б.

здобувачі вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

В процесі експлуатації деталі машин зношуються. Змінюється структура поверхневого шару, у металі виникають залишкові внутрішні напруження, можуть навіть утворюватися мікротріщини. Все це призводить до інтенсивного зносу деталей та виходу їх з ладу.

Блок-картери сприймають навантаження від деталей, що обертаються і поступально рухаються. Вони є складними відливками коробчатого типу з ребрами для підвищення жорсткості. В процесі експлуатації до залишкових напружень, що виникли при литті блоку, додаються напруження від затягування гайок і від сил тиску газів. Відбувається зміна просторового положення елементів блок-картерів внаслідок недостатньої пружності матеріалу, жорсткості конструкції і залишкових напружень. Просторові відхилення цих деталей можуть спричинити підвищення інтенсивності процесу зношування деталей шатуново-поршневої групи і двигуна в цілому. При цьому виникають дефекти, що знижують ресурс деталей, а саме:

- тріщини та пробоїни на стінках водяної сорочки і частини картера;
- ушкодження і викривлення верхньої площини;
- знос або деформація посадочних місць під вкладиші корінних підшипників;

- знос отворів під: опорні шийки розподільного валу, пальців проміжної шестерні, штовхачів, установочні штифти картера, направляючі втулки картера шестерень і кришки;

- знос і ушкодження різьби та багато інших.

Таким чином, складна конструкція блок-картерів автотракторних двигунів, наявність великої кількості концентраторів напруги, а також специфічні умови роботи, що відрізняються дією знакозмінних навантажень, обумовлюють високі вимоги, що пред'являються до їх якості. В зв'язку з цим і з урахуванням їх високої вартості особливо важливим видається питання використання ефективних методів їх ремонту і відновлення, які із забезпеченням високих якісних характеристик мали б і достатню технологічність.

Сучасні методи відновлення зношених деталей машин спрямовані на досягнення максимального післяремонтного ресурсу роботи машини, не поступаючись, а іноді і перевищуючи ресурс роботи нової деталі. Завдання галузі технічного сервісу - впровадження таких технологій відновлення деталей машин [2]. Для ресурсозбереження та здешевлення ремонтних робіт в агропромисловому комплексі основним напрямком є розробка та впровадження інноваційних технологій відновлення зношених деталей.

Зварювання, паяння, закладання епоксидною пастою – методи відновлення таких часто виникаючих дефектів як: тріщини, сколи, раковини. З точки зору практичності, технологічності, економічної ефективності та затрат часу – технологія холодного зварювання з використанням установки аргонно – дугового зварювання типу УДГУ – 351 АС/DC «Транс ТИГ 350» є найкращим варіантом [1].

Такі дефекти, як знос «ліжка» колінчастого валу, зноси отворів, зноси та пошкодження різьб, корозія поверхонь, котрі труться також потребують відновлення. Для цього використовуються: наплавлення, гальванічне покриття, газотермічне нарощування та інші способи.

Практика підприємств технічного сервісу показує, що для відновлення зношених поверхонь гільз циліндрів, зносів та подряпин на площині роз'єму блоку та головки циліндрів та інших дефектів доволі широко використовується метод електроіскрового нарощування. При чому, процес відбувається без демонтажу гільз.

Для вивчення явища масопереносу і зв'язку між параметрами були визначені залежності сумарної ерозії анода - $\sum_{i=1}^n \Delta a$ і приросту катода - $\sum_{i=1}^n \Delta k_i$ після електроіскрової обробки.

При фіксованому значенні вмісту вуглецю, 1,5%, отримали залежність, із збільшенням енергії імпульсу при обробці приріст катода суттєво зростає, але це більш характерно для матеріалів с незначною концентрацією хрому. При фіксованому значенні хрому, 30,0% і з різним вмістом вуглецю із підвищенням енергії імпульсу обробки зростають приріст катода і ерозія анода. Ерозія анода і приріст катода зростають із підвищенням концентрації вуглецю при рівних значеннях кількості проходів електрода і енергії імпульсу обробки.

З підвищенням концентрації вуглецю зростає частка крихкої карбідної фази, що сприяє інтенсивному росту ерозії анода [2]. Результати досліджень підтверджують, що і у цьому випадку масоперенос металу з анода на катод визначається матеріалом анода, числом проходів електрода і енергією імпульсу.

Для визначення впливу складових ми склали математичну модель. Перевірка поліноміальної моделі показала, що вона адекватна. Максимальний приріст катода досягається при енергії імпульсу і числі проходів на верхній межі значень, а також при концентрації вуглецю і хрому в аноді на - нижньому. При аналізі парних взаємодій видно, що вуглець і хром не мають впливу на приріст катода, проте їх роль є значною при сумісній взаємодії з технологічними параметрами обробки - E і n . Тоді знижується значимість концентрації цих хімічних елементів. Отже, може бути ефективним використання не тільки хромистих сплавів, що містять вуглець і хром, а також і ферохрому.

Якість і властивості покриття визначаються не тільки масопереносом, але і структурою, фазовим складом, а також рівнем внутрішніх напружень, щільністю (пористістю) та наявністю дефектів – мікротріщин.

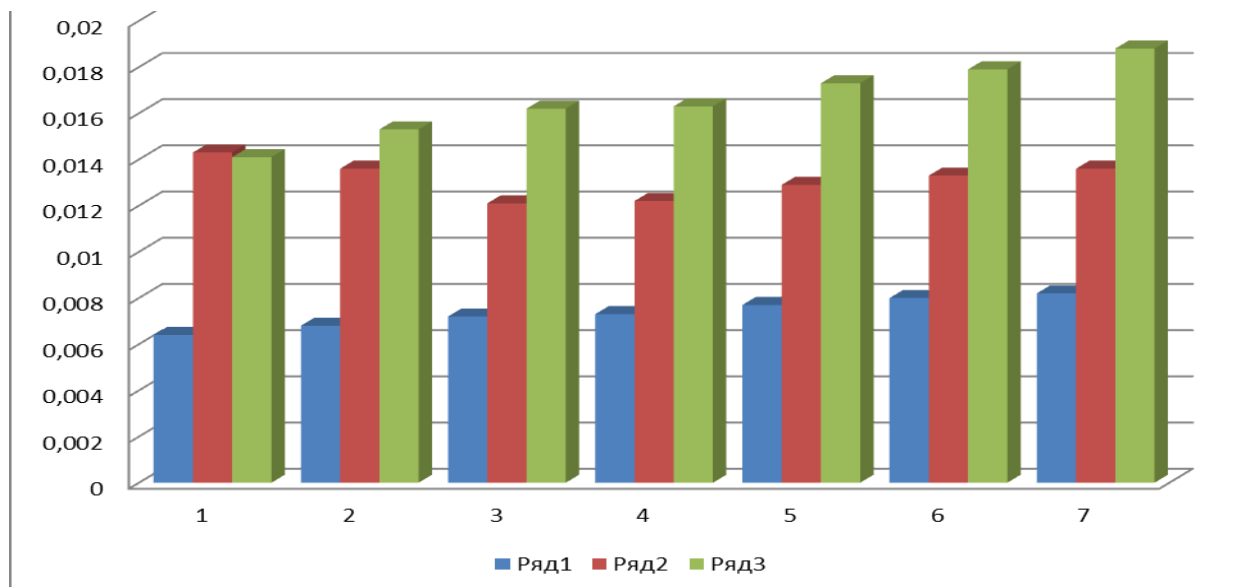
Рівняння регресії [2]:

$$\sum \Delta k = 1.11 \frac{\sqrt{C \cdot E_u}}{C_r^2} \cdot n - 0.02 \frac{E_u \cdot \sqrt{C}}{C_r} \cdot n^2,$$

де C , C_2 - відповідно вміст вуглецю і хрому в матеріалі електрода, мас.%;

n - кількість проходів електрода;

E_u - енергія імпульсу обробки, Дж.



Ряд 1 – відповідає 1проходу електрода, ряд 2 – відповідає 2 проходів електрода, ряд 3 – 3 проходів електрода; 1 – 1,5% С, 2 – 1,7% С, 3 – 1,9% С, 4 – 2% С, 5 – 2,2% С, 6 – 2,4% С, 7 – 2,5% С.

Рисунок 1 – Залежність зміна сумарного приросту катода від концентрації вуглецю та кількості проходів (енергія імпульсів, $E_u = 0,22$ Дж)

Нами було досліджено вплив на приріст електроду $\sum \Delta k (Y)$ концентрації $C, \%$ та кількості проходів n електрода, задаючись концентрацією $C_r=15\%$ та величиною енергії імпульсу – $E_u=0,22$ Дж. На рис. 1 приводимо залежність $\sum \Delta k (Y)$ від вмісту в ньому $C, \%$ та кількості проходів електрода, n .

Отже, відновлення зношених поверхонь деталей електроіскровим нарощуванням, забезпечує високу якість покриття. Існує можливість застосування електроіскрового нарощування для відновлення деталей машин на підприємствах технічного сервісу з метою підвищення їх надійності.

Список використаних джерел

1. Іванкова О. В., Гаращук О. В., Куценко В. І., Щербина В. В., Чижевський Д. В., Бабич Я. В., Тіхонов М. О. Дослідження методів відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки. Вісник ПДАА. 2020. N4. С. 33-42.
2. Богатчук І.М., Прунько І.Б. Відновлення розмірних параметрів зношених зовнішніх поверхонь штовхачів ЗІЛ-130 електроіскровим нарощуванням і зміцненням. Вісник НТУ ХПІ, 2013. № 29. С. 34–41.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ

Іванкова О. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент,

Кисіль Ю. Ю.

здобувач ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Головецький А. М., Романенко А. О.

здобувачі вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

В процесі експлуатації сільськогосподарської техніки її деталі зношуються. Поверхневий шар деталей сприймає механічні, теплові та іншим впливи. Змінюється структура металу, виникають залишкові внутрішні напруження та нерівності поверхонь зношування. Руйнування деталі починається переважно із зносу, та корозії її поверхневого шару, виникнення і росту тріщин. Ці явища мають суттєвий вплив на довговічність машини. Наростаючі спрацювання робочих поверхонь, зміна параметрів їх роботи в сторону погіршення приводить до аварійних спрацювань, зламів деталей, виходу машини з експлуатації [1].

Реальною можливістю забезпечення роботоздатності двигунів тракторів та автомобілів є відновлення зношених деталей. Використання новітніх

технологій наближує відновлені деталі за рівнем їх якості до нових і підвищує ресурс.

Мета дослідження - дослідження оптимального способу відновлення зношених деталей типу вал.

Основні методи оцінки процесу відновлення деталей відрізняються різним ступенем врахування технічних і економічних показників. Перший метод ґрунтується на визначенні повної собівартості відновлення деталі різними способами й порівнянні результатів. Згідно із другим методом порівнюються між собою комплексні значення у вигляді відношення технологічних витрат до ресурсу деталі нової та відновленої. За базовий показник вибирають таке відношення для нової деталі. Встановлено, що найбільший вплив на зниження ресурсу колінчастого валу роблять такі дефекти як: вигин валу, знос зовнішньої поверхні фланця, биття торцевої поверхні фланця, знос маслосгонних канавок, знос отвору під підшипник, знос отворів під болти кріплення маховика, знос корінних, знос шатунних шийок, знос шийки під шестерню і маточину шківів, знос шпоночної канавки по ширині.

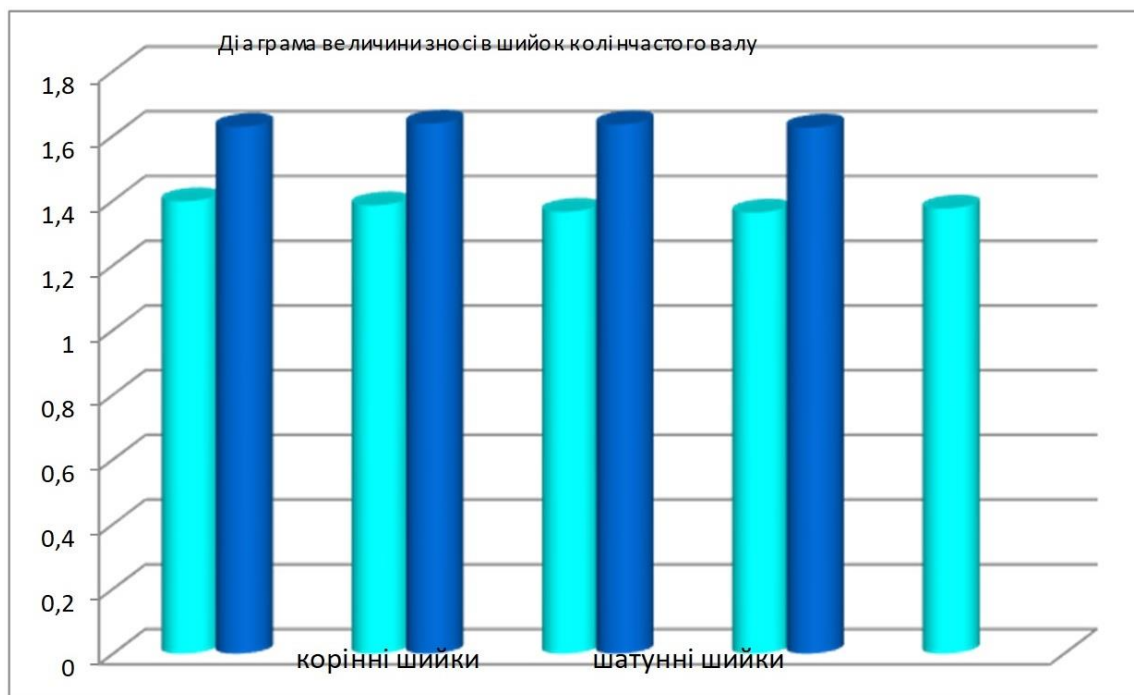


Рисунок 1 – Діаграма зносу шийок колінчастого валу

Третій метод враховує значення комплексного показника як функції трьох критеріїв: застосовності, довговічності й техніко-економічного показника..

Найбільш поширена методика оцінки способу відновлення за допомогою послідовного використання трьох критеріїв – технологічного, технічного, техніко-економічного.

Технологічний критерій визначає принципову можливість застосування способів відновлення відносно до конкретної деталі. Найбільш поширена

методика оцінки способу відновлення за допомогою послідовного використання трьох критеріїв – технологічного, технічного, техніко-економічного.

Характеристиками технологічного критерію способів відновлення деталей вважаються коефіцієнти: стійкість до зношування (K_c); витривалість (K_v), міцність зчеплення (K_z), довговічність (K_d). Тобто, технічний критерій визначає: стійкість до зношування; витривалість; зчеплення наросшеного металу з металом деталі; довговічність; мікротвердість.

А економічний показник ремонту деталі з її довговічністю зв'язує техніко-економічний критерій.

По кожному із залишених після оцінки по технічному критерію способів усунення дефекту ще оцінюють відношення C_v/K_d , де C_v – питома вартість відновлення; K_d – коефіцієнт довговічності деталі найчастіше використовуються [2, 3] і зведені у таблиці 1.

Керуючись літературними джерелами, були підібрані середні значення техніко-економічних критеріїв деяких процесів відновлення

В таблиці 1 знайшли суму значень коефіцієнтів, мікротвердості і питомої вартості. Нормовані значення, отримуємо шляхом відношення коефіцієнту до суми. Також визначили найкращі значення параметрів (ідеал). Результати представили у таблиці 2.

Таблиця 1 – Характеристика способів відновлення деталей по техніко-економічному критерію

Спосіб відновлення по техніко-економічному критерію	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту					Питома вартість відновлення Св, грн/м ²	Коефіцієнт техніко- економічної ефективності, Св/Кд
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм ²		
	стійкість до зношування Кс	витривалість Кв	значення Кз	довговічність Кд			
1. Наплавлення під флюсом	0,95	0,85	1	0,81	550	47	58
2. Контактне наварювання	1	0,8	0,85	0,8	555	29	36,25
3. Хромування	1,15	1	0,45	0,45	1000	132	293
4. Електро-дугова металізація	1,05	0,8	0,7	0,7	550	30	45,7
5. Наплавлення у середовищі захисних газів	0,85	0,95	1	0,85	295	43	50,6
Сума	5,15	4,4	4	3,61	2950	283	

Кращим разом з контактним наварюванням є також і електродугова металізація, тому що ці способи відновлення мають найменші значення μ . При цьому стійкість до зношування $K_c=1$; витривалість $K_v=0,8$; зчеплення $K_z=0,85$; довговічність $K_d=0,8$.

Таблиця 2 – Характеристика способів відновлення деталей за технологічним критерієм

Спосіб відновлення по технологічному критерію	Значення коефіцієнта та оцінка способу усунення дефекту					Питома вартість відновлення Св, грн/мм ²	Π	μ
	Коефіцієнт				Мікротвердість, кг/мм ²			
	стійкість до зношування Кс	витривалість Кв	значення Кз	довговічність Кд				
1. Наплавлення під флюсом	0,19	0,19	0,25	0,22	0,19	0,17	0,024	6,15
2. Контактне наварювання	0,2	0,18	0,21	0,22	0,19	0,11	0,018	4,67
3. Хромування	0,23	0,23	0,11	0,12	0,35	0,47	0,047	11,9
4. Електро-дугова металізація	0,21	0,18	0,18	0,19	0,16	0,11	0,017	4,25
5. Наплавлення у середовищі захисних газів	0,17	0,22	0,25	0,24	0,1	0,15	0,032	8,18
Ідеал	0,23	0,23	0,25	0,24	0,35	0,1	0,004	1

Отже, ми визначили оптимальний спосіб відновлення зношених шийок колінчастого валу

Список використаних джерел

1. Substantiation of parameters for the technological process of restoring machine parts by the method of plastic deformation / A. A. Dudnikov, V. V. Dudnik, O. V. Ivankova, O. A. Burlaka. // Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2019. – С. 75–80.

2. Иванов В. П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник/ В. П. Иванов.– Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РОСЛИН НА ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ

Канівець О. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів
механізації аграрного виробництва, доцент

Канівець І. М.

к.пед.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін,
доцент, магістр з агроінженерії

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Різнноманітні інформаційні системи здобули значного розповсюдження як в ігровій індустрії, так і в освіті, а, особливо, у промисловості та сільському господарстві. Програми машинного зору уже використовуються для демонстрації електронних моделей під час навчання з інженерної графіки [1, 2] та проведення віртуальних лабораторних робіт із фізики [3]. Також, у даний час проводяться дослідження із застосування систем машинного зору у сільськогосподарському виробництві. Пріоритетними напрямками є розпізнавання стиглості плодів та їх дефектів, відслідковування розміщення бур'янів на поверхні поля для внесення гербіцидів та ін.

Огляд літературних джерел показав, що дані системи машинного зору можна застосувати і для розпізнавання рослин на поверхні ґрунту після основного обробітку [4].

Авторським колективом інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету була розроблена програма [5], що відноситься до інформаційних систем з обробки зображень засобами машинного зору для розпізнавання рослин на поверхні ґрунту.

Програма працює наступним чином:

- відкриває досліджуване зображення;
- визначає площу усього зображення;
- за допомогою фільтра та маски виділяє контурами увесь спектр потрібних відтінків рослинної маси, що зображена на рисунку;
- знайдені контури вписує у прямокутники заданої товщини та кольору ліній;
- визначає сумарну площу усіх прямокутників;
- визначає відсоток сумарної площі прямокутників до загальної площі зображення;
- виводить на екран зображення із прямокутниками на рослинах, загальну площу самого зображення, площу під рослинами та відсоток незаробленої рослинної маси у ґрунт.

Для перевірки роботоздатності розробленої програми у лабораторних умовах було виготовлено моделі із паперу зеленого кольору, що імітують

листки та стебла рослин різної форми: прямокутник, квадрат, трикутник та круг.

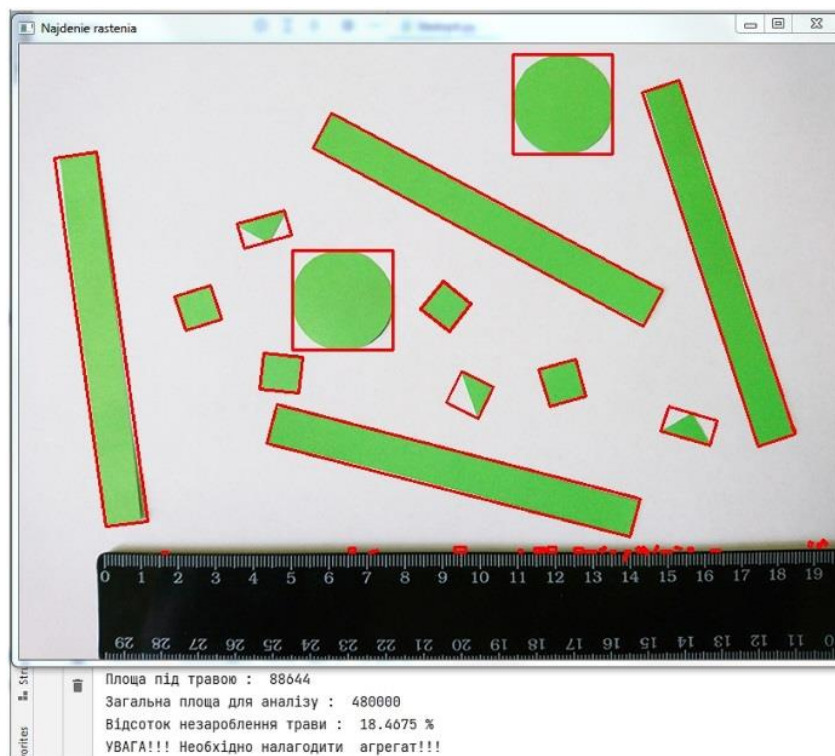


Рисунок 1. Процес розпізнавання тестового зображення

Процес аналізу зображення із моделями рослин показано на рисунку 1. Тестове зображення має розмір 800×600 пікселів. Із рисунка 1 видно, що програма правильно підрахувала загальну площу зображення – 480000 квадратних пікселів. У результаті сканування, система машинного розу визначила області зеленого спектру, обвела їх контурами та підрахувала площу, що склала 88644 пікселів. Кожен контур був заключений у червоний прямокутник найменшої форми. Наступним кроком алгоритму програми було визначення відношення площі із зеленими моделями рослин до загальної площі зображення. Тобто, був визначений відсоток незаробленої трави, що склав 18,4675%.

Для перевірки коректної роботи програми було проведено ручне визначення площ тестового зображення. У результаті отримали наступні дані: сумарна площа моделей рослин становить $5291,52 \text{ мм}^2$, а загальна площа зображення – $33617,96 \text{ мм}^2$. Відсоток незаробленої трави при ручному підрахунку площ моделей рослин склав 15,74% від загальної площі зображення. Таким чином, відхилення від значень комп'ютерної програми склало 2,73%, що не виходить за межі похибки. Це дає можливість стверджувати, що програма правильно визначає площу моделей рослин і її можна використовувати у подальших лабораторних дослідженнях.

Лабораторні дослідження проводили на поверхні ґрунту. Комп'ютерна програма машинного зору аналізувала зображення та показувала результати

розпізнавання. Процес аналізу поверхні ґрунту із моделями рослин показано на рисунку 2.

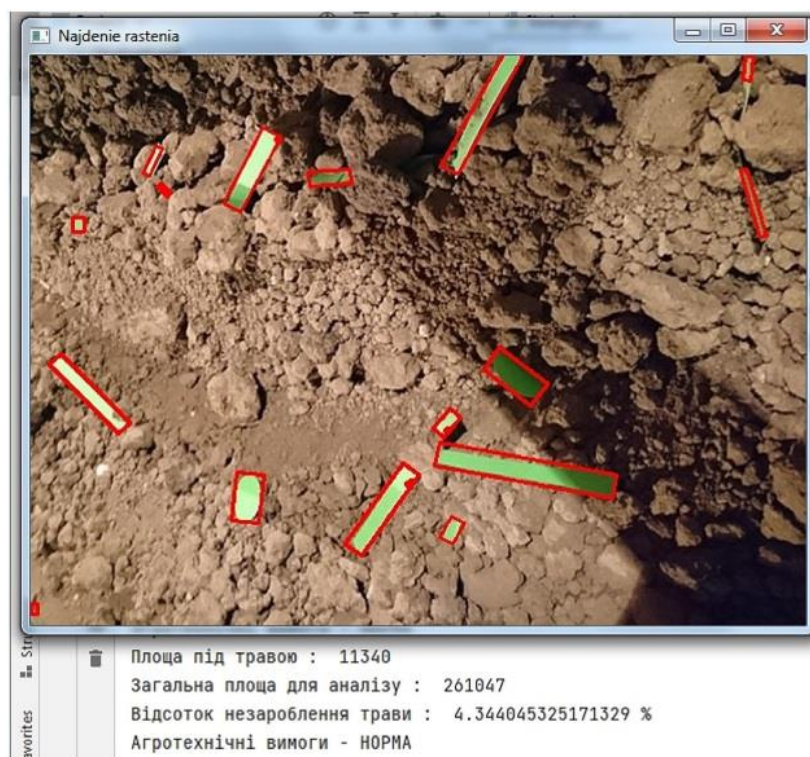


Рисунок 2. Процес аналізу поверхні ґрунту із моделями рослин

У результаті аналізу зображення програма розпізнала усі моделі рослин на поверхні ґрунту, виділила їх контурами, а кожен контур вписала у відповідний прямокутник червоного кольору. Загальна площа зображення склала 261047 квадратних пікселів, а площа моделей рослин – 11340 квадратних пікселів. Алгоритм програми визначив відношення площі рослин до загальної площі фото, яка склала 4,34 %. Для експерименту граничну межу кількості рослин на поверхні ґрунту було закладено 5%. Таким чином програма видала результат обробки зображення як «Норма».

Проведені лабораторні експерименти на моделях рослин показали високу точність вимірювань. Розбіжність ручного та автоматизованого визначення площ рослин на поверхні ґрунту склала лише 2,73%, що свідчить про ефективність розробленої програми.

Список використаних джерел

1. Kanivets Oleksandr V., Kanivets Irina M., Kononets Natalia V., Gorda Tetyana M., Shmeltser Ekaterina O. Development of mobile applications of augmented reality for projects with projection drawings. *Augmented Reality in Education*. CEUR-WS.org. 2020. Vol-2547. P.262–273. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/>
2. Канівець О.В., Канівець І.М., Кононец Н.В., Горда Т.М. Розроблення мобільних додатків доповненої реальності для вивчення тривимірних моделей

із інженерної графіки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 79. №5(2020). С. 213 – 228. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v79i5.3217>

3. Kanivets, O.; Kanivets, I.; Gorda, T. and Burov, O. Development of Augmented Reality Mobile Application in Physics to Study the Electric Circuit. In *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Volume 1: AET. pages 653–664. DOI: 10.5220/0010927000003364

4. Oleksandr V. Kanivets, Irina M. Kanivets, Tetyana M. Gorda, Oleksii A. Burlaka Development of a machine vision program to determine the completeness of wrapping plants in the soil. *Proceedings of the 4th Workshop for Young Scientists in Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW 2021) Virtual Event*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2021. <http://ceur-ws.org/Vol-3077/>

5. Комп'ютерна програма «Слідопит»: св. авт. права Україна. №103432; заявл. 24.03.2021; опубл. 31.03.2021, Бюл. №64/2021.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ КРАСНОГРАДСЬКИМ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИМ ФАХОВИМ КОЛЕДЖЕМ ІМЕНІ Ф. Я. ТИМОШЕНКА

Кіяшко В. М.

к.т.н., викладач-методист

*Красноградський аграрно-технічний
фаховий коледж імені Ф. Я. Тимошенка,
м. Красноград, Харківська область, Україна*

Актуальність проблеми, знайти рівні можливості як для викладача, так і для студента в ракурсі трансформації інформаційно-діяльної моделі освіти на діяльно-ціннісну, яка передбачає значну (80%) самостійність і самоактивність студента в умовах військового стану.

Метою статті є запровадження освітніх технологій самостійного навчання з підготовки майбутніх фахівців які мають відеозв'язок з викладачем та технологіями виробничого характеру з використанням засобів інтерактивного навчання.

Виклад основного матеріалу. Одним зі стратегічних завдань реформування освіти в Україні є модернізація комплексного і системного характеру охоплюючи всі сфери в спеціальному, політичному та економічному житті суспільства. Цього вимагають і нинішні обставини залучивши наукові обґрунтування змісту і методики організації навчально-виховного процесу в особливих непередбачених стресових ситуаціях. Сьогоднішні підходи педагогічних працівників полягають у зосередженні уваги та пошук нових технологій навчання, які б забезпечували всебічний розвиток особистості студента, сприяли його самовираженню. Одним із таких пошуків є

запровадження нових інтерактивних технологій навчання, створення привабливої та конкурентоспроможної національної передвищої фахової освіти, яка буде інтегруватися у Європейський простір освіти та Європейський дослідницький простір.

Введення військового стану в Україні наклало свій відбиток на усі галузі життя в країні. Не залишилася осторонь і освіта, зокрема фахова передвища, де майже 60 відсотків навчального часу відводиться навчально-практичним та лабораторно-практичним заняттям.

Зазвичай вважається, що навчати підлітків легше, ніж дітей. До них можна використовувати більш складні технології, які вони засвоюють. Але в умовах воєнного стану в державі гостро стало питання використання новітніх освітніх технологій у навчанні підлітків з залученням дистанційного навчання, врахувавши і те, що багато студентів старших курсів займаються волонтерською діяльністю або пішли до лав територіальної оборони, або/чи виїхали за межі України. Але в більшості всі підтримують зв'язки, виконують завдання, отримують оцінку успішності.

І тут просліджується те що, коли студент має потенційну навчально-доступну потужну електронну техніку (телефони, ноутбуки, планшети, комп'ютери), вони знаходять час і сили, щоб бути інтерактивно присутніми на заняттях. В цьому випадку та у реаліях теперішнього часу, багато викладачів коледжу використовують технологію формування творчої особистості, що допомагає розкрити творчий потенціал студента у процесі дистанційного навчання. Під час реалізації цієї технології важливо регламентувати діяльність студента, впроваджувати в процес навчання елементи творчості (комбінування, аналогізування, універсалізацію, випадкові видозміни). Інтерес студентів до творчої діяльності викликається шляхом підбору творчих завдань тощо.

Викладач, який має практику створення освітніх платформ для виконання навчального чи навчально-практичного завдання через відеозв'язок, добре розуміє у необхідності спочатку проаналізувати суть завдання, з'ясувати, які дані потрібні для його розв'язання, спланувати алгоритм цього процесу, реалізувати запланований шлях за розкладом занять маючи розв'язання та перевірки отриманого результату. Це і є технологія формування навчального процесу.

Використання технології формування творчої особистості дає змогу кожному студенту плідно працювати самостійно, опановувати узагальнені прийоми розумової діяльності, розвивати свої творчі здібності.

Також популярною в закладах освіти (не винятком є і коледж) є дослідницько – пошукова технологія навчання. Її використання у навчальній діяльності сприяє глибокому засвоєнню студентами знань, суб'єктивному відкриттю для себе нових знань на основі вже наявних, формувань умінь та навичок, інтересу до пізнавальної, творчої діяльності. У процесі дослідження студенти здійснюють самостійний пошук, на основі якого встановлюють зв'язки між предметами, явищами, процесами об'єктивної дійсності, роблять

висновки, пізнають закономірності. Особливих успіхів мають предметники які ведуть підготовку студентів I-II курсів.

Суть технології навчання як дослідження полягає в забезпеченні освітньої підготовки, виховання студентів, цілеспрямованого формування їхніх особистісних якостей в умовах здійснення систематичних навчальних досліджень. Її метою є набуття студентами досвіду дослідницької роботи, розвиток їхніх інтелектуальних здібностей, творчого потенціалу, формування активної, компетентної, творчої особистості. І все це має бути реалізуватися викладачем, який має досвід використання комп'ютерної техніки.

Застосування дослідницької технології навчання вимагає від викладача врахування пізнавальних інтересів, інтелектуальних здібностей, рівня знань, умінь і навичок студентів, їх якостей, як особистості. Для її реалізації потрібно чітко визначити зміст навчальних досліджень, завдання, які чекають свого вирішення, і характер дослідницької діяльності студентів.

Викладачі, що застосовую технологію навчання як дослідження, в повній мірі знають навчальний предмет (дисципліни), потенційні можливості кожного студента групи щодо застосування дослідницьких методів, можуть адаптувати методи науки до рівня навчально-дослідної діяльності студентів.

Останнім часом у багатьох закладах освіти набули поширення технології навчально-виховного процесу, які ґрунтуються на використанні новітніх електронних засобів. Це сприяє підготовці студентів до повноцінної діяльності в умовах інформаційного суспільства.

Основними завданнями нових інформаційних технологій навчання є: інтенсифікація всіх рівнів навчально-виховного процесу, підвищення його ефективності та якості; побудова відкритої системи освіти, яка забезпечує кожному студенту можливість самоосвіти; системна інтеграція галузей знань; розвиток творчого потенціалу студента, його здібностей до комунікативної діяльності; формування інформаційної культури студентів; розвиток експериментально-дослідницької діяльності та культури навчальної діяльності; реалізація соціального замовлення, обумовленого інформатизацією сучасного суспільства.

Для вирішення цих завдань, звичайно, потрібно мати техніку, і у багатьох студентів і викладачів вона є. Реалізація нових інформаційних технологій потребує програмно-методичного (навчальні, контролюючі, імітаційно-моделювальні, інструментальні, службові програми, програмно-методичні комплекси) та навчально-методичного (навчальні та методичні посібники, нормативно-технічні документація, організаційно-інструктивні матеріали тощо) забезпечення. Та, дякуючи освітнім платформам, що зараз широко застосовуються, така можливість існує.

Серед засобів інтерактивного навчання, особлива роль належить створеним електронним підручникам які є в мережі інтернету і легко відшукати комп'ютером, телефоном та іншими засобами (планшетом тощо). Використання їх у педагогічному процесі забезпечує:

- унаочнення основних понять і об'єктів навчальної дисципліни шляхом перегляду відеоматеріалу та, основних закономірностей, зв'язків теоретичних тверджень із практикою;
- моделювання й унаочнення фізичних процесів, що відбуваються у технічних пристроях, які досліджують;
- автоматизація навчання;
- автоматизація проєктування;
- розв'язування задач, оброблення результатів вимірювань і експериментальних досліджень;
- контроль успішності.

Робота з гаджетами сприяє підвищенню інтересу й загальної мотивації до навчання; індивідуалізації навчання; активізації навчання завдяки найширшому використанню привабливих і швидкозмінних форм подання інформації; доступності для студентів «банків інформації»; створенню ситуацій змагання студентів; розширенню тестового матеріалу; об'єктивності контролю.

Та в сучасних реаліях жодна освітня технологія не може розглядатися як універсальна. Організація освітнього процесу в сучасних умовах вимагає поєднання різних технологій, творчого підходу до використання кожної з них, а також створення нових освітніх технологій, що сприятимуть більш продуктивному засвоєнню студентами знань, умінь і навичок.

Список використаних джерел.

1. Михайліченко М. В., Рудик Я. М. Освітні технології: навчальний посібник. – К : ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 583 с.
2. Степанов О. М., Фіцула М. М. Основи психології і педагогіки. Навчальний посібник, - К : Академвидав., 2012. 528 с.
3. Сердюк Л. З. Самотворення особистості, як цілісний самодетермінований феномен. Вип.38 - Миколаїв, 2015. С. 422-431.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЛУЧЕННЯ СУХИХ РЕЧОВИН ПРИ СУБКРИТИЧНОМУ ВОДНОМУ ЕКСТРАГУВАННІ СОЄВОГО ШРОТУ

Ковальчук О. В.
аспірантка
*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Субкритична водна (СКВ) екстракція є сучасним перспективним варіантом водної екстракції, що передбачає проведення екстрагування за високих температур (100...374°C). За таких умов вода при атмосферному тиску інтенсивно випаровується, тому для забезпечення рідкого стану води в процесі екстрагування проводять за надлишкового тиску у реакторі (до 22,4 МПа). У субкритичному стані знижується в'язкість води та зростає коефіцієнт дифузії,

разом зі збереженням її високої розчинюючої здатності [1]. Також знижується діелектрична константа води, полярність, в'язкість та збільшується дифузія, що призводить до більшої розчинності неполярних речовин, збільшення масопередачі та посилення властивостей води, як розчинника [2]. Поєднання таких властивостей робить воду в субкритичному стані відмінним екстрагентом, що поєднує у собі екологічність та низьку вартість [3].

Високу ефективність СКВ екстракції для вилучення різних біологічно активних речовин з рослинної сировини засвідчують численні результати досліджень, узагальненню яких присвячено огляди [2, 3]. Зокрема ефективність СКВ екстрагування поліфенольних сполук у [1] показана дослідним шляхом для апельсинових шкірок, у [4] – для виноградних вичавок, а у [5] – для лушпиння цибулі.

Соя та побічні продукти її переробки такі, як шрот та окара містять велику кількість цінних харчових та біологічно активних речовин (БАР), зокрема, поліфенольних сполук та білку, що зумовлює їх використання у якості концентрованих кормів та сировини для харчової промисловості. На сьогодні можна відмітити інтенсивну наукову роботу над дослідженням СКВ екстракції для обох видів побічних продуктів переробки сої [6-9]. Огляд наукових джерел показує детальніше дослідження СКВ екстрагування соєвої окари, в той час як для України, що є великим виробником соєвої олії і, відповідно, соєвого шроту, більш актуальним є дослідження методів вилучення БАР із соєвого шроту.

Метою даної роботи було дослідження впливу параметрів процесу (температури, тривалості, гідромодуля) СКВ екстрагування соєвого шроту на вихід сухих речовин до екстракту для оцінки його ефективності.

Вплив досліджуваних параметрів на вміст сухих речовин у екстракті соєвого шроту досліджували для наступних діапазонів зміни параметрів: температура – 120...160°C, тривалість – 5...15хв, гідромодуль – 1:15...25. Була прийнята квадратична модель залежності виходу сухих речовин до екстракту, для визначення коефіцієнтів якої застосовано ортогональний композиційний план 2-го порядку для дробнофакторного експерименту 3^{3-1} .

Дослідні екстракти були отримані на реакторі високого тиску РВД-2-500 (НПП «УКРОРГСИНТЕЗ», м. Київ, Україна). У якості зразків сировини використовували соєвий шрот виробництва Глобинського переробного заводу. Екстрагент – дистильована вода. Фільтрацію здійснювали на пристрої для вакуумного фільтрування (насос Камовського, колба Бунзена, фільтр-папір марки Ф (чорна стрічка)). План експерименту виконували у трьох повторях.

Визначення вмісту сухих речовин у рідких екстрактах виконували відповідно до вимог Ph.Eur./ДФУ 2.8.16 (визначення сухого залишку екстрактів). Аналіз проводили із використанням аналітичних ваг XPE105 Mettler Toledo, сушильної шафи Memmert UF 30.

Для кожного зразка рідкого екстракту аналіз проводили у двох повторях. Вміст сухих речовин $C_{d,m,ij}$ для екстракту i -го досліді j -го паралельного експерименту визначали як середнє за повторами аналізу.

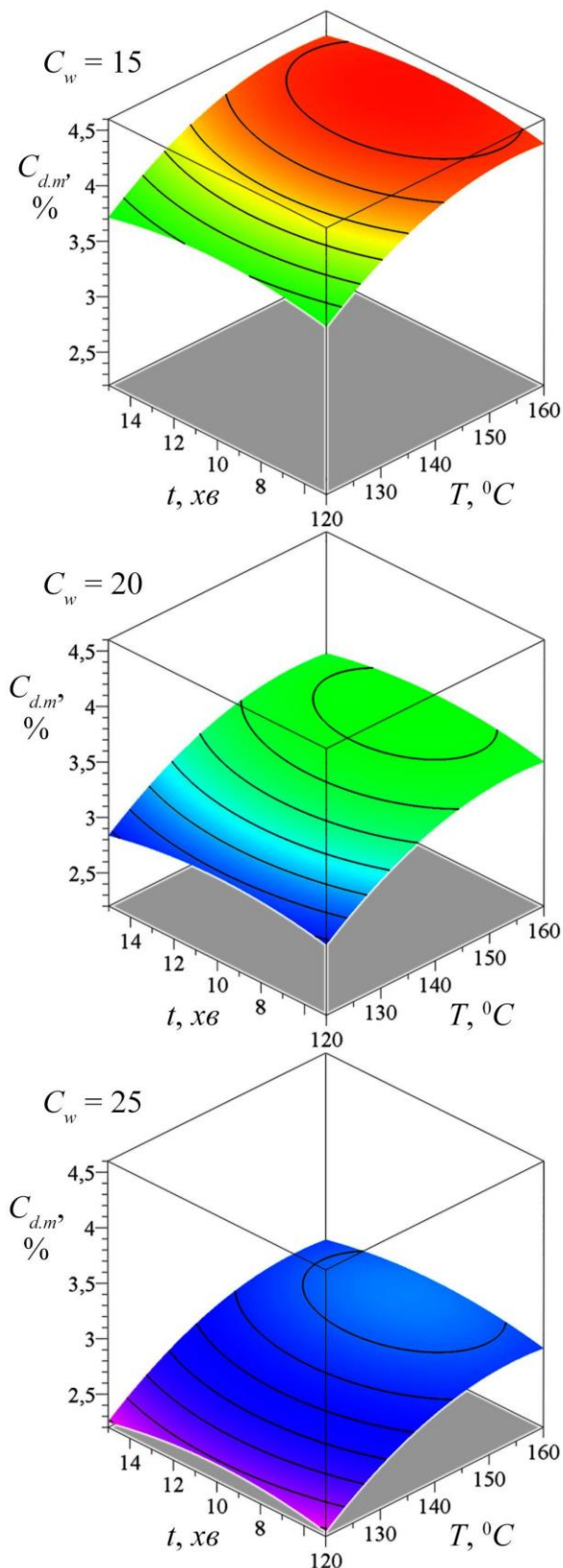


Рис. 1. Поверхні залежності $C_{d.m}$ у рідких СКВ екстрактах від параметрів процесу екстрагування

У ході статистичної обробки дослідних даних були встановлені коефіцієнти інтерполяційної моделі залежності виходу сухих речовин до екстракту від температури, тривалості процесу та гідромодуля.

Отримані поверхні залежності виходу сухих речовин від температури та тривалості процесу для різних значень гідромодуля наведено на рис. 1.

Наведені графічні результати показують очікуване значне зниження $C_{d.m}$ у рідких екстрактах зі збільшенням частки води у екстракційній суміші.

Важливо відмітити неоднозначний вплив температури T та тривалості t процесу екстрагування на величину $C_{d.m}$. На побудованих поверхнях спостерігається локальний екстремум $C_{d.m}$ і відхилення величин T і t від значень, що йому відповідають, призводить до зниження виходу сухих речовин до екстракту. Пояснити такий вплив можна лише зміною розчинності екстрагованих речовин, випаданням їх в осад і відкидання разом із твердим залишком шроту при фільтруванні.

Згідно наведених графіків зі зростанням гідромодуля вміст сухих речовин у екстрактах знижується, однак відношення вмісту сухих речовин до вмісту сировини у екстракційній суміші при цьому зростає, що вказує на підвищення ефективності СКВ

екстрагування зі збільшенням гідромодуля суміші.

Таким чином, досліджено залежність вмісту сухих речовин у СКВ екстрактах соєвого шроту від основних технологічних факторів. Побудована інтерполяційна модель дозволяє встановити раціональні параметри процесу екстрагування, що забезпечують максимальний вихід сухих речовин до екстракту та ефективність процесу екстрагування.

Список використаних джерел

1. Lachos-Perez D., Baseggio A. M., Mayanga-Torres P. C., Maróstica M. R., Rostagno M. A., Martínez J., Forster-Carneiro T. Subcritical water extraction of flavanones from defatted orange peel. *J. Supercrit. Fluids*. 2018. Vol. 138. P. 7-16.
2. Zhang J., Wen C., Zhang H., Duan Y., Ma H. Recent advances in the extraction of bioactive compounds with subcritical water: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2020. Vol. 95. P. 183–195.
3. Cheng Y., Xue F., Yu S., Du S., Yang Y. Subcritical Water Extraction of Natural Products. *Molecules*. 2021. Vol. 26. 4004.
4. Sukmanov V., Ukrainets A., Zavyalov V., Marynin A. Research of extraction of biologically active substances from grape pomace by subcritical water. *East.-Eur. J. Enterp. Technol.* 2017. Vol. 5, No. 11-89. P. 70–80.
5. Sukmanov V. A., Suprun A. V. Extraction of biologically active substances from onion peel with the subcritical water in a static mode. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2021. Vol. 29, No. 2. P. 265–278.
6. Watchararujji K., Goto M., Sasaki M., Shotipruk A. Value-added subcritical water hydrolysate from rice bran and soybean meal. *Bioresour. Technol.* 2008. Vol. 99, No. 14. P. 6207–6213.
7. Wiboonsirikul J., Mori M., Khuwijitjaru P., Adachi S. Properties of Extract from Okara by Its Subcritical Water Treatment. *Int. J. Food Prop.* 2013. Vol. 16, No. 5. P. 974–982.
8. Nkurunziza D., Pendleton P., Chun B. Optimization and kinetics modeling of okara isoflavones extraction using subcritical water. *Food Chem.* 2019. Vol. 295. P. 613–621.
9. Сукманов В. О., Ковальчук О. В. Вплив параметрів процесу субкритичної водної екстракції на ефективність вилучення ізофлавононів із соєвого шроту. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2021. Том 4, № 2. С. 299–315.

УДК 631.365.22

ТЕНДЕНЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОСУШАРОК

Котов Б. І.

докт. техн. наук., проф.,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Степаненко С. П.

докт. техн. наук., с.н.с.,

*Національний науковий центр «Інститут механізації та
електрифікації сільського господарства»*

Калініченко Р. А.

канд. техн. наук., доцент,

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Найбільше розповсюдження в господарствах України мають сушарки з конвективним підвищенням енергії, але застосовують і кондуктивно-конвективне підвищення енергії та випромінювання [1-4].

В невеликих господарствах використовують сушарки періодичної дії та установки активного вентилявання атмосферним або підігрітим на 2-5°C повітрям. В великих господарствах та на елеваторах застосовують зерносушарки безперервної дії, переважно шахтного типу, продуктивністю 10-60 т/год [5, 6].

В багатьох країнах знайшли широке розповсюдження пересувні сушарки продуктивністю 2-12 т/год. Моделювання типорозмірів зерносушарок виконується шляхом використання в конструкціях стандартних секцій-модулів, які складають камеру сушіння та охолодження.

Значне розповсюдження, особливо в країнах Західної Європи набрали шахтні зерносушарки з пристроями для попереднього нагрівання зерна відпрацьованим сушильним агентом. Фірми виготовлювачі вважають, що такий прийом сприяє збільшенню волого видалення та підвищення ККД сушарки. Так в сушарці фірми “Джон Мітчелл”, яка працює за цим принципом витрати теплоти складають 1000 ккал/кг. на кг.вологи.

Серед, так званих, альтернативних, нетрадиційних методів зерно сушіння можна видалити застосування нагрітих адсорбентів [7-10]. В Канаді з успіхом пройшли випробування адсорбційного методу сушіння зерна із застосування, як теплоносія нагрітого піску, солі та бентоніту (вид глини для відбілювання). Оптимальний вміст суміші: 1 т піску або солі на 3 т зерна, або 1 т бентоніта на 1 т зерна. Продуктивність обладнання для сушіння 5т/год, але розробляються і більш потужні. В порівнянні з тепловою сушкою нагрітим повітрям в адсорбційній сушарці зерна висушується в 5-10 разів швидше, а енерговитрати, при цьому на 20% менші [7-10].

В Індії для знижування вологості рису-сирцю запропоновано сушіння зерна (вологістю до 21%) в суміші з гарячим піском з температурою 95-155°C

та протягом 15 хвилин, з послідуєчим витримуванням 1,5-2 год в металевому контейнері без охолодження.

Враховуючи, що в структурні витрати на сушіння зерна до 70% припадає на паливо та електроенергію, при створенні нових зразків сушарок визначилася чітка тенденція зниження енергомісткості зерносушарок і всього процесу сушіння.

Найбільш поширені заходи по енергозбереженню сушіння зерна впровадженні фірмами США та Франції. В цих країнах основним показником ефективності і головної вимоги до сушарок є питомі витрати теплоти. В розповсюджених зразках зерносушарок французької фірми цей показник становить (1110-1200 ккал/кг.вол), в сушарках періодичної дії фірм США – 850-1100 ккал/кг.вол. (в сушарках безперервної дії трохи більше) [11-13].

Найбільш поширеним методом зниження енергомісткості зерносушарок є часткова рециркуляція теплоносіїв за рахунок його повторного використання. Ефект економії теплоти за узагальненими даними [13] становить до 300 ккал/кг.вол. На принципі рециркуляції працюють зерносушарки американських фірм “Берико”, “Кебмбелл”, “Блонд”, “Блей”, французьких “Лав”, «Комінор», це багатоступінчасті (багатоповерхові) сушарки, що працюють за “збільшуючи ми” температурними режимами: холодне повітря, яке поступає в сушарку, нагрівається в першій зоні, потім подається до спеціального тепло генератора для підвищення його температури 70-90 °С, після чого сушильний агент поступає в третю зону, а потім знову в тепло генератор, з якого до першої зони. Це дає змогу повернути в цикл 30-40% повітря, що дає економію теплоти – 10%.

Широко практикують послідовне з’єднання сушарок з майже повним поверненням нагрітого повітря і класичних сушарок. Фірми “Сесіль” запропонувала сушарку з “вузлом економії”, що являє собою сушарку з майже 100% поверненням сушильного агента, утилізатором та класичної сушарки. З рециркуляцією сушильного агента працюють відомі сушарки фірми “Лав” (Франція) [13].

Існують декілька варіантів використання відпрацьованого сушильного агента.

- використання як теплоносія для нагрівання свіжого повітря в різних типах утилізаційних установок;
- рециркуляція частини відпрацьованого повітря змішувач із свіжим повітрям або з продуктами спалювання і повітря).

Другий спосіб значно простіший і більш економічний, але приводить до збільшення часу сушіння та зменшення продуктивності сушарки.

За даними [13] в умовах прямооточного сушіння відбувається підвищення волого вмісту повітря та одночасне підвищення температури зерна. Але, якщо при підвищенні волого вмісту сушильного агента (при незмінних витратах палива) підвищити температуру сушильного агента, то процес сушіння інтенсифікується, зменшуються питомі витрати теплоти на сушіння.

За кордоном (Франція, США, Польща) існує велика різноманітність технічних рішень цієї проблеми: за допомогою рециркуляції теплоти (фірма “Лав”) та повторного використання відпрацьованого у нижній частині сушарки повітря з температурою 50-60°C яке подається в верхню частину шахти з додатковим нагріванням.

В залежності від способу використання вторинної теплоти і конструкції сушарки можна зменшити витрати енергії від 1419 до 1257 кДж на 1 кг випарованої вологи.

Так, економію енергії 419 кДж/кг вологи дає метод подвійного проходження сушильного агента крізь шар зерна. В нижню зону подають свіжий теплоносій з температурою 120°C; а відпрацьований в нижній зоні слабо насичений з температурою 60-65°C подають в верхню зону для підсушування вологого зерна.

Більш економічним є спосіб сушіння зерна в двох зонах з двома топками. Топка верхньої зони додатково нагріває відпрацьоване в нижній зоні повітря (до 50°C), а після проходження шару зерна повітря насичується, і його температура знижується до 45-50°C. Такий спосіб дозволяє зменшити витрати палива на 25% і довести витрати енергії до 3352-3562 кДж/кг. вол. Аналогічного ефекту можна досягти шляхом повторного використання нагрітого слабо насиченого повітря з нижньої частини сушарки, яке з температурою 60-70°C направляють в топку або змішують його з нагрітим до 110°C повітрям, що виходить з топки. Економія палива в цьому випадку складає 25%.

За даними фірми “Sesita” (Франція) включення в двоповерхові сушарки додаткових “вузлів економії”, які можуть повністю

повернути тепле повітря і дозволить довести витрати палива до 2807-2891 кДж/кг вологи. Сушарки Ф1-43М-50 при зниженні вологості зерна пшениці з 20-14% потребує 4034 кДж/кг на кг вологи.

В США в останній час все більше розповсюдження набувають шахтні сушарки з рециркуляцією відпрацьованого сушильного агента і охолоджуючого повітря. За даними фірм в таких сушарках економія палива складає 50%. Знаходять застосування сушарки з паралельними потоками сушильного агента які рухаються зверху до низу у прямої оці з зерном та охолоджуючим повітрям, яке рухається в протитоті з зерном. В шахтній прямої оці сушарці “Mand W 450p” процес сушіння проводять у три стадії. На першій стадії частина сушильного агента використовується для попереднього нагрівання зерна. На наступній стадії зерно рухається вниз в прямої оці з сушильним агентом, на третій стадії охолоджувач повітря проходить крізь сухе нагріте зерно, забираючи в нього частину теплоти. Все охолоджуюче повітря та біля 60% відпрацьованого сушильного агента циркулює між вентилятором та камерою горіння. За даними фірм-виготовлювачів економія витрат палива досягає 35%.

В зерносушарці фірми “Бентал” (Англія) атмосферне повітря після охолоджувача зерна подається в камеру змішувача топки, змішується з продуктами горіння і далі подається в сушильну зону.

В зерносушарці фірми “Свенска Флакфабрикен” (Швеція) атмосферне повітря з камери охолодження зерна подається в паровий калорифер другої зони сушіння. На виході з другої зони відпрацьоване повітря знову підігрівають і спрямовують в першу зону сушарки.

Застосування теплових насосів для підігрівання сушильного агента, замість традиційних установок (топок для спалювання рідкого та газового палива) дозволяє значно підвищити якість продукту, виключити забруднення атмосфери та утилізувати низько потенційну енергію теплових викидів сушарок. Крім того, теплові насоси створюють можливість здійснювати в одній установці нагрівання та охолодження різних технологічних потоків.

Нагрівання повітря в конденсаторі теплового насоса досягає температури 61-67°, що дозволяє отримати температуру зерна до 43°C.

При сушіння зерна кукурудзи з вологістю 33,5% (до 14%) сушаркою з тепловим насосом енергомісткість знижено на 40% (при температурі нагрітого повітря 44°C).

При роботі сушарки за повністю замкнутим циклом, коли нагрівання сушильного агента здійснюють за рахунок теплоти відпрацьованого теплоносія, енерговитрати на сушіння знижуються до 71%.

Використання теплових насосів в комбінації з сонячними колекторами дає змогу підвищити ефективність сушки.

Для економії традиційних видів палива в багатьох країнах Європи та США використовують, як правило, при сушінні зерна соломку та не зернову частину врожаю інших рослинних рештках.

Наведені вище дані аналізу дозволяють оформлювати основні тенденції підвищення паливно-енергетичної та технологічної ефективності зерносушіння:

- використання топкових пристроїв на природному зрідженому газі;
- рециркуляція відпрацьованого теплоносія;
- додаткове нагрівання відпрацьованого теплоносія перед подачею в зону сушки;
- повернення в сушильний цикл всього повітря після охолодження зерна;
- застосування двостадійного сушіння та охолодження зерна.

Список використаних джерел

1. Ильин Л.И. Повышение эффективности зерносушилок «Хлебопродукты», 1989, №2 с. 24-28.
2. Малин Н.И. Снижение затрат на сушку зерна. М. 1991.
3. Резчиков В.А. Теория и практика энергозбереження при сушке зерна. М. 1991.
4. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. – 471 с.
5. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность. – 1973 – 527с.
6. Котов Б.И. Технологические и теплоэнергетические основы повышения эффективности сушки растительного сырья. Автореф. дис....докт.техн. наук.- 1994.- 32с.

7. Кирпа М. (2016). Технології та техніка збирання і збереження зерна кукурудзи. № 3 Спецвипуск: кукурудза: від насіння до прибутку. Пропозиція. С. 44 – 48.
8. Рыков А. В. (1968). Теория сушки. Москва: Энергия. 472 с. с ил.
9. Adamchuk V., Shvidia V. (2018). Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. *Mechanization in agriculture & conversing of the resources*. 2018. Issue 2. Pp. 46–48.
10. Котов Б., Степаненко С., Швидя В. (2016) Врахування розподіленості параметрів при моделюванні динамічних сушарок сільськогосподарських матеріалів. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. Вип. 34. Луцьк: РВВ Луцького НТУ – С. 90-98.
11. Швидя В. О., Анеляк М.М., Степаненко С. П. (2017). Обґрунтування використання всмоктуючого повітряного потоку при сушінні зерна. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. №6 (105) ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха. С. 81-86.
12. Котов Б., Степаненко С., Швидя В. (2016) Моделювання і розрахунок режимних параметрів зерносушарок періодичної дії. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. Вип. 34. Луцьк: РВВ Луцького НТУ. С. 74-80.
13. Котов Б.І. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження) / Б.І.Котов, Р.А.Калініченко, С.П.Степаненко, В.О.Швидя, В.О. Лісецький.- Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М. -2017.– 552 с.
14. Калініченко Р.А., Степаненко С. П., Швидя В. О., Котов Б. І. (2019) Математична модель процесу сушіння з перехресним рухом зерна і сушильного агента при його секційному вводиті. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка”. Випуск 199. – Харків: ХНТУСГ. – 2019. – С. 75-83.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ І ДОЗОВАНОГО ВИВАНТАЖЕННЯ З УКЛАДКОЮ У ВАЛОК ЛИСТОСТЕБЛОВОЇ МАСИ

Кузьмич А. Я.

канд. техн. наук.

Анеляк М. М.

канд. техн. наук., с.н.с.

Степаненко С. П.

докт. техн. наук., с.н.с.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха

Аналіз відомих конструкцій причепів та інших марок [1] для транспортування, дозованого вивантаження та розкидання органічних добрив по поверхні поля, а також при дообладнанні надставними бортами для

транспортування і дозованого вивантаження подрібненої листостеблової маси сільськогосподарських культур, приводить до висновку, що конструкція даного засобу повинна включати наступні робочі органи: кузов, поздовжній транспортер, блок бітерів, ходову частину і приводні механізми.

Цей причіп дає змогу транспортувати, дозувати та розкидати органічні добрива по полю половою з шириною з 4-6 м. А у випадку використання причепа з встановленим заднім бортом для перевезення подрібненої листостеблової маси від комбайнів, при її вивантаженні використовують задній борт в якості клапана – дозатора. Листостеблову масу вивантажують на відведених площадках. На площадці при включеній передачі трактора і включеному приводі поздовжнього транспортера листостеблову масу вивантажують розтягуючи її у валок.

До недоліків даної конструкції слід віднести те, що при використанні його для перевезення подрібненої листостеблової маси від комбайнів і укладки маси у валок неможливо сформувати валок із заданою шириною і щільністю маси, тому, що при вивантаженні маси із кузова вона защемляється поздовжніми бортами, а планки поздовжнього транспортера погано її захвачують. В процесі вивантаження листостеблової маси з причепа утворюються розтягнуті кучі з різними геометричними розмірами та щільністю валка, крім того ширина валка значно більша ніж ширина захвату прес-підбирача, що є суттєвим додатковим недоліком використання причепа в технологічному процесі, яким передбачено тюкування листостеблової маси.

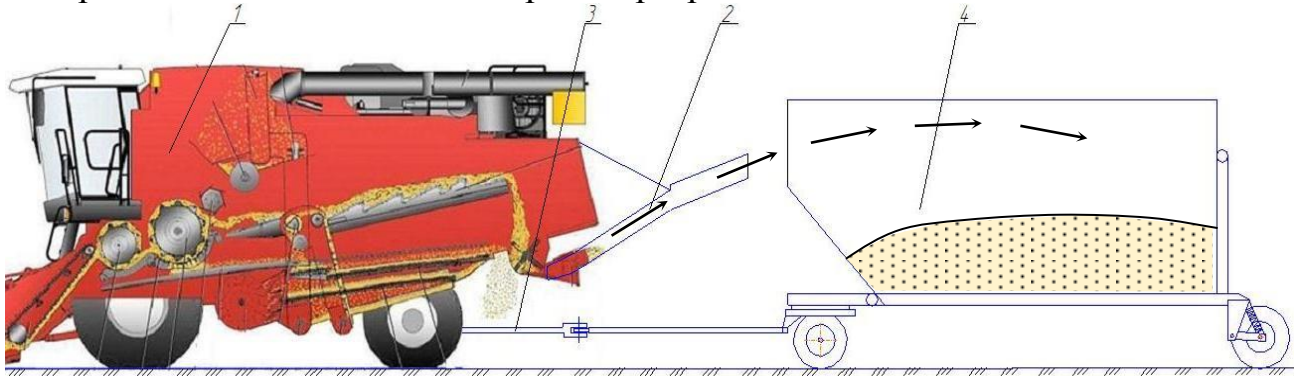
Відома також конструкція причепа [2] обладнаного кормороздавачем який містить кузов, поздовжній транспортер, блок бітерів, поперечний транспортер, ходову частину і приводні механізми. Вивантаження і дозування листостеблової маси забезпечується подачею поздовжнього транспортера, який пересуває масу до обертаючих бітерів, які зчісують, розпушують і направляють її на вивантажувальний транспортер, що скидає масу у валок.

Конструкція даного технічного засобу [2] дає змогу використовувати його, як транспортний засіб з можливістю дозованого вивантаження листостеблової маси. Основний недолік такої конструкції в тому, що при транспортуванні листостеблової маси передня частина причепа з розміщеним в ній поперечним транспортером і бітерами не використовується. Ця частина конструкції використовується лише при дозуванні маси, що значно зменшує можливості використання об'єму причепа при транспортуванні матеріалу.

Іншим недоліком даного транспортного засобу слід вважати лише бокове завантаження листостеблової маси в причіп комбайнами, щоб не засипати передню частину об'єму причепа. За умови вивантаження листостеблової маси спостерігається намотування стебел на бітерах, що призводить до технологічних зупинок.

В ННЦ «ІМЕСГ» [3, 4] розроблено конструкційно-технологічна схема пристрою до зернозбирального комбайна (рис. 1) для транспортування і дозованого вивантаження з укладкою у валок листостеблової маси (подрібненої маси НЧУ кукурудзи та соняшнику [5]) в якому завдяки зміні форми елементів

конструкції, а також введенні нових елементів та використання конструкції кузова з розділенням його об'єму на дві частини поздовжньою перегородкою і використання двох поздовжніх транспортерів.



1 – зернозбиральний комбайн; 2 – напрямний дефлектор; 3 – причіпний пристрій; 4 – причіпний копнувач

Рисунок 1 – Конструкційно-технологічна схема пристрою до зернозбирального комбайна для збирання подрібненої маси НЧУ кукурудзи та соняшнику

Особливістю даної конструкції є те, що транспортери дають можливість почергово вивантажити спочатку листостеблову масу з однієї половини кузова, а потім з другої частини кузова, а також за рахунок секційної конструкції заднього борта досягається покращення умов процесу дозування та укладки маси у валки зі сталими геометричними розмірами і рівномірною щільністю укладання матеріалу.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що причіп для транспортування і дозованого вивантаження з укладкою у валок листостеблової маси (рис. 2), який включає шасі, кузов, днище кузова з поздовжнім транспортером, удосконалено таким чином, що вздовж кузова встановлена перегородка з поділом кузова на дві частини, а днище кузова містить два поздовжні ланцюгово - планкові транспортери з автономними механізмами їх включення, задній борт виконаний із двох секцій, обладнаних ланцюгово-планковими транспортерами з реверсним рухом, крім того планки транспортерів мають зчісуючі зуби.

Така конструкція причепа для транспортування і дозованого вивантаження з укладкою у валок листостеблової маси дає змогу розширити технологічні можливості причепа та використовувати його за різним призначенням в технологіях [6, 7], які передбачають потокове збирання сільськогосподарських культур, а саме обмолот насіння комбайнами зі збором листостеблової маси в причеп та вивезення її на майданчики з подальшою укладкою у валки і пресуванням у тюки.

Вивантаження і дозування з укладкою у валок листостеблової маси проводиться при заданій поступальній швидкості трактора спочатку з однієї частини об'єму причепа, потім з його іншої частини об'єму. Товщина укладки валка забезпечується швидкістю руху трактора та швидкістю повздовжнього

транспортера. Рівномірність вивантаження листостеблової маси із причепа у валок забезпечується пружними зчісуючими елементами секцій транспортерів заднього борта.

Для забезпечення рівномірності розподілу подрібненої маси в причіпному копнувачі зернозбирального комбайна та, як наслідок, підвищення ступеня його завантаження проведено моделювання розподілу повітряного потоку, створеного подрібнювачем зернозбирального комбайна. Для чисельного моделювання розподілу повітряного потоку, створеного подрібнювачем зернозбирального комбайна в камері причіпного копнувача, було використано програмний комплекс FlowVision. Розрахункова схема моделювання розподілу повітряного потоку наведена на рис. 2.

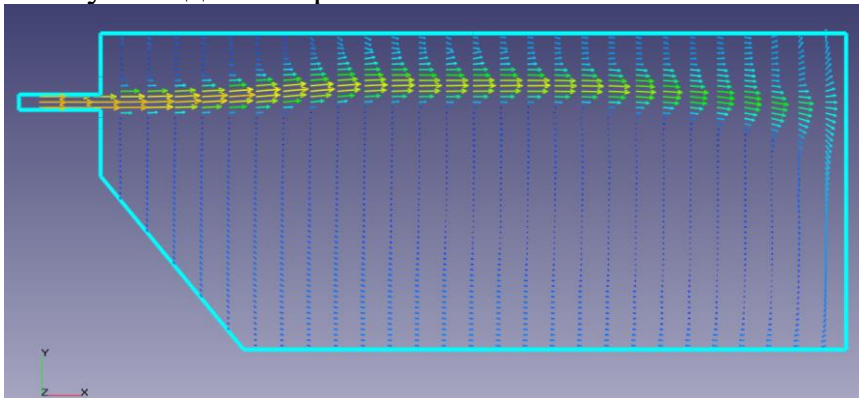


Рисунок 2 – Розподіл швидкостей повітряного потоку у вертикальній осьовій площині камери причіпного копнувача при значенні ширини каналу прямого дефлектора 1000 мм

Отримані параметри повітряного потоку на виході з каналу прямого дефлектора були входними параметрами другого етапу розрахунку – моделювання розподілу повітряного потоку в камері причіпного копнувача зернозбирального комбайна.

Аналіз отриманих векторних полів швидкостей повітряних потоків свідчить про те, ширина вихідного вікна каналу прямого дефлектора створює значний вплив на розподіл швидкостей повітряного потоку в камері причіпного копнувача. При значенні 600 мм в камері формується вузький потужний потік повітряного потоку, що забезпечує сприятливі умови транспортування подрібненої маси НЧУ в камері копнувача довжиною 6 м та більше.

Однак при цьому очікується значна нерівномірність розподілу маси за шириною камери копнувача при підвищених енерговитратах на транспортування. При збільшенні ширини вихідного вікна каналу прямого дефлектора до 1200 мм спостерігається значне зменшення швидкості повітряного потоку в камері копнувача, що призведе до нерівномірності розподілу подрібненої маси НЧУ за довжиною камери, та як наслідок повноти заповнення копнувача. Виходячи з цього, для забезпечення рівномірності розподілу маси в камері причіпного копнувача при збиранні НЧУ кукурудзи та сояшнику ширину вихідного каналу слід прийняти в межах 800-1000 мм,

причому менші значення необхідні для копнувачів з камерою довжиною 6-7 м; більші значення ширини – з камерою довжиною до 5 м.

Список використаних джерел

1. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки у 3-х кн. Машини сільськогосподарські: кн.3 /А.Ф. Головчук, В.І. Марченко. В.Ф. Орлов; за ред А.Ф. Головчука - К.: Грамота . 2005 – 576 С.
2. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив: монографія / Б. Я. Блюм та ін. Київ: Аграр Медіа Груп, 2014. 360 с.
3. Аспекти процесів збирання незернової частини врожаю кукурудзи та соняшнику як твердого біопалива / В. В. Адамчук та ін. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2019. Вип. 9 (108). С. 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1
4. Кузьмич А.Я., Анеляк М.М., Грицака О.М. Збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2020, Вип. 50. С. 69–78. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.69-78>
5. Зубко В. М., Соколік С. П. Аналіз технологій та технічних засобів для використання відходів виробництва соняшнику в якості біопалива. Інженерія природокористування. 2017. № 1 (7). С. 6–10.
6. Sheychenko, V.O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M.V., Shevchuk, V.V., Belovod, O.I. Research of quality indicators of wheat seeds separated by pre-threshing device. INMATEH - Agricultural Engineering . Jan-Mar 2019, Vol. 57 Issue 1, p157-164. 8p.
7. V. Sheichenko, A. Kuzmych, V. Niedoviesov, M. Aneliak, O. Bilovod, V. Shevchuk, T. Kutkovetska, M. Shpilka Development of Operational Requirements for Self-Propelled Combine-Harvesters with the Capabilities of Mobile Energy Devices. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. 2020. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.212788

АНАЛІЗ РІЗАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОДРІБНЮВАЧІВ ГІЛОК ДЕРЕВ

Лазоренко А. І,

здобувач вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Ляшенко С. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

В Україні проблема екологічної безпеки з кожним роком стає все більш актуальною, а безвідходні технології користуються попитом. До таких, зокрема,

і належить проблема утилізації гілок плодових дерев та декоративних кущів зрізаних на території особистих селянських господарств. Під час догляду за кронами плодових дерев з однієї сотки ущільнених садів щорічно зрізується від 0,25 до 0,65 тон деревини в залежності від віку дерев, виду підщепи, сорту, породи, схеми посадки, типу обрізки. Трудомісткість операцій по обрізці, збиранню та утилізації гілок складає близько 220 люд.-год/га за рік. Якщо обрізування гілок в особистому селянському господарстві виконують за звичай в ручну, то подальша утилізації їх зводиться до формування куп з подальшим їх спалюванням. Тому подрібнені гілки дерев відносяться до кризо стійкого паливного матеріалу, що постійно поновлюється.

Існує безліч засобів механізації для подрібнення гілок дерев. Особливою відмінністю даних машин є тип різальної системи, що впливає на продуктивність роботи, якість подрібнення матеріалу та зручність у її обслуговуванні.

Аналіз конструкцій засобів механізації для подрібнення гілок дерев показав, що існує три види різальної системи, яка є однією з найважливіших вузлів подрібнювача: дискова різальна система – із лезами загартованої сталі, які обертаючись подрібнюють гілки діаметром до 4 см. [1] див. рис. 1.



Рис. 1. Дискова різальна система подрібнювача

Гвинтова різальна система – з гвинтовим різальним механізмом, який подрібнює гілки діаметром до 5 см, див. рис. 2. [1].

Зазвичай корпус подрібнювача гілок зроблений розбірним, щоб полегшити доступ до ножевої системи, яка вимагає періодичного обслуговування і загострення. Різальну систему можна з легкістю розібрати в домашніх умовах.



Рис. 2. Гвинтова різальна система подрібнювача

Фрезерна різальна система – з фрезерним барабаном, якими обладнані більш дорогі моделі подрібнювачів. Подрібнюють гілки діаметром до 6 см, працюють практично безшумно див. рис. 3. [1].



Рис. 3. Фрезерна різальна система подрібнювача

Лезо дискової різальної системи, яке встановлено на дисковому ножі, закріплено двома гвинтами – при необхідності його можна зняти і підгострити. Робити це при необхідно періодично або в разі погіршення роботи

подрібнювача після утворення сколів на ножах, які негативно впливають на якість різання [2, 3].

Найбільш перспективними засобами механізації для подрібнення гілок вважаються подрібнювачі з джерелом живлення двигуна від мережі 220 В. А от різальну систему необхідно обирати у відповідності до розміру подрібненого матеріалу.

Висновки

Порівняльний багатокритеріальний аналіз існуючих технологій подрібнення гілок плодових дерев, зрізаних під час догляду за їх кроною, свідчить про доцільність застосування технологічного процесу подрібнення гілок з подальшим їх використанням в якості паливного матеріалу. На основі проведених теоретичних досліджень, встановлено закономірність впливу на зниження енергоспоживання подрібнення гілок в залежності від різальної системи якою обладнаний подрібнювач. На підставі експериментальних досліджень слід визначити рівняння регресії для мобільного подрібнювача гілок, яке враховує залежності значення споживання електродвигуном електроенергії на сам процес подрібнення гілок від різальної системи, що встановлена на подрібнювачі. Встановлено, що середня довжина частинки подрібнених гілок дерев дискової різальної системи, що задовольняє технічні вимоги роботи котлів, в загальній вазі подрібненого матеріалу становить близько 87% розміром по довжині від 3,15 мм до 67,5 мм. Отже, подрібнений матеріал можна віднести за стандартом класифікації до класу P100CEN/TS 14961:2005.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на те, що удосконалення подрібнювачів не припиняється в жодному разі, теоретичні дослідження їх енергозберігаючих режимів роботи будуть мати продовження. Засоби механізації для подрібнення стають все складнішими, у своїй роботі вони поєднують все більше операцій (різання, подрібнення, просіювання і т.д.), тому вивчення їх можливостей до застосування в різних сферах господарювання і в домогосподарствах зокрема є складною практичною задачею, яка потребує нестандартних підходів і оригінальних рішень.

Список використаних джерел

1. Ляшенко С. В., Яценко Ю. В., Лазоренко А. І. Результати експериментальних досліджень енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Технічні науки. Полтава, 2021. № 4. С.. doi: 10.31210/visnyk2021.04.33
2. Пат. 125965 Україна, МПК В 27 L 11/02. Тріскоріз / Ляшенко С. В., Бублик А. В., Пошивайло Ю. О., Іванов О. В., Калініченко В. М.; заявник та власник ПДАА - № 201800808; заявл. 29.01.2018; опубл 25.05.2018, Бюл.№10.
3. Small mobile biomass shredder: pat. 135923 Ukraine. No. u 201901468; Appl. 14.02.2019; publ. 25.07.2019, bul. No. 14.

МЕТОДИКА ВИБОРУ АЛМАЗНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ ТА ПАРАМЕТРІВ ШЛІФУВАННЯ

Лапенко Г. О.

к.т.н., професор кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент.

Лапенко Т. Г.

к.т.н., завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, доцент

Павлик О. Г.

здобувач вищої освіти СВО Магістр
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
*Полтавський державний аграрний університет
м.Полтава, Україна.*

Питання правильного вибору абразивного інструменту являється актуальним як з точки зору забезпечення якості виконання операції шліфування (точність та шорсткість), так і забезпечення високої продуктивності процесу та періоду стійкості шліфувального круга (ШК) [3,5,6].

Існує велика кількість вітчизняних та зарубіжних фірм, що виробляють абразивний інструмент. Їх каталоги, в кращому випадку, дають загальні рекомендації по використанню кругів для обробки деталей з певних матеріалів, та відповідні таблиці вибору геометричних та конструктивних характеристик ШК. При цьому, як правило, відсутні рекомендації для визначення параметрів режиму шліфування.

Світові лідери абразивної промисловості ToolGal (США), Gleason (США), Pferd (Німеччина), Sia Abrasives (Швейцарія), VSM (Німеччина), Abrasive Technologies (США), Swatycomet (Словенія), Saint – Gobain Abrasives (торгові марки Norton, Bay – State, Франція), пропонують дуже загальні рекомендації по вибору шліфувальних кругів. Каталоги цих компаній рекомендують визначитись із видом необхідного інструменту, а потім, виходячи із геометричних і конструктивних параметрів, вибрати позицію шліфувального круга.

В даний час в світовому машинобудуванні набирає популярності технологічний консалтинг [1]. Так компанії Nibles (Німеччина), TCM (Австрія) пропонують своїм клієнтам не просто купити інструмент, а скористуватися повним спектром послуг в сфері поставки і послідуного супроводження інструмента (ШК), яке включає в себе переточку і ремонт інструмента, підбір відповідних режимів шліфування для конкретних операцій, зберігання та утилізацію відпрацьованого та непотрібного інструмента. Все більше число світових машинобудівних підприємств роблять вибір на користь технологічного супроводу інструмента з боку виробника. Це підприємства BMW, Daimler, Ford, GM, Huber, Magna, Opel, Powertrain, Swarowski, TDK Epcos, Volkswagen та інші.

Підприємства намагаються максимально використовувати ресурс працездатності кожного шліфувального круга. Разом з тим, вирішення цієї

задачі потребує розробки методики проектування операцій шліфування, яка б з мінімальними втратами продуктивності забезпечувала виготовлення деталі у відповідності до вимог конструктора та технолога. Вирішення цієї задачі ускладнюється тим, що на протязі сумарного періоду стійкості ШК (часу його роботи до повного зношування) на верстат будуть поступати заготовки із різних матеріалів, а з іншого боку будуть змінюватися вимоги до якості оброблюваної поверхні.

Ця задача може бути вирішена на основі прогнозування працездатності шліфувальних кругів, які експлуатуються в різних технологічних умовах, в тому числі і при обробці деталей, що виготовлені із різних марок сталей і сплавів. При цьому працездатність ШК повинна розглядатися з врахуванням часу роботи інструмента.

Основним документом, що регламентує номенклатуру шліфувальних кругів, що випускає промисловість є ДСТУ 3292-95, який визначає вимоги по маркуванню інструмента, його геометричні форми та розміри ШК, матеріал зерна, його розмір, кількість, ступень твердості круга, конструктивні параметри круга. Крім цього, даний стандарт регламентує допуски на розміри інструмента, величини радіального та торцевого биття круга, класи їх невірноваженості та інші параметри. В якості додатку до стандарту приведені показники надійності ШК: шорсткість обробленої поверхні R_a , коефіцієнт шліфування K , що визначається за формулою:

$$K = \frac{Q_m}{Q_a};$$

де Q_m – об'єм знятого металу, мм^3 ;

Q_a – об'єм зношеної чистими кругами (з врахування втрат на правку), мм^3 .

Вказані параметри приведені для чотирьох видів шліфування: круглого зовнішнього врізного, безцентрового, внутрішнього врізного і плоского.

Розглянемо методи формування показників працездатності шліфувальних кругів. Будь який шліфувальний круг призначений для успішного виконання операцій шліфування, повинен забезпечити отримання деталі, що відповідає всім вимогам креслення. З цієї точки зору, найбільш важливими показниками працездатності ШК є величини параметрів, обумовлені конструктором в кресленні деталі, основними з яких є:

- точність формованого розміру;
- шорсткість шліфованої поверхні R_a ;
- відсутність припіку.

Приведені показники являються результатом роботи шліфувального круга і досягнення їх певного рівня являється основною задачею експлуатації інструменту, основними вихідними параметрами якого є:

- марка шліфувального матеріалу;
- вид операції шліфування;
- застосування мастильно-охолоджувального технічного засобу МОТЗ.

Від марки шліфувального матеріалу залежать силові та температурні характеристики процесу шліфування. Дослідженнями встановлені залежності оброблюваності матеріалів шліфуванням від технологічних умов реалізації операції шліфування, включаючи схему шліфування та марки МОТЗ і способу його подачі в зону шліфування.

Перераховані параметри експлуатації круга являються квазіпостійними та повинні бути враховані при прогнозуванні працездатності ШК.

Що стосується режимів шліфування, то вони являються перемінними на протязі всього часу експлуатації ШК і являються фактором управління процесом шліфування. Саме за рахунок зміни режимів шліфування досягається рівень експлуатаційних показників, а також параметрів експлуатації інструменту, яке необхідно враховувати при комплексній оцінці експлуатаційних властивостей шліфувального круга, який виглядає наступним чином:

Експлуатаційні показники:

- Точність формованого розміру, мм;
- Шорсткість шліфованої поверхні – R_a , мм;
- Відсутність припіку

Параметри експлуатації квазіпостійні:

- Марка шліфувального матеріалу;
- Вид операції шліфування;
- МОТЗ, які використовуються.

Для безпосереднього визначення величини експлуатаційних показників необхідно виконати їх формалізацію, тобто зіставити кожний експлуатаційний показник з параметром процесу шліфування.

Так точність сформованого розміру залежить від величини сили шліфування, а оцінка точності розміру сформованої шліфувальним кругом поверхні залежить від величини складової сили шліфування – P_y .

Розглянуті питання обґрунтування та вибору типу шліфувальних кругів та параметрів режиму шліфування з врахуванням виду оброблюваного матеріалу, характеристики шліфувальних кругів та якості поверхні обробленої деталі, [6] дозволили застосувати їх при обґрунтуванні параметрів та режимів роботи Premium алмазних та CBN кругів виробництва ПАТ “Полтавський алмазний інструмент”.

Список використаних джерел

1. Ардашев Д. В. Комплекс показателей оценки эксплуатационных свойств шлифовальных кругов. Технология машиностроения. 2010. № 9. С. 30–33.
2. Болдырев И. С., Ардашев Д. В. Определение прочностных характеристик абразивного зерна в процессах шлифования. Технологическое

обеспечение машиностроительных производств: сб. трудов I Межд. Заочн. Научно-техн. Конф. 2013. С. 516 – 523.

3. Ковтун В. А., Павлик О. Г., Лапенко Г. О. Використання штучних алмазів для обробки металів і використання інструментів з штучних алмазів для обробки деталей сільськогосподарських машин. Матеріали студентської наукової конференції 16-17 квітня 2020 рік. 2020. Том II. С. 189–190.

4. Лавриненко В. И., Лещук И. В., Смоквина В. В., Солод В. Ю., Музычка Д. Г., Орленко С. А. Особенности формирования шероховатости обработанной поверхности при многопроходном и глубинном шлифовании кругами из СТМ с использованием опорных элементов в виде компактов из КНБ. Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте: Матер. 12-го Межд. Научн.- техн.. семинара (20-24 февраля 2012 г., Свалява). Киев: АТМ Украины, 2012. С. 143–145.

5. Лапенко Г. О., Горбенко О. В., Лапенко Т. Г., Ковтун В. А.. Оптимізація параметрів шліфування алмазними кругами виготовленими із алмазних порошків з нікелевим покриттям. Вісник Полтавської державної аграрної академії, №4, 2020. С. 267–272с.
<https://doi.org/10/31210/visnyk2020.04.34>

6. Лапенко Т.Г., Лапенко Г.О., Ковтун В.А. Підвищення стійкості та продуктивності алмазних шліфувальних кругів. Інноваційні аспекти системи безпеки праці, захисту інтелектуальної власності: матеріали V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. (м. Полтава, 26-27 березня 2020 р.). Полтава: ПДАА, 2020. С. 140–142.

СУТНІСТЬ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Михайліченко В. В.

здобувач ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Широкі технологічні можливості вібраційної обробки (ViO), висока продуктивність, а також можливість механізації та автоматизації операцій ставить її до перспективних методів обробки деталей складної конфігурації.

До теперішнього часу виконано великий обсяг робіт з вивчення процесу, дослідження його основних закономірностей та технологічних можливостей. Значну увагу приділено розкриттю сутності процесу, встановленню впливу умов обробки (режимів і тривалості вібраційного впливу, характеристик робочих середовищ, виду і складу технічних рідин та ін.) на продуктивність процесу, якість поверхневого шару, що формується (його геометричні та фізико-механічні параметри), експлуатаційні властивості деталей (втомну міцність, зносостійкість, контактну площину, опір корозії та ін.)

Найбільший інтерес у цій галузі становлять роботи А.П. Бабічева, А.А. Дуднікова, В.І. Дьяченко, Б.Б. Ходоша, В.П. Устинова, М.Є. Шаїнського, М.А. Тамаркіна, В.А. Власова, Ю.В. Дімова, Б.М. Картишева, Д.Д. Малкіна, А.П. Субача, Ю.Р. Копилова, а також зарубіжних фахівців Н. Матсунагі, У. Хагіуди (Японія), В. Брандта (США) та фірм Walther-Trowal (Німеччина), Roto-Finish (Англія), Pangbom Corporation CO, Sweco Wibro-Rnezgu (США) та ін.

Перші відомості про можливість використання коливань низької частоти для обробки деталей у середовищі вільних робочих тіл (яка згодом отримала назву «вібраційна обробка», початок 60-х років) при оздоблювально-зміцнювальних, зачисних та мийних операціях найбільш повно наведені в роботах А.П. Бабічева [1, 2]. У них дано теоретичне обґрунтування процесу, його технологічних можливостей та показані сфери застосування.

На початковій стадії розвитку ВіО найбільшу увагу приділено дослідженню основних закономірностей та технологічних можливостей процесу. Так в роботі В.І. Дьяченко [3] наведено результати експериментальних досліджень впливу режимів обробки, твердості матеріалу деталей, зернистості та грануляції частинок робочого середовища (абразивних гранул) на продуктивність процесу ВіО та якість (шорсткість) обробленої поверхні. Встановлено, що знімання металу та шорсткість поверхні, що формується при ВіО, залежать від фізико-механічних властивостей. Режим обробки (амплітуда і частота коливань робочої камери) і характеристики абразивних гранул (зернистість, грануляція) істотно впливають на інтенсивність знімання металу і якість поверхні, що формується.

У роботі Б.Б. Ходоша [4] наведено результати досліджень геометричних та фізико-механічних параметрів поверхневого шару деталей, що формується при ВіО. Вивчено характер зміни шорсткості, мікротвердості, ступеня наклепу та залишкових напружень 1-го роду залежно від умов обробки.

Ю.М. Самодумський [5] досліджував вплив режимів обробки, грануляції, зернистості, твердості абразивного матеріалу, кількості ТР у робочій камері на ріжучу здатність та стійкість робочих середовищ.

У роботі А.П. Бабічева та В.П. Устинова [6] визначено умови, за яких ВіО в металевих робочих середовищах забезпечує згладжування мікронерівностей та зміцнення поверхневого шару оброблюваних деталей. У роботах В.Б. Юркевича [7], М.І. Юшунева [8] та ін. Досліджено глибину поширення та значення стискаючих залишкових напружень. Показано, що пластична деформація поверхневого шару деталей та її мікронерівностей призводить до зменшення шорсткості, збільшення опорної поверхні та зниження коефіцієнта тертя.

В результаті робіт, виконаних у цей період, виявлено техніко-економічні переваги ВіО в порівнянні з іншими методами оздоблювально-зміцнювальної та зачисної обробки, накопичено та узагальнено значний обсяг експериментальних даних, на основі яких були розроблені технічні матеріали застосування процесу. Показано необхідність та доцільність подальших

досліджень, спрямованих на всебічне вивчення та широке впровадження процесу у промислове виробництво.

Список використаних джерел

1. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. Москва: Машиностроение, 1974. 133 с.
2. Бабичев А.П. Исследование технологических основ процессов обработки деталей в среде колеблющихся тел (вибрационной обработки) с использованием низкочастотных вибраций: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.08. Ростов н/Д, 1975. 462 с.
3. Дьяченко В.И. Исследование процесса виброабразивной обработки. *Прогрессивные методы отделочной обработки деталей машин*. НИИТМ. Ростов н/Д, 1968. С. 20-31.
4. Ходош Б.Б. Исследование качества поверхности деталей при вибрационной объемной обработке (виброгалтовке): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Львов, 1968. 29 с.
5. Самодумский Ю.М., Григорьев В.А., Гришунин В.В. Механизм разрушения металла в свободной вибрирующей абразивной среде. *Вопросы технологии отделочной и упрочняющей механической обработки*: межвуз. сб. науч. тр. РИСХМ. Ростов н/Д, 1973. С.22-26.
6. Бабичев А.П., Устинов В.П. Расчет времени обработки, необходимого количества оборудования и рабочих сред при вибрационной обработке. *Чистовая, отделочно-упрочняющая и формообразующая обработка металлов*: межвуз. сб. науч. тр. РИСХМ. Ростов н/Д. 1973. С. 34-41.
7. Юркевич В.Б. Деформация поверхности и характер эпюр остаточных напряжений при виброупрочнении. *Отделочно-упрочняющая механическая обработка, качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин*: межвуз. сб. науч. тр. РИСХМ. Ростов н/Д, 1977. С. 14-16.
8. Юшунев М.Н. Отделочно-упрочняющая обработка в установке с вибрирующим и вращающимся контейнером. *Вибрационная обработка деталей машин и приборов*: межвуз. сб. науч. тр. РИСХМ. Ростов н/Д, 1972. С. 105-112.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Мороз О. М.

д.т.н., професор кафедри галузевого машинобудування, професор

Савченко О. А.

к.т.н., доцент кафедри галузевого машинобудування, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Мірошник О. О.

д.т.н., завідувач кафедри електропостачання та
енергетичного менеджменту, професор

Пазій В. Г.

ст. викладач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Потужності сонячної енергетики в Україні зросли за останні 3 роки більш ніж у 7 разів. Подібна тенденція спостерігається в багатьох країнах світу, що пояснюється екологічністю сонячних електростанцій. Більш того, розвиток технологій сонячної енергетики триває, тому надійність елементної бази зростає, а ціна навпаки знижується. Однак для реалізації фотоелектричної системи істотним обмеженням є невизначеність потужності сонячного випромінювання. Це впливає на стабільність роботи енергосистем.

Прогнозування сонячної енергії відіграє ключову роль у плануванні роботи парку сонячних фотоелектричних установок. Сонячна енергія залежить від сонячної радіації і погодних параметрів, таких як температура навколишнього середовища, швидкість вітру, хмарність. Задля досягнення високого рівня проникнення в мережу електроенергії, виробленої сонячними електростанціями, необхідно мати надійний метод її прогнозування.

Методи прогнозування генерації сонячних електростанцій можна поділити на два наступні умовні класи – моделі ясного неба [1] та моделі персистентності [2].

Прикладом моделей першого класу є, наприклад, моделі, що базуються на поліноміальній регресії. При цьому прогнозування передбачає використання попередніх значень освітленості, які можуть бути використані для коригування прогнозу ясного неба. Так, наприклад, модель ясного неба може використовувати функцію залежності інтенсивності сонячного випромінювання від косинуса сонячного зенітного кута $\cos\theta$, яка являє собою поліном третього ступеня

$$I = c_3 \cos^3 \theta + c_2 \cos^2 \theta + c_1 \cos \theta + c_0, \quad (1)$$

де c_0, c_1, c_2, c_3 – коефіцієнти полінома.

Недоліком моделей ясного неба є низька точність прогнозування на великих часових періодах.

Моделі персистентності [2] часто описуються через відношення вимірної освітленості до освітленості ясного неба

$$\hat{k}(t + \Delta t) = k^*(t) = \frac{I(t)}{I_{\text{ясн.неба}}(t)}. \quad (2)$$

Практичні підходи, які реалізують згадані методи прогнозування, можна поділити на наступні категорії – це підходи, засновані на часових рядах, чисельні методи з корекцією на основі статистичного виводу і методи м'яких обчислень [2, 3].

Перший з підходів базується на часових рядах величин сонячної енергії і параметрах погодних умов [2]. Для довгострокового прогнозування використовуються методи, засновані на часових рядах погодних параметрів, або даних про продуктивність сонячних електростанцій. Дані типового метеорологічного року (ТМР), які описують типові місяці синтетичного року, корисні тільки для прогнозування середньомісячної або навіть добової продуктивності фотоелектричних станцій. Шкала часу, менша, ніж день, вимагає знання хмарного покриття і його очікуваних миттєвих змін. Авторегресійні моделі, моделі ковзаючого середнього часто використовуються для опису лінійних взаємозв'язків між запізнюючими змінними і служать засобами лінійного прогнозування.

Чисельні методи з корекцією на основі статистичного виводу [2] - це комбіновані чисельні методи, що передбачають постобробку для об'єктивної інтерпретації результатів чисельної моделі. Постобробка визначає статистичний зв'язок між спостережуваними погодними елементами і змінними, прогнозованими чисельною моделлю в деякий проекційний момент часу.

Методи м'яких обчислень характеризуються великою різноманітністю. До них зокрема відносяться моделі штучних нейронних мереж [3], або гібридні моделі (наприклад моделі, що поєднують вейвлет-декомпозицію, генетичні алгоритми з нейронними мережами).

Таким чином, аналіз показує, що моделі ясного неба дають досить точний прогноз генерації сонячних електростанцій, але в досить маленькому часовому горизонті – до 30 хвилин. Точність прогнозу на більший час різко знижується у зв'язку зі складністю прогнозу розвитку хмарного поля, а також зміни геометрії хмар. Значну перспективу в довгостроковому прогнозуванні мають чисельні методи з корекцією на основі статистичного виводу та просторово-часовою інтерполяцією і згладжуванням. При цьому точність прогнозування суттєво залежить від якості та адекватності вхідних даних, які використовуються в моделі.

Список використаних джерел

1. Chauvin R., Nou J., Thil S., and Grieu S. Modelling the clear-sky intensity distribution using a sky imager. *Solar Energy*, vol. 119, pp. 1–17, 2015.
2. Kleissl J. *Solar Resource Assessment and Forecasting*, Elsevier, 2013
3. Wang S, Zhang N, Zhao Y, Zhan J. Photovoltaic system power forecasting based on combined grey model and BP neural network. 2011 international conference on electrical and control engineering, ICECE 2011- proceedings; 2011. p. 4623-4626.

ПРО ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ НАВИЧОК ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФАХІВЦІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ

Овсієнко Ю. І.

к.п.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Соціально-економічні зміни в Україні, пов'язані з курсом держави на євроінтеграцію, вимагають трансформації в системі загальної і вищої освіти. У результаті аналізу соціологічних досліджень на тему: «Майбутні робочі місця – 2025», проведені всесвітньо відомими науково-дослідними установами, було сформовано матрицю навичок. Після її кластеризації виділено чотири основні категорії навичок, що є необхідними для сучасної молоді у ХХІ столітті [1-4].

Перша – це навчальні навички: аналітичне і критичне мислення й аналіз, активне навчання та стратегії навчання. Розвиваються у процесі опанування студентами навчальних дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою підготовки фахівців певної галузі знань і спеціальності [1, 5].

Поєднання навчання із практичною підготовкою допомагає адаптуватися молоді до робочого середовища та вдосконалювати свої знання, вміння і компетенції. Навчальні плани кожного року набору формуються таким чином, щоб збалансувати теоретичну і практичну складову навчально-виховного процесу. Практична підготовка починається із зустрічей зі стейкхолдерами, екскурсій на виробництво і продовжується під час навчальної, виробничої, виробничо-технологічної та переддипломної практик. Саме таке узгоджене поєднання освітніх компонент дозволяє досягти мети освітньо-професійної програми спеціальності [5]. Для більш ефективного розвитку навчальних навичок доцільно застосовувати спеціальні інструменти, які активно і досить ефективно використовуються зараз у закладах вищої освіти: неформальна освіта, тренінги, семінари, вебінари, онлайн-курси, робота зі спеціальною літературою тощо.

Наступна категорія навичок – це навички грамотності: логічна аргументація, розв'язування проблем та формування ідей, використання та створення технологій і програмування, моніторинг і контроль, медіаграмотність, цифрова грамотність. Їх розвиток передбачає залучення

студентів до навчального процесу, організацію пізнавальної діяльності під час самостійної роботи, участь у студентських наукових гуртках. Навички цієї категорії вимагають цілеспрямованої діяльності студентів під керівництвом викладачів і стейкхолдерів, а їх формування допомагає навчити здобувачів вищої освіти і майбутніх фахівців розрізняти факти, публікувати інформацію, створювати технології, визначати достовірність джерел та інформації [1-4]. Слід зазначити, що серед обов'язкових навчальних компонент освітньо-професійної програми підготовки фахівців спеціальності 208 Агроінженерія до 50 % навчальних дисциплін, зміст яких націлений на формування, серед інших, саме цієї категорії навичок [5].

До наступної категорії належать соціальні навички: креативність, оригінальність та ініціативність, лідерство та соціальний вплив. Їх формування націлене на розвиток у студентів здатності успішно й ефективно взаємодіяти з конкретними людьми або різними групами, досягаючи поставлених цілей. Беручи участі в тренінгах, семінарах, зустрічах, навчаючись, молодь одержує навички командної роботи. Ефективність формування і розвитку навичок командної роботи зростає в результаті участі студентів у роботі гуртків художньої самодіяльності, клубів по інтересах, наукових об'єднаннях, спортивних секціях, де у молоді є можливість запрошувати друзів до членджу не лише із закладів вищої освіти, де вони навчаються, а й із інших і не тільки вітчизняних, а й закордонних, бути командним гравцем та уважним співрозмовником. В умовах дистанційного навчання доцільним для молоді є використання сервісів для створення блогів, платформ для онлайн навчання і спілкування (наприклад: Zoom, WizIQ, Google Meet та ін.) миттєвого опитування (Typeform, Direct poll, Kahoot!) тощо. Відзначимо той факт, що серед навчальних компонент обов'язкової та вибіркової складової освітньо-професійної програми підготовки фахівців спеціальності 208 Агроінженерія до 50 % навчальних дисциплін, опанування змісту яких націлене, окрім інших, на формування цієї категорії навичок теж [5].

На особливу увагу під час розвитку соціальних навичок заслуговує процес формуванню емоційного інтелекту. Саме ця складова навичок навчає студентів розуміти власні і чужі почуття, зважати і поважати думки оточуючих, будувати з ними відносини на основі довіри і співпереживання. Результати останніх досліджень «Майбутнє професій», проведених Світовим економічним форумом, свідчать про важливість розвитку емоційного інтелекту студентів на рівні з їх технічними навичками: «...Нам варто ввести навички емпатії в усю нашу систему освіти та створити глобальну корпоративну культуру, в якій цінуються вміння, що раніше вважалися просто приємним бонусом...» [2, 4].

Особисту роботу молоді в напрямку формування емоційного інтелекту доцільно зосередити на усвідомленні і самоконтролі над власними емоціями, самосвідомості у взаєминах із оточенням. Для розвитку емоційного інтелекту та емпатії існують спеціальні психологічні тренінги, деякі з них пропонують для студентів і співробітників закладів вищої освіти представники психологічної служби університету [6, 7].

Окремою категорією виділено особистісні навички – якості людини, які певним чином характеризують її особистість [1]. До них відносять: витривалість, стресостійкість та гнучкість, а також ряд інших навичок, що були вже деталізовані серед вище розглянутих категорій.

Ця категорія навичок є комплексним поєднанням унікальних компонентів, характерних лише для неї, і тих, що входять до розглянутих вище категорій. Так, гнучкістю – формується в процесі вимушеності адаптуватися до мінливих умов навчання і роботи. Найкраще сформувати її можна у процесі діяльності, спрямованої на розв’язування будь-яких проблем, а також роботу в групах, де необхідно адаптуватися до незвичних умов, враховувати думку інших. В умовах сьогодення доцільно працювати над їх формуванням із психологом, на онлайн-майданчиках або у соціальних мережах.

Окремо зупинимося на тих особистісних навичках, що є необхідними для успішної кар’єрного росту. Серед них на першому місці тайм-менеджмент – це система дій, націлена на правильне планування завдань із грамотним розподілом часу на виконання кожного з них. Головна мета тайм-менеджменту – робити якомога більше, мінімізувавши часові витрати та знизивши рівень стресу людини. Формується під час планування роботи або навчання, виконання креативних і творчих завдань, встановлення цілей та їх досягнення [7]. Для опанування навичками тайм-менеджменту існують певні поради і правила, більш детальне ознайомлення із якими допоможе раціонально організовувати будь-яку діяльність [7, 9]. Однак їх потрібно адаптувати під особистий стиль та ритм життя, пріоритети, особисті якості, сильні та слабкі сторони. Щоб виявити певні особистісні характеристики для формування і розвитку тайм-менеджменту доцільно протестувати кілька технік, що можна знайти на сайтах або звернутися за допомогою до представників психологічної служби закладу вищої освіти, які не лише протестують молодь, а й допоможуть адаптувати методики до особистості кожного студента [6, 9]. Такий комплексний підхід дозволить отримати нову унікальну методику планування часу, що працює саме у конкретному випадку. Слід зауважити, що однією із важливих умов тайм-менеджменту є усвідомлення особистих перемог і досягнень та винагорода за них.

Наступна особистісна навичка, що дозволить успішно вибудувати кар’єрну траєкторію – ініціативність. Це здатність особистості до самостійної діяльності, що реалізується у процесі розумової або фізичної вольової активності, своєчасно проявляється в організації дій, спрямованих на досягнення як власних, так і суспільних цілей [7, 11].

Її суть виражається в умінні проявляти активність у різних ситуаціях; об’єктивно оцінювати власні сили, знання та навички; керувати своїм навчанням, розвиватися. Одним із способів розвинути ці навички є використання онлайн сервісів, що дають змогу збирати, упорядковувати та організовувати інформацію з різних джерел, наприклад, Zotero, сервіси закладок на корисні ресурси, зокрема такі, як: Symbaloo, ментальні карти Spicynodes та Mindmeister тощо.

Характерною ознакою ініціативних людей є енергійність, воля до творчості, легкість у висловлюванні своїх ідей і, разом із тим, готовність нести особисту відповідальність за їх реалізацію і наслідки [12].

У закладах вищої освіти навички, що є найбільш актуальними для сучасного фахівця можна здобути або розвинути під час систематичної і цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності на заняттях в аудиторії, у процесі організованої самостійної роботи здобувачів вищої освіти, беручи участь у роботі студентських наукових гуртків і художніх колективів самодіяльності, на курсах, семінарах, тренінгах онлайн-ресурсах, студіях онлайн-освіти та під час роботи на громадських засадах, участі у волонтерській діяльності, в студентському самоврядуванні.

Особливу увагу молоді доцільно зосередити на самонавчанні: читанні літератури, самостійному вивченні матеріалів, що розширюють зміст навчальних дисциплін, перегляді вебінарів, пошуку й отриманні зворотного зв'язку від викладачів, наставників, роботодавців і стейкхолдерів, навчанні на досвіді інших (ментворкінг), виконанні спеціальних завдань (диференційовані самостійні науково-дослідні роботи), розв'язуванні кейсів (дослідження конкретних ситуацій із пропозицією оптимальних шляхів розв'язування), розвитку в процесі практики і роботи тощо.

Список використаних джерел

1. Навички XXI століття та умови їх формування і розвитку ... : сайт. URL: <https://dismp.gov.ua/navychky-khkhi-stolittia-ta-umovy-ikh-formuvannia-i-rozvytku-dlia-molodi/>
2. What are the top 10 job skills for the future? - The World ... : сайт. URL: https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them?utm_source
3. Якими будуть основні 10 навичок у 2025 році - Нова ... : сайт. URL: <https://nus.org.ua/news/yakymy-budut-osnovni-10-navychok-u-2025-rotsi-vsesvitnij-ekonomichnyj-forum-opublikuvav-spysok/>
4. ТОП-25 навичок, затребуваних у 2025 році - Освіторія : сайт. URL: <https://osvitoria.media/experience/top-25-navychok-zatrebuyanyh-u-2025-rotsi/>
5. Освітньо-професійна програма Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва за спеціальністю 208 Агроінженерія СВО Бакалавр : офіційний сайт Полтавського державного аграрного університету. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/6000/opptechnologiyiizasobym ehanizaciyisilskogospodarskogovyrobnyctvabakalavr2020.pdf>
6. Психологічна служба Полтавського державного аграрного університету : офіційний сайт ПДАУ. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/psychologichna-sluzhba-poltavskogo-derzhavnogo-agrarnogo-universytetu>
7. Дайджест подій : офіційний сайт ПДАУ. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/daydzhest-podiy>
8. Що таке тайм-менеджмент – АГРОКЕБЕТИ : сайт. URL: <https://blog.agrokebety.com/shcho-take-taym-menedzhment>

9. Тайм-менеджмент: 5 порад для тих, хто нічого не встигає сайт. URL: <https://happymonday.ua/jeffektivnyj-tajm-menedzhment-5-sovetov>
10. Ефективне використання робочого часу - Консультант ... сайт. URL: <https://kadrhelp.com.ua/efektyvne-vykorystannya-robochogo-chasu>
11. Що таке ініціативність і як стати ініціативним людиною: сайт. URL: <https://vcf.vn.ua/shho-take-iniciativnist-i-yak-stati-iniciativnim-lyudinoyu/>
12. Ініціативність як один з ключів до успіху! - Бізнес-UA! : сайт. URL: <https://biznesua.com.ua/initsiativnist-yak-odin-z-klyuchiv-do-uspihu/>

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО НАЛАШТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛЕМІШНОГО ПІДГОРТАЧА ЗІ СТІЛЧАСТОЮ ЛАПОЮ

Рапасій В. О.

здобувач вищої освіти СВО Магістр спеціальність 208 Агроінженерія

Ляшенко С. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації
аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Основне виробництво картоплі Полтавщини припадає на особисті селянські господарства. Авторами запропоновано для умов вирощування картоплі на присадибних ділянках та з метою підвищення продуктивності праці і зменшення енерговитрат при вирощуванні, використовувати універсальне начіпне обладнання - лемішний підгортач зі стрілчастою лапою.

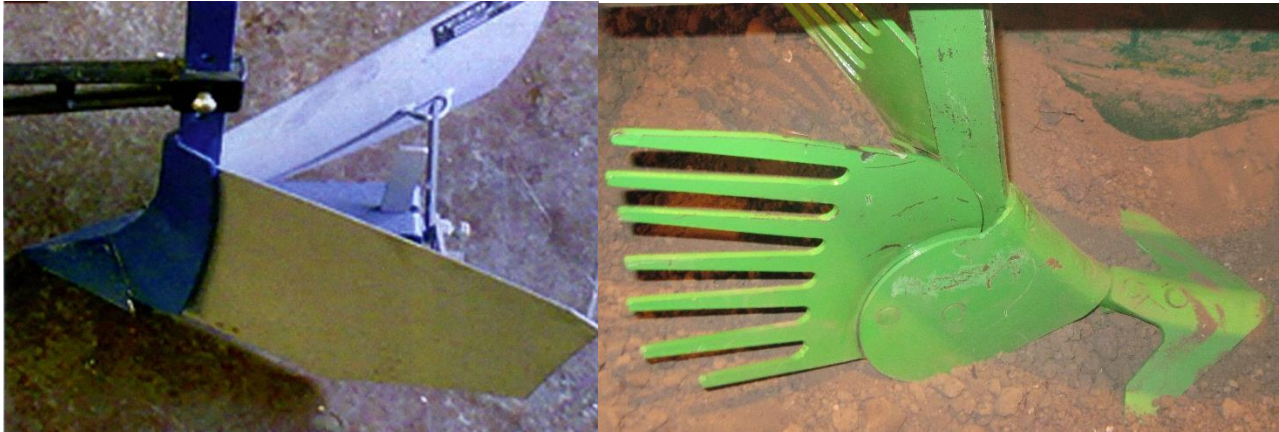
В результаті проведених досліджень ефективності використання лемішного підгортача (прототип) (рис. 1.1а) та запропонованого лемішного підгортача зі стрілчастою лапою (розроблений) (рис. 1.1б) в технології вирощування картоплі, а саме пригортання рядків ґрунтом було досягнуто ряд позитивних результатів. Як наслідок, можна запропонувати наступні рекомендації до налаштування та використання.

Середній тяговий опір запропонованого лемішного підгортача зі стрілчастою лапою слід визначати за формулою:

$$P = -198,59 + 315,29V + 2793,91H + 147,33V^2 + 154,75V \cdot H + 11200,00H^2$$

де V – швидкість руху, м/с;

H – глибина обробітку, м.



а) б)
а) Лемішний підгортач; б) Підгортач зі стрілчастою лапою
Рисунок 1.1. – Досліджувані робочі органи

Для умов ґрунтового середовища з вологістю ґрунту в межах $W = 15...22\%$, твердістю ґрунту $p = 3,89...7,57$ МПа [1], рекомендовано використовувати наступні налаштування конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача зі стрілчастою лапою:

Швидкість виконання технологічної операції пригортання рядків картоплі ґрунтом повинна становити – $0,091...0,637$ м/с;

Глибина обробітку – $0,01...0,06$ м.

В результаті отримаємо зменшення тягового опору ґрунту в межах 18% [2].

Досходове утворення профілю ґрунту під картоплю (рис. 1.2а) виявилось зручніше виконувати розробленим лемішним підгортачем зі стрілчастою лапою.



а) б)
а) Досходове пригортання картоплі; б) Після сходове пригортання картоплі
Рисунок 1.2 – Результат рядкового пригортання картоплі

Досходовий міжрядний обробіток рекомендовано виконувати через п'ять-сім днів після висаджування картоплі. В після сходовий період слід провести розпушування ґрунту в міжряддях, знищення бур'янів і підгортання рослин з використанням розробленого лемішного підгортача зі стрілчастою лапою (рис. 1.2б). Останнє підгортання рекомендовано виконати перед змиканням бадилля. Періодичність таких обробок становить 8 – 10 днів. За допомогою лемішного підгортача зі стрілчастою лапою знищується 95 – 98% бур'янів. Застосування механічного способу знищення бур'янів дозволяє вирощувати картоплю без гербіцидів.

В результаті проведених досліджень рекомендовано використовувати лемішний підгортач зі стрілчастою лапою для технологічної операції викопування картоплі (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Технологічна операція викопування картоплі

Технологією передбачено викопування через рядок, з метою уникнення травмувань картоплі між рядами [3].

Для технологічної операції викопування картоплі рекомендовано використовувати наступні налаштування конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача зі стрілчастою лапою:

Швидкість виконання технологічної операції викопування картоплі з рядків повинна становити – 0,046...0,32 м/с;

Глибина обробітку – 0,15...0,20 м.

В результаті отримаємо зменшення тягового опору ґрунту в межах 11% за рахунок бічного просіювання дрібної фракції ґрунту через крила лемішного пригортача зі стрілчастою лапою.

Висновки

Порівняльний багатокритеріальний аналіз існуючих технологій пригортання рядків картоплі свідчить про доцільність застосування лемішного підгортача зі стрілчастою лапою в технологічних процесах вирощування картоплі. На основі проведених теоретичних досліджень, встановлено:

1. Для вибору оптимального складу агрегатів та враховуючи необхідність

використання універсального обладнання для малих енергетичних засобів запропоновано начипний лемішний підгортач зі стрілчастою лапою для виконання широкого спектру відповідних операцій (утворення борозен для садіння, пригортання, викопування).

2. Оптимальними значеннями параметрів для умов пригортання рядків картоплі з використанням лемішного підгортача зі стрілчастою лапою є швидкість руху в межах – 0,091...0,637 м/с та глибини обробітку – 0,01...0,06 м. За вище вказаних параметрів тяговий опір агрегату становив – 120...400 Н.

3. В умовах проведених експериментальних досліджень, а саме викопування картоплі, при швидкості руху агрегату 0,20 м/с та глибині обробітку 0,17 зафіксоване зменшення тягового опору експериментального лемішного підгортача зі стрілчастою лапою на 11%, в порівнянні з прототипом.

Список використаних джерел

1. Якість ґрунту. Проведення польових дослідів. Основні вимоги: ДСТУ 7080:2009. [Чинний від 2010-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. (Національний стандарт України).

2. Лімонт А.С. Практикум із машиновикористанням в рослинництві. / А.С. Лімонт, Мельник А.С. Малиновський та ін. К.: Кондор, 2004 282с.

3. Кротинов О.П. Лабораторно – практичні заняття по землеробству: Навчал. Посібник / О.П. Кротинов, І.П. Максимчук, Ю.П. Манько, І.С. Руденко. Київ: Вид-во УСГА, 1993 р. 280 с.

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Рижкова Т. Ю.

старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін

Волинець Я. Ю.

здобувач вищої освіти СВО Бакалавр спеціальності 208 Агроінженерія

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Професійна підготовка фахівців інженерних спеціальностей потребує фундаментальної підготовки з фізики та математики. Низка фізичних задач з теми змінний струм є складовими розділу «Електромагнітні коливання і хвилі» та мають прикладний характер. Ці завдання готують студентів до подальшого опанування таких навчальних дисциплін професійного спрямування, як «Електротехніка і електроніка», «Теоретичні основи електротехніки», «Автоматика», «Електропривод», «Основи електротехніки, електроніки та електроприводу» тощо.

Завдання електротехнічного спрямування дають можливість під час вивчення фізики опанувати основи теорії електричних кіл та її практичного застосування. Досвід свідчить, що, крім розуміння фізичного змісту таких завдань і вміння вірно застосовувати формули, їх виконання потребує значних витрат часу на математичні перетворення та креслярські дії. Метою нашого дослідження став пошук методів спрощення процесів розрахунку фізичних задач електротехнічного спрямування за допомогою програмного забезпечення комп'ютера.

Розглянемо приклад такої задачі. Коло змінного струму послідовного з'єднання (рис. 1) живиться від джерела напругою 220 В із частотою 50 Гц, має активний опір 10 Ом, індуктивність 0,03 Гн, ємність 150 мкФ. Визначити величину загального струму в колі, напругу на кожному елементі схеми, коефіцієнт потужності, активну та реактивну потужності. Визначити частоту, за якої наступить резонанс напруг. Побудувати векторну діаграму струму і напруг. Виконати перевірку одержаних результатів.

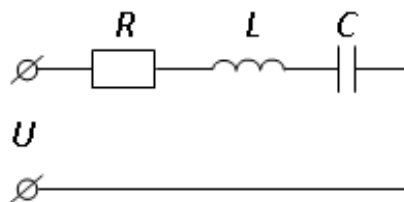


Рис. 1. Електрична схема кола змінного струму з послідовним з'єднанням споживачів

Порядок розв'язування фізичних задач подібного змісту, а саме на послідовне з'єднання активних і реактивних складових кола синусоїдного струму, визначення потрібних параметрів, є достатньо універсальним. Необхідно скористатися формулами для розрахунку реактивних та повного опорів електричного кола змінного струму, активних і реактивних складових напруги, коефіцієнту потужності [1].

Проаналізувавши фізичну суть роботи електричного кола змінного струму, визначивши всі елементи кола, створимо шаблон таблиці для автоматичного обчислення невідомих параметрів за допомогою програмного продукту MS Excel [2] (рис. 2, а). Скориставшись розробленою в MS Excel таблицею, виконаємо також автоматизований розрахунок фізичних параметрів за умов резонансу в колі синусоїдного струму з послідовним з'єднанням активних і реактивних споживачів (рис. 2, б).

Відомо, що резонанс за послідовного з'єднання споживачів у колі змінного струму виникає, коли реактивні опори $X_L = X_C$ та напруги на ємності ($U_C = U_c$) й індуктивності ($U_L = U_b$) однакові $U_b = U_c$ [1].

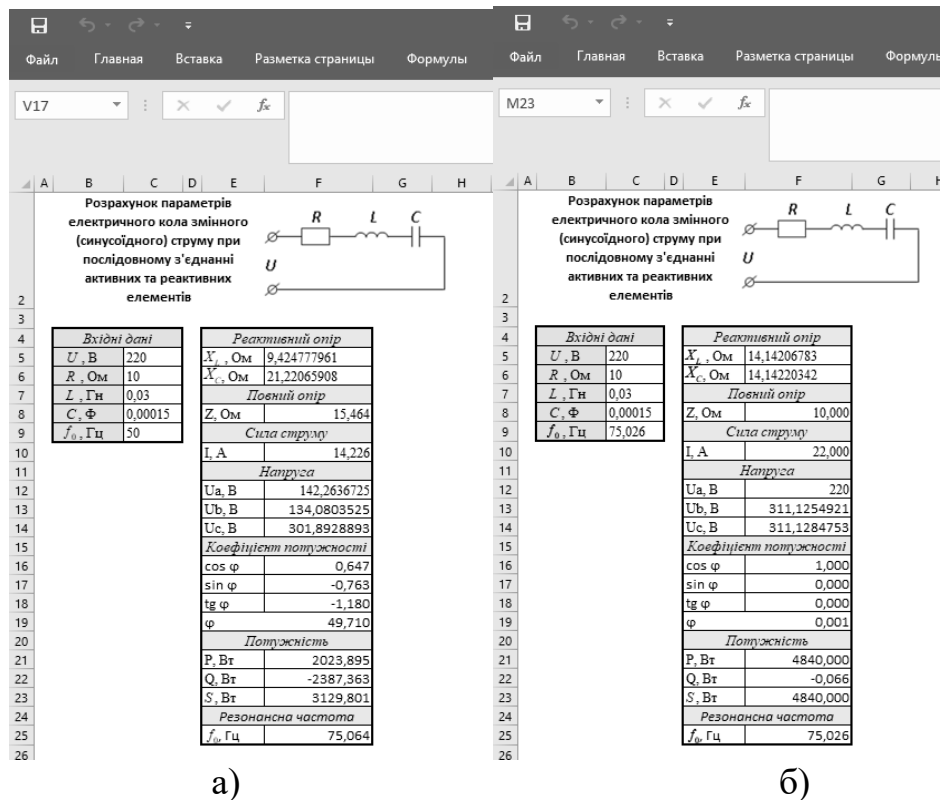


Рис. 2. Приклад розробленої таблиці в MS Excel для розрахунку параметрів електричного кола змінного струму при послідовному з'єднанні активних і реактивних елементів: а) за визначеної частоти змінного струму; б) за резонансної частоти змінного струму.

Проаналізувавши одержані результати, зробимо висновок, що умова резонансу виконується, а саме (рис. 2, б): $X_L = X_C = 14,14$ Ом, $U_b = U_c = 311,13$ В, зсув фаз між силою струму та напругою прямує до нуля, коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 1$, повна та активна потужності зрівнялись $S = P = 4840$ Вт, а сила струму зросла до максимального значення $I = 22$ А.

Векторні діаграми графічно зображують зсуви фаз між струмами та напругами в колі змінного струму, дають змогу швидко визначити величину результуючої напруги і виконати перевірку одержаних результатів. Побудуємо векторну діаграму напруг, скориставшись безкоштовною кросплатформенною динамічною математичною програмою GeoGebra [3]. Для побудови векторної діаграми (рис. 3) необхідно обрати масштаб для наочності. Зауважимо, що вектор сили струму відкладається вздовж вісі абсцис, а вектори напруг відносно осей абсцис та ординат (врахуємо результати обчислень з рис. 2, а, де $X_L < X_C$, тому вектори $U_L < U_C$).

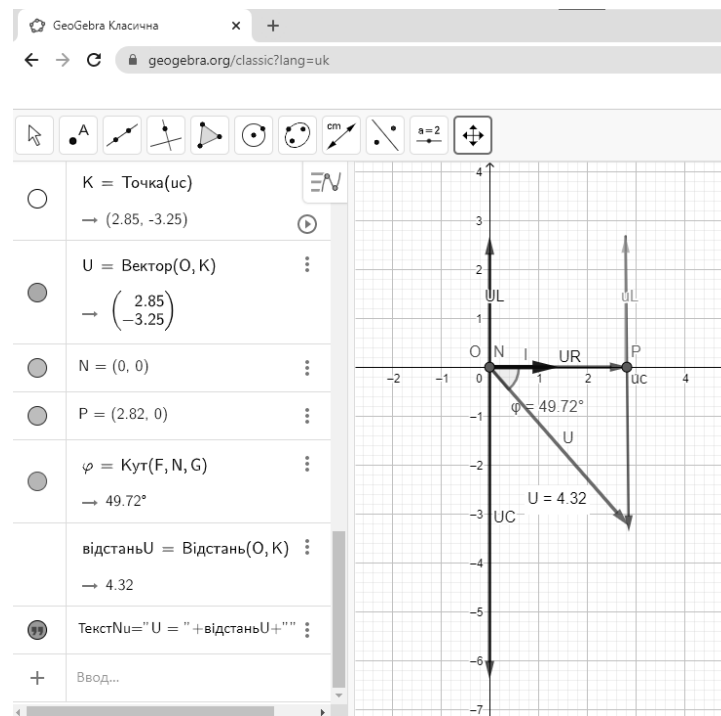


Рис. 3. Векторна діаграма напруг, побудована за допомогою GeoGebra.

За результатами побудови виміряємо інструментами GeoGebra значення результуючого вектору напруги джерела, що є геометричною сумою векторів напруг U_L, U_C, U_R , і, користуючись масштабом побудови, одержимо 216 В, що наближається до її заданого значення, та виміряємо величину кута зсуву фаз між векторами сили струму і напруги, значення якого дорівнює результату розрахунку з рис. 2, а.

Отже, використані нами програмні продукти дозволяють спростити та прискорити процес розрахунку фізичних задач електротехнічного спрямування. На нашу думку, за рахунок такої оптимізації за той самий час можна розв'язати більшу кількість задач, приділити більшу увагу їх фізичному змісту та проблемним питанням.

Список використаних джерел

1. Скіцько І.Ф., Скіцько О.І. Фізика (Фізика для інженерів) : Підручник. Київ : НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 513 с.
2. Microsoft: офіційний сайт. Справка и обучение по Excel. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/excel>.
3. GeoGebra Classic : офіційний сайт. URL: <https://www.geogebra.org/classic?lang=uk>.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Рижкова Т. Ю.

старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін

Тронецький О. С.

здобувач вищої освіти СВО Бакалавр спеціальності 208 Агроінженерія

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Проектування розумного будинку полягає у об'єднанні в єдиний комплекс електроніки, що узгоджено керує роботою інженерних систем будинку. Розумний будинок завжди має центральний комп'ютер, що приймає сигнали від командних пристроїв та передає їх виконавчим пристроям; за керування технічним обладнанням та пристроями будинку відповідає система автоматики. Створенню розумного будинку передують кропітка робота, пов'язана із відокремленням його завдань, вибором та розміщенням основних вузлів управління всією системою та розміщенням інших елементів, а також, етапом доопрацювання функціональних вузлів за допомогою програмування.

Метою нашого дослідження стало вивчення особливостей проектування системи освітлення як елементу загальної системи автоматизованого управління розумним будинком на базі платформи Arduino.

До автоматизованих систем розумного будинку можемо віднести: систему керування освітленням, мікрокліматом, систему керування жалюзями та дверима, охоронно-пожежну сигналізацію, систему відеоспостереження, систему визначення та усунення аварійних ситуацій, систему керування аудіо-та відеотехнікою, систему обслуговування території навколо будинку. Перевагами розумних будинків є зниження затрат на електроенергію та експлуатаційних витрат на величину до 30 %, зниження витрат на споживання води та тепла на 40-50 %, забезпечення підвищеного комфорту, безпеки тощо.

До функцій розумного будинку відносять: збір інформації за допомогою датчиків, аналіз даних та прийняття рішень за допомогою програмованого мікроконтролера, реалізація прийнятих рішень за допомогою команд на пристроях, що підключені в загальну систему керування. Слід зазначити, що лівова частка якісної експлуатації системи розумного будинку лежить на коректній роботі мікроконтролера та злагодженості програмного забезпечення його системи керування.

Платформа Arduino для програмування електронних пристроїв та їх включення у загальну систему керування апаратною частиною дає можливість автоматизувати, напіваавтоматизувати чи керувати в ручному режимі функціями розумного будинку. Перевагою платформи є гнучкість у роботі з апаратною частиною компонентів електроніки різних виробників. Завдяки простоті та широким можливостям застосування, плати Arduino є досить популярними серед користувачів, які займаються електронікою, програмуванням чи робототехнікою [1].

Середовище Arduino IDE є штатною розробкою компанії Arduino для написання програм, компіляції та програмування апаратури. Це Єдине Середовище Розробки (IDE) передбачає деякий рівень володіння знаннями мови C, невибагливе до можливостей комп'ютера та легко підключається до плат [1]. Існує ряд візуальних (графічних) платформ, наприклад, ArduBlock, Visuino, mBlock, FLProg, Amici тощо, для програмування в середовищі Arduino IDE під мікроконтролери Arduino без глибокого знання мов C, C++, Java.

Для використання плат Arduino скористаємося графічним програмним забезпеченням FLProg, що дозволяє створювати прошивки для цих плат за допомогою графічних мов FBD та LAD, які є стандартом в області програмування промислових контролерів [2]. FBD (Function Block Diagram) є графічною мовою програмування за стандартом MEK 61131-3, що утворюється з послідовних ланцюгів, які виконуються згори донизу. Ці ланцюги складені з бібліотечних блоків, яким присвоюються окремі функції. Ladder Diagram (LD, LAD, РКС) є мовою релейної (сходової) логіки, що має наочний та інтуїтивно зрозумілий користувачу графічний інтерфейс, містить логічні операції за прикладом роботи електричного кола із замкненими і розімкненими контактами.

Програма FLProg є безкоштовною та доступною для використання. При роботі з програмою зникає необхідність користувачу контролювати керування входів та виходів, перевіряти унікальність імен та узгодженість типів даних, виявлення та виправлення помилок у проекті, її можливо використовувати без глибокого знання мов програмування. Цей програмний продукт впевнено можна використовувати майбутнім фахівцям інженерних спеціальностей, де IT-технології вивчаються не на професійному рівні. Ще однією перевагою програмного продукту FLProg є динамічний розвиток функціональних блоків та постійне оновлення бібліотеки елементної бази периферійного обладнання.

За допомогою графічних мов FBD та LAD програми FLProg було створено експериментальну систему на основі бібліотеки функціональних блоків (рис. 1). Система передбачає як покрокове, так і одночасне вмикання чи вимикання світла. Кожний функціональний блок стосується включення окремої ланки освітлення, що об'єднані в єдину систему у відповідності з логікою роботи контролера.



Рис. 1. Функціональні блоки для управління системою освітлення графічною мовою FBD програмного середовища FLProg.

Після запуску системи на компіляцію, в результаті отримаємо код, що завантажується в кросплатформенному програмному забезпеченні Arduino IDE, яке є універсальним та підтримується Windows, MacOS, Linux. Обравши відповідну плату, з якою працюватиме наша система, перевіряємо програмою код на коректність, після чого його можна завантажувати. Одержаний код будемо використовувати для роботи автоматизованої системи освітлення на базі плати Arduino Uno (рис. 2).

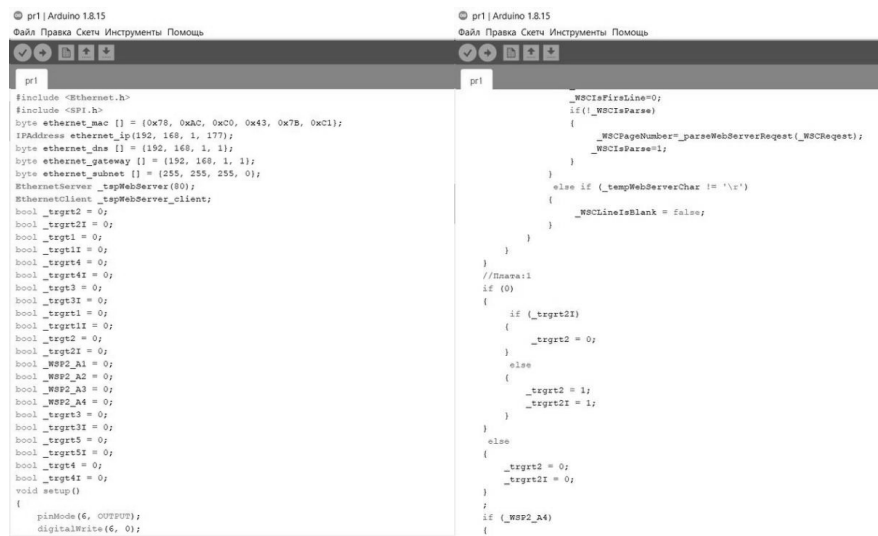


Рис. 2. Код, створений за допомогою FLProg для системи освітлення.

Під'єднавши всі елементи спроектованої системи освітлення до комп'ютера, виконаємо її підключення та тестування (рис. 3).

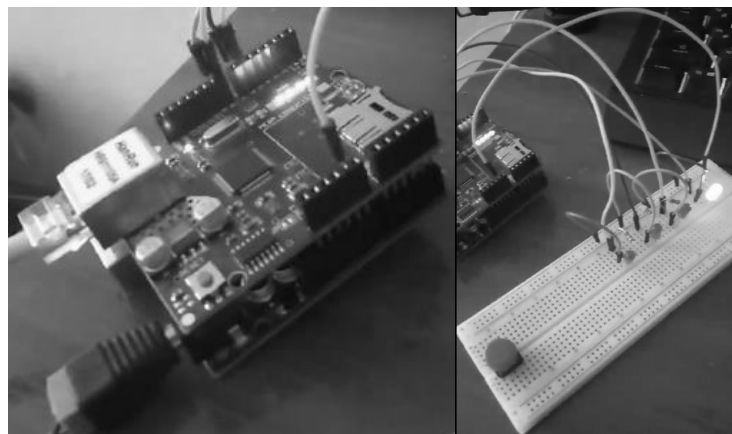


Рис. 3. Спроектвана плата Arduino Uno з підключеними елементами для системи освітлення.

За результатами наших досліджень можемо зробити висновок про доцільність застосування платформи Arduino та візуальних (графічних) програмних засобів для поетапного проектування елементів автоматизованої системи освітлення. Наступні кроки вбачаємо у продовженні проектування елементів автоматизованої системи керування іншими системами розумного будинку за допомогою обраного програмного забезпечення.

Список використаних джерел

1. Arduino - Home : офіційний сайт. URL: <https://www.arduino.cc/>.
2. FLProg визуальное программирование для Arduino : сайт. URL: <https://flprog.ru/uk/>.

ВПЛИВ СПРАЦЮВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ І ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ

Рудченко В.М.,

здобувач вищої освіти СВО Магістр спеціальність 208 Агроінженерія

Чорнобай О.В.

здобувач ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Ляшенко С. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів

механізації аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Відомо, що в наслідок зміни геометричних параметрів різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин відбувається збільшення енергетичних витрат, а також зниження якісних показників роботи агрегатів.

При збільшенні наробітку агрегату змінюються геометричні показники кромки лез культиваторних лап, зменшується довжина їх вістреві частини, загальна ширина й довжина крил лап. Всі ці зазначені зміни по різному впливають на енергетичні (тяговий опір) та якісні (підрізання коренів бур'янів, глибина і рівномірність обробітку, вирівнювання поверхні ґрунту, грудкуватість та ін.) показники.

Як відомо, найбільш поширеними дефектами культиваторних стрілчастих і односторонніх лап є спрацювання (заокруглення) кромки їх лез, поява нижньої (затильної) фаски, спрацювання (зменшення) вістря, злам та згин крил лап [1-5, та ін].

Дослідженнями Аміржанова Б.С., Шамшитова С.А., встановлено, що середнє значення інтенсивності спрацювання крила лапи знаходиться у межах 0,2-0,7 мг/га.

У роботах дослідників Ткачова В.Н., Шамшитова С.А., вказується, що в наслідок недостатньої зносостійкості, частина вістря культиваторних лап спрацьовується в 3-4 рази швидше, ніж крила. Це пояснюється тим, що при русі лапи абразивна маса створює підвищений тиск на поверхню вістря лап, а по боковим поверхням вона ковзає [5].

У процесі спрацювання на лезі виникає затильна фаска, яка утворюється під від'ємним кутом – ε_3 (рис. 1).

Величина кута ε_3 залежить від типу та стану ґрунту як стверджують дослідники Ачкасов К.А., Винокуров В.Н., Морозов А.Х., Севернєв М.М.. Затильна фаска леза ущільнює шар ґрунту на дні борозни і це викликає реактивну силу, на величину якої найбільше впливає висота h [1, 4].

У процесі спрацювання висота розташування й ширина затильної фаски постійно збільшується, що викликає зростання реактивної сили, яка досягаючи певної величини, «виштовхує» робочий орган із ґрунту.

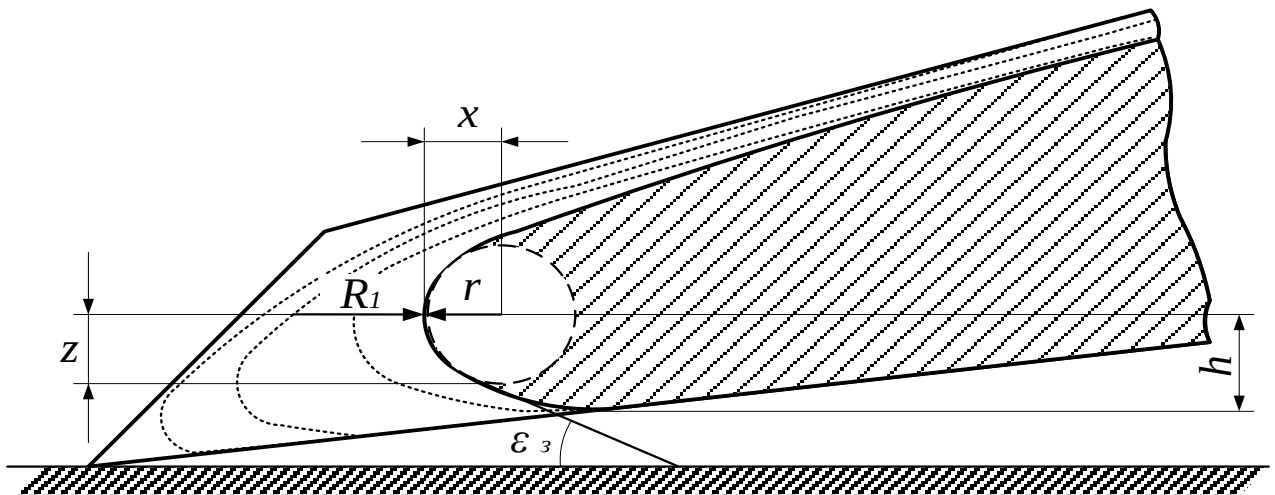


Рис. 1 – Схема зміни профілю кромки леза лапи внаслідок її спрацювання та утворення затильної фаски

Ряд дослідників запропонували аналітичні залежності для визначення впливу ступеня спрацювання леза на тяговий опір.

Для визначення опору, обумовленого затильною фаскою, у роботі Сінеокова Г.Н., Панова І.М., запропоновано наступні рівняння:

для тригранного клина

$$R = \frac{qh^2b}{2\sin \varepsilon_3} [\sin \varepsilon_3 \cdot \sin \gamma + f (\cos \varepsilon_3 \cdot \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma)], \quad (1.1)$$

для двогранного клина

$$R_{3x} = 0,5 \cdot qh^2b \cdot (\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon_3 + 1), \quad (1.2)$$

де q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту;

b – ширина захвату;

φ – кут між лезом та напрямком руху.

Значення h та ε_3 можна визначити лише з рядом спрощень, які полягають у тому, що затильна фаска утворює гострий кут з верхньою фаскою (робочою площиною клина). За такої умови, Каплун Г.П., визначив величину деформації ґрунту h_0 із верхнім загостренням леза для плужного лемеша за формулою:

$$h_{\delta} = z_{з.с.} = z \frac{\sin \beta \sin \Delta}{\cos(\Delta + \beta)} \cdot \left(\frac{1}{\operatorname{tg} \beta} - \frac{1}{\operatorname{tg}(\delta + \beta)} \right), \quad (1.3)$$

де $z_{з.с.}$ – величина спрацювання по висоті;

β – кут розпушення;

δ – кут загострення.

На піщаних ґрунтах кут ε_3 може наближатись до нульового значення, а на глинистих досягати 35 град. Але у більшості випадків величина кута ε_3 становить 10...12 град, а при оранці дуже твердих ґрунтів може зростати до 20 град. Затильна фаска спричиняє значний вплив на тяговий опір, однак, виділити величину цього опору окремо від загального досить важко і тому вплив кута ε_3 на тяговий опір у дослідженнях не розглядається окремо.

У роботі Панченка А.М. і Штепи В.П., опір ґрунту спрацьованому лезу визначено за формулою:

$$R_1 = k' (z + \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot x) b_3, \quad (1.4)$$

де R_1 – горизонтальна реакція, що діє на площину спрацьованого леза, Н;

k' – гранична несуча здатність ґрунту, Н/м² (для ґрунтів, що обробляються, величина k' заходиться в межах 200-800 кН/м²);

x і z – величина спрацювання, відповідно по горизонталі й вертикалі, мм;

b_3 – ширина захвату, м.

Вивченню характеру й динаміки спрацювання лап культиваторів присвячена значна кількість робіт, в яких особлива увага звертається на інтенсивність спрацювання різальної кромки леза лапи.

Дослідженнями Короленко К.М., було встановлено, що найбільш важливим для якісного виконання технологічного процесу культиватором є гострота його лез лап.

Спільні роботи Морозова А.Х. і Ткачова В.Н., свідчать, що найбільша інтенсивність спрацювання стрілчастих лап культиватора спостерігається на початковій їх роботи.

Процес спрацювання культиваторних лап можна розподілити на дві стадії:

- криволінійна залежність із великим темпом наростання спрацювання;
- темп наростання лінійного спрацювання робочого органу суттєво зменшується.

Основним показником, який визначає працездатність культиваторних лап, є якість підрізання бур'янів.

Визначення ступеня підрізання коренів бур'янів лапами із різною величиною спрацювання їх кромки леза проводив Детистов Ф.М. Численними дослідженнями автора, результати яких висвітлено у роботі, встановлено, що лапи з радіусом кола вписаного у профіль спрацьованої кромки леза культиваторної лапи (надалі, для спрощення, радіус леза) 0,01-0,015 см підрізають в межах від 98 до 100 % коренів бур'янів, а з радіусом 0,04-0,06 см – лише 69-74%.

Як зазначає Волошко В.І., лапи із спрацьованим лезом переважно

висмикують кореневу систему бур'янів, а не перерізають їх. Зміна радіуса різальної кромки леза й кута його загострення впливає на якість виконаної роботи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Кількість підрізаних бур'янів у залежності від радіуса леза лапи

№ груп лап	Середній радіус леза лап, мм	Загальна кількість зрізаних бур'янів, %
1	0,2-0,22	96,9
2	0,29-0,34	94,3
3	0,44-0,48	92,2
4	0,5-0,6	81,6

Збільшення радіуса леза й кута загострення лап призводить до зменшення кількості підрізаних бур'янів і встановленої глибини обробітку, підвищення нерівномірності глибини обробітку та збільшення тягового опору агрегату.

Найбільш інтенсивне зменшення середньої глибини обробітку відбувається у стрілочастих лап при збільшенні радіуса леза до 0,4-0,45 мм і кута загострення 20-22 град., а односторонніх лап відповідно до 0,35-0,4 мм і 18-20 град. [6].

За даними ВНИИСХ, неповне знищення бур'янів зменшує урожайність зернових культур на 10-12%.

Швидке затуплення лез лап значно зменшує продуктивність агрегатів, підвищує собівартість робіт та призводить до погіршення якісних показників обробітку ґрунту.

Висновки. Аналізом умов і режимів роботи, видів та причин відмов культиваторних лап у процесі їх експлуатації встановлено, що головною причиною відмов роботи є швидке затуплення кромки лез лап. Внаслідок різноманіття й специфіки умов роботи культиваторних лап науково обґрунтованої допустимої величини затуплення лез лап не встановлено. Аналіз існуючих досліджень засвідчив перспективність вирішення багатокритеріальної задачі, пов'язаної з визначенням оптимальної допустимої величини затуплення кромки леза лап через урахування якісних та енергетичних показників їх роботи.

Список використаних джерел

1. Винокуров В.Н. Исследование износостойкости культиваторных лап и обоснование параметров, обеспечивающих их самозатачивание: : автореф. дис. на получения науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.11 “Машины и средства агропромышленного производства” / В.Н. Винокуров. М.: 1964. 20, [1] с.
2. Волошко В.И. Исследование влияния основных параметров лезвий на работу и износ полольных лап культиваторов: автореф. дис. на получения науч.

степеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 “Машини и средства агропромышленного производства” / И.В. Волошко. М.: 1963. 20, [1] с.

3. Рабинович А.Ш. Стойкость и самозатачиваемость плужных лемехов и других режущих деталей сельхозмашин. Автореф. дисс. ... д-р техн. наук. 40 с.

4. Севернев М.М. Научные основы работоспособности и долговечности сельхозмашин. Автореф. ... д-р техн. наук, Минск, 1964. 57 с.

5. Шамшетов С.А. Повышение долговечности рабочих органов культиваторов для междурядной обработки хлопчатника. Автореф. Дисс. ... канд. техн. наук., М.: 1985. 18 с.

6. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. М.: Машиностроение, 1965. 311 с.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЛУЩІННЯ СТЕРНІ

Русін О. М.

здобувач вищої освіти СВО Магістр спеціальність 208 Агроінженерія

Ляшенко С. В.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів
механізації аграрного виробництва, доцент
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Перед проведенням операції лушіння необхідно проаналізувати технологію виконання даної операції, а саме фактори, які прямолинійно впливають на якість лушіння, в результаті проведення якого необхідні агротехнічні вимоги будуть виконанні. До таких етапів аналізу належать:

1. Тип, щільність, вологість, твердість, вологостійкість, структурність ґрунту;
2. Вид та ступінь забрудненості ґрунту;
3. Культура - попередник;
4. Варіанти комплектування агрегатів;
5. Параметри встановлення дискових робочих органів та їх вплив на якість обробітку ґрунту;
6. Абразивність дискових робочих знарядь;
7. Контроль і оцінка якості лушіння.

В залежності від факторів 1, 2, 3 лушіння проводять дисковими, лемішними лущильниками або важкими дисковими боронами.

Комплектування агрегатів, їх склад для лушіння ґрунту (4) приведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Трактори і знаряддя для лушіння [1].

Знаряддя	Марка	Трактор	Продуктивність за годину роботи, га
Луцильник дисковий	ЛДГ-15 ЛДГ-10 ЛДГ-5	Т-150К, Т-150, ДТ-75, МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6Л	10,5 – 13,5 7,0 – 9,0 3,5 – 4,5
Луцильник лемішний	ППЛ-10-25	Т-150К, Т-150, ДТ-75	1,75 – 2,25
Борона дискова	БД-10, БДТ-10 БДТ-7 БДТ-3 БДН-3	К-701, Т-150, Т-150К, К-701, Т-150, Т-150К ДТ-75М МТЗ-80/82	7,0 – 9,0 4,9 – 5,6 2,1 – 2,7 2,1 – 2,7

Комплектування агрегатів проводиться відповідно до встановлених технологій обробки ґрунту, як видно з таблиці 1.1, для отримання максимальної продуктивності агрегати комплектуються відповідно до моделей луцильників і тракторів відповідного класу.

До параметрів встановлення (5) належать:

- кут між площиною обертання диска та напрямом поступального руху знаряддя (кут атаки);
- кут відхилення площини обертання диска від вертикалі або кут між віссю обертання диска і горизонталлю.

Обидва параметри мають технологічне значення: чим більший кут атаки, тим краще підрізуються бур'яни, інтенсивніше та глибше розпушується ґрунт[1].

Показник, по якому роблять висновок про якість обробки ґрунту – висота гребеня [2].

Крім висоти гребенів, інший показник роботи дисків – повнота підрізання пожнивних залишків і бур'янів. Дослідами встановлено, що повнота підрізання, крім кута атаки, залежить ще від швидкості руху. Найменша кількість непідрізаних пожнивних залишків отримується при максимальному куті атаки 35° та швидкості руху 7 – 10 км/год. З послідовним збільшенням робочої швидкості до 12 км/год. число непідрізаних бур'янів буде збільшуватись. Глибина ходу дисків із збільшенням швидкості дещо зменшується, а із збільшенням кута атаки зростає. Тому на стиснених та забруднених ґрунтах кут атаки має бути максимальним, а на мало забруднених ґрунтах його можна зменшити. Для роботи на високих швидкостях дискові робочі органи непридатні, так як із збільшенням швидкості різко зростає дальність відкидання ґрунту та погіршується якість його обробки.

При аналізі етапів виконання лушіння слід звернути увагу на зношення робочих органів (6), що виникає при їх контакті з ґрунтом. Абразивність – властивість ґрунту негативно впливати на робочі органи ґрунтообробних

машин, за рахунок чого змінюються їх геометричні параметри. Ресурс дискових робочих органів луцильника в польових умовах – до 50га. Оптимальна товщина леза диска 0,15 – 0,5 мм. Максимально допустима товщина леза диска – 1,5 мм, але при такій товщині якість обробки ґрунту нижче на 70% [3].

Основні показники, що характеризують якість луциння ґрунту та методи їх оцінки (7), приведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Контроль та оцінка якості луциння.

Показник	Норматив	Кількість замірів	Обладнання	Метод оцінки
Відхилення від заданої глибини, см	±1	10	Лінійка, трость агронома	Вимірюють глибину обробки по діагоналі ділянки через 80–100м з поправкою на розпушеність 10%
Кількість непідрізаних бур'янів, шт./м ²	0	20	Рамка 0,5 м ²	Підраховують непідрізани бур'яни на 1м по діагоналі поля в 20 місцях
Гребенистість, см	До 4	10	Лінійка, глибиномір	Вимірюють по діагоналі поля через 50м
Ширина перекриття суміжних проходів агрегату, см	15-20	20	Рулетка	Замірюють стики проходів по діагоналі до напрямку луциння в 20 місцях
Структурність ґрунту, %	>20%	5	Агротехнічні сита, технічні ваги	Ґрунтова проба просіюється крізь сита, кількість агроном. цінних фракцій (1 – 5 мм) має відповідати нормативу.

Як видно з таблиці, луциння контролюється декількома критеріями. Виконання нормативів для луциння є вагомим чинником на якість майбутнього урожаю. При порушенні нормативів робота бракується. Питання якості та кількості врожаю являється актуальним для господарств, які займаються вирощуванням сільськогосподарської продукції. Кількість та якість врожаю залежить від наступних факторів: стан машинно-тракторного парку; кількість сільськогосподарської техніки; професіоналізм робочого персоналу; природно-кліматичні умови; технологія внесення добрив у ґрунт, технологія обробітку ґрунту тощо.

Кожне господарство має на меті з кожним наступним роком збільшити кількість та якість сільськогосподарської продукції. Це може бути досягнуто за рахунок готовності машинно-тракторного парку та с/г машин до польових

робіт, а також, вдосконалення технологій вирощування та збирання сільськогосподарської продукції.

Висновки. Дослідження слід зосередити на параметрах робочих органів борін, плугів, луцильників – сферичних дисках, які, відповідно до конструкції ґрунтообробної техніки, мають відмінні геометричні (діаметр диска D , радіус кривизни R , кут i загострення ріжучої кромки, товщина сферичного диска δ) та технологічні (кут атаки α , глибина ходу h) параметри.

Задачею дослідження є пошук оптимальних геометричних параметрів сферичних дисків луцильника і технологічних параметрів процесу обробітку ґрунту, а також дослідження впливу внесених у конструкцію дисків змін у порівнянні із стандартними дисками, які широко використовуються при обробітку ґрунту.

Список використаних джерел

1. Лімонт А.С. Практикум із машиновикористанням в рослинництві. / А.С. Лімонт, Мельник А.С. Малиновський та ін. К.: Кондор, 2004 282с.
2. Кротинов О.П. Лабораторно – практичні заняття по землеробству: Навчал. Посібник / О.П. Кротинов, І.П. Максимчук, Ю.П. Манько, І.С. Руденко. Київ: Вид-во УСГА, 1993 р. 280 с.
3. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Машина та знаряддя для обробітку ґрунту: навчальний посібник. Х.: «Око», 2001. 444 с.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ І МЕХАНІЗМІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Сидорчук О. В., Смірнов Д. Ю.

здобувачі вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Келемеш А. О.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Бурлака А. О.

здобувач ступеня ФМБ спеціальності 133 Галузеве машинобудування

ВСП «ППФК НТУ «ХП»

м. Полтава, Україна

Підвищення терміну служби вузлів тертя і механізмів є найважливішим завданням машинобудування, рішення якої дозволяє отримати економічний ефект за рахунок зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт, збільшення ресурсу деталей. Це має пряме відношення до машин, що працюють в умовах агропромислового комплексу [1].

Працездатність і ресурс сільськогосподарських машин в значній мірі визначаються інтенсивністю зношування деталей, що труться. Через несправності і знос щорічно простоє від 10 до 40% машин і устаткування, що є причиною невиправдано великих витрат матеріальних і трудових ресурсів на технічне обслуговування і ремонт техніки.

Швидкий знос техніки пояснюється рядом причин. Багато що залежить від конструктивних недоліків, низьких показників її надійності.

Аналіз умов роботи зернозбиральних комбайнів, тракторів та іншої техніки дозволив виявити основні фактори, що викликають руйнування деталей, складальних одиниць і спряжень: агресивність і абразивність зовнішнього середовища, які обумовлюють наявність частинок ґрунту і добрив на поверхнях деталей; вплив навколишньої температури і атмосферних опадів, що сприяють утворенню плівки вологи на цих поверхнях; динамічні навантаження на матеріали деталей; початковий стан поверхонь: шорсткість, твердість. Постійний вплив комбінацій зазначених чинників викликає різноманітні руйнування.

Серед видів зношування, до яких схильні деталі сільськогосподарських машин, теоретичний і практичний інтерес представляє корозійно-механічне зношування, що представляє собою руйнування поверхонь деталей під впливом тертя (механічне зношування) і одночасно протікаючого корозійного процесу.

Корозійно-механічне зношування характеризується руйнуванням металу під дією одночасно протікаючих: електрохімічної або хімічної взаємодії металу з навколишнім середовищем і механічного руйнування продуктів цієї взаємодії і самого металу при терті [2].

Зношування відбувається внаслідок видалення і відділення окисленого металу у вигляді порошку з дрібних частинок оксиду. Супроводжує тертя пластична деформація металу інтенсифікує його здатність до окислення. На поверхні металу практично миттєво утворюється тонкий шар оксиду. Його утворення відбувається за рахунок хемосорбції атомів кисню металевою поверхнею. Другий ступінь окислення супроводжується утворенням цілком певної кристалічної фази оксидів. При цьому окислювання йде за рахунок впровадження атомів кисню в кристалічну решітку металу [2].

Значна частина відмов сільськогосподарської техніки має механічне походження – втрата міцності, зносостійкості. За характером зміни параметрів розрізняють відмови: раптові – результат стрибкоподібної зміни параметрів (крихке руйнування, поломки); поступові (параметричні) – наслідок повільної зміни одного або декількох параметрів (старіння або знос елементів і всієї системи під впливом навантажень і інших впливів).

Низька зносостійкість елементів трибоспрямих сільськогосподарської техніки призводить до невисоких показників її надійності. При цьому низьке напруження на відмову сільськогосподарських машин не дозволяє експлуатувати їх в сучасних умовах досить ефективно. Внаслідок цього недостатньо ефективно в сільськогосподарському виробництві вирішується завдання ресурсозбереження.

Підвищувати зносостійкість і надійність сільськогосподарської техніки в даний час можна за рахунок застосування деталей машин із зносостійких матеріалів, застосовувати різні технологічні процеси зміцнення поверхонь деталей машин.

Одними з найбільш перспективних методів підвищення надійності сільськогосподарської техніки є методи безрозбірного відновлення.

З огляду на те, що ресурс сільськогосподарської техніки багато в чому визначається ресурсом її трибоспрядень, то одним з перспективних безрозбірних методів підвищення зносостійкості деталей сільськогосподарської техніки є використання високоефективних мастильних матеріалів.

Зносостійкість в процесі експлуатації сільгосптехніки визначається в першу чергу якістю мастильних матеріалів, які використовуються при технічному обслуговуванні та ремонті.

Роль мастильних матеріалів в трибосистемі зводиться, перш за все, до запобігання тертьових поверхонь від зношування, задирів і корозійного впливу навколишнього середовища. Як правило, пластичні мастильні матеріали краще виконують ці функції, ніж рідкі. Тому антифрикційні пластичні мастила займають одне з центральних місць серед інших груп мастильних матеріалів в обсязі та асортименті виробництва.

Однак звичайні пластичні мастильні матеріали, що використовуються у сільськогосподарській техніці (Солідол, Літол-24), не володіють достатнім рівнем властивостей, необхідних для забезпечення надійної роботи машин протягом усього періоду експлуатації. Особливо чутливі до якості мастила підшипники кочення. Виходом в даній ситуації є застосування спеціальних добавок в мастильні матеріали. В даний час цей напрям набув широкого поширення і є вельми перспективним.

Одним з методів підвищення довговічності трибоспрядень за рахунок модифікування поверхонь тертя є застосування металоплакуючих мастил, до складу яких введені дисперсні феромагнетики. Практичне значення мають перехідні метали, а також деякі їх інтерметалічні з'єднання, наприклад залізо-нікель, залізо-кобальт. Найбільш широко застосовують магнетит. Він має хорошу адсорбційну здатність по відношенню до ПАР, а також здатний утворювати колоїдні дисперсії з високою намагніченістю. При формуванні металоплакуючої плівки в зоні контакту відбувається прискорення перенесення магнітоактивних частинок з об'єму мастила, що забезпечує зниження зносу, моменту тертя і підвищення протизадірної стійкості вузлів тертя [3].

Підшипники ковзання найчастіше виходять з ладу внаслідок зносу і заїдання поверхні. Головним чином ці патологічні процеси тертя відбуваються при пуску і зупинці механізму. У такий період роботи в опорах валів спостерігаються найбільш важкі умови тертя, що обумовлено дуже малою дією гідродинамічного ефекту або повною його відсутністю.

Згідно молекулярно-механічної теорії тертя, запропонованої І. В. Крагельським [3], в ході відносного ковзання контактуючих поверхонь відбувається безперервне утворення і руйнування фрикційних зв'язків. Ці

процеси, обумовлені міжмолекулярною взаємодією між контактуючими тілами в зонах фактичного дотику, представляють сутність адгезійної складової зовнішнього тертя. Міцність фрикційних зв'язків залежить від величини дотичних напружень на межі розділу твердих тіл і визначається відношенням опору молекулярного зв'язку до межі плинності основного матеріалу. Ослаблення міцності таких зв'язків сприяє нормальній роботі вузла тертя [4].

Ефективним способом зниження зовнішнього тертя є локалізація деформації матеріалу в тонкому поверхневому шарі в так званій деформаційній зоні захисної плівки. Для здійснення цієї локалізації необхідне дотримання правила позитивного градієнта, згідно з яким міцність виникаючих молекулярних зв'язків повинна бути менше міцності нижчих шарів.

Таким чином, створення ефективних протизносних і антифрикційних присадок і наповнювачів до пластичних мастильних матеріалів, використовуваних в сільськогосподарському виробництві є одним з перспективних шляхів підвищення працездатності трибоспрямижень сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел

1. Опальчук А.С. та ін. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2013. 752 с.
2. Добровольский А. Г. Абразивная износостойкость материалов: справочное пособие. Киев: Техника, 1989. 128 с.
3. Афтаназів І.С. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням. Житомир, 2011. 516 с.
4. Пантелеев Ф.И., Лялякин В.П., Иванов В.П., Константинов В.М. Восстановление деталей машин. Москва : Машиностроение, 2003. 672 с.

ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДО ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Сльота О. Л.

здобувач вищої освіти СВО Бакалавр спеціальності 208 Агроінженерія

Овсієнко Ю. І.

к.п.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Сільськогосподарське виробництво – це основа життя людей. Аграрний сектор економіки є складним і трудомістким, що значною мірою зумовлено впливом на сільськогосподарське виробництво ґрунтово-кліматичних та економічних умов. Для забезпечення стабільного розвитку аграрного виробництва велике значення має розробка та реалізація технологічних,

технічних та організаційно-економічних заходів, а також економічних механізмів регулювання розвитку галузі.

Для вирішення питань раціональної організації виробництва, в умовах ринкової економіки, значна роль відводиться сільськогосподарській науці, що, враховуючи вітчизняний і зарубіжний досвід, визначає перспективи розвитку виробництва. Фахівцям і керівникам підприємств доцільно забезпечити реалізацію наукових досягнень у практичній діяльності на виробництві [2, с. 12].

За Б. К. Скіртою, «...методи кореляційного та регресійного аналізу широко використовуються під час аналізу сільськогосподарського виробництва й побудови моделей довгострокового прогнозування... Перспективними є методи математичного моделювання у процесі розв'язування нових, складних задач в економіці та управлінні виробництвом, що практично неможливо розв'язувати традиційними методами...» [4, с. 10].

Кореляційно-регресійний аналіз дозволяє виявити взаємозв'язок і вплив різних факторів або визначити їх відсутність. Вивчення кореляційного зв'язку між ознаками починається з регресійного аналізу, а саме: вивчення форми зв'язку, визначення виду рівняння регресії та його параметрів. Якщо зміна значень ознаки X викликає зміну середнього значення ознаки Y , то між цими ознаками існує кореляційний зв'язок. Спостерігаючи за однією ознакою, можемо робити висновки про характер зміни іншої. Саме у цьому і полягає практичне значення кореляційного аналізу.

Розглянемо, наприклад, як врожайність Y певним чином залежить від глибини зволоження ґрунту X , але функціональний зв'язок між X та Y відсутній. Це пояснюється взаємодією багатьох випадкових факторів, зокрема, таких як: температура повітря, якість та особливості обробітку ґрунту, кількість опадів і т. ін., що впливають одночасно на обидва показники. Отже, можемо припустити, що між X та Y може існувати кореляційний зв'язок.

Метою дослідження є демонстрація застосування можливостей науково-технічних та організаційних досягнень для розвитку сільськогосподарського виробництва на прикладі визначення наявності зв'язку між урожайністю пшениці Y і глибиною зволоження X засобами MS Excel.

Результати експерименту по визначенню залежності урожайності пшениці Y від глибини зволоження X наведено у таблиці (табл. 1) [1, с. 127].

Таблиця 1. Урожайність пшениці Y (Y , ц/га) і глибина зволоження X (X , см)

Y , ц/га	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
X , см	0	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42

Для встановлення наявності і форми зв'язку між урожайністю пшениці Y і глибиною зволоження X скористаємося «Мастером функцій» – f_x .

Аналіз побудови лінії тренду (рис.1) свідчить, що з певною точністю можна стверджувати про наявність зв'язків між y_i і x_i . Припущення

підтверджуються числовим значенням коефіцієнта $R^2 = 0,996$.



Рис. 1. Діаграма розсіювання та інтерполяційна формула лінійної залежності

Для визначення числових параметрів і коефіцієнтів кореляційно-регресійного аналізу та їх похибок обчислення скористаємося в MS Excel програмою «Анализ данных» та результатами аналізу «Регрессия» (рис. 2, А). Пояснимо складові таблиці (рис. 2, б) на прикладі перевірки залежності врожайності Y від глибини зволоження ґрунту X .

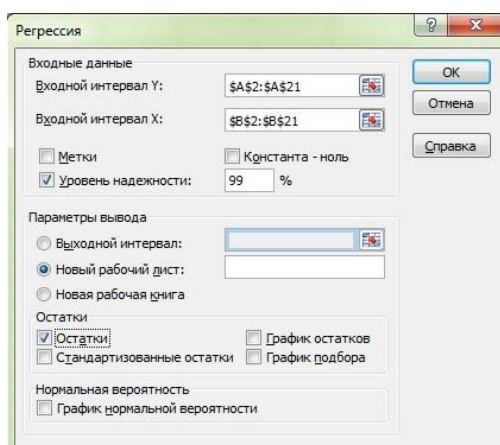


Таблица. Результаты расчетов регрессийного анализа

Регрессионная статистика	
	0,997813
Множественный R	895
	0,995632
R-квадрат	569
Нормированный R-квадрат	0,995389
	934
	0,803373
Стандартная ошибка	685
Наблюдения	20

а)

б)

Рис. 2. Параметры та результати регресійного аналізу

Числові характеристики кореляційно-регресійного аналізу отримаємо із статистичних параметрів регресії (рис. 2, б). Поле «Множественный R» – $R = 0,998$ – коефіцієнт кореляції. «R-квадрат» – $R^2 = 0,996$ – коефіцієнт детермінації. «Нормированный R-квадрат» – скорегований коефіцієнт детермінації на величину вибірки: $\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2) \cdot \left(\frac{n-1}{n-k} \right)$, де n – кількість спостережень, k – кількість досліджуваних параметрів (для нашого дослідження $k = 2$, оскільки для кореляційно-регресійного аналізу розглядають математичне сподівання і дисперсію випадкової величини).

«Стандартная ошибка» – це похибка, що становить 0,803 парної лінійної кореляційно-регресійної моделі та вказує на якість апроксимації (наближення)

результатів спостережень. У полі «Наблюдения» зазначається кількість досліджуваних об'єктів. Для нашого завдання об'єм вибіркової сукупності становить 20 одиниць (рис. 2, б).

Оцінку статистичних параметрів та їх значущість можна виконати у процесі аналізу змісту полів наступної таблиці (табл. 1).

Таблица 1. Оцінки статистичних параметрів та їх значущість

	Коеффи- циенты	Стандарт- ная ошибка	t-статис- тика	P- Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 99,0%	Верхние 99,0%
Y-пере- сечение	7,115	0,386	18,431	0,000	6,304	7,925	6,004	8,226
Пере- менная X 1	0,962	0,015	64,058	0,000	0,930	0,994	0,919	1,005

У стовпці «Кoeffициенты» містяться значення коефіцієнтів рівняння регресії: $y = 0,962x + 7,115$. Коефіцієнт 7,115 показує, яким буде Y, якщо всі змінні в моделі будуть дорівнювати 0 (коли на значення аналізованого параметра впливають й інші фактори, що не описані у моделі). Значення коефіцієнта 0,962 свідчить, що глибина зволоження ґрунту X, у межах даної моделі, впливає на урожайність пшениці з вагою 0,962 (це значна ступінь впливу), значення додатне, тому із зростанням глибини зволоження врожайність пшениці буде зростати.

Поля «Нижние 95%» та «Верхние 95%» – це 95 %-ві довірчі інтервали для коефіцієнтів рівняння лінії регресії: для $x_0 = 7,115$ це (6,304; 7,925); для $x_1 = 0,962$ це (0,930; 0,994). Вони оцінюють результат Y із ймовірністю 95 %, що дає підстави зробити висновки: якщо значення X збільшити на 1, то значення Y зростає. Два поля «Нижние 99 %» та «Верхние 99 %» – це 99 %-ві довірчі інтервали для коефіцієнтів рівняння лінії регресії: для $x_0 = 7,115$ це (6,004; 8,226); для $x_1 = 0,962$ це (0,919; 1,005) (у вікні «Регрессия» встановлено 99 % (рис. 2, а). Отже, довірчі інтервали для істинного значення параметрів x_0 , x_1 генеральної сукупності з ймовірностями $p = 0,95$, $p = 0,99$ мають вигляд відповідно: $6,304 \leq x_0 \leq 7,925$; $0,962 \leq x_1 \leq 0,994$ та $6,004 \leq x_0 \leq 8,226$; $0,919 \leq x_1 \leq 1,005$.

Можливості аналізу в MS Excel дозволяють порахувати залишки (табл. 2), тобто різницю між прогнозованим значенням і вихідними або фактичними результатами. Для обчислення порівняльних коефіцієнтів залишки визначають по модулю або у квадраті.

Розрахувавши середню похибку апроксимації для перевірки якості моделі, визначимо, що значення фактору Y у середньому відхиляються від його фактичних значень на 2,91 %, що є цілком допустимим.

Таблиця 2. Перевірка якості обраної моделі

№ з/п	Передбачуване Y^*	За-лишки	Спостережуване Y	$/(Y-Y^*)/Y/$	№ з/п	Передбачуване Y^*	За-лишки	Спостережуване Y	$/(Y-Y^*)/Y/$
1	7,115	2,885	10	0,289	12	32,126	-0,126	32	0,004
2	11,925	0,075	12	0,006	13	34,050	-0,050	34	0,001
3	14,811	-0,811	14	0,058	14	35,974	0,026	36	0,001
4	16,735	-0,735	16	0,046	15	37,898	0,102	38	0,003
5	18,659	-0,659	18	0,037	16	39,822	0,178	40	0,004
6	20,583	-0,583	20	0,029	17	41,746	0,254	42	0,006
7	22,507	-0,507	22	0,023	18	43,670	0,330	44	0,007
8	24,431	-0,431	24	0,018	19	45,594	0,406	46	0,009
9	26,355	-0,355	26	0,014	20	47,518	0,482	48,000	0,010
10	28,279	-0,279	28	0,010	Сума				0,581
11	30,202	-0,202	30	0,007	$\bar{A}_i$				2,906

Продемонстрований фрагмент алгоритму кореляційно-регресійного аналізу визначення наявності зв'язку між урожайністю пшениці Y і глибиною зволоження X засобами MS Excel є прикладом однієї із найпростіших та універсальних у застосуванні математичних технологій. Саме простота її реалізації і точність обчислених параметрів зумовлюють поширеність у економіко-математичному моделюванні. Під час розв'язування реальних виробничих задач доцільним є застосування не лише MS Excel, а й інших програм для опрацювання й аналізу статистичних даних, наприклад програмного пакету Statistica або професійних пакетів – SAS, BMDP; або універсальних пакетів – STADIA, STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA. Залежно від мети експерименту доцільно поєднувати кілька програмних пакетів, оскільки кожен із них має певні особливості і переваги.

Список використаних джерел

1. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Теорія ймовірностей і математична статистика : навч. посіб. Київ : Київський національний економічний університет, 2001. 336 с.
2. Козьменко О. В., Кузьменко О. В. Економіко-математичні методи та моделі (економетрика) : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2014. 406 с.
3. Організація і планування сільськогосподарського виробництва. Підручник для студентів економічних спеціальностей вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації / Ільчук М. М., Зрібняк Л. Я. та ін. ; за ред. М. М. Ільчука, Л. Я. Зрібняка. Київ, 2008. 784 с.
4. Скирта Б. К. Имитационное моделирование в управлении сельскохозяйственным производством : учеб. пособ. Киев : Вища шк., 1990. 206 с.
5. Словник іншомовних слів : сайт. URL: <https://www.jnsm.com.ua/sis/index.shtml>.

УДК 631.362.3

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРАКЦІОНУВАННЯ
ДРІБНОНАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ТА КОНСТРУКЦІЇ
ФОТОСЕПАРАТОРА**

Степаненко С. П.

докт. техн. наук., с.н.с.

Швидя В. О.

канд. техн. наук.

Попадюк І. С.

провідний інженер

*Національний науковий центр «Інститут механізації та
електрифікації сільського господарства»,
сmt. Глеваха, Україна*

Насіння багатьох кормових, лучно-лікарських трав, декоративних, олійних та овочевих культур мають невеликі розміри (не більше 3 мм) [1-2]. Використовуючи сучасні зерноочисні машини для дрібнонасіннєвих сумішей, не завжди можна досягти високої якості очищення. Насіння кормових трав може містити 30% домішок після першого проходу [3-5]. Так як насіння дрібне і кожна культура має свої власні коливання розміру насіння, необхідно мати високу точність розмірів зерноочисних деталей машини, а також невеликі відхилення розмірів цих деталей, щоб якісно відсортувати насіння, що ускладнює і збільшує вартість машин для очищення насіння.

В останні роки у практиці післязбиральної обробки врожаю насіння почали застосовувати новий принцип сортування - фотосепарацію, що значно підвищило якість очищення насіння (до 99%) [6-7]. Незважаючи на високу якість очищення насіння, фотосепаратор, при сортуванні дрібного насіння, різко збільшує кількість повноцінного насіння у відходах і знижується якість очищення насіння за один прохід у порівнянні з насінням середніх розмірів. Це пов'язано з незадовільною роботою системи подачі дрібного насіння до оптичної камери фотосепаратора. Тому обґрунтування системи подачі дрібного насіння до фотосепаратора є актуальним завданням.

Для обґрунтування подачі дрібнонасіннєвого матеріалу до оптичної камери був застосований функціонально-фізичний метод [8], в основі якого лежав аналіз функцій елементів подачі насіння в оптичну камеру та використання фонду фізичних ефектів, зокрема, сили реакції струменя повітря і проходження твердих тіл через вузькі канали. Був також використаний метод синектики [9] для обґрунтування використання вакууму у системі подачі насіння до оптичної камери.

Розглянемо основну схему подачі насіння до оптичної камери фотосепараторів, які пропонуються на ринку (рис. 1). Насіння під впливом сили тяжіння котиться по лотку одним рядком товщиною в одну насініну. З нижньої частини лотка насіння падає і летить повз лампи освітлення та ежектор. Дві CCD-камери і одна NIR-камера знімає обидві сторони насініни і передає її

зображення на комп'ютер, де воно аналізується і порівнюється з еталоном. Якщо насінина не відповідає вказаному параметру, вона виштовхується струменем повітря, що виходить з ежектора.

Ця система подачі насіння добре працює в тому випадку, коли відстань між насінинами під час падіння значно більше, ніж ширина повітряного струменя ежектора.

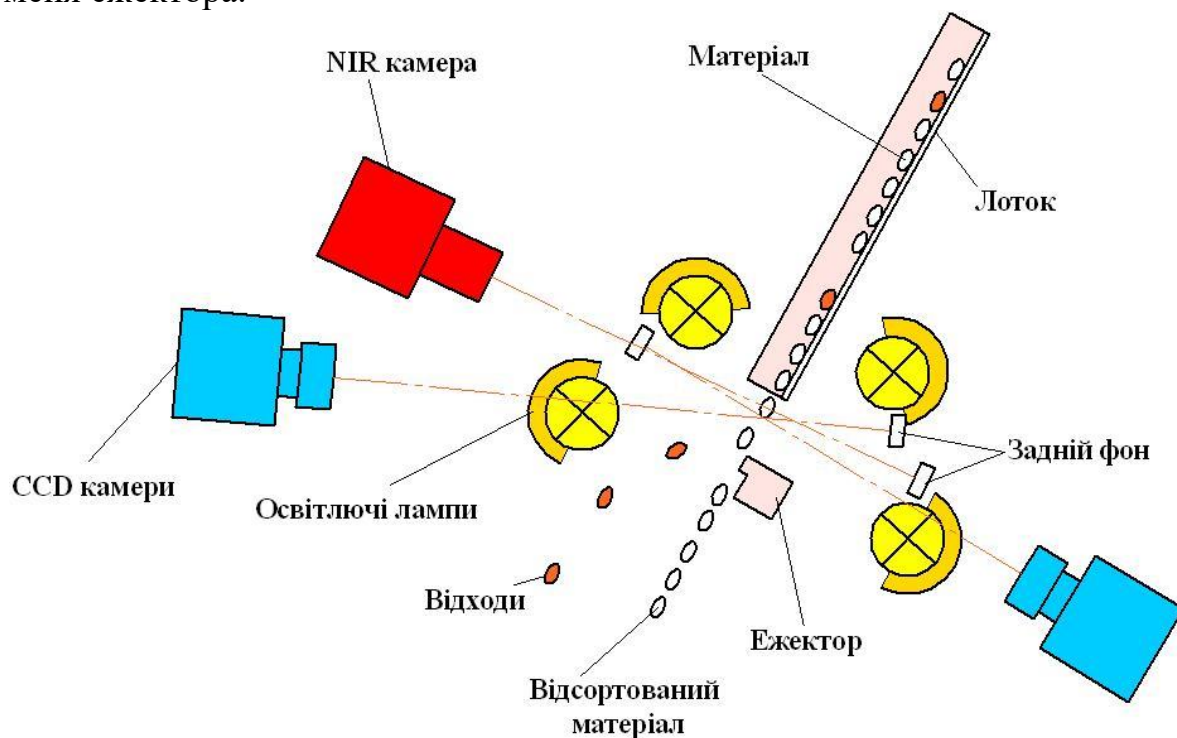


Рис. 1. Технологічна схема роботи фотосепаратора

При подачі дрібного насіння відстань між насінинами маленька, так що при видаленні неякісного насіння можливе захоплення сусідніх насінин повітряним потоком. Це призводить до збільшення кількості повноцінного насіння у відходах у порівнянні з насінням середнього розміру. Крім того, невеликий інтервал між насінинами під час зйомки збільшує кількість помилок при аналізі зображень та призводить до погіршення якості очищення. Тому для фотосепарації дрібного насіння необхідно регулювати відстань між насінням. Оскільки у випускаємих фотосепараторах не регулюється відстань між насінинами, для дрібнонасінневого матеріалу потрібен спеціальний механізм подачі.

Найдешевший спосіб забезпечити регулювання відстані між насінинами є механічний спосіб. Проте, з використанням механічного методу, щоб регулювати відстань між насінинами необхідна висока точність виготовлення насіннесортуючих деталей (розмір дрібного насіння не перевищує 3 мм, допустиме відхилення становить не більше 0,05 мм). Так як пил завжди присутній в дрібнонасінневому матеріалі, то це призводить до поступового збільшення відхилення розмірів насіннесортуючих деталей. З огляду на невеликий розмір цих деталей, можна зробити висновок, що час експлуатації механічної системи подачі дрібного насіння у оптичну камеру фотосепаратора

буде невеликим. Тому використання механічних методів регулювання відстані між насінинами недоцільне.

Збільшення терміну експлуатації механічної системи для регулювання відстані між насінинами, можливо, комбінуючи механічну дію з пневматичною [10]. Це можливо зробити за допомогою барабана з радіально розташованими каліброваними отворами. Змінюючи відстань між каліброваними отворами, можна регулювати відстань між насінинами під час падіння в оптичну камеру. Завдяки вакууму, насінини присмоктуються до каліброваних отворів і в зоні, де необхідно падіння, вакуум перебивається. Для очищення отворів від чужорідних включень та зайвих насінин можна використовувати струмінь повітря. Цей метод поєднує дешевизну механіки та надійність пневматики.

Таким чином, доцільно подавати дрібнонасінний матеріал пневмомеханічною системою, яка поєднує у собі низьку вартість механічних систем, високу надійність і низьку травмуючу здатність пневматичних систем. Змінюючи відстань між отворами в барабані системи подачі дрібного насіння оптичної камери фотосепаратора, можна регулювати необхідну відстань між насінинами, коли вони фотографуються в оптичній камері та розділяються повітряним струменем ежектора.

Список використаних джерел

1. Моделирование технологических процессов в типовых объектах послеуборочной обработки и хранения зерна (сепарация, сушіння, активне вентилування, охолодження): монографія / Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.
2. Степаненко С.П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: 05.05.11 / С. П. Степаненко. – Глеваха, 2021. – 50 с.
3. Aliiev, E. B. (2017). Physical and mathematical apparatus of elastic-damping interaction of seeds under the action of a vibrating sieve. National interdepartmental scientific and technical collection, Design, manufacture and operation of agricultural machinery 47 (part I.) Kropyvnytsky: CNTU. 31–39. (in Ukrainian).
4. Igor SHEVCHENKO, Elchyn ALIIEV, Gintas VISELGA, Jan Radek KAMINSKI (2021). Modeling Separation Process for Sunflower Seed Mixture on Vibro-Pneumatic Separators. MECHANIKA. 2021 Volume 27(4): 311–320. DOI: <https://doi.org/10.5755/j02.mech.27647>
5. Tomasz Reguła, Jarosław Fraczek and Jakub Fitas (2021). A Model of Transport of Particulate Biomass in a Stream of Fluid. Processes 2021, 9, 5. <https://dx.doi.org/10.3390/pr9010005>
6. Piotr Komarnicki, Jan Banasiak, Jerzy Bieniek (2008). ROZKŁAD AERODYNAMICZNYCH PARAMETRÓW STANU RÓWNOWAGI PROCESOWEJ CZYSZCZENIA ZIARNA. Inżynieria Rolnicza 4(102)/2008.

7. Mahmoud A. El-Emam¹, Ling Zhou, Weidong Shi, Chen Han, Ling Bai¹, Ramesh Agarwal (2021). Theories and Applications of CFD–DEM Coupling Approach for Granular Flow: A Review. *Archives of Computational Methods in Engineering* (2021) 28:4979–5020. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09568-9>
8. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Spirin A.V., & Kucheruk V.Yu. (2022). Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. *Bulletin of Karaganda University Series "Physics"*. № 1(105)/2022. – p. 43-57. DOI 10.31489/2022PH1/43-57
9. Rogovskii I. L., Titova, L. L., Trokhaniak, V. I., Solomka O. V., Popyk P. S., Shvidia V. O., & Stepanenko, S. P. (2019). Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. *INMATEH – Agricultural Engineering*, vol, 57, issue 1, 141–146.
10. Adamchuk V., Shvidia V. (2018). Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. *Mechanization in agriculture & conversing of the resources*. 2018. Issue 2. Pp. 46–48.

УДК 631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ПНЕВМОІМПУЛЬСНОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ

Степаненко С. П.

ДОКТ. ТЕХН. НАУК., С.Н.С.

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»,
сmt. Глеваха, Україна*

Питанням поділу зернового середовища за густиною його часток (зернівок) за використання вібраційно-пневматичного впливу на потік зерна присвячено значна кількість публікацій, проаналізованих і узагальнених у фундаментальних роботах [1, 2]. Визначено переваги і недоліки наявних способів поділу за густиною зернівок, конструкцій машин та їхніх параметрів, зокрема й з прямоточними деками [2]. У роботі [3] визначено переміщення «важкої» зернівки (частинки) у вібропневмозрідженому шарі прямоточного решітного сепаратора. Доведена можливість поділу зернового матеріалу за вагою зернівок на поверхні віброрешітного сепаратора, тобто можливість використання елементної бази серійних віброрешітних сепараторів для поділу зернівок за їхньою густиною.

У роботах [4, 5] визначено реальну можливість інтенсифікації процесу сепарації на решетах застосуванням пульсувальних потоків повітря.

У науковій праці [6] досліджено процес поділу зернового матеріалу за густиною зернівок на решітній поверхні в разі зрідження зернового потоку пульсаціями повітря без використання вібрацій.

Застосування одночасної дії пульсувального потоку повітря та вібрацій жалюзійної решітки під час сепарації зерносоломистого вороху розглянуто в роботі [7]. У роботі [8] сформульовано модель внутрішньо шарового переміщення зернівок у шарі соломистого вороху та подано методику ідентифікації параметрів математичної моделі.

Попередній аналіз можливості поділу зернових матеріалів [8, 9] різними способами дозволив установити, що з достатньою ефективністю процес поділу здійснюється вібраційним і вібропневматичним способами під час коливального руху опорної поверхні як у горизонтальному, так і вертикальному напрямках. Отже, проведеним аналізом [7–11] зафіксована перспективність поділу зернового середовища за густиною його зернівок на вібраційних машинах під час дії стаціонарного повітряного потоку, але вплив пульсацій повітряного потоку на віброзріджений шар зерна вивчено недостатньо.

За основу формування математичної моделі взята фізична модель шару зернового матеріалу, запропонована в роботах [8] та [10], яка пояснює спливання та занурення особливих частинок, які відрізняються в навколишніх частинок густиною (маючи однаковий розмір). Шар зерна стримує гармонічні коливання, які передаються від опорної поверхні, та пульсуючу дію повітряного потоку.

Розглянемо рух центра мас «особливих» частинок як рух певної частинки, координати якої співпадають із координатами (x, y) центра мас, а маса частинки m дорівнює масі одної «особливої» частинки. «Особливі» частинки відрізняються від частинок середовища за густиною. Коливне зернове середовище називають постілью [11]. Сипке середовище за густиною (постіль) знаходиться на нахиленій шершавій поверхні, яка здійснює колові коливання з амплітудою A та частотою ω . Для площинної задачі рівняння руху частинки в сипкому (вібропнемозрідженому) середовищі матиме вигляд [9]:

$$m \frac{d\bar{v}}{dt} = m_o (\Delta - 1)(g - \bar{a}_n) + R_n(V) + K_a(\bar{V}_r - V_n(\tau)). \quad (1)$$

де m – маса зернівки; a_0 – прискорення частинки відносно середовища; a_n – прискорення середовища; $m_0 = m + m^1$; m_o – маса середовища в об'ємі; m^1 – маса приєднана до частинки за час її переміщення, $\Delta = \frac{m}{m_o}$; g – прискорення вільного падіння; $a_n = -A\omega^2 \sin \omega t$; $R_n(V)$ – сила опору; K_a – коефіцієнт опору в повітряному потоці; V_r – швидкість руху зернівки в середовищі; $V_n(\tau)$ – зміна в часі швидкості повітря; t – час.

До частинки прикладені такі сили: тяжіння; Архімеда; в'язкого опору під час переміщення частинки зі швидкістю V ; інерції приєднаної маси; реакції повітряного потоку.

Визначимо зміну швидкості повітряного потоку. За умови використання пульсувального потоку повітря аналітично складно описати дискретно-періодичну зміну швидкості потоку повітря, яке подається через перфоровану опорну поверхню в шар, тому як перше наближення можна прийняти зміну

швидкості повітря в часі за гармонічним законом і описати відповідно рівнянням:

$$V_n(\tau) = A_n(1 - \sin \omega_2 t), \quad (2)$$

де A_n – амплітуда коливань швидкості повітря, м/с; ω_2 – частота коливань, рад/с.

Швидкість переміщення частинки в пневмовібросрідженому шарі набагато менша від швидкості повітря в шарі ($\dot{x} \ll V_a, \dot{y} \ll V_a$) і з урахуванням пульсувального потоку повітря сила опору повітряному потоку буде визначатися співвідношенням:

$$R = mg \frac{[A_2 \cdot (1 + \sin \omega_2 t)]^2}{V_n(\tau)^2}. \quad (3)$$

Величина порозності пневмоімпульсного шару визначається за формулами [9]:

- за дії вібрацій

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot (1 - e^{-kA_1 \omega^2}), \quad (4)$$

де ε_0 – порозність шару за відсутності вібрацій;

- за дії вібрацій і повітряного потоку

$$\varepsilon = 1 - A_0 V_a^2 \frac{a + (A\omega^2 - g)^{-2}}{b + (A\omega^2 - g)^{-2}}, \quad (5)$$

де A_0, a, b – емпіричні коефіцієнти.

Унаслідок проведених теоретичних досліджень обґрунтована можливість підвищення ефективності розділення зернових матеріалів за питомою вагою зернівок, завдяки інтенсифікації процесу сепарації зернового матеріалу за умови застосування пульсувальних повітряних потоків для поділу сумішей на вібраційних поверхнях, ефективність поділу зернового матеріалу збільшується на 35–42 %, порівнюючи з наявними сепараторами, які використовують горизонтальні та похилі деки.

Список використаних джерел

1. Дринча В. М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж : Из-во НПО «МОДЭК», 2006. 384 с.
2. Котов Б. І. Вібропневматичне розділення насінневих сумішей. Вісник аграрної науки. 2004. Вип. № 5. С. 55–58.
3. Петренко Н. Н., Марченко И. В., Марченко К. Н. О возможности использования пульсирующего воздушного потока для воздушно-решетной очистки зернового вороха. *Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин*. Кіровоград, 2002. Вип. 32. С. 117–121.
4. Богатирьев Д. В. Обґрунтування параметрів пневмоімпульсної машини для сепарації насіння за густиною : дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Кіровоград, 2005 176 с.
5. Степаненко С. П., Котов Б. І. Дослідження впливу пульсуючого повітряного потоку на переміщення зерна у вібросрідженому шарі

зерносоломистого вороху. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2016. Вип. № 4 (103). С. 38–46.*

6. Степаненко С. П., Котов Б.І., Попадюк І.С. Дослідження процесу пневмовібраційного поділу зерна за густиною під час одномірного переміщення зернового потоку. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2021. - Вип. №14 (113). / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2021. – С. 77-87. DOI:https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-8*

7. Rogovskii, I., Stepanenko, S., Titova, L., Trokhaniak, V., & Trokhaniak, O. (2019). Experimental study in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 12 (61), 117–128.

8. Rogovskii I. L., Titova, L. L., Trokhaniak, V. I., Solomka O. V., Popyk P. S., Shvidia V. O., & Stepanenko, S. P. (2019). Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. *INMATEH – Agricultural Engineering*, vol, 57, issue 1, 141–146.

9. Степаненко С.П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: 05.05.11 / С. П. Степаненко. – Глеваха, 2021. – 50 с.

10. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Spirin A.V., & Kucheruk V.Yu. (2022). Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. *Bulletin of Karaganda University Series "Physics". № 1(105)/2022. – р. 43-57. DOI 10.31489/2022PH1/43-57*

11. Степаненко С. П., Котов Б.І., Калініченко Р.А. Дослідження руху частинок зернового матеріалу у вертикальному каналі за умов дії пульсацій повітряного потоку. *Сільськогосподарські машини. Вип. 47. ЛНТУ, Луцьк, 2021. – С. 25-37. DOI:10.36910/acm.vi47.619*

УДК 631.363.2

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ З НОВОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ ПРЕСУЮЧОГО МЕХАНІЗМУ В КІЛЬЦЕВІЙ МАТРИЦІ

Тримбач С. П.

здобувач

Степаненко С. П.

доктор технічних наук., с.н.с.,

Національний науковий центр «Інститут механізації та
електрифікації сільського господарства»

Параметричні зміни пресувального механізму прес-гранулятора з кільцевою матрицею передбачає дослідження впливу на параметри процесу

гранулювання радіусів робочих органів – матриці та пресувальних роликів. Процес пресування прес-грануляторами з двома пресуючими роликами був розглянутий великою кількістю науковців [1-4].

Розглянемо схему утворення гранул в каналі кільцевої матриці (рис. 1) в процесі взаємодії пресуючого ролика з матеріалом.

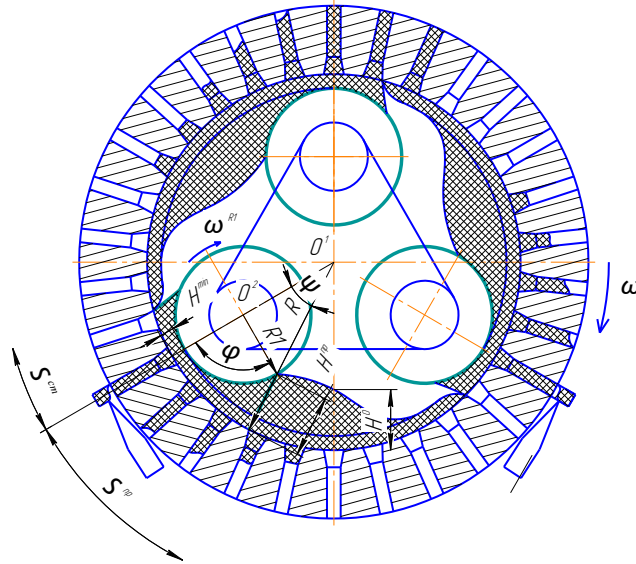


Рис. 1 Схема взаємодії пресуючого ролика з матеріалом в середині кільцевої матриці

Кільцева матриця радіусом R обертається за годинниковою стрілкою з кутовою швидкістю ω . В середині з внутрішньою частиною матриці встановлені пресувальні ролики з радіусом робочої поверхні R_1 , які обертаються в тому ж напрямку що і матриця з кутовою швидкістю ω^{R_1} . В робочу частину матриці подається матеріал шаром H^0 який за рахунок обертання матриці подається в зону контакту ролика S^{np} з шаром матеріалу H^{np} де починається процес ущільнення з подальшим запресовуванням його в радіальні отвори матриці. На виході з отворів гранули ламаються при зустрічі з нерухомим ножом.

В зоні взаємодії S^{np} , в матеріалі виникає енергія стиснення за рахунок чого відбувається стиснення матеріалу з виділенням повітря та збільшення площі контакту частинок матеріалу. Матеріал приймає форму моноліту, тиск зростає до максимального значення після чого перевищивши тиск опору матеріалу в радіальних отворах матриці починається процес проштовхування моноліту по каналу отворів. При проходженні зони пресування S^{np} контакт ролика з матеріалом закінчується, тиск падає і матеріал шаром H^{min} починає рух зоною S^{ct} співпадаючою з напрямком обертання матриці.

В загальному вигляді рівняння зміни кількості руху матеріалу в просторі прес-гранулятора матиме вигляд [1-3]:

$$\frac{d}{dt} \iiint_V \rho \vec{\vartheta} dV = \iint_S \vec{\sigma}_N dS + \iiint_V \rho \vec{F} dV \quad (1)$$

де dV – елементарний об'єм пресованого матеріалу, який переміщується в просторі з полем швидкостей $\vec{\vartheta}$; $\rho\vec{F}$ – зовнішня масова сила; $\vec{F}$ – вектор одиничної масової сили; dS – елемент поверхні матриці; V – об'єм пресованого матеріалу в момент дії зовнішньої масової сили; $\vec{\sigma}_N dS$ – зовнішня сила по відношенню до даного об'єму; $\vec{\sigma}_N$ – вектор поверхневих напружень на ділянці dS із зовнішньою нормаллю $\vec{N}$.

Рівняння (1) після перетворень отримаємо у вигляді диференціального рівняння руху матеріалу [1-3]:

$$\rho \frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = \text{div} Z_{\sigma} + \rho \vec{F} \quad (2)$$

де Z_{σ} – тензор напружень в пресованому матеріалі для плоского деформованого стану.

Мінімальна висота $H^{\min}$ шару пресованого матеріалу забезпечується поворотом вісі пресуючого ролика на певний кут ψ , рад [3-6]:

$$\psi = \arccos \frac{[R-R_1]^2 + [H^{\min}]^2 - [R(1-\frac{R_1}{R}) - H^{\min}]^2}{2 \cdot [R-R_1] \cdot [H^{\min}]} \quad (3)$$

Залежність висоти шару матеріалу $H^{\text{пр}}$ в зоні процесу ущільнення можна описати наступною залежністю:

$$H^{\text{пр}} = R - (R - R_1 - H^{\min}) \cos \psi - \sqrt{R_1^2 - (R - R_1 - H^{\min})^2 \sin^2 \psi} \quad (4)$$

Введемо припущення, що колові швидкості матриці v_m та пресуючого ролика v_p пов'язані між собою взаємозалежністю:

$$v_m = v_p \left[1 - \frac{H^{\min}}{R} \right] \quad (5)$$

Сформована внаслідок математичного моделювання процесу гранулювання, модель відображає стан системи «матриця - пресуючий ролик – оброблюваний матеріал», внутрішня характеристика якої, як видно із залежностей, пов'язує структурно-механічні параметри матеріалу та конструкційні параметри робочих органів. Математична модель дозволяє розглядати продуктивність, навантаження на робочі органи та інші параметри процесу гранулювання.

Таким чином, напрям удосконалення робочого процесу гранулювання, шляхом рівномірно розподілу матеріалу на поверхні кільцевої матриці за

рахунок введення 3-х роликової системи пресування є актуальним та обґрунтованим.

Список використаних джерел

1. Братишко В. В. Механіко-технологічні основи приготування повнораціонних комбікормів гвинтовими грануляторами [Текст]: *Автореф. дис. ... докт. техн. наук.* – Глеваха., 2017. – 43с.
2. Некрашевич, В. Ф. Научно-техническое обоснование технологии и средств механизации приготовления кормовых гранул и брикетов с заданными физико-механическими свойствами [Текст] дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01: Владимир Федорович Некрашевич. – Рязань. 1982. – с.263.
3. Полищук, В. Ю. Исследование процесса гранулирования комбикормов и путей повышения долговечности рабочих органов прессов-грануляторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.14 / В.Ю. Полищук. – М., 1979. – 192 с.
4. Полищук В. Ю., Соколов А. Я. Гранулирование комбикорма в цилиндрических каналах фильер при непрерывном режиме процесса прессования // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1980. № 1. С. 67–71
5. Жислин, Я. М. Дробильное и прессующее оборудование комбикормового завода / Я. М. Жислин, Б. И. Пикус. – М.: Агропромиздат, 1987. – 118 с.
6. Винников, Г. А. Исследование процесса гранулирования комбикорма в прессах с вращающейся кольцевой матрицей: дис. ... канд. техн. наук / Г. А. Винников. – М., 1970. – 164 с.

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Хорешко Н. В.

викладач спеціальних дисциплін,
заступник директора з навчально-виховної роботи коледжу,
*Красноградський аграрно-технічний фаховий коледж імені Ф. Я. Тимошенка,
м. Красноград, Харківська область, Україна*

Від рівня свідомості сучасної молоді, що навчається у закладах фахової передвищої освіти, їх активності, бажання змінювати на краще своє житло, місто, регіон та країну значною мірою залежить наше майбутнє і добробут. Молодь завжди була рушійною силою змін. Підлітки, які є вихідцями із сільської місцевості або проживають у селах є тим головним, неоціненим людським ресурсом, який забезпечить у найближчому майбутньому якісні перетворення в агропромисловому комплексі України.

Однією з головних проблем підготовки фахівців аграрного профілю, є своєрідна «однобокість» в організації освітнього процесу. Основна увага направлена на озброєння студентів професійними знаннями та вміннями і явно недостатньо здійснюється психологічне забезпечення професійної ідентифікації майбутнього фахівця – формуванню необхідних особових якостей, відношенню до майбутньої професії як життєво значущої діяльності, відчуттю впевненості в своїх здібностях і задоволенні своїм професійним вибором.

Ефективність діяльності закладів фахової передвищої освіти визначається її спроможністю забезпечити високу якість навчання й виховання студентської молоді, кращу теоретичну та практичну підготовку майбутніх спеціалістів агропромислового комплексу до професійної діяльності, розвиток їх духовності і фізичного стану, формування національної свідомості. На успішність освітнього процесу впливають як суб'єктивні так об'єктивні фактори: рівень підготовки студентів, їх мотивація та відношення до професійної освіти, індивідуальні та психологічні характеристики. Не останню роль відіграє педагогічна майстерність викладачів, матеріальні умови тощо.

Потреба в обґрунтуванні психологічних засад в процесі фахової підготовки спеціалістів агропромислового комплексу зумовлена специфікою навчально-виховної діяльності закладів фахової передвищої освіти, яка полягає у реалізації завдань освіти, підготовці фахівців аграрного профілю відповідно до схильності студентів і потреб агропромисловості. Метою цієї підготовки є опанування студентами спеціальних наук, оволодіння відповідними фаховими знаннями, вміннями та навичками. Професійна підготовка відбувається в процесі навчання та виховання. Основними завданнями аграрної освіти є: оволодіння студентами професійними знаннями, розвиток умінь та навиків, формування наукового світогляду, інтелектуального розвитку особистості, оволодіння методами самостійної пізнавальної діяльності. Навчальна діяльність включає в себе двобічний процес діяльності студента та викладача.

Спонукально-організаційну функцію, на думку Кузьмінського А.В., виконує викладач, а функцію навчальної діяльності з оволодіння знаннями, вміннями й навичками, виконує студент. Таким чином процес навчання передбачає трансформацію від живого споглядання до абстрактного мислення. Ми розглядаємо навчальний процес в аграрному закладі фахової передвищої освіти як умову формування професійної ідентифікації студентів, тобто як усвідомлений акт свого професійного призначення, яке передбачає розвиток особистісних якостей, виконання обов'язків та формування почуття відповідальності в професійній діяльності. Таким чином, залежно від сфери діяльності або конкретної професії, професійна ідентифікація особистості розглядається як зміна відношення до себе, як до суб'єкта професійної діяльності, та зміна відношення до самої цієї діяльності. Психологічний аспект розуміється при цьому, як цілісна система індивідуальних та свідомих зв'язків особистості з різними сторонами об'єктивної дійсності.

В процесі отримання професії змінюються відношення та вимоги студента до себе як особистості. Тобто, важливим аспектом в навчальній діяльності є не

тільки надання професійної освіти, а й формування мотивації професійної діяльності, адекватної самооцінки, позитивного сприйняття самого себе, професійної ідентифікації, професійної компетентності та відповідальності, емоційної рівноваги майбутнього фахівця – аграрія. Всі ці характеристики служать організаційними компонентами усвідомленості студентом себе як особистості та майбутнього професіонала в агропромислового комплексу. Професійна самосвідомість є центральним поняттям в аспекті професійної ідентифікації студента в процесі опанування професійних знань, умінь та навиків.

Формування психологічної компоненти залучення студентів до професійної діяльності спирається на зміни в емоційно-вольовій, операційно-технічній та інтелектуальній сферах особистості, які стимулюють розвиток самосвідомості, що у свою чергу впливає на розвиток усіх інших сфер, здійснюючи регулятивну функцію процесу формування професійної ідентифікації особистості та її професійної компетентності.

Професійна підготовка студентів поетапно наповнюється різним змістом. На початковому етапі навчально-пізнавальної діяльності студентів провідним є моральний компонент, а головним у професійній мотивації – початковий інтерес до даного виду праці. На другому етапі необхідне формування ступеневих мотивів навчально-професійної діяльності, коли початковий пізнавальний інтерес переростає в професійний інтерес. На третьому етапі головним є практичне залучення студентів до професійної діяльності під час проходження практики, де вони отримують і поглиблюють загальні знання про професію, базові та спеціальні знання, формують уміння та навички; набувають попереднього досвіду виконання простих практичних завдань. Залучення студентів до професійної діяльності може сприяти розвитку інтегрального особистісного новоутворення, що включає стійке прагнення до праці в агропромисловому комплексі, наявність спеціальних знань, умінь і навичок, вольових та емоційних якостей, які забезпечують високу ефективність професійного функціонування людини в цій галузі. Що стосується професійної самосвідомості, яка, як відомо, є новоутворенням юнацького віку, то на етапі формування спеціальних умінь важливими є прагнення до знання психологічної структури своєї особистості, адекватна самооцінка базових знань, умінь, навичок, здатність до професійної самоосвіти тощо.

Освітній процес в аграрному закладі фахової передвищої освіти повинен організовуватись з урахуванням психолого-педагогічні особливостей учасників. Професійне навчання повинне базуватись на впровадженні активних методів навчання, інноваційних технологій, організації самостійної роботи студентів та психологічного забезпечення освітнього процесу. Ефективна організація самостійної навчальної діяльності передбачає постановку мети, усвідомлення способу праці, раціональне виконання аналітичних операцій, зіставлення мети роботи за її результатами. Активна позиція, яка необхідна в процесі такої роботи, потребує високого рівня сформованості організаційних умінь.

Отже, розвиток особистості студента, як суб'єкта діяльності є найважливішою метою професійної освіти. В рамках професійної освіти основна увага приділяється інтелектуальному розвитку студента.

Становлення фахівця-аграрія обов'язково припускає розвиток таких компонентів: професійної свідомості; соціального і професійного інтелекту; емоційно-вольової сфери; позитивного відношення до світу і до себе; самостійності, автономності та впевненості в собі; професійно важливих якостей.

Вирішення цих завдань співвідноситься з етапами професійного навчання і виховання в навчальному процесі, а тому передбачає не просто передачу професійних знань, а й розробку методичного матеріалу психологічного забезпечення професійної ідентифікації майбутнього фахівця.

Список використаних джерел

1. Кузьмінський А.І. Педагогіка вищої школи: [навч. посіб.] / А.І. Кузьмінський. – К.: Знання, 2005. – 486 с.
2. Лузан П. Г. Засоби навчання в аграрних навчальних закладах [методичний посібник для науково-педагогічних працівників та викладачів навчальних аграрних закладів] / П.Г. Лузан, В.В. Ільїн, Т.Д. Іщенко, М.М. Пастушенко. – К.: Науково-методичний центр аграрної освіти, 2005. – 88 с.
3. Михайліченко М.В., Рудик Я.М. Освітні технології: навчальний посібник. – К: ЦП «КОМПРИНТ», 2016, - 583с.
4. Степанов О. М., М.М. Фіцула. Основи психології і педагогіки. Навчальний посібник, - К: Академвидав., 2012 – 528с.
5. <http://oldconf.neasmo.org.ua>

ДОСВІД ОТРИМАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКСТРАКТІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ АПК

Чеботарьова В. П.

здобувач вищої освіти СВО Бакалавр спеціальності 208 Агроінженерія
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Важливим аспектом підвищення життєвого рівня населення нашої країни є забезпечення його продовольчими товарами високої якості з використанням біологічно-активних речовин, які в найбільшій кількості містяться у відходах та побічних продуктах виробництва. Підвищення рівня комплексної переробки сировини та відходів виробництва харчової промисловості сприяє вирішенню такого важливого народногосподарського завдання, як найбільш повне задоволення потреб населення в продуктах харчування з найменшими затратами праці.

Ресурсозберігаючі технології, які використовують для переробки вторинної сільськогосподарської сировини найрізноманітніші. Вони різняться відповідно до різновиду відходів. Так, до основних відходів борошняно-круп'яного та хлібопекарського і макаронного виробництва відносять: зернові відходи, лузгу, млиновий пил, малоцінні млинові відходи, сміття, кришки, деформовані, черстві, ломані частини. До побічних продуктів – висівки, зародок зерна, мучку кормову. Цукрові заводи дають велику кількість бурякового жому, мелясу, дефекату, рафінадної патоки, жомопресованої води та дифузійної води, бурякового «бою» і хвостиків буряка та ін. На підприємствах харчоконцентратної промисловості утворюються відходи у вигляді забрудненої мучелі, частинок крупи тощо. Відходи промислової переробки плодів та овочів, як і вихідна сировина, містять ряд цінних компонентів: вуглеводи, білки, мінеральні речовини, пектинові сполуки, клітковину, жири, віск, барвники й ароматичні речовини, вітаміни, кислоти, альдегіди, спирти. За споживними властивостями відходи і побічні продукти спиртового виробництва діляться на три категорії: побічні продукти, які використовуються як технічна сировина в ряді галузей промисловості (сивушна олія, ефіро-альдегідна фракція); відходи, які призначені для кормових цілей – зерно-картопляна і мелясна барда (післяспиртова, післядріжджова); відходи, які використовуються на підприємстві повторно – вуглекислий газ, післяспиртова та післядріжджова мелясна барда, зерно-картопляна барда, дріжджі-сахароміцети [4].

Перспективним напрямом є отримання природніх екстрактів з вторинної сировини АПК та відходів виробництва плодів та овочів. Вони являють собою повноцінну сировину для подальшої переробки. У таких відходах міститься значно менше води, але значно більше сухих речовин, вони є потенційним джерелом цінних біологічно активних речовин і можуть бути використані як природній антиоксидант для поліпшення, зокрема, якості м'яса і м'ясних продуктів.

Аналіз сучасного стану харчових галузей визначає необхідність проведення наукових досліджень, що забезпечать комплексне та ефективне використання сировинних компонентів, поліпшення якості харчових продуктів та зниження їх собівартості [5]. Удосконаленням існуючих і впровадженням нових технологій виробництва у цій царині проводиться багатьма відомими вченими, зокрема, такими як В. Сукманов, С. Туменов, М. Жаксиликова, Е. Batterham, А. Carlez, Р. Cheah, J. Cheftel, G. Gould, F. Jimenez- Colmenero, K. Karłowski, D. Knorr, L. Kurth, J.J. Macfarlane, T. Shigehisa, С. Suzuki та ін. [1]. Роботи цих авторів стосується встановлення перспективності використання високого гідростатичного тиску (ВГТ) при виробництві цільном'язових м'ясних виробів. Обробка ВГТ здатна не тільки інактивувати мікроорганізми, але й надавати харчовим продуктам нових функціонально-технологічних та споживних властивостей. Після обробки тиском зберігаються натуральний аромат, колір, текстура продуктів. Крім того, зводяться до мінімуму втрати вітамінів і макроелементів, про що свідчать дослідження впливу ВГТ на харчові

продукти в консервній, рибній та м'ясопереробній промисловості.

На базі Полтавського державного аграрного університету успішно працює науково-дослідна лабораторія ПДАА «Субкритичні технології в харчових виробництвах». Окрім іншого, останнім часом в лабораторії вивчають екстрагування біологічно активних речовин із виноградних вичавок [2] та перспективної вторинної сировини АПК – лушпиння цибулі. Утилізація лушпиння становить суттєву проблему для овочесховищ та переробних підприємств. Ця сировина може бути використана як джерело кверцетину – потужного антиоксиданту, який на сьогодні використовується у харчовій та переробній промисловості.

Експериментальні дослідження процесу екстрагування субкритичною водою проводять на реакторі високого тиску РВД-2-500 (НПО «Укроргсинтез», Україна) з насосом високого тиску. Використання в методології екстрагування лушпиння цибулі різних технологічних параметрів процесу, таких як температура екстрагування 160-180 °С; тиску $P = 7,5-9,5$ МПа; тривалість процесу екстрагування $\tau = 13-18$ хв.; гідромодуль – від 1: 25 до 1: 35; розмір фракції сировини (подрібнене лушпиння цибулі) 0,5 – 0,8 мм, дозволили сформулювати діапазон значень параметрів, що забезпечують отримання екстрактів з раціональними значеннями показників, що характеризують їх технологічні та поживні властивості. Такі дослідження доводять, що екстракт лушпиння цибулі має високу антиоксидантну здатність та антибактеріальні властивості, що позитивно впливає на подовження строку зберігання м'яса та м'ясних продуктів [3].

Значення експериментальних досліджень, які проводяться на базі Полтавського державного аграрного університету по отриманню природних екстрактів із вторинної сировини АПК важко переоцінити. Вони є перспективними перш за все для підвищення рівня комплексної переробки сировини та відходів виробництва харчової промисловості, сприяє вирішенню важливого народногосподарського завдання, як найбільш повне задоволення потреб населення в продуктах харчування з найменшими затратами праці.

Список використаних джерел

1. Никифоров Р. П. Технологія м'ясної продукції з використанням високого тиску: монографія / Р. П. Никифоров, О. В. Сабіров, О. О. Сімакова та ін. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. – 136 с.
2. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок: моногр. / В.О. Сукманов, А.І. Українець, В.Л. Зав'ялов та ін. К.: НУХТ, 2019. – 415 с.
3. Сукманов В.О. Удосконалення технології м'ясопродуктів з використанням екстракту з лушпиння цибулі / В.О. Сукманов, А.А. Бурчак, В.Р. Бузуверя // Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: Програма та тези матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 24 листопада 2020 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2020. – С. 35-37.
4. Товарознавство вторинної сировини: навч. посібник / А. А. Дубініна, З.

П. Карпенко, С. О. Дубініна, Г. А. Селютіна. – Київ : Професіонал, 2009. – 336с.

5. Хомічак Л. М. Роль інституту продовольчих ресурсів НААН в науковому супроводі інноваційного розвитку харчової індустрії / Л. М. Хомічак // Інноваційний розвиток харчової індустрії: Зб. наук. праць за м-ми V Міжнародної науково-практичної конференції (14 грудня 2017 р.). Під заг. ред. академіка НААН, д. е. н. М. П. Сичевського. – Київ: Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2017. – С. 10-14.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ STRIP-TILL

Чернобай М. С.

здобувач вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Горбенко О. В.

к.т.н., завідувач кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Зараз в Україні переважає традиційний спосіб обробітку ґрунту, однак дедалі більше поширюються всюди задіяні в європейському та американському сільському господарстві, що передбачають менше «втручання» і переорювання ґрунту. І якщо так званий ноу-тілл (no-till) українські аграрії використовують вже досить давно та активно, то на стріп-тілл (strip-till) – поки що звернули увагу лише окремі господарства.

Загалом, strip-till (рис.1) у перекладі – смугова оранка, вважають системою раціонального природокористування, адже тут відбувається мінімальний обробіток ґрунту і до того ж вона дає можливість більш точного і значно меншого внесення засобів живлення і захисту рослин [1].



Рис. 1 – Загальний вигляд поля обробленого технологією strip-till

Пошук способів, які допомогли би зробити агровиробництво більш ефективним, аби воно приносило більше прибутків і водночас потребувало менше затрат, – процес неперервний. Кожне господарство обирає для себе ті технології, що найкраще підходять до його умов. Особливо, якщо є із чого обирати, і зарубіжні колеги на собі перевірили користь того чи іншого способу господарювання.

Найбільш популярний культиватор який використовують для технології strip-till це культиватор KUNH Gladiator (рис. 2) [2]. Агрегат застосовують для смугового обробітку ґрунту. KUNH Gladiator має ефективну конструкцію, що створює найбільш сприятливі умови для ефективної сівби.



Рис. 2 – Агрегат смугового обробітку ґрунту KUNH Gladiator

8-рядковий навісний агрегат Gladiator спереду оснащений великим прорізним диском діаметром 63 см, що є найбільшим на ринку strip-till агрегатів. Завдяки такому розміру він розрізатиме ґрунт без перемішування поживних решток і нагортання. Другою його перевагою є те, що він висить на маятнику незалежно від усієї секції. Тобто, диск буде постійно в контакті з ґрунтом, незважаючи на коливання секції.

Далі в роботу вступають плаваючі диски «ромашки», що очищують ряд від поживних решток (рис. 3). За ними працює лапа, яку можна обладнати трубками для внесення добрив. Потім розташовані диски, що обмежують розсіпання ґрунту після лапи й формують край борозни. Важливо, що кут їх атаки можна регулювати (2, 10 і 18°). Агрегатувати знаряддя потрібно з трактором потужністю від 300 к. с.



Рис. 3 – Робочі органи навісний агрегат Gladiator

Агрегатувати знаряддя потрібно з трактором потужністю від 300 к. с.

Розглянемо головні переваги та особливості технології strip-till:

- глибоке розпушування з метою усунення надмірного ущільнення ґрунту;
- створення оптимального сформованого простору у місці;
- проростання коріння за рахунок розпушування ґрунту, прибирання з місця майбутнього рядка післяжнивних решток;
- точне внесення мінеральних добрив;
- збереження й накопичення вологи;
- забезпечення доступу рослин до ґрунтових вод за рахунок дотримання капілярності ґрунту, особливо у міжряддях, де порушення ґрунтової структури не відбувається;
- захист від водної та вітрової ерозії перш за все за рахунок покращення структури ґрунту, а також стримувальній дії післяжнивних решток у міжряддях;
- економія витрат за рахунок зменшення кількості агротехнічних заходів та меншого використання потужної техніки.

Слід відмітити, що при обробі створюються умови для точнішого розміщення мінеральних добрив. Важливою перевагою технології strip-till є те, що одночасно з розпушуванням можна вносити добрива під насіння на глибину 15 – 20 см, або навіть на двох рівнях різні добрива: тоді у процесі росту рослини за 15 днів дістаються першого рівня, а приблизно за 40 – 45 днів – другого. Завдяки цьому рослини можуть отримувати підживлення тоді, коли воно потрібне – в період активного росту і формування врожаю. Здорові і потужні кореневі системи, що мають доступ до поживних речовин, є підґрунтям доброго врожаю. Коріння для свого розвитку потребує поживних речовин, що розміщені якомога ближче до рослин. Задля цього технологія strip-till передбачає точне розміщення мінеральних добрив поблизу коріння, причому на різних глибинах.

Технологія strip-till дає можливість паралельно із сівбою застосовувати хімічні препарати для захисту рослин та мінеральні добрива. Достатньо

ефективним з економічної точки зору є той факт, що за смугової технології можна, жодним чином не пошкоджуючи ґрунту, вносити рідкі мінеральні добрива, які рослини засвоюють краще, ніж гранульовані. До того ж завдяки рядковості посівів можна раціонально розподілити добрива, не витрачаючи їх на незасіяні смуги, а також розподіляти добрива точно, безпосередньо поблизу коріння рослин.

Strip-till дає змогу створювати відмінні аеробні умови. Як і за нульового обробітку, кисень легко потрапляє у ґрунт, прискорюючи розкладання органічних речовин.

Технологія сприяє локальному прогріванню ґрунту там, де розміщуватиметься насінина.

Розпушування лише смуги ґрунту потребує меншої потужності трактора. Створюються умови для розвитку коріння рослин у вертикальному напрямку, що сприятиме кращому розвитку рослин і максимальному врожаю. Дощова і тала вода легко стікає в оброблені смуги.

Таким чином, розглянувши особливості та переваги технології смугового обробітку ґрунту, слід відмітити потребу в подальших дослідженнях для виявлення закономірностей росту рослин та умов підвищення врожайності сільськогосподарських культур для конкретного господарства за наявними типами ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Strip-till і технології майбутнього URL: <https://healthysoil.in.ua/strip-till-technology-for-future/> (дата звернення: 16.08. 2021).

2. KUHN Gladiator має найбільший прорізний диск у сегменті strip-till агрегатів URL: <https://agrotimes.ua/tehnika/kuhn-gladiator-maye-najbilshyj-proriznyj-dysk-u-segmenti-strip-till-agregativ/> (дата звернення: 10.09.2021).

УДК 631.365.22

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА КОНТАКТНИМ СПОСОБОМ

Швидя В. О.

канд. техн. наук.

Анеляк М. М.

канд. техн. наук.

Степаненко С. П.

докт. техн. наук., с.н.с.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха, Україна

У системі технологічних операцій післязбиральної обробки зерна одне з найважливіших місць належить сушінню. Якісне сушіння не тільки забезпечує

зберігання зібраного урожаю, запобігає його втратам, але у деяких випадках і підвищує якість готового продукту (продовольче і фуражне зерно, насіннєвий матеріал). Значний вплив на техніко-економічні показники виробництва зерна здійснює заключна стадія - післязбиральна обробка зерна і заключна її операція — сушіння. Саме на цій стадії витрачається до 80% всієї енергії первинної переробки зерна, а корисне використання енергії в самих сушарках складає до 40...45%. Для зниження вологості зерна з 20 до 14% витрачається 8...9 кг рідкого палива (або 12 - 13 кг умовного палива) [1 - 4].

За останні роки енергоресурси значно подорожчали і мають тенденцію до подальшого збільшення вартості. Особливо подорожчав природний газ — в 2,5-4 рази, електроенергія — в 1,5-3,5 рази, дизельне паливо — в 2-3 рази.

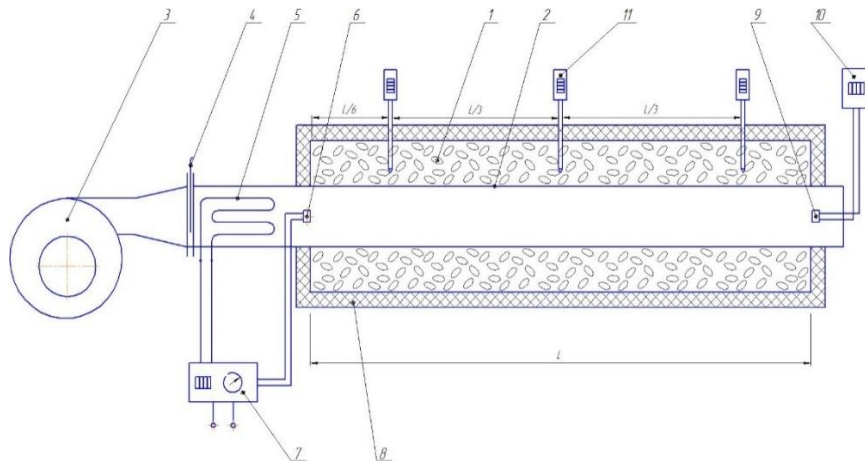
Актуальним є пошук рішень використання інших альтернативних джерел енергії для роботи сушарок [5, 6]. Сушіння зерна із застосуванням не традиційних, але доволі економічних видів біопалива, як наприклад соломи, дає можливість зменшити залежність від постачальників інших енергоносіїв природного газу і дизельного палива. Альтернативний енергоносіє (біопаливо) може бути у вигляді пелет, рулонів (тюків) із соломи зернових колосових культур і міскантуса, лушпиння соняшнику, торфу, тирси, дерев'яних трісок, дров та інших агро відходів, які мають здатність горіти та виділяти тепло [1-6].

Однією з основних задач сільськогосподарського машинобудування є технічне переоснащення існуючого сушильного парку машин агропромислового виробництва, розробка і впровадження високоефективних зерносушарок і допоміжного обладнання, що забезпечить раціональне використання енергетичних і матеріальних ресурсів, скорочення втрат якісного зерна і підвищення якості продовольчого зерна і насіння.

В ННЦ «ІМЕСГ» [7-10] розроблено конструкцію сушарки в якій передбачено відбирати тепло із відпрацьованого теплоносія і використовувати даний теплоносіє в секції попереднього нагріву зерна, за рахунок пропуску його через ромбовидні металеві канали та передачі тепла від поверхні каналу до зерна для нагріву його контактним способом. Для перевірки гіпотези щодо утилізації теплоти із відпрацьованого в сушильній секції теплоносія розроблено зразок ромбовидного каналу та проведено експериментальні дослідження. Для дослідження процесу теплопереносу при нагріві зерна контактним способом розроблено експериментальну установку (рис. 1).

Експериментальна установка працює наступним чином. Зерно засипається в термоізоляційну ємність 8. Підігріте повітря вентилятором 3 подається в короб 2. В процесі руху теплого повітря за довжиною короба 2 відбувається процес теплопереносу. Теплим повітрям нагрівається короб 2, а від короба 2 тепло передається зерновому матеріалу 1.

В процесі досліджень повітря, нагріте до температури 40–50 °С, пропускали через канал встановлений в термоізоляційній ємності, заповненій зерном. Досліджено динаміку нагріву зерна в товщині шару зерна в залежності від його початкової вологості і температури (рис. 3).



1 – зернова суміш; 2 – короб для подачі теплого повітря; 3 – вентилятор; 4 – засувка; 5 – нагрівальний елемент; 6 – датчик температури; 7 – терморегулятор; 8 – термоізоляційна ємність; 9 – датчик температури; 10 – трубка Піто; 11 – термометри.

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для дослідження процесу теплопереносу при нагріві зерна контактним способом.



Рисунок 2 – Проведення досліджень процесу нагріву зерна контактним способом на експериментальній установці

Встановлено, що за нагріву контактним способом зерна з початковою вологістю зерна $W = 17\%$ (рис. 3), $W=21\%$ (рис. 4), $W=25\%$ (рис. 5) у всіх трьох випадках температура зерна збільшувалась з однаковою інтенсивністю. В шарі зерна товщиною 10 мм температура збільшувалась від $14,4-14,8^{\circ}\text{C}$ до $32,5-32,7^{\circ}\text{C}$, в шарі зерна товщиною 18мм - до $23,1-23,3^{\circ}\text{C}$, в шарі зерна - 25мм збільшувалась до $18,6-19,2^{\circ}\text{C}$. Також встановлено, що вологість зерна несуттєво впливає на інтенсивність нагріву зерна, в значній мірі впливає - товщина шару зерна і різниця початкової температури зерна та теплоносія.

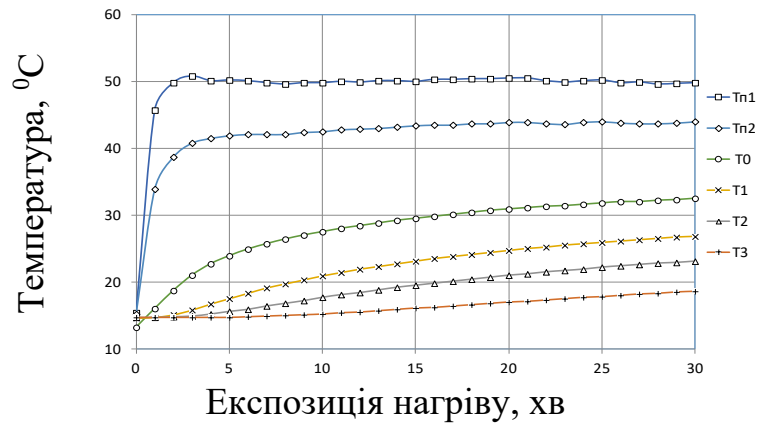


Рисунок 3 – Залежності температури і динаміки нагріву зерна контактним способом від початкової температури, вологості зерна 17%
Товщина шару зерна - (T_1 -10мм; T_2 -18мм; T_3 -25мм.)

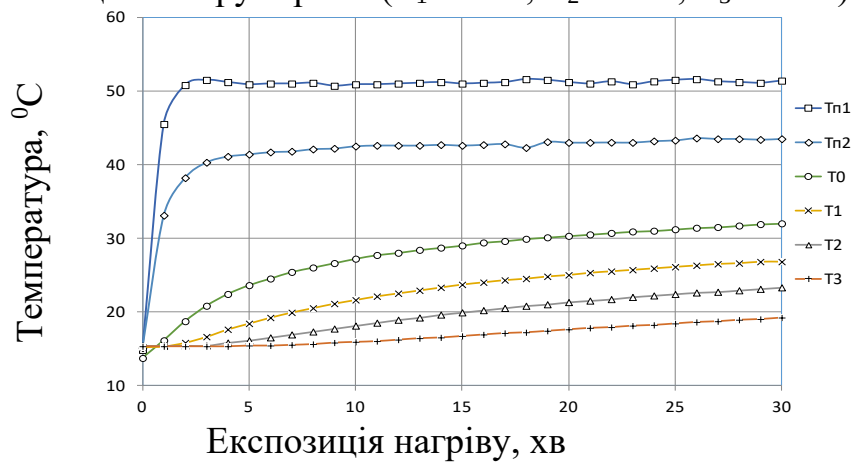


Рисунок 4 – Залежності температури і динаміки нагріву зерна контактним способом від початкової температури, вологості зерна 21%
Товщина шару зерна - (T_1 -10мм; T_2 -18мм; T_3 -25мм.)

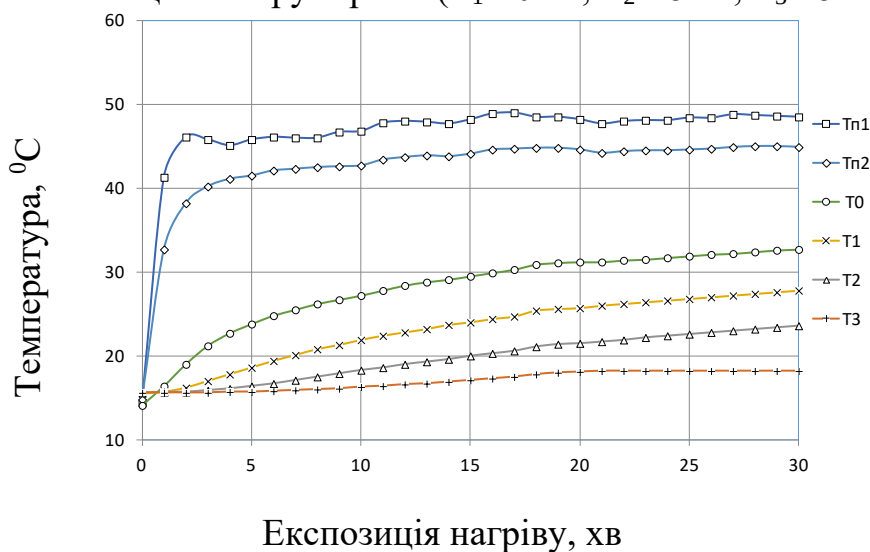


Рисунок 5 – Залежності температури і динаміки нагріву зерна контактним способом від початкової температури, вологості зерна 25%.
Товщина шару зерна - (T_1 -10мм; T_2 -18мм; T_3 -25мм.)

З отриманих графічних залежностей видно, що за перші 5-10 хв подачі тепла в короб спостерігаються перехідні режими нагрівання зерна. За рахунок значної різниці температури коробка і зерна на початку процесу шари зерна різко збільшують свою температуру за перші 5-19 хв, а потім температура верхнього та середнього шару стабілізується, а нижнього поступово збільшується до 32,7 °С. Швидкість нагріву нижнього шару (10 мм) становить — 0,85 °С/хв, середнього (18 мм) — 0,56 °С/хв та верхнього (25 мм) — 0,43 °С/хв. Зменшення швидкості нагріву зерна від нижнього шару до верхнього пов'язане з поступовим розсіюванням тепла у шарах зерна. Подальша стабілізація температури нагріву верхнього та середнього шару зерна пояснюється тим, що при середній температурі поверхні коробка (28,4-32,7 °С) тепло розсіюється у нижньому шарі зерна і його не вистачає на подальше підвищення температури нагріву вище розташованих шарів зерна.

Також досліджувався розподіл температур нагріву зерна в шарах при експозиції нагрівання зерна 30 хв. В результаті отримана експериментальна залежність розподілу температур:

$$T(h) = 36,93 \cdot e^{-0,03 \cdot h}, \quad (1)$$

де T – температура нагрівання зерна, °С; h – товщина шару зерна, мм.

Характер зміни температури нагрівання зерна у залежності від висоти шару має нелінійний характер і інтерпретується експоненціальним законом.

Нелінійність розподілу температур по товщині шару пов'язана з тим, що зерно являється діелектричним матеріалом, який характеризується нелінійною температурною провідною.

Встановлено, що при проходженні теплого повітря через теплоізоляційну ємність, в залежності від початкової різниці температури зерна і теплоносія, його швидкості на вході в канал, а також вологості зерна, температура теплоносія зменшується на 8,2–11,4°С, тобто на нагрів зерна використовується 63–75 Вт теплової енергії. В перерахунку на один квадратний метр площі контакту каналу і зерна відбирається 1120-1370 Вт теплової енергії.

Досліджено динаміку нагрівання зерна в товщині шару зерна в залежності від його початкової вологості і температури. За результатами досліджень нагріву зерна контактним способом з початковою вологістю зерна $W = 17\%$, $W = 21\%$, $W = 25\%$ у всіх трьох випадках температура зерна збільшувалась з однаковою інтенсивністю, в шарі зерна товщиною 10мм вона збільшувалась від 14,4-14,8°С до 32,5-32,7°С, в шарі зерна товщиною 18мм - до 23,1-23,3°С, в шарі зерна товщиною 25мм - до 18,6-19,2°С.

Список використаних джерел

1. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентильовання, охолодження): монографія / Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.

2. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. – 471 с.
3. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность. – 1973 – 527с.
4. Котов Б.И. Технологические и теплоэнергетические основы повышения эффективности сушки растительного сырья. Автореф. дис....докт.техн. наук.- 1994.- 32с.
5. Кирпа М. (2016). Технології та техніка збирання і збереження зерна кукурудзи. № 3 Спецвипуск: кукурудза: від насіння до прибутку. Пропозиція. С. 44 – 48.
6. Рыков А. В. (1968). Теория сушки. Москва: Энергия. 472 с. с ил.
7. Adamchuk V., Shvidia V. (2018). Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. *Mechanization in agriculture & conserving of the resources*. 2018. Issue 2. Pp. 46–48.
8. Котов Б., Степаненко С., Швидя В. (2016) Врахування розподіленості параметрів при моделюванні динамічних сушарок сільськогосподарських матеріалів. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. Вип. 34. Луцьк: РВВ Луцького НТУ – С. 90-98.
9. Швидя В. О., Анеляк М.М., Степаненко С. П. (2017). Обґрунтування використання всмоктуючого повітряного потоку при сушінні зерна. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. №6 (105) ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха. С. 81-86.
10. Котов Б., Степаненко С., Швидя В. (2016) Моделювання і розрахунок режимних параметрів зерносушарок періодичної дії. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. Вип. 34. Луцьк: РВВ Луцького НТУ. С. 74-80.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМАХ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Шевченко С. А.

докт. техн. наук, професор кафедри деревооброблювальних
технологій та системотехніки лісового комплексу, доцент
*Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна*

Одним з основних компонентів мехатронного обладнання, використовуваного в аграрній галузі, є системи технічного зору. При проведенні лабораторних робіт з відповідної тематики в онлайн-форматі доцільно моделювати типові операції обробки зображень, здійснювані в системах технічного зору. Це, передусім [1]:

- виділення кольорових складових зображення;
- виділення предметів із заданого діапазону кольорів та визначення їх параметрів;

- виділення рухомих предметів.

Звернемо увагу на те, що методика проведення таких лабораторних робіт в онлайн-форматі повинна бути орієнтована на наявні в студентів засоби комп'ютерної техніки та програмне забезпечення.

Виходячи з онлайн-формату проведення занять, було прийняті наступні рішення:

- безпосередньо для моделювання роботи алгоритмів системи технічного зору на студентських комп'ютерах використовувати електронні таблиці, зокрема, безкоштовно доступні в багатьох хмарних сервісах;

- підготовча робота з переведення фотографій, подібних отримуваним системами технічного зору зображенням, у формат, зручний для обробки в електронній таблиці, здійснюється на викладацькому комп'ютері (оскільки відповідне програмне забезпечення залежне від операційної системи);

- на викладацькому комп'ютері здійснюється й прикінцева обробка - зворотній процес перетворення даних, отриманих студентами, у формат фотографій (для контролю правильності обробки зображень).

Обробка фотографій, використовуваних у роботах, починалась з їх експорту у формат BMP, зручний для подальшої обробки.

Програми для попередньої обробки зображень та прикінцевої обробки результатів моделювання були розроблені в середовищі Visual C. Програма для попередньої обробки зображень, виходячи з опису структури BMP-файла [2], виділяє інформацію про кольори та їх інтенсивності й зберігає чисельні значення яскравостей пікселів зображення в трьох текстових файлах (в коді ASCII) - окремо для червоної, зеленої та синьої складових зображення. У файлах зберігається притаманний фотографії розподіл інформації по рядках, а в межах рядка числа відділяються символами табуляції (що є типовим для збереження даних у таблицях). Крім того, програмою створюються три BMP-файли зображень, кожен з яких містить лише один з трьох основних кольорів - див. рис. 1.

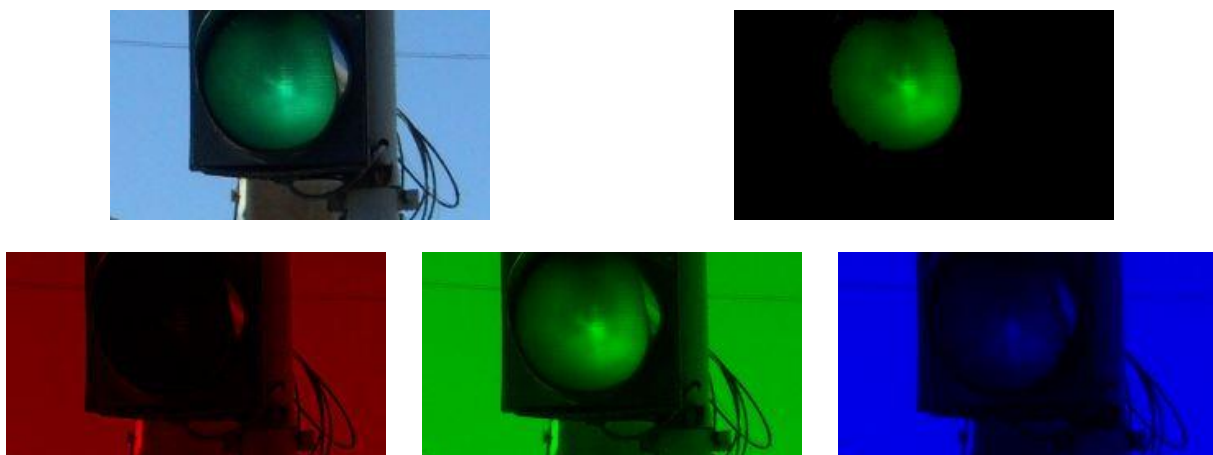


Рис. 1 – Виділення сигналу світлофора на фоні неба (вихідне зображення; виділений сигнал світлофора; червона, синя та зелена складові вихідного зображення)

Одержані текстові файли надсилались студентам для моделювання роботи досліджуваних алгоритмів. Обраний формат текстових файлів забезпечив зручність їх імпорту в електронні таблиці.

Здійснивши обробку чисельних даних за заданим алгоритмом (деякі параметри алгоритмів були змінними), студенти переносили результати роботи з електронних таблиць в текстові файли того самого формату та надсилали викладачу. Також визначали й певні узагальнені відомості - наприклад, частину поля зору, яку займають предмети заданого діапазону кольорів.

Прикінцева обробка результатів роботи полягала в тому, що інформація з трьох текстових файлів збиралась розробленою програмою у файл BMP-формату для зручності перегляду та оцінювання результатів роботи.

Отже, виходячи з досвіду проведення таких лабораторних робіт, запропонована методика дає змогу моделювати роботу базових алгоритмів систем технічного зору мехатронного обладнання за допомогою електронних таблиць та наочно представляти результати.

Список використаних джерел

1. Мехатроника: Пер. с япон. / Исии Т., Симояма И., Иноуэ Х. и др. – М.: Мир, 1988. – 318 с.
2. Леонтьев Б. К. Форматы файлов Microsoft Windows XP: Справочник. М.: ЗАО «Новый издательский дом», 2005. 352 с.

УТОЧНЕННЯ ЧИННИКІВ ЗБИРАННЯ КОНОПЕЛЬ І ЛЬОНУ ЯК ПЕРЕДУМОВА СТВОРЕННЯ СТРІЧКОВИХ НАКОПИЧУВАЧІВ

¹Шейченко В. О.

д.т.н, професор кафедри технологій та засобів
механізації аграрного виробництва, професор

¹Дудніков І. А.,

к.т.н., доцент,

²Шевчук В. В.,

к.т.н., доцент,

¹Скоряк Ю. Б.,

аспірант,

¹Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

²Уманський національний університет садівництва,

м. Умань Україна

Відомі технології, що застосовуються для механізованого збирання конопель та льону не усувають переїзди по полю важких збирально-транспортних машин і пов'язаних з цим недоліків, не знижують енергоємності

збиральних робіт і транспортних витрат, що становлять левову частину витрат на збиранні, не вирішують багатьох інших проблем [1].

Саме тому триває пошук принципово нових високоефективних технологій збирання відмічених вище культур [2-3]. Успішне і цілеспрямоване проведення цього пошуку неможливо здійснити без наявності чітких конкретних вимог сільськогосподарського виробництва до технологій їх збирання. На жаль ці вимоги до сих пір не узагальнено і не узаконено.

Мета досліджень – підвищення ефективності систем виробництва конопель (льону) завдяки уточненню чинників, що визначають умови збирання зазначених культур та створюють передумови розроблення нових технологій з використанням стрічкових накопичувачів.

Викладемо основні чинники сільськогосподарського виробництва до збирання льону і конопель (для порівняльної оцінки нових технологій і комплексів машин).

Серед порівнювальних технологій і комплексів машин для збирання насінневої і не зернової частини врожаю конопель і льону варто вважати більш ефективними і перспективними ті з них, застосування яких уможливило виконання наступних вимог.

Агрономічні чинники:

1. Втрати насіння і коноплестебельної маси менші і не перевищують сумарно допустимі за агровимогами втрати за кожною машиною комплексу.

2. Ґрунт ходовими системами технологічних машин і транспортних засобів менше ущільнюється.

3. Розсівання насіння бур'янів по полю зменшується, погіршуються умови для розвитку бур'янів.

4. Поліпшуються умови для своєчасного (за необхідності синхронного) і високоякісного проведення післяжнивних робіт, пов'язаних з внесенням добрив, обробітком ґрунту, пожнивними посівами і т.п.

5. Створюються умови для підвищення родючості ґрунту (зменшення вітрової та водної ерозії, денітрифікації ґрунту, прискорення розкладання пожнивних залишків, збільшення вмісту гумусу і т.п.).

6. Поліпшуються умови для накопичення вологи у ґрунті в районах з нестійким і недостатнім зволоженням і випаровуванням надмірної вологи з ґрунту в районах надмірного зволоження.

7. Поліпшується (щонайменше не погіршується) вирівняність мікрорельєфу полів.

8. Збільшується коефіцієнт використання площі поля (відношення значення загальної площі поля, що прибирається, до значення площі посіву, на якому отримано урожай заданого призначення).

9. Поліпшуються (щонайменше не погіршуються) продовольчі і насінневі якості врожаю.

10. Рослинні залишки у вигляді втрат або навмисного розсівання їх не ускладнюють післязбирального обробітку ґрунту.

11. Поліпшуються умови для боротьби з хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур.

12. Віддаляються з поля, втрачають або знижують життєздатність регенеруючі органи хвороб і шкідників (комах) сільгоспкультур.

13. Травмування насіння зменшується.

14. Забезпечується можливість високоякісного збирання врожаю насіння і НЧВ в екстремальних умовах (погана погода, нерівномірна поверхня поля і т.п.).

15. Поліпшуються (щонайменше не погіршуються) кормові властивості НЧВ.

16. Зменшується забруднення коноплестебельної маси ґрунтом та ін. неорганічними домішками.

17. Створюються умови для надійного зберігання коноплестебельної маси протягом тривалого періоду.

Технологічні чинники:

1. Технологічні операції, пов'язані з прибиранням НЧВ менше стримують збирання насіннєвої частини.

2. Прибирання насіння і коноплестебельної маси з поля здійснюються поточно і синхронно.

3. Забезпечується можливість суміщення в одному агрегаті або синхронного виконання операцій, пов'язаних з прибиранням конопель (льону) і післяжнивних робіт (обробіток ґрунту, внесення добрив і т.п.).

4. Передбачається можливість застосування збирання у фазі "зеленцевої" стиглості, а також двофазне збирання – на насіння і волокно.

5. Стеблова частина після обмолоту насіння виходить у вигляді, більш зручному для подальшого використання і транспортування.

6. Скошена коноплестебельна маса або продукти обмолоту (насіння) менше переміщуються у просторі і в часі.

7. У коноплестебельній масі або продуктах обмолоту її менше міститься води, землі, органічного пилу, що збільшують витрати енергії на перевезення врожаю і видалення цих непотрібних компонентів.

8. Забезпечується можливість раціонального поєднання або зменшення кількості технологічних операцій у технології.

9. Забезпечується можливість виконання складних технологічних операцій (обмолоту (обчісуванню) насіння, плющення, м'яття стебел, їх обрізання під наперед встановлені розміри, штучне зволоження, укладання на стрічку з певними особливостями, обертання і т.п.) в стаціонарних умовах або на краю поля.

10. Зменшується тривалість необхідних зупинок процесів, що визначають продуктивність технологічного комплексу машин.

11. Менше змінюються характеристики і властивості скошеної коноплестебельної маси, якщо це не обумовлено особливими технологічними вимогами. Руйнуються або видозмінюються тільки ті зв'язки між компонентами

врожаю або всередині їх і розділяються або об'єднуються тільки в такій мірі і ті компоненти, які передбачено особливими технологічними вимогами.

12. Менше піддають руйнуванню сформовані сукупності продуктів обмолоту (обчісування) насіннєва частина, коноплестебельна маса.

13. Зменшується об'єм підготовчо-заклучних робіт на посівах, що підлягають збиранню.

14. Зменшуються площі і простір, необхідні для зберігання коноплестебельних матеріалів на полях сівозмін і сховищах.

Економічні чинники:

1. Зменшуються питомі трудовитрати, витрати коштів і енергії на прибирання всього біологічного врожаю і післяжнивних операцій, що проводяться під урожай наступного року.

2. Зменшується кількість обслуговуючого персоналу, який бере участь у збиранні врожаю в задані агротехнічні терміни.

3. Зменшується кількість найменувань технічних засобів у технологічному комплексі машин даної технології.

4. Збільшується додатковий економічний ефект завдяки вирішенню інших, не пов'язаних з прибиранням проблем і використання праці вивільнених від збирання працівників.

5. Створюються кращі умови для підвищення довговічності і надійності машин.

Не приймаючи відмічені чинники вичерпними в контексті завдань їх розроблення, відмітимо, що створити технологію, яка задовольняла б усім вище наведеним чинникам не тільки складно, але, мабуть, і неможливо. Проте створювати нові технології збирання конопель (льону) і не прагнути повному дотриманню наведеним чинникам, означало б свідоме внесення у нові розробки існуючих невідповідностей, які суттєво зменшують перспективи довгого застосування технологій.

Список використаних джерел

1. Sheichenko V., Shevchuk V., Dudnikov I., Koropchenko S., Dnes V., Skoriak Y., Skibchyk V. Devising technologies for harvesting hemp with belt threshers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 1 № 1 (115). P. 67–75. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251126>

2. Sheichenko V., Marynchenko I., Shevchuk V., Zadosnaia, N. Development of technology for the hemp stalks preparation. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations*. 2019. P. 223-232. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_24

3. Duque Schumacher A. G., Pequito S., Pazour J. Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 268. No 122180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122180>

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТИВ

Ященко О. В., Шарлай О. В.

здобувачі ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Однією із найбільш енергоємних процесів при вирощуванні сільськогосподарських культур є основний обробіток ґрунту. В Україні здебільшого використовують відвальну обробку ґрунту, енергоємність якої підвищується через затуплення робочих органів ґрунтообробних агрегатів. Причиною таких процесів є зазвичай абразивне зношування, що є головним фактором, який обмежує технічні характеристики і ресурс машин, механізмів та обладнання.

На абразивне зношування припадає від 50 до 80 % випадків відказів робочих органів машин та іншої сільськогосподарської техніки [1]. Тому при виробництві та відновленні працездатності робочих поверхонь ґрунтообробної техніки пред'являються підвищені вимоги до матеріалу лемішів, плугів, культиваторних лап, дискових борін, а також до методів підвищення зносостійкості та технології виготовлення.

Так як абразивне зношування є основним для ґрунтообробної техніки, то потрібно розуміти механізм даного процесу. Для робочих поверхонь це пов'язано, в основному, з пластичним деформування одних і тих же мікрооб'ємів металу, яке і призводить до відокремлення частинок металу з поверхні робочого органу [2]. Інтенсивність цих процесів залежить від вологості і механічної структури ґрунту, а також від швидкості відносного переміщення робочого органу.

Таким чином, для вибору технологічного процесу відновлення та зміцнення зношених робочих поверхонь ґрунтообробної техніки потрібно знати не тільки кількісні характеристики зносу, але і їх природу та класифікацію видів зношування. Тому подальші дослідження в даному напрямку є досить актуальними та перспективними.

В даний час для опису процесу абразивного зношування існує дві моделі [3], що відрізняються одна від одної характером взаємодії абразивних частинок із поверхнею металу: перша – механохімічне руйнування поверхневого шару (пластична деформування мікрооб'ємів, їх окиснення з подальшим руйнуванням окисних плівок); друга – механічне руйнування поверхневого шару (впровадження абразивних частинок та подальше руйнування без зняття мікростружки).

Механохімічна модель абразивного зношування має такі фази:

- механічний контакт;
- пружно-пластичну деформацію;
- активацію (утворення тонкого шару деформованого металу);

- миттєву пасивацію (взаємодії активованого металу з хімічно активними компонентами ґрунту, утворення вторинних структур);
- руйнування вторинних структур наступним механічним впливом.

Механічна модель процесу абразивного зношування включає: механічний контакт; пружно-пластичну деформацію; впровадження абразивних частинок та руйнування поверхневих шарів без відділення частинок основного металу або зняття мікростружки.

Основний вплив на абразивний знос робочих органів ґрунтообробних машин надає вміст абразиву (кварцового піску) у ґрунті. Якщо величину абразивного зносу на глинистих ґрунтах прийняти за 1,0, то на піщаних вона становитиме 1,5; на суглинках – 1,9; на супіску – 2,3 [3].

Абразив (кварцовий пісок) дряпає або знімає мікростружку з поверхні робочих органів ґрунтообробних машин, але на швидкість зносу впливає і присутня в ґрунті волога, яка має певну кислотність рН. Зі збільшенням вологості ґрунту та фракцій абразиву (0,25–1,00 мм) величина зносу збільшується на 25-50% [3].

Встановлено, що зі збільшенням вологості суглинистих та глинистих ґрунтів значення коефіцієнта тертя ґрунту шліфованої сталі зростає, а після досягнення максимального значення – зменшується.

Збільшення значення коефіцієнта тертя на глинистих та суглинистих ґрунтах зі збільшенням вологості пояснюється зростанням сил міжмолекулярної взаємодії частинок ґрунту зі сталеву поверхню, а зниження після переходу максимуму – появою на поверхні контакту вільної води, яка виконує роль «мастила» [3].

При збільшенні вологості пухких піщаних ґрунтів від гігроскопічної до максимальної капілярності коефіцієнт тертя досягає максимального значення. При подальшому збільшенні вологості коефіцієнт тертя знижується.

При оранні ущільнених ділянок ґрунту, а також ґрунтів, засмічених камінням, тиск на робочу поверхню лемешу плуга збільшується «стрибкоподібно». Це призводить до зростання напруги контакту леза з каменем (ущільненою ділянкою), що викликає відшарування та пластичну деформацію леза в результаті механічних навантажень.

Таким чином, інформація про характер та закономірність зношування робочих поверхонь ґрунтообробної техніки дозволить правильно вибрати і дослідити матеріали, які можуть бути використані для відновлення зношених поверхонь.

Список використаних джерел

1. Dudnikov, A., Gorbenko O., Kelemesh A., Drozhchana O. Improving the technological process of restoring the tillage machine working parts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 2, N 1 (104). P. 72-77. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198962>.
2. Дудніков А.А., Дудніков І.А., Келемеш А.О., Біловод О.І., Дудник В.В., Горбенко О.В. Вплив зміцнення матеріалу деталей машин на їх довговічність.

Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки». Луцьк. 2018. Випуск №61. С.36-39.

3. Сидашенко А.И., Науменко А.А. Теоретические основы технологии ремонта машин. Т.1. Харьков : ХНТУСХ, 2005. 590 с.

Наукове видання

«Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження»

МАТЕРІАЛИ

II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції
02-03 червня 2022 року

Посвідчення в УкрІНТЕІ №119 від 09.02.2022 р.

Затверджено до друку та поширення через мережу Інтернет кафедрою технологій та засобів механізації аграрного виробництва Полтавського державного аграрного університету (протокол № 8 від 09.06.2022 р.)

Редакційна колегія:

ГОРБЕНКО Олександр, к.т.н., доцент, завідувач кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва;

КЕЛЕМЕШ Антон, к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва;

БУРЛАКА Олексій, к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва.

Тексти матеріалів тез подані в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори. Редакційна колегія може не розділяти поглядів деяких авторів на ті чи інші питання, розглянуті на конференції.

При передрукуванні посилання на матеріали конференції є обов'язковим.

Матеріали конференції розміщено на сайті кафедри технологій та засоби механізації аграрного виробництва Полтавського державного аграрного університету (www.pdau.edu.ua) та на сторінці  [@Agroengineering.PSAU](https://www.facebook.com/Agroengineering.PSAU).