

Міністерство освіти і науки України
Полтавський державний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту



МАТЕРІАЛИ

V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції

«Новітні технології в АПК: проблеми та перспективи впровадження»



(реєстрація в УкрІНТЕІ, посвідчення №247 від 24.02.2025 р.)

24 червня 2025 року

Полтава 2025

УДК 631

Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження : матеріали V Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 24 червня 2025 р. Полтава : ПДАУ, 2025. 142с.

Викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень в напрямках розвитку інноваційних та ресурсозберігаючих технологій агропромислового виробництва, сервісної інженерії та інженерного супроводу, машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва, перспективних технологій в сільськогосподарському машинобудуванні, автомобільного транспорту, безпеки виробничих процесів в агроінженерії, сучасних освітніх технологій в підготовці фахівців агропромислового комплексу, післявоєнної відбудови підприємств аграрного та автомобільного сектору технологій в умовах сьогодення.

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

Посвідчення в УкрІНТЕІ №247 від 24.02.2025 р.

Затверджено до друку та поширення через мережу Інтернет кафедрою агроінженерії та автомобільного транспорту Полтавського державного аграрного університету (протокол № __ від «__» _____ 2025 р.)

Редакційна колегія:

ЛЯШЕНКО Сергій, к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

КЕЛЕМЕШ Антон, к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

БУРЛАКА Олексій, к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

ЛАЗОРЕНКО Андрій, асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту.

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, 2025
Кафедра ААТ

З М І С Т

Антонець А.В., Арендаренко В.М., Іванов О.М. ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА ГРАВІТАЦІЙНО-КАСКАДНА УСТАНОВКА КОНТРОЛЬОВАНОГО РУХУ ЗЕРНА ПО ЧОТИРЬОМ ПЕРЕСИПНИМ ПОЛИЦЯМ	7
Арендаренко В.М. БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СУЧАСНИХ ПОСІВНИХ МАШИН	10
Бабич Я.В. СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ JOHN DEERE	11
Білашов Д.Ю., Падалка В.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО РОЗКИДАЧА ДОБРИВ	13
Бойко М.О., Ляшенко С.В. ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ПО СЕРВІСНОМУ ОБСЛУГОВУВАННЮ ТРАКТОРА JOHN DEERE 6110В У ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	15
Бурлака О.А., Келемеш А.О. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА СКРЕБКОВИМ ЕЛЕВАТОРОМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	18
Гончаренко О.О., Лазоренко А.І., Ярошенко Б.М. ПЕРЕДУМОВИ ВИЯВЛЕННЯ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РУХОМИХ ЕЛЕМЕНТІВ СУЧАСНИХ ЄНЕРГОНАСИЧЕНИХ МАШИН, А САМЕ ШЛІЦЬОВИХ ВАЛІВ	21
Гончаренко О.О., Лазоренко А.І. ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ СТРАТЕГІЇ. ІСТОРІЯ ОБСЛУГОВУВАНЬ	23
Горюнов Б.О., Титаренко В.Є. ВПРОВАДЖЕННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ МЕТОДОМ НАПЛАВЛЕННЯ	25
Горюнов Б.О., Титаренко В.Є. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ	27
Горюнов Б.О. ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ІОТ (ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ) ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ НА МАЛИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ	29
Горюнов Б.О. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ	30

ОПАЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ	
Горюнов Б.О. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗРОШЕННЯ	31
Горюнов Б.О. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ТОЧНОГО ПОЛИВУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	32
Горюнов Б.О. ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОСПОДАРСТВ	34
Дорошенко В.С., Дорошенко С.В. СУТНІСТЬ ІННОВАЦІЙ ТА ЇХ РОЛЬ У ВИКОРИСТАННІ ТЕХНІКИ	35
Іванкова О.В., Алфьоров О.О., Дремлюженко О.М. ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	37
Іванкова О.В., Чумак М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПЛАВОЧНИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ	40
Келемеш А.О., Бурлака О. А. ІННОВАЦІЙНІ СКЛАДОВІ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	43
Кушнір Д.В., Ляшенко С.В. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НАЯВНОГО ПАРКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА БАЗІ МЕХЗАГОНУ ПИРЯТИН СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ»	46
Лавренко В.В., Сівцов Ю.В., Зачепило С.В., Лютий Т.Г. ВИКОРИСТАННЯ ПІДЛАПОВИХ РОЗПУШУВАЧІВ ҐРУНТУ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП	48
Лазоренко А.І., Гузема Д.В. СТАН ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ІМПОРТОЗАЛЕЖНОСТІ ТА РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ	50
Лазоренко А.І., Голуб Д.К. СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ: ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я, ДЕМОГРАФІЮ ТА ЖИТТЄВИЙ КОМФОРТ ЛЮДИНИ	51
Лапенко Г.О., Лапенко Т.Г., Конотоп О.В. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПОКРАЩЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІКОЮ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ДИЛЕРСЬКИМИ ФІРМАМИ	53
Лапенко Г.О., Лапенко Т.Г., Павлик Д.Г. ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ІНСТРУМЕНТУ ІЗ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ВІД	55

ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛМАЗНОГО ШАРУ	
Ляшенко С.В. РЕЗУЛЬТАТИ КВАЛІФІКОВАНОЇ КОНСУЛЬТАЦІЇ З ПИТАНЬ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЇХ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА НАУКОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ТЕМУ: «МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК ДЕРЕВ НА ПАЛИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ УМОВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»	58
Ляшенко С.В. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕТОДИКА ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА	61
Ляшенко С.С. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК ДЕРЕВ НА КОМПОСТНИЙ МАТЕРІАЛ	65
Максімов В.В., Ляшенко С.В. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ МАШИН ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА	69
Нестеренко М.С., Падалка В.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БІТЕРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА	72
Опара Н.М. ІНСТИТУТИ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК УКРАЇНИ І ЇХ РОЗВИТОК НА ПІДСТАВІ ESG - КОНЦЕПЦІЇ	74
Петраченко Д.О., Шейченко В.О. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРУШУВАННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	78
Рожко І.І., М'яновський Н.Р. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ	80
Рожко І.І., Олійник І.І. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОДРОНІВ У СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ	86
Русаков М.Р., Ляшенко С.В. АНАЛІЗ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ	92
Сердюк І.О., Ляшенко С.В. ПРОЄКТУВАННЯ НОРМИ ПОЛИВУ І КІЛЬКОСТІ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ПОЛИВІВ НА КУКУРУДЗИ	97
Федін В. О. ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ	100

Хвостенко Д.В., Горбенко О.В. АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИВОДУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ	104
Хвостенко Д.В., Горбенко О.В. ІНТЕГРАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СИСТЕМУ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	107
Чеботарьова В.П., Луценко В.О., Ляшенко С.В. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ОЦІНКА РОБОТИ АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗА ОРГАНІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЖИТА	109
Чижов В.М., Падалка В.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ЗВОЛОЖЕНОГО ЗЕРНА	114
Шейченко В.О., Петраченко Д.О., Шейченко Д.В., Шаповал О.В. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРУШУВАННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ	116
Шульга В.О., Падалка В.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГРАНУЛЯТОРА ОРГАНІЧНОГО МАТЕРІАЛУ	118
Япринець Т.С. ВИКОРИСТАННЯ ГЕЙМІФІКОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	120
Яценко В.Ю., Ляшенко С.В. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ НА ПАЛИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ УМОВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	123
Яценко Ю.В. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА	125
Яценко Ю.В. ВИБІР ТИПУ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ У ВІДДІЛЕННІ СТАВКОВЕ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	129
Яценко Ю.В., Яценко В.Ю. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА, КРАЦІ ПРАКТИКИ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	131

Яценко Ю.В., Ляшенко С.С. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВНОЇ ТРІСКИ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ПОБУТОВИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	134
Яценко Ю.В. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ ЛУЩИЛЬНИХ МАШИН	136



ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА ГРАВІТАЦІЙНО-КАСКАДНА УСТАНОВКА КОНТРОЛЬОВАНОГО РУХУ ЗЕРНА ПО ЧОТИРЬОМ ПЕРЕСИПНИМ ПОЛИЦЯМ

Антонець А.В.

к.пед.н., доцент кафедри будівництва
та професійної освіти, доцент

Арендаренко В.М.

к.т.н., професор кафедри будівництва
та професійної освіти, доцент

Іванов О.М.

к.т.н., доцент кафедри будівництва
та професійної освіти, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

При завантаженні в силос зерно піддається механічним пошкодженням під час свого вільного падіння та ударної взаємодії з елементами силосу. Це обумовлено тим, що зерно набирає швидкість зі збільшенням висоти падіння, що призводить до великих ударних сил. Встановлено, що майже 80 % загальної деформації зерна відбувається на стадії первинного завантаження у силоси [1].

Незважаючи на значну кількість пристроїв для рівномірного та без ударного завантаження силосів зерновим матеріалом проблема завантаження висотних силосних споруд залишається актуальною. Існуючі пристрої не в змозі контролювати і виконувати регулювання швидкості руху зернового матеріалу під час його гравітаційного завантаження. Тому, нагальною проблемою є необхідність розробки завантажувальної гравітаційної каскадної установки, яка забезпечує контроль швидкості руху зерна за рахунок різних кутів нахилу двох розгінних та двох гальмівних полиць.

Для дослідження руху зернового матеріалу по пересипним полицям запропонована принципова схема гравітаційно-каскадної установки для контрольованого завантаження силосів зерном (рис. 1).

Розглянемо рух зерна по пересипним полицям гравітаційно-каскадної установки (рис. 1), що складається з чотирьох пересипних полиць. Дві полиці є розгінними з довжиною l_1 та кутами нахилу α . Дві полиці є гальмівні з довжиною l_2 і кутами нахилу β та γ відповідно. Полиці послідовно чергуються.

Для зменшення травмування зерна необхідно щоб кінцева швидкість зерна в кінці руху по другій гальмівній полиці була однаковою з початковою швидкістю потоку на початку першої розгінної полиці [2], але не менша за неї $V_{\text{поч}} \leq V_{\text{кін}}$. Дана умова забезпечить обережне завантаження зернової маси, а також сприятиме проходженню зерна без його накопичення на ділянках

гальмівних полиць. Дослідження руху зерна по пересипним полицям гравітаційно-каскадної установки виконувалась з використанням закону збереження енергії. Це дало можливість встановити оптимальні кути нахилу розгінних і гальмівних пересипних полиць установки які б забезпечували контрольовану швидкість руху зерна [3].

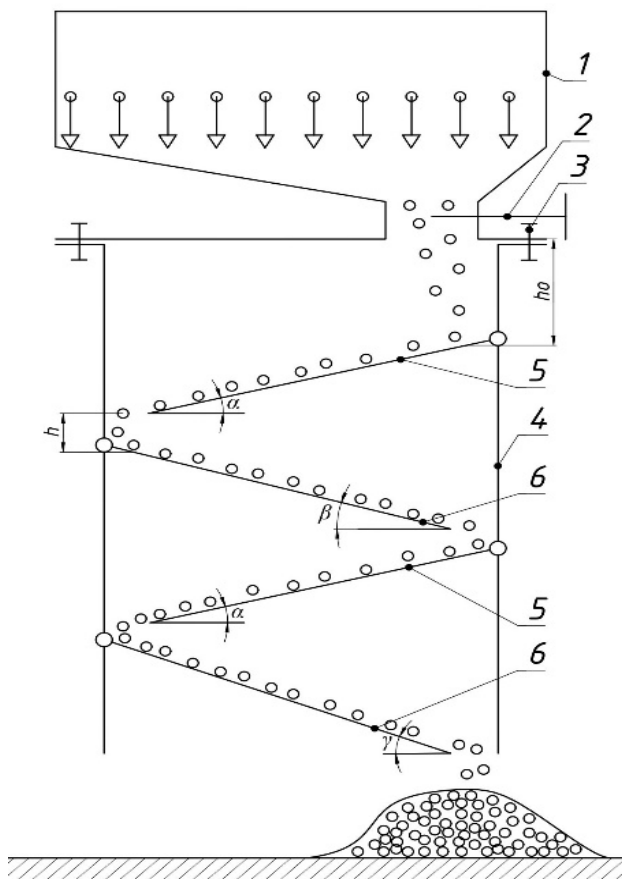


Рис. 1. Гравітаційно-каскадна установка з чотирма пересипними полицями:
1 – бункер; 2 – заслінка; 3 – кріплення; 4 – металевий корпус у вигляді паралелепіпеду; 5 – розгінні полиці; 6 – гальмівні полиці

Отримано аналітичну модель гравітаційного руху зерна по полицям гравітаційно-каскадної установки [3]:

$$\begin{cases} mgh_0 = \frac{mV_0^2}{2}, \\ \frac{mV_0^2}{2} \sin \alpha + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV_{\max}^2}{2}, \\ \left(\frac{mV_{\max}^2}{2} \sin \alpha + mgh \right) \sin \beta + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{2mV_{\max}^2}{9}, \\ \left(\frac{2mV_{\max}^2}{9} \sin \beta + mgh \right) \sin \alpha + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV^2}{2}, \\ \left(\frac{mV^2}{2} \sin \alpha + mgh \right) \sin \beta + mgl_2 \sin \gamma - \mu mgl_2 \cos \gamma = \frac{mV_0^2}{2}. \end{cases}$$

Розв'язавши дану систему рівнянь, маємо математичні залежності, що визначають кути β і γ через заданий кут α [3]:

$$\begin{cases} a = (h_0 + l_1) \sin^2 \alpha - \mu l_1 \sin \alpha \cos \alpha + h + l_2, \\ b = \frac{4}{9} (h_0 \sin \alpha + l_1 \sin \alpha - \mu l_1 \cos \alpha), \\ \beta = 2 \arctg \left(\frac{-a + \sqrt{a^2 + (\mu^2 l_2^2 - b^2)}}{\mu l_2 - b} \right) + 2\pi k, \quad c = l_2, \\ d = h_0 - h \sin \beta - \frac{4}{9} (h_0 + l_1) \sin^3 \alpha \sin^2 \beta + \frac{4}{9} \mu l_1 \cos \alpha \sin^2 \alpha \sin^2 \beta - \\ - (h + l_1) \sin^2 \alpha \sin \beta + \frac{1}{2} \mu l_1 \sin 2\alpha \sin \beta, \\ \gamma = 2 \arctg \left(\frac{-c + \sqrt{c^2 + (\mu^2 l_2^2 - d^2)}}{\mu l_2 - d} \right) + 2\pi k. \end{cases}$$

Представлена модель враховує початкову висоту падіння зерна h_0 на першу розгінну ділянку, висоту падіння зерна h з однієї полиці на іншу, довжини розгінної та гальмівної ділянок l_1 та l_2 , а також коефіцієнт тертя μ між шаром зерна та матеріалом полиць.

Певним обмеженням запропонованої установки є межі кутів нахилу α для розгінних ділянок та кутів β і γ для гальмівних полиць. Дане співвідношення, підбирається таким чином, щоб кут β не був значно меншим за кут природного відкосу ξ зерна, а кут γ меншим за кут α , тобто в межах $20^\circ \leq \beta \leq \gamma \leq \alpha$.

Представлена модель та гравітаційно-каскадна установка, за рахунок знайдених співвідношень кутів розгінних і гальмівних полиць дозволяє вирішити проблему контрольованого руху швидкості зерна для його завантаження у силоси без травмування.

Список використаних джерел

1. Zeng, Ch., Wang, Y. (2019). Compressive behavior of wheat from confined uniaxial compression tests. *International Agrophysics*, 33(3), 347–354 doi: 10.31545/intagr/110809.
2. Arendarenko, V., Antonets, A., Ivanov, O., Dudnikov, I., & Samoylenko, T. (2021). Building an analytical model of the gravitational grain movement in an open screw channel with variable inclination angles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(7 (111)), 100–112. doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235451.
3. Antonets, A., Arendarenko, V., Ivanov, O., Dudnikov, I., & Liashenko, S. (2025). Development of an analytical model of the controlled movement of grain material on the bulk shelves of a loading-gravity-cascade unit. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(1(83)), 13–19. doi.org/10.15587/2706-5448.2025.330574

БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СУЧАСНИХ ПОСІВНИХ МАШИН

Арендаренко В.М.,

к.т.н., професор кафедри будівництва
та професійної освіти, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Техніко-біологічні системи посіву зернових і зернобобових культур відносяться до складних утворень. Такі системи можна поділити на п'ять взаємопов'язаних підсистем. Виділимо ці підсистеми: посівний матеріал – технологічна ємність; посівний матеріал – дозуючий пристрій; посівний матеріал – транспортний пристрій; посівний матеріал – зароблюючі пристрої – ґрунтовий субстрат; посівний матеріал – активатори проростання - технічні пристрої – ґрунт. З аналізу цих підсистем видно те, що всі елементи живої природи входять в техніко-біологічну систему посіву.

Розглядаючи життєдіяльність насіння зернових і зернобобових культур у стані екологічного спокою і в період їх інтенсивного розвитку приходимо до такого висновку. Нормальне життя насіння з моменту повної фізіологічної стиглості і до його загибелі супроводжується реалізацією його внутрішньої енергії U_n . Відомо, що ця енергія в насінні накопичується у вигляді деякого запасу поживних речовин [1].

На сучасних елеваторах, при дотриманні оптимальних умов зберігання посівний матеріал знаходиться в стані екологічного спокою. Але він постійно взаємодіє з навколишнім середовищем, внаслідок чого відбувається незначне виділення теплоти. Це фізичне явище призводить до зниження біоенергетичного потенціалу посівного матеріалу на величину витрат внутрішньої енергії E_o .

Після посіву зернівки посівного матеріалу інтенсивно поглинають із ґрунту певну кількість вологи. При цьому відбувається витрати деякої кількості внутрішньої енергії E_b , яка переводє посіяне насіння із стаціонарного стану в нестаціонарний. Дане перетворення відбувається внаслідок активізації ферментних складових насіння з підсиленням гідролітичних процесів.

Проростання насіння в ґрунті, дає нам підставу представити ґрунтово - насінневу зернівку як відкриту термодинамічну систему, в котрій відбувається обмін енергії і речовини з навколишнім середовищем. Використавши до даної системи положення закону про збереження і перетворення енергії, запишемо рівняння біоенергетичного балансу процесу проростання:

$$(U_n - E_o - E_b) + E_a - E_n, \quad (1)$$

де U_n – внутрішня енергія насіння, Дж; E_o – витрата внутрішньої енергії в період екологічного спокою насіння, Дж; E_b – витрата внутрішньої енергії на поглинання доступної вологи, Дж; E_a – енергія витрачена на активацію, Дж; E_n – енергія, що іде на проростання, Дж.

Аналіз рівняння (1) дає можливість сформулювати необхідні умови для

ефективного проростання насіння. Кількість внутрішньої енергії повинна бути більшою або рівною загальній кількості затрат внутрішній енергії насіння для його росту.

З отриманого рівняння біоенергетичного балансу процесу проростання можна закласти методологічну основу біоенергетичного підходу до проектування технологічного процесу посівних машин, та вибрати раціональну схему самої машини. Для практичного використання рекомендуються наступні етапи проектування (синтезу): формування функціональних призначень технологічних процесів посівних машин; формування обмежень, які впливають із запропонованої концепції системного проектування; синтез біотехнологічних підсистем посівної машини; синтез схеми посівної машини; розробка рекомендацій про функціонування посівних машин в польових умовах. Таким чином, проектування технологічних процесів посівних машин на основі концепції системного біоенергетичного підходу про діалектичний взаємозв'язок живих організмів і посівних машин дає можливість значно скоротити терміни і засоби на її створення.

Висновок. У відповідності з техніко-біологічною системою посіву зернових і зернобобових культур, можна розрахувати основні кінематичні та динамічні параметри за допомогою яких можна виготовити реальну конструкцію посівної машини.

Список використаних джерел

1. Адаптивні системи землеробства: підручник. / За ред. Гудзя В.П. (Гудзь В.П., Шувар І.А., Юник А.В. та ін..) – К.: «Центр учбової літератури», 2014. – 336 с.

СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ JOHN DEERE

Бабич Я.В.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Цифровізація сільського господарства є глобальною тенденцією, яка охоплює всі етапи агровиробничого циклу — від підготовки ґрунту до збору врожаю. Компанія John Deere, як один із світових лідерів у виробництві сільськогосподарської техніки, активно розробляє та впроваджує цифрові рішення, що дозволяють аграріям використовувати ресурси раціональніше, знижувати витрати та підвищувати врожайність.

Важливу роль на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу відіграє спеціалізоване програмне забезпечення для сільського господарства,

однак водночас актуальним залишається питання якісної підготовки операторів до його ефективного використання. В зв'язку з цим компанія John Deere паралельно з іншими виробниками активно реалізовує свої технічні розробки для більш точного та продуктивного використання власної техніки.

Щодо ключових складових, які першочергово опановують оператори техніки можемо виділити такі:

1. Виробничі симулятори реальної роботи на техніці John Deere.

Завдяки ергономічному розрахунку органів керування в кабіні оператора з'явилась можливість відобразити всі елементи керування аналогічно в програмному забезпеченні, яке доступне на офіційному сайті компанії John Deere, де в цифровому вигляді представлений симулятор дисплею зі всіма функціями реального трактора, комбайна чи іншої самохідної техніки. Завдяки чому будь хто за короткий термін зможе опанувати всі технічні аспекти управління обраним зразком техніки John Deere.

2. Діагностика та контроль у дистанційному режимі.

Моніторинг всіх систем та вузлів в реальному часі через додаток в телефоні або комп'ютері. Збір телеметричних даних: оберти двигуна, витрата пального, температура, рівень технічних рідин, готовність до роботи, продуктивність, відстеження геопозиції та контроль діагностичних кодів що дає змогу проводити діагностику в реальному часі та регламентувати роботу кожної одиниці техніки не зупиняючи процес роботи тим самим підвищуючи ефективність використання машинно-тракторного парку.

3. Підключення до хмарових баз даних та послуг John Deere Operations Center.

Картографування полів, аналіз виконаних робіт та планування наступних з подальшим звітом щодо кожного поля та кожної технологічної операції, аналіз стану машин, планування періодичного обслуговування згідно регламенту заводу-виробника. Актуальним є також можливість керувати таймінгом робіт, зважаючи на реалії українських аграріїв щодо обмежень роботи в комендантську годину або під час повітряних тривог, які зумовлюють перешкоди в роботі навігаційних систем техніки. Крім цього підтримується постійний зворотній зв'язок через додаток із компанією John Deere для швидкого обміну актуальною інформацією що теж оптимізує безперервний процес використання техніки, так як дилер або сервісна служба віддалено можуть побачити те саме, що й оператор в кабіні.

Так, дистанційна діагностика техніки John Deere економить час, зменшує простої техніки та забезпечує високий рівень сервісу навіть у віддалених районах.

Про переваги використання програмного забезпечення: програмні рішення сучасного типу розширюють освітні можливості, скорочують період адаптації операторів до нової техніки, знижують чинник людської помилки та сприяють сталому технологічному розвитку господарств.

Отже, впровадження спеціалізованого програмного забезпечення для підготовки кадрів до роботи з технікою John Deere є невід'ємною складовою

ефективного технічного менеджменту та високої продуктивності аграрних об'єктів.

Список використаних джерел:

1. John Deere. URL: <https://www.deere.ua/>
2. John Deere. Display and CommandARM™ Simulator. URL: <https://displaysimulator.deere.com/>
3. Курсов С.В. Особливості застосування віртуальних симуляторів у підготовці операторів сільськогосподарської техніки // Техніка і технології АПК. – 2022. – №4. – С. 53–57.
4. Hrushetskyi S., & Linnik, A. (2025). Design features of the largest and most powerful modern tractors of foreign agricultural production. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 4(2), 84–100.
5. Плахотнік О.В. Цифрові технології в аграрному секторі. – Харків: УААН, 2021. – 192 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО РОЗКИДАЧА ДОБРИВ

Білашов Д.Ю.

бакалавр 208 Агроінженерія

Падалка В.В.

к.т.н., доцент кафедра агроінженерії та АТ

Полтавський державний аграрний університет

м.Полтава, Україна

Родючість ґрунтів залежить насамперед від обсягів внесення органічних та мінеральних добрив. Високі ціни на добрива не дозволяють сільгоспвиробникам придбати достатню кількість мінеральних добрив. Тому питання раціонального застосування органічних добрив, обсяги яких у зв'язку зі спеціалізацією та концентрацією тваринництва зростають, заслуговують на більшу увагу. Операції з приготування та внесення органічних добрив енергоємні та потребують значних витрат часу та матеріальних ресурсів. Раціональне використання технічних засобів при приготуванні, транспортуванні та розподілі органічних добрив є важливим народногосподарським завданням. Їхня доставка на поля здійснюється автомобільним та тракторним транспортом, а внесення тракторними транспортно-розподільчими агрегатами. В даний час спостерігається тенденція до збільшення вантажопідйомності розкидачів, застосування енергонасичених тракторів.

Специфіка роботи напівпричепів-розкидачів - зміна маси агрегату в процесі спорожнення кузова, що веде до зміни сил, що діють на ходовий апарат трактора та розкидачу, що зумовлюють зміну буксування двигунів моторів і годинної витрати палива двигуна.

Одним із напрямів підвищення ефективності застосування напівпричепів-

розкидачів органічних добрив є забезпечення з їхнього боку стабілізації довантаження причіпного пристрою трактора.

Ефективне використання колісних тракторів та сільгоспмашин, реалізація закладених у них можливостей визначаються параметрами ходової системи, наприклад, характеристиками рушіїв. Основна проблема, що виникає, в процесі експлуатації тракторного транспортного агрегату (ТТА) - це підвищена ущільнююча і руйнівна дія на ґрунт через надмірний тиск і пробуксовування. Встановлено, що при виконанні польових робіт ТТА ходові системи негативно впливають на ґрунт. Внаслідок негативного шкідливого впливу ходових систем на ґрунт спостерігаються такі явища:

- скорочення середньої врожайності сільськогосподарських культур на 15–25%;

- внаслідок роботи ТТА на полі площею 1 га утворюється від 14 до 15 т пилу;

- збільшення питомої ваги ґрунту в 1,5-1,8 рази, веде до зростання витрат коштів на її розуцільнення, обробку, збільшення витрати палива в межах 18%.[1].

З метою запобігання негативному впливу рушіїв на ґрунт та його наслідки застосовується комплекс заходів щодо вдосконалення машинно - тракторних агрегатів та систем обробки ґрунту.

Комплекс включає три напрямки:

1. Технологічне, полягає в раціоналізації маршрутів рушіїв машин, зменшенні числа проходів, використання ефективних широкозахватних та комбінованих агрегатів, мінімізації обробки ґрунту, спорудженні постійних смуг для проїзду техніки, використанні перевантажувальної технології та ін.

2. Агрономічне, полягає у внесенні органічних добрив з метою протистояння навантаженням, що ущільнюють і зсувають, у дотриманні якісних показників при обробці ґрунту, впровадження операцій розуцільнення.

3. Конструкторське, воно полягає у вдосконаленні застосовуваної техніки насамперед їх рушіїв з метою зниження або повного усунення шкідливого впливу на ґрунт. У разі неможливості використання перших двох методів, цей напрямок залишається безальтернативним у питанні захисту ґрунту від переущільнення.

В даний час найперспективнішими методами підвищення тягово-зчіпних властивостей трактора є методи, які дозволяють коригувати його зчіпну масу.

Збільшення зчіпної маси підвищує, з одного боку, силу тяги, з другого - зростання витрати енергії на переміщення баласту, що є позитивним моментом.

У разі розвороту тягача на більший кут, у вузлах балансірної підвіски виникають дуже великі бічні навантаження, що веде до інтенсивного зносу шин балансірної підвіски і необхідності посилення металоконструкції даного вузла. Для того щоб зберегти високу керованість транспортного засобу та усунути зазначені недоліки, передня вісь балансірної підвіски виконана з можливістю її автоматичного підйому при розвороті тягача на більший кут.

Однак цей транспортний засіб не може забезпечувати керування зусиллям,

що довантажуює, а дозволяє лише підвищити довговічність і надійність роботи балансиру підвіски напівпричепа при повороті тягача на заданий кут.

Запропоновано розкидач органічних добрив, що дозволяє знизити витрати енергії при внесенні органічних добрив та підвищити надійність шляхом конфігурації довантажуючого тиску на причіпний пристрій трактора.

Список використаних джерел:

1. Попович П. Моделювання експлуатаційної навантаженості несучих систем розкидачів добрив типу ПРТ – 10 / Попович П., Сташків М.Я., Довбуш Т. // Вісник ХНТУСГ.– Харків, 2014. – Вип. № 151.– С. 367 - 372.

2.Рибак Т. Оцінка несучої здатності і залишкової довговічності мобільних с/г машин / Т. Рибак, П.Попович // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2008.– Вип. № 69. –С. 18 - 23.

3.Рибак Т. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК / Рибак Т. Попович П. Сташків М. // Загальнодержавний міжвідомчий науково - технічний збірник «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин».– Кіровоград, 2009. –Вип. № 39. – С. 40 – 47.

ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ПО СЕРВІСНОМУ ОБСЛУГОВУВАННЮ ТРАКТОРА JOHN DEERE 6110В У ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Бойко М.О.

здобувач вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту
*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

У ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області основні польові роботи виконуються тракторами. А саме: весняно-польові роботи закриття вологи; культивування; сівба; догляд за рослинами; збирання урожаю, післязбиральний обробіток ґрунту та ін.

Усі вище перераховані роботи виконує трактор John Deere 6110В. Трактор має кабіну з чудовим оглядом, обігрівачем та кондиціонером. Оснащений двигуном PowerTech з паливною рампою високого тиску. Містить Пакет для запуску в холодну пору року (див рис. 1.).

Технічні характеристики трактора John Deere 6110В представлені у таблиці 1.



Рисунок 1. – Фото трактор John Deere 6110В.

Таблиця 1. – Технічні характеристики трактора John Deere 6110В

John Deere 6110В	Робоча вага – 2100 кг
Робочий об'єм двигуна – 4,5 л	Запас крутного моменту – 29 %
Система впорскування Common Rail	Витрати при номінальній швидкості –60 л/хв
Селективно-контрольні клапани 3 задніх	Трьох точкова задня навіска, категорія II
Вантажопідйомність – 5400 кг	Тип зчеплення у масляній ванні
Вага трактора (без баластів) – 4970 кг	Паливний бак – 220 л
Швидкість – 2,5 - 40 км/год	Діапазон постійної потужності 1600-2200 об/хв
Гідравлічна система відкритий центр / постійний потік	Задній ВВП 6/21 шліц, 540/1000 об/хв
Трансмісія Powr Reverser 24F/12R	Двигун JD PowerTech E
Максимальна потужність (97/68ЕС)114 к.с. (84 кВт)	Номінальна потужність (97/68ЕС)110 к.с. (81 кВт)
Макс. крутний момент (при 1600 об/хв.)452 Нм	Габарити (ширина x висота x довжина) 2210 x 2810 x 4830 мм

Планово-запобіжна система сервісного обслуговування передбачає обов'язкове технічне обслуговування трактора John Deere 6110В після виконання певного обсягу робіт. [1, 2]

Складання річного плану сервісного обслуговування трактора John Deere 6110В включає визначення кількості і календарних строків проведення періодичних сервісних обслуговувань, розрахунок затрат праці і коштів на їх проведення.

Періодичність для трактора John Deere 6110В, відповідно 100 мотогодин, 250 мотогодин; 500 мотогодин; 750 мотогодин; 1000 мотогодин; 1250 мотогодин; 1500 мотогодин; 1750 – мотогодин; 2000 мотогодин; 2250 мотогодин; 2500 –мотогодин; 2750 – мотогодин; 3000 – мотогодин; 3250 –

мотогодин; 3500 – мотогодин; 3750 – мотогодин; 4000 – мотогодин; 4250 – мотогодин; 4500 – мотогодин; 4750 – мотогодин; 5000 – мотогодин; наробітку.[3].

Висновок.

1. Розроблена система планування технічного обслуговування трактора John Deere 6110В на підприємстві «Агроекологія» забезпечує чітке дотримання регламентних інтервалів і видів робіт, що сприяє своєчасному виявленню та усуненню потенційних несправностей.

2. Впровадження електронного журналу обліку технічного стану дозволяє оптимізувати запаси витратних матеріалів та запасних частин, зменшити простої техніки та раціоналізувати витрати на ПММ.

3. Аналіз експлуатаційного навантаження трактора показав, що планові огляди доцільно проводити з урахуванням сезонних операцій (обробіток ґрунту, посівні та збиральні роботи), що забезпечує максимально ефективне використання ресурсів машинно-тракторного парку.

4. Своєчасна діагностика базових вузлів і агрегатів (двигун, трансмісія, гідросистема) за допомогою стандартних та інструментальних методів контролю запобігає розвитку зношування, скорочує витрати на капітальний ремонт та продовжує термін служби машини.

5. Періодичне навчання персоналу з обслуговування трактора John Deere 6110В за внутрішніми інструкціями та рекомендаціями заводу-виробника покращує якість виконання регламентних робіт і знижує ризик помилок під час технічного обслуговування.

6. Створення та підтримка системи мотивації технічного персоналу за показниками своєчасності та якості виконання регламентних операцій сприяє підвищенню відповідальності й оперативності обслуговування трактора.

7. Запропонована програма планово-попереджувального ремонту із чітким графіком робіт і ресурсним забезпеченням дозволяє знизити середні годинні витрати на обслуговування трактора на 15–20 % та підвищити загальну продуктивність машинно-тракторного парку підприємства.

Список використаних джерел:

1. Маркович С.І. Системи сервісу аграрної техніки. Навчальний посібник для здобувачів освіти вищих навчальних закладів з спеціальності 208 «Агроінженерія, (Технічний сервіс сільськогосподарської техніки)» / Укл. Маркович С.І., Бевз О.В., М.В. Красота - Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – 262 с.

2. Законодавство України: Про затвердження Правил надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів / [Електронний ресурс]. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1609-14>. р.

3. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ <https://salo.li/D85C846>.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА СКРЕБКОВИМ ЕЛЕВАТОРОМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Бурлака О. А.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

Келемеш А. О.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

В молотильно-сепарувальних системах сучасних зернозбиральних комбайнів для транспортування зерна та дрібного вороху досить широко використовують скребкові елеватори. Значний тривалий термін використання таких транспортних систем в конструкціях зернозбиральних та зерноочисних машин дає можливість визначати як переваги, так і основні недоліки щодо якості транспортування зерна [1, 2].

Відомими перевагами стали: відносна простота та надійність конструкції, вартість виробництва, термін використання та можливість транспортувати весь спектр сільськогосподарських культур, що збираються сучасними зернозбиральними комбайнами [4].

Але при цьому досліджувані скребкові елеватори характеризуються і наступними суттєвими недоліками: наявність прямого, особливо при частковому зносі скребків та зворотного сипу зерна сільськогосподарських культур, наявність частини механічно та компресійно пошкодженого зерна деталями елеватора; один номінальний режим роботи, що не враховує ступінь завантаження молотильно-сепарувальної системи комбайна по зерну – співвідношення маси зерна до листостебельної маси яка збирається з поля.

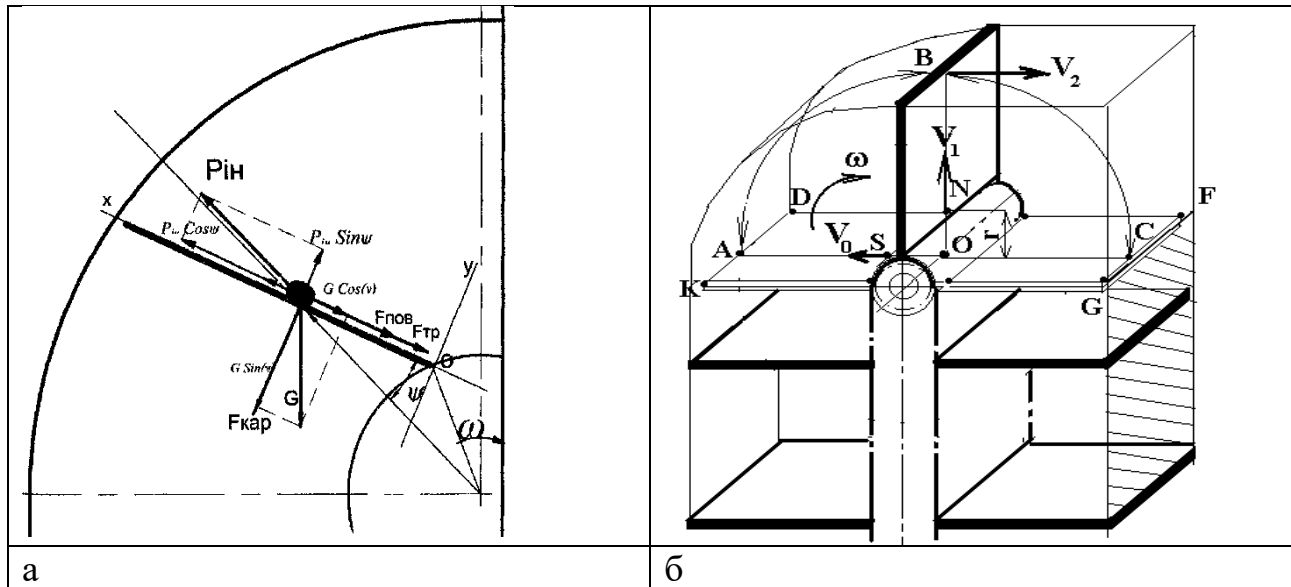
Так, наприклад, за практичним досвідом використання вітчизняного зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич», можливо зазначити, що за умови збирання чистих від бур'янів високоврожайних сільськогосподарських культур продуктивність роботи елеватора є номінальною досягає 5 кг/с.

Але, якщо зернозбиральний комбайн здійснює обмолот низьковрожайних по зерну сільськогосподарських культур, то ступінь завантаження скребкового елеватора не перевищує в середньому – 0,15...0,35 кг/с., відповідно режим роботи такого елеватора відбувається з підвищеними енергетичними витратами та пришвидшеним зносом робочих органів.

Низка наукових досліджень щодо обраної тематики висвітлена у працях таких видатних вчених як Погорілий Л. В., Сакун В. А., Листопад Г. Е., та ін. [1, 3]. Але подальші дослідження з даної тематики залишаються актуальними, особливо з урахуванням основних концепцій впровадження в сільськогосподарське виробництво систем точного землеробства. З останнього зазначаємо, що саме в системах точного землеробства широко застосовується концепція автоматичної зміни технологічних режимів роботи

сільськогосподарських машин в залежності від умов виконання операційних механізованих технологій.

Теоретично рух зерна по скребку елеватора зернозбирального комбайна у верхній частині при здійсненні відцентрового розвантаження можливо описати диференціальними рівняннями. При цьому необхідно враховувати початкові умови такого руху (рис.1а).



На зернину діють сили: $G = mg$ – вага зерна; N – нормальна реакція поверхні; $F = kN$ – сила тертя зернини по гумовій поверхні скребка; $P_{ин} = mr^2$ – відцентрова сила інерції; $F_{нов} = kmv$ – сила опору повітря; $F_{кар} = 2mv$ – сила Коріоліса.

Додатний напрямок руху – рух зерна вгору по скребку під дією сили інерції. Диференціальне рівняння руху у векторній формі має вигляд [3]:

$$m(d^2xdt^2) = P_{ин} + G + F_{кар} + F_{tp} + F_{mv} + F_{нов}, \quad (1)$$

Рис.1 – Розрахункові схеми щодо здійснення руху зерна у скребковому елеваторі з відцентровим типом розвантаження: а – схема сил, б – схема напрямків руху. Джерело: удосконалено авторам як продовження власних досліджень з [3].

або:

$$m(d^2xdt^2) = m^2x - km dxdt - 2fm dxdt - [mg \cos(-t) + fmg \sin(-t)], \quad (2)$$

Загальний розв'язок диференційного рівняння можливо записати у вигляді:

$$X_{заг} = C_1 e^{t_1} + C_2 e^{t_2} + A_1 \cos(\xi - t) + B_1 \sin(\xi - t). \quad (3)$$

Для винайдення розрахункових коефіцієнтів C_1 та C_2 використаємо початкові умови:

$$C_1 = \frac{((k + 2f\omega) / 2 + (\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2} / 2))(-B_1 \sin \xi - A_1 \cos \xi + r)}{-\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2}} + \frac{+A_1\omega \sin \xi + B_1\omega \cos \xi}{-\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2}}$$

$$C_2 = \frac{((k + 2f\omega) / 2 - (\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2} / 2))(-B_1 \sin \xi - A_1 \cos \xi + r)}{-\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2}} - \frac{-A_1\omega \sin \xi + B_1\omega \cos \xi}{-\sqrt{(k + 2f\omega)^2 + 4\omega^2}}$$

$$\text{де } \xi = \psi + \gamma, \quad \operatorname{tg} = \frac{\sin}{\cos} = \frac{1}{f}, \quad \text{тобто } = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{f}\right).$$

Для зернового скребкового елеватора зернозбирального комбайна КЗС–9-1 «Славутич» рішення рівняння запишеться у вигляді:

$$X_{\text{заг}} = (0,01008\dots 0,01149)e^{(27,53\dots 22,81)t} + (0,0123\dots 0,01336)e^{-(49,866\dots 60,09)t} - \\ - (0,001\dots 0,0016)\cos((2,588\dots 2,416) - 37,07t) + \\ + (0,0034\dots 0,00318)\sin((2,588\dots 2,416) - 37,07t). \quad (4)$$

Умова відцентрового розвантаження зерна в повному обсязі буде виконана, якщо зернина (рис.1б), яка в момент часу, коли скребок досягає сектора розвантаження, перебуває біля його основи – точки О, встигне пройти відстань до точки В за час переміщення скребка в секторі ВОС.

Час проходження скребком сектору ВОС можливо визначити через кутову швидкість привідного валу ланцюгової зірочки елеватора ($\omega = 37,07 \text{ с}^{-1}$) та з урахуванням конструкції верхньої частини. Так, наприклад, сектор розвантаження скребкового елеватора зернозбирального комбайна у КЗС-9-1 «Славутич» складає 115° , відповідно розрахований нами час проходження скребком зони відцентрового розвантаження відповідно - 0,05 с.

За результатами теоретичних розрахунків нами визначено, що умови відцентрового розвантаження буде виконано при зміні швидкості транспортування в межах $260\dots 360 \text{ хв}^{-1}$.

Тобто в такому випадку для забезпечення можливості зміни швидкості транспортування зерна скребковим елеваторам зернозбирального комбайна доцільно електричний привід з комп'ютерним управлінням.

Отже, подальше удосконалення якості транспортування зерна скребковими елеваторами зернозбиральних комбайнів з відцентровим типом розвантаження можливо здійснювати шляхом упровадження електричного приводу транспортного ланцюга зі скребками. Такий привід має містити комп'ютерне регулювання швидкості транспортування зерна, що здійснюється автоматично, в залежності від умов збирання врожаю.

Список використаних джерел:

1. Артёмов М. П. та ін. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України. Частина 2. : монографія. Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2022. 192 с.
2. Погорілий Л., Івасюк В., Соломаха О. До практичної реалізації моніторингу ґрунтів у системі точного землеробства. *Техніка АПК*. 2002. № 10-11. С. 8–9.
3. Бурлака О. А., Яхін С. В. Теоретичні аспекти процесу відцентрового розвантаження зерна у елеваторі зернозбирального комбайну. *Вісник Полтавської державної академії*. 2017. № 1–2 (84–85). С. 139–143.
4. Burlaka, O., Yakhin, S., Padalka, V., Burlaka, A. (2021). 100 ton za hodynu, a shcho dali? Porivniuiemo ta analizuiemo kharakterystyky flahmanskykh modelei vysokoproduktyvnykh zernozbyralnykh kombainiv. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 274-288. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34>.

ПЕРЕДУМОВИ ВИЯВЛЕННЯ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РУХОМИХ ЕЛЕМЕНТІВ СУЧАСНИХ ЄНЕРГОНАСИЧЕНИХ МАШИН, А САМЕ ШЛІЦОВИХ ВАЛІВ.

Гончаренко О.О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Лазоренко А.І.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

Ярошенко Б.М.

аспірант,

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Актуальність теми. Працездатність сільськогосподарської техніки визначається довговічністю і надійністю деталей в експлуатації. істотно продовжити життєвий цикл експлуатації машин, головним чином, можливо за рахунок застосування якісних деталей, виготовлених за передовими технологіями, у тому числі з ефективних матеріалів, а також проведенням їх реновації не тільки з відновленням геометричних розмірів, але і використанням зміцнювальних обробок[1].

Сільськогосподарське виробництво є однією з найважливіших галузей народного господарства, що забезпечує підвищення матеріального рівня життя народу та розвиток промисловості.

Безперервно зростають капіталовкладення у сільськогосподарське машинобудування. Скорочення термінів виконання трудомістких операцій, зростаючі агротехнічні вимоги, збільшення номенклатури машин і знарядь, що агрегатуються, викликають необхідність постійного вдосконалення основних енергетичних засобів сільськогосподарського виробництва. Збільшення

випуску сільськогосподарських машин передбачає постійне підвищення якості.

Зростання продуктивності праці в сільськогосподарському виробництві нерозривно пов'язані з інтенсивним збільшенням енергонасиченості машин, що використовуються у сільському господарстві. Потужність двигунів сягає 400 кВт.

Зі зростанням енергонасиченості та швидкостей, підвищується напруженість роботи машин, їх систем та агрегатів, тому конструкторські та технологічні розробки мають бути спрямовані на підвищення їх надійності. При цьому термін служби двигунів і трансмісій має збільшитись у 1,6—1,7 раза, ходових систем у 1,6 раза. Таких результатів можна досягти шляхом застосування нових матеріалів, поліпшення робочих процесів, вдосконалення конструкцій, використання прогресивних технологічних методів ремонту та відновлення деталей. Завдяки цим заходам питома металомісткість двигунів може зменшитися до 20%, а машин загалом на 10%.

Головною причиною втрати працездатності деталей сільськогосподарських машин є зношення. Відкази із-за зношення в сучасних машинах становлять 80...90% від загальної кількості відмов. Особливо велика частина в цих відмовах деталей, які відповідають за надійну роботу важливих вузлів і машин, таких як: двигун, коробка змінних передач та ін. Це перш за все тіла обертання і деталі зніс котрих призводить до виходу з ладу усієї машини або частини агрегату[2].

Одним із головних напрямків збереження працездатності деталей машин і агрегатів є нанесення зміцнюючих матеріалів на їх поверхню в процесі відновлення. В цьому плані особливий інтерес викликає технологічний процес відновлення за допомогою наплавлених робіт. Нанесення шару гетерогенної структури, являється найбільш ідеальним для роботи в умовах великих навантажень [3].

Виходячи з аналізу апріорної інформації, сформульовано мету та завдання досліджень.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести статистичний аналіз причин та характеру відмов шліцевих валів в експлуатації;
- розробити комплексну методику оцінки якості шліцевих валів, що відновлюються;
- розробити та обґрунтувати метод відновлення шліцевих валів, що забезпечує мінімізацію напруги при обробці;
- для вибору ефективного методу відновлення провести порівняльні теоретичні та експериментальні дослідження з оцінки деформацій та напружень, що формуються за різних способів відновлення шліцевих валів;
- обґрунтувати ефективні параметри технологічного процесу відновлення шліцевих валів.

Список використаних джерел

1. Skoblo, T. S., Sidashenko, A. I., Romanyuk, S. P., Goncharenko, A. A., Omel'chenko, L. V., & Bantkovskii, V. A. (2020). Specific Features of Structure Formation in the Course of Modification of the Coatings on Products Made of Dispersion-Hardened Steels. *Materials Science*, 55(6).
2. Сідашенко, О. І., Тіхонов, О. В., Скобло, Т. С., Мартиненко, О. Д., Гончаренко, О. О., Сайчук, О. В., ... & Маніло, В. Л. (2018). Практикум з ремонту машин. Том 2. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин.
3. Тіхонов, О., Рибалко, І., Гончаренко, О., & Івченко, Р. (2024). Розробка технології відновлення хвостової частини корпусу різця дорожньої фрези. *Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини*, (103), 64-70.

ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ СТРАТЕГІЇ. ІСТОРІЯ ОБСЛУГОВУВАНЬ

Гончаренко О.О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Лазоренко А.І.

Асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Загальне обслуговування автомобіля складається з трьох основних компонентів. Ці частини збирають інформацію від замовника, діагностичний процес на основ стратегії та документують ремонт. Хід загального обслуговування можна розподілити на такі пункти:

1. Початковий збір інформації часто завершується консультантом з обслуговування (консультантом) має містити детальну інформацію про занепокоєння клієнта та відповідну історію.

2. Перевірка занепокоєння клієнта розпочинає процес діагностики на основі стратегії. Техніки виконують цей крок, щоб переконатися, що проблема існує, і що їхній ремонт її усунув.

3. Дослідження можливої причини надасть список можливих несправностей. Технік розширить цей список у міру продовження тестування.

4. Тестування зосередиться на переліку можливих варіантів. Техніки почнуть із широких, простих тестів, які охоплюють всю систему або групу компонентів. Тестування поступово стане більш вузько спрямованим, оскільки воно точно визначить причину.

5. Ремонт буде виконуватися з використанням запропонованих інструментів та рекомендованих процедур. Це робиться для того, щоб забезпечити надійний ремонт та дотримання вимог виробника.

6. Ремонт завжди має бути перевірений. Це підтверджує, що технік точно

та повністю виконав діагностику.

Ремонт має бути задокументований. Технічний персонал зобов'язаний виконувати цей крок на протязі всього періоду ремонту. Коли зауваження клієнта зафіксовано, тести зафіксовано, і остаточна процедура ремонту зафіксована, ремонт вважається задокументованим. [1-3]

Історія обслуговування – це повний перелік усіх робіт з обслуговування та ремонту, виконаних на транспортному засобі. Історію планового обслуговування можна записати в сервісній книжці або посібнику користувача, який зберігається в відповідному місті автомобіля. Історія обслуговування може надати цінну інформацію технікам, які проводять ремонт. Вона також може надати потенційним новим власникам вживаних автомобілів уявлення про те, наскільки добре обслуговувався автомобіль. Автомобіль з регулярною історією обслуговування є гарним показником того, що всі системи автомобіля мали відповіде обслуговування, і вартість автомобіля може бути вищою, під час перепродажу, в порівнянні з іншими автомобілями такого модельного ряду.

Більшість виробників зберігають всю історію обслуговування, виконаного в їхніх дилерських центрах (на основі VIN -коду), на корпоративному сервері, доступному з будь-якого персонального комп'ютера з їхніх дилерських центрів. Вони також використовують цю історію обслуговування автомобіля під час оцінки гарантійних претензій. Автомобіль, який не має повної історії обслуговування, може не мати права на гарантійні претензії. Незалежні майстерні зазвичай ведуть записи про виконані ними ремонти. Однак, якщо автомобіль ремонтується в кількох майстернях, історію ремонту набагато складніше відстежувати, і, знову ж таки, це може призвести до відмови в гарантійних претензіях. [2-3]

Історія обслуговування автомобіля може бути дуже цінною для техніка.

Зазвичай цю історію отримують із записів обслуговування, що зберігаються в майстерні, дилерській мережі, виробника оригінального обладнання (ОЕМ) або центрі після продажного обслуговування. Ця інформація часто містить перелік виконаних послуг на автомобілі, а також дату та пробіг, коли вони були виконані. Не всі історії обслуговування містять однакову інформацію. Деякі історії можуть містити лише інформацію про ремонт, а інші включають усі звернення клієнта та виконані завдання з технічного обслуговування.

Ця інформація може бути дуже корисною під час діагностики проблеми. Історія обслуговування може допомогти технікам діагностувати автомобіль, а також може бути використана для запобігання дорогому дублюванню ремонту.

Історію обслуговування також можна використовувати для керівництва ремонтом. Записи з історії обслуговування автомобіля можуть свідчити про те, що клієнт нещодавно був на обслуговуванні, а тепер повернувся з новою проблемою.

Ця надто поширена ситуація зазвичай виявляється спричиненою помилкою під час попереднього обслуговування. Під час роботи з автомобілем, який повернувся після нещодавнього ремонту, роботу попереднього техника (ким би

він не був) слід ретельно перевірити.

Історія обслуговування також може показувати, що клієнт повертається з тією ж проблемою через несправність компонента. Історія може вказувати, коли компонент було встановлено, допомагати клієнту відремонтувати свій автомобіль та допомагати майстерні отримати оплату за гарантією на компонент. Автомобіль, який повертається більше одного разу для одного й того ж ремонту, може свідчити про те, що не діагностована проблема спричиняє ці несправності. Історія обслуговування дозволяє технікам визначити, чи добре обслуговувався автомобіль. Це може бути надзвичайно корисним, якщо є підозри, що причиною проблеми може бути відсутність технічного обслуговування.

Список використаних джерел

1. Рибалко, І. М., Тіхонов, О. В., Науменко, О. А., Шепеленко, І. В., Мартиненко, О. Д., Гончаренко, О. О., & Лисенко, С. В. (2024). Сучасний інструмент і машини для інтенсифікації слюсарно-ремонтних робіт: навч. посібник.
2. Сідашенко, О. І., Скобло, Т. С., Тіхонов, О. В., Власовець, В. М., Аветісян, В. К., Гончаренко, О. О., Маніло, В. Л. (2015). Практикум з ремонту машин та обладнання. Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання—Х: ХНТУСГ, 196.
3. Музичук В. І., Анісімов В. Ф. Організація робіт підприємств технічного обслуговування. Навчальний посібник. - Вінниця: ФОП Горбачук І.П., 2012. – 240 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ МЕТОДОМ НАПЛАВЛЕННЯ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту

Титаренко В.Є.

здобувачка вищої освіти рівня Бакалавр
спеціальності 208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

У наш час, метод наплавлення досить часто використовується для нанесення зносостійких, корозіє-стійких та жаростійких захисних покриттів. Але на жаль дана методика має свої суттєві недоліки.

Вибір неоптимальних параметрів процесу може призвести до дефектів покриття таких як пори, тріщини та відшарування, що може призвести до перероблення або списання деталей.

Також суттєвим недоліком може бути складність контролю якості під час процесу, адже традиційний метод контролю передбачає перевірку по завершенню роботи і унеможливорює корегування параметрів під час процесу при необхідності.

Метою мого дослідження є впровадження методології оптимізації технологічного процесу наплавлення на основі машинного навчання для підвищення якості та економічної ефективності.

Для успішного впровадження потрібно виконати декілька завдань:

1. Систематизувати основні параметри процесу наплавлення та вхідні характеристики покриттів;
2. Створити комплексну базу даних експериментальних результатів;
3. Вибір та навчання моделі машинного навчання для прогнозування якості покриття на оптимізації процесу;
4. Розробка концепції системи реального часу для моніторингу та корекції процесу на основі моделей машинного навчання;
5. Економічно обґрунтувати впровадження моделей.

Після впровадження даних моделей ми очікуємо певні результати і переваги в порівнянні із традиційними методами. А саме: значне підвищення якості покриттів (бажане зниження рівню браку складає 15-40 % за рахунок прогнозування та запобігання дефектів, підвищення стабільності таких характеристик покриттів як твердість та зносостійкість), оптимізація технологічних режимів (планується визначення оптимальних параметрів для конкретних пар матеріалів та скорочення часу на технологічні розробки та підбір режимів для нового матеріалу), автоматизація та контроль у реальному часі (розробка системи рекомендацій для оператора або прямого управління параметрами обладнання на основі прогнозів моделі машинного навчання та моніторинг процесу у реальному часі) та значна економія ресурсів за рахунок скорочення витрат на переробку дефектних деталей.

Отже у висновку можна зазначити що впровадження технологій машинного навчання відкриває нові можливості для покращення технології наплавлення захисних покриттів, перетворюючи її з емпіричної та залежної від оператора у керовану, прогнозовану та високоефективну.

Список літературних джерел

1. Liu, M., Peng, Q. Q., Huang, Y. F., Zhu, P. T., Luo, X. P., Qiao, Q. S., & Wang, H. D. (2023). Influencing factors and process optimization of Al25Si coating prepared by inner-hole supersonic atmospheric plasma spraying. *Surface and Coatings Technology*, 464, 129456.
2. Zhang, Z., Wen, G., & Chen, S. (2019). Weld image deep learning-based on-line defects detection using convolutional neural networks for Al alloy in robotic arc welding. *Journal of Manufacturing Processes*, 45, 208-216.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту

Титаренко В.Є.

здобувачка вищої освіти рівня Бакалавр
спеціальності 208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Сучасне землеробство почало стикатися з безпрецедентними викликами: зростаючий попит на продовольство, деградація ґрунтів, зменшення посівних площ у зв'язку з війною, дефіцит водних ресурсів, брак робочої сили, різкі і неочікувані зміни клімату. Щоб підвищити ефективність, або хоча б не втратити її при скороченні ресурсів потрібно максимально оптимізувати сільськогосподарські процеси. У цьому контексті впровадження у сільське господарство машинного навчання виступило ключовим фактором що трансформувало традиційний підхід у «розумне» та «точне» землеробство.

Машинне навчання, як підрозділ штучного інтелекту дозволяє навчатися комп'ютерам на великих масивах даних, виявляти складні закономірності, такі що людина могла б пропустити, та будувати прогностичні моделі, що недоступні для класичних методів. Це відкриває шлях до прийняття обґрунтованих, швидких і гнучких рішень на всіх етапах сільськогосподарського виробництва - від планування посівів до збору врожаю та логістики [1].

Для того щоб видавати хороший результат, моделям машинного навчання потрібен великий об'єм вхідних даних, і сучасні технології можуть їх забезпечити. Наприклад:

1. Дані дистанційного зондування - супутникові знімки, агродрони з мульти-/гіперспектральними, тепловими та RGB-камерами. Вони надають інформацію про стан посівів, вологість ґрунту, температуру поверхні;
2. «Інтернет речей» - ґрунтові сенсори, метеостанції, сенсори на техніці (GPS, прискорювачі, ваги). Забезпечують високоточні, локальні дані в реальному часі;
3. Дані, що отримані від сільськогосподарської техніки - Параметри роботи тракторів, комбайнів, розпилювачів;
4. Дані про ґрунт - результати агрохімічних аналізів, історичні дані, цифрові карти ґрунтів;
5. Дані про погоду;
6. Біологічні дані.

В свою чергу, маючи всі ці дані моделі машинного навчання можна застосовувати у багатьох сферах сільського господарства. Ключовими сферами

на мою думку являються точно землеробство та управління ресурсами, моніторинг стану рослин та діагностика проблем, роботизація та автоматизація процесів, прогностична аналітика та управління ризиками. Давайте окремо розглянемо кожну з них [2].

Точне землеробство та управління ресурсами включає в себе: сегментацію поля та контроль норми внесення (аналіз даних про ґрунт, створюючи цифрові карти зон поля з різними характеристиками, дозволяє автоматизувати техніку для змінного внесення насіння, добрив, засобів захисту рослин та води з точністю до квадратного метра, оптимізуючи витрати та мінімізуючи екологічний вплив), прогнозування врожаю (аналізуючи минулу врожайність, характеристики поля в даний момент часу, та майбутні метеорологічні прогнози, отримуємо більш точний прогноз врожайності що є критично важливим для логістики, маркетингу, управління запасами та оцінки ризиків) і управління водним ресурсами (моделі що прогнозують випаровування та потреби рослин по даним з сенсорів, знімків поля та погоди дозволяють реалізувати точний полив, що значно знижує витрати води не шкодячи при цьому рослинам).

Моніторинг стану рослин та діагностика проблем дозволяє на основі даних отриманих з агродронів та тракторів виявляти хвороби та шкідників, знаходити рослині яким не вистачає поживних речовин, та оцінювати загальний стан посівів.

Машинне навчання дозволяє автоматизувати більшість процесів. Моделі машинного навчання є основою для використання автономної техніки, роботів для збору врожаю та автоматизації сортувального процесу.

Деякі моделі допомагають уникнути певних груп ризиків. Наприклад аналізуючи погодні умови, дані з сенсорів та минулі епідеміологічні дані, можна досить точно прогнозувати поширення певних хвороб.

Тож моделі машинного навчання мають багато переваг. Таких як:

1. Підвищення продуктивності та врожайності;
2. Значне скорочення витрат ресурсів;
3. Зменшення людського впливу на довкілля;
4. Підвищення якості продукції;
5. Підвищення економічної ефективності господарства.

Хоча використання таких моделей на даний момент стикається з багатьма викликами. Основними являються вартість самого обладнання (далеко не кожен може собі це дозволити), необхідність у великій кількості даних для навчання моделі, великі вимоги до безпеки щоб захистити свої дані, не готовність багатьох людей довіритися розрахункам машини, тому що вони не можуть пояснити алгоритми прийняття рішень. І на жаль в даний момент основним викликом являється не можливість постійно працювати і прогнозувати свої дії через країну агресора.

Підсумовуючи все що написано вище, хочу сказати що машинне навчання перестає бути чимось невідомим і стає невід'ємною і важливою технологією

для майбутнього агросектору. Воно є фундаментом для переходу до справді точного, ефективного, ресурсозберігаючого та стійкого землеробства.

Список літературних джерел:

1. Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70-90.
2. Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(8), 2674.

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ІОТ (ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ) ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ НА МАЛИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

В умовах зростання дефіциту водних ресурсів та необхідності оптимізації витрат на зрошення малі фермерські господарства шукають ефективні способи автоматизації процесів. Одним із перспективних рішень є впровадження систем ІоТ (Інтернету речей) для автоматизованого управління поливом [1].

ІоТ-технології дозволяють дистанційно контролювати вологість ґрунту, рівень опадів, температуру та інші параметри середовища, автоматично регулюючи подачу води відповідно до реальних потреб рослин. Це забезпечує раціональне використання води та енергоресурсів, підвищуючи рентабельність виробництва [2].

Переваги впровадження ІоТ-систем для поливу:

1. Економія води до 30-50% завдяки точному дозуванню [3].
2. Зниження витрат на робочу силу, оскільки система працює автономно.
3. Підвищення врожайності за рахунок стабільних умов зволоження.
4. Дистанційний моніторинг та керування через мобільні додатки.

Недоліки та обмеження:

1. - Висока вартість початкового обладнання та впровадження.
2. - Потреба у стабільному Інтернет-з'єднанні на території господарства.

Необхідність технічного обслуговування та навчання персоналу.

Таким чином, впровадження ІоТ-систем для автоматизованого поливу є економічно доцільним рішенням для малих фермерських господарств, яке дозволяє знизити витрати, підвищити ефективність виробництва та зробити агробізнес більш стійким до змін клімату.

Список використаних джерел:

1. Дідич, З. (2018). Інтернет речей: можливості та перспективи їх використання у сільському господарстві України. *Аграрна економіка*, (11, № 1-2), 88-93.
2. Internet of Things for Smart Farming. — FAO, 2020. URL: <https://www.fao.org/3/ca7818en/CA7818EN.pdf>
3. Антонова, Г. В., Кедич, А. В., & Ковирьова, О. В. (2019). Інтернет речей та бездротові смарт-мережі в точному землеробстві. *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Сучасне тепличне господарство потребує значних енергетичних ресурсів для підтримання оптимального мікроклімату у холодний період року. Традиційні системи опалення зазвичай працюють на газі або інших викопних видах палива, що призводить до високих витрат та забруднення довкілля. Однією з перспективних технологій є використання теплових насосів для опалення теплиць [1].

Теплові насоси дозволяють переносити тепло з навколишнього середовища (грунту, води або повітря) та передавати його у теплицю з мінімальними витратами електроенергії. Це забезпечує високу енергоефективність та значну економію експлуатаційних витрат [2].

Переваги використання теплових насосів для опалення теплиць:

1. Високий коефіцієнт перетворення енергії (COP). Один кіловат спожитої електроенергії дозволяє отримати до 3-5 кіловат теплової енергії.
2. Зниження витрат на опалення. У порівнянні з традиційними котельнями зменшуються витрати на паливо.
3. Екологічність. Відсутність викидів шкідливих речовин під час експлуатації.
4. Можливість реверсної роботи. Теплові насоси можуть використовуватись і для охолодження теплиць у літній період.

Недоліки та обмеження:

1. Висока початкова вартість обладнання та монтажу.
2. Необхідність стабільного електропостачання для роботи компресорів.
3. Залежність ефективності від температури зовнішнього середовища.

Таким чином, впровадження теплових насосів для опалення теплиць дозволяє значно знизити енергетичні витрати господарств, підвищити

економічну ефективність виробництва та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Ткачук, К. К. (2015). Перспективи застосування теплових насосів в Україні. Вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. Серія: Гірництво, (27), 144-153.
2. Heat Pumps in Agriculture. — FAO, 2020. URL: <https://www.fao.org/3/ca6671en/CA6671EN.pdf>

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗРОШЕННЯ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

У сучасних умовах змін клімату та дефіциту водних ресурсів питання підвищення ефективності зрошення набуває особливої актуальності. Забезпечення безперебійного енергопостачання систем зрошення є важливою умовою стабільного аграрного виробництва. Одним із перспективних напрямів є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних електростанцій (СЕС).

Сонячна енергетика має низку переваг: доступність сонячної енергії у багатьох регіонах України, відсутність шкідливих викидів та економія традиційних енергоносіїв [1]. Для систем зрошення важливою перевагою є можливість автономного живлення у віддалених районах, де підключення до центральних мереж є складним або економічно недоцільним.

Основними складовими СЕС для систем зрошення є фотоелектричні модулі, інвертори, акумуляторні батареї (за потреби накопичення енергії) та насосне обладнання [2].

Переваги використання сонячних електростанцій для систем зрошення:

- Економічна ефективність у довгостроковій перспективі. Хоча початкові витрати на встановлення СЕС є значними, відсутність витрат на паливо та низькі експлуатаційні витрати дозволяють знизити загальні витрати на енергопостачання.

- Екологічна безпечність. СЕС не виробляють шкідливих викидів, що знижує негативний вплив на довкілля.

- Можливість роботи в автономному режимі. Це важливо для сільськогосподарських угідь, що знаходяться далеко від ліній електропередач.

- Відповідність сезонності. Пікова потреба у зрошенні збігається з періодом найвищої сонячної активності.

Недоліки та обмеження:

- Висока вартість встановлення. Для багатьох фермерських господарств витрати на СЕС можуть бути надто великими без залучення державної підтримки або інвестиційних програм.

- Залежність від погодних умов. Зниження сонячної активності у похмурі дні чи тривалий дощовий період може призвести до нестачі енергії.

- Необхідність зберігання енергії. Для забезпечення безперервної роботи насосного обладнання у нічний час потрібні акумулятори, що також збільшує вартість проекту.

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що впровадження сонячних електростанцій для живлення систем зрошення є перспективним напрямом розвитку енергоефективного та екологічного сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Колеватова, А. В. (2017). Використання альтернативних джерел енергії в аграрному секторі економіки. *Глобальні та національні проблеми економіки*, (16), 558-563.

2. Solar Irrigation Handbook. — FAO, 2020. URL: <https://www.fao.org/3/i9047en/I9047EN.pdf>

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ТОЧНОГО ПОЛИВУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

На теперішній час у аграрному секторі досить гостро стоїть питання розумного використання водних ресурсів. Сільське господарство споживає близько 70% прісної води світу, отже її нераціональне використання, з часом, призведе до екологічних та економічних проблем [1]. Враховуючи зміну клімату, що вже поступово настає і по прогнозам буде продовжуватись, не виключено підвищення середньої температури в регіоні, що неодмінно призведе до посух, тим самим підвищуючи ризик для урожаю. Економічна складова також піддається тиску, адже витрати на воду, енергію для поливу та внесення добрив постійно зростають. І не варто забувати про екологічні проблеми з якими ми стикаємось. При надлишковому поливі відбувається вимивання добрив що забруднює ґрунтові води.

Частковим рішенням даної проблеми є активне впровадження штучного інтелекту у процес точного поливу. Для початку, моделі машинного навчання або глибинного навчання, які являються підрозділами штучного інтелекту, можуть обробляти величезні обсяги даних що поступають з різних джерел у реальному часі. Для навчання цих моделей потрібно мати великі обсяги даних

але для їх отримання можна використовувати різноманітні способи.

1. Дані дистанційного зондування – такі як NDVI та NDWI можуть бути використані для оцінки стану посівів.

2. Дані отримані з IoT-датчиків – дадуть інформацію про вологість ґрунту на різних глибинах, температуру ґрунту та повітря і атмосферні умови [2].

3. Агрономічні дані – дадуть інформацію про тип ґрунтів.

Далі, моделі машинного навчання роблять аналіз отриманих даних і прогнозують потребу у воді конкретних ділянок, що дозволяє планувати поливи заздалегідь [3]. Наступним кроком є створення точних поливних карт для зон поля з різними характеристиками, що дозволяє подавати необхідну кількість води у безпосередньо у зони що того потребують.

Отримавши ці дані можна оптимізувати графіки поливу, оптимальний час ввімкнення системи поливу, тривалість поливу та інтервалів між ними. А також стає можливим корегування процесу поливу у реальному часі виходячи з даних сенсорів на даний момент.

Також штучний інтелект можна використовувати безпосередньо для контролю стану рослин та ґрунту. Проводячи аналіз із дронів або наземних камер за допомогою комп'ютерного зору можна завчасно виявити ознаки хвороб, водного стресу чи дефіциту поживних речовин.

Впровадження штучного інтелекту у процес точного поливу має багато переваг. Наприклад :

1. Значна економія водних ресурсів – адже подача буде тільки туди де це необхідно.

2. Підвищення врожайності – використовуючи оптимальний поливний режим зменшить ризик стресу у рослин.

3. Зменшить затрати енергії.

4. Економія добрив – зменшиться вимивання добрив водою з ґрунту.

5. Адаптивність до змін – системи на основі штучного інтелекту здатні швидко реагувати на зміни у погодних умовах та регулювати процес відповідно до них.

Звісно впровадити цю систему не так просто. Потрібне виконання деяких умов. По-перше, розвинена система IoT-датчиків. По-друге інтеграція з іншими системами точного землеробства. І в кінці, це економічна доступність. Не кожен підприємець може собі дозволити впровадження таких систем.

Підсумовуючи все, що вище написано, можна сказати, що впровадження штучного інтелекту у процес точного поливу є необхідність в сучасних умовах. Незважаючи на проблеми з впровадженням економічні та екологічні переваги даної технології є досить вагомими.

Список використаних джерел

1. П.М. Бурим. "Рациональне використання та належна охорона водних ресурсів - важливі чинники сьогодення". «Зоря» №12.

2. Stočes, M., Vaněk, J., Masner, J., & Pavlík, J. (2016). Internet of things (iot) in agriculture-selected aspects. Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 8(1), 83-88.
3. Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. Sensors, 18(8), 2674.

ОБГРУНТУВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОСПОДАРСТВ

Горюнов Б.О.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Сучасне сільське господарство генерує значну кількість органічних відходів, зокрема відходів тваринництва. Утилізація таких відходів є важливою екологічною та економічною проблемою. Одним із ефективних рішень є виробництво біогазу шляхом анаеробного зброджування гною та інших органічних залишків [1].

Біогазові установки дозволяють отримувати метан, що може використовуватись для виробництва теплової та електричної енергії, а також як паливо для транспорту або котелень. Такий підхід забезпечує замкнений цикл виробництва, знижуючи залежність господарств від традиційних джерел енергії та вирішуючи проблему утилізації відходів [2].

Переваги використання біогазу з відходів тваринництва:

1. Зниження викидів парникових газів. Використання біогазу мінімізує обсяг метану, що потрапляє в атмосферу під час природного розкладання гною.
2. Енергетична незалежність. Господарства можуть виробляти власну енергію для опалення, освітлення та технологічних потреб.
3. Отримання органічного добрива. Після зброджування утворюється високоякісний біодобрильний залишок.
4. Можливість переробки інших органічних відходів.

Недоліки та обмеження:

1. Високі капітальні витрати. Будівництво біогазових установок потребує значних інвестицій.
2. Необхідність технологічного обслуговування. Установка потребує регулярного контролю та кваліфікованого обслуговування.
3. Вимоги до обсягів сировини. Для рентабельної роботи потрібна достатня кількість відходів.

Таким чином, використання біогазу з відходів тваринництва є перспективним напрямом розвитку енергоефективного та екологічно

безпечного аграрного виробництва, що відповідає сучасним принципам сталого розвитку.

Список використаних джерел:

1. Karellas, S., Boukis, I., & Kontopoulos, G. (2010). Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(4), 1273-1282.
2. Achinas, S., & Euverink, G. J. W. (2016). Theoretical analysis of biogas potential prediction from agricultural waste. *Resource-Efficient Technologies*, 2(3), 143-147.

СУТНІСТЬ ІННОВАЦІЙ ТА ЇХ РОЛЬ У ВИКОРИСТАННІ ТЕХНІКИ

В. С. Дорошенко,

здобувач вищої освіти Зкурсу
агрономічного факультету

*ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж»
Полтавського державного аграрного університету*

С. В. Дорошенко

Старший викладач кафедри
агроінженерії та автомобільного транспорту
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Інновація — це результат системної діяльності, спрямованої на реалізацію досягнень науково-технічного прогресу та їх удосконалень, що сприяє кількісним та якісним змінам у внутрішньому середовищі підприємства та забезпечує підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг.

Американський вчений Ф. Ніксон вважає, що інновація - це сукупність технічних, виробничих та комерційних заходів, які зумовлюють появу на ринку нових та покращених промислових процесів та обладнання.

У відповідності з міжнародними стандартами інновація визначається як кінцевий результат інноваційної діяльності, у вигляді нового або вдосконаленого продукту, впровадженого на ринку; нового або удосконаленого технологічного процесу, що застосовується в практичній діяльності чи у новому підході до соціальних послуг.

Ринкові умови господарювання створюють для більшості ринкових суб'єктів господарювання середовище високої конкуренції, яке вимагає від них здатності формувати конкурентні переваги як у сфері виробництва товарів, так і в сфері їх просування на ринок. Конкурентні переваги досягаються завдяки впровадженню новацій - суттєво нових методів і засобів здійснення виробничої та комерційної діяльності. Під інноваціями розуміють винахід або відкриття нових можливостей для вирішення проблеми та досягнення цілей. Інновація може стосуватися як продукції, так і методів її виробництва.

Підприємницька діяльність ґрунтується на новій ідеї задоволення споживчого попиту в певних товарах чи послугах. Пошук цієї ідеї є реакцією

підприємців на зменшення доходу від своєї діяльності, обумовлене насиченням певного сегмента ринку відповідними товарами. Можливість створення та використання новачки суб'єктами господарювання залежить від загального рівня науково-технічного розвитку країни і ресурсних можливостей підприємств. Чим радикальнішою є ідея, взята за основу інновації, тим довшим буде її життєвий цикл і більшим ефект від її комерціалізації.[2]

Конкурентоспроможність на світовому ринку все більше залежить від продукції, в основі якої лежать нові знання. Як у минулому промисловість залежала від доступу до природних ресурсів, так і сьогодні індустрія має потребу в науці, нововведеннях, освіті. Розвиток продуктивних сил відбувається при тісній взаємодії науки і нових технологій з виробництвом. Тому на сучасному етапі суспільного розвитку дуже важливим є постійне вивчення змін у навколишньому середовищі, аналіз ситуації на ринку, адаптація до змін, освоєння інновацій з метою недопущення відставання від процесів, що відбуваються. Тільки така поведінка суб'єктів господарювання забезпечує їм успіх, конкурентоздатність їх продукції на ринку.

Виробництво як технологічна система являє собою сукупність взаємозалежних процесів, за допомогою яких суспільство, використовуючи сировинні ресурси і сили природи, створює необхідні продукти у вигляді засобів виробництва і предметів споживання.

Потенційна виробнича спроможність підприємства (тобто здатність забезпечувати випуск певного обсягу продукції належної якості за одиницю часу), мірилом якої є його виробнича потужність, вирішальним чином залежить від наявної у нього техніко-технологічної бази.

Техніко-технологічна база підприємства - це сукупність спеціалізованих знарядь, предметів та способів праці, за допомогою яких виробляються певні види однорідної продукції або надаються послуги, що задовольняють однорідні потреби.

Потенційні можливості розвитку техніко-технологічної бази підприємства через упровадження новітніх технологій визначаються передусім науково-технічним прогресом.

Науково-технічний прогрес (НТП) - безперервний взаємообумовлений процес розвитку науки і техніки, спрямований на створення нових і вдосконалення існуючих технологій, засобів виробництва і продукції.

Розрізняють еволюційні та революційні форми НТП. До еволюційних форм відносять поліпшення окремих техніко-експлуатаційних параметрів чи технології їх виготовлення, модернізацію у межах одного і того самого покоління техніки. А до революційних - зміну поколінь техніки і кінцевої продукції, принципово нові науково-технічні ідеї.

Завершальною ланкою і формою матеріалізації фундаментальних досліджень, засобом безпосереднього впливу науки на сферу виробництва є технологія.

Технологія - спосіб перетворення вхідних елементів (сировини, матеріалів, інформації тощо) на вихідні (продукти, послуги).

Оновлення ТТБ підприємства і продукції припускає: організацію власних підрозділів технічного і інноваційного розвитку (ПКБ, дослідні та експериментальні виробництва і лабораторії); залучення зовнішніх організацій, що виконують у взаємодії з внутрішніми підрозділами ті або інші функції розвитку підприємства; визначення й організацію каналів підвищення науково-технічного рівня виробництва.

Для оцінки ТТБ підприємства використовується комплекс показників, які відображають стан та розвиток основних фондів, існуючі технології і організацію виробництва, роль і участь в ньому нематеріальних активів. Серед таких показників це, насамперед, вартість основних фондів, їх стан і рух - введення, оновлення, вибуття, ліквідація, та відповідні до них розрахункові коефіцієнти. До загальних показників, які характеризують ТТБ підприємства, належать фондоозброєність, фондоемність, енергооснащеність і електроозброєність праці.

Саме інноваційна модель розвитку, в якій роль головного джерела довготривалого економічного зростання відіграють надбання інтелекту та вміння їх використовувати для підвищення конкурентоспроможності наших розробок на світовому ринку, гарантуватимуть високі темпи економічного зростання держави.

Список використаної літератури

- 1.Кремень В. Г. Освіта і наука в Україні - інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати. - К: Грамота, 2005. - 448 с.
- 2.Економіка і організація інноваційної діяльності в АПК : практикум / [Витвицька О. Д., Скрипниченко В. А., Кулаєць М. М. та ін.] - К., 2009. - 248 с.

ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Іванкова О.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

Алфьоров О.О.,

Дремлюженко О.М.

здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Для успішного розвитку сільськогосподарського виробництва потрібно мати сучасні високопродуктивні засоби механізації усіх процесів виробництва.

В експлуатації деталі сільськогосподарської техніки типу втулок витримують значні навантаження через дію знакозмінних сил. Довговічність деталей з'єднань, де деталі сприймають сильне тертя та циклічні навантаження, обмежує довговічність машини в цілому та впливає на ефективність її експлуатації [2].

Трудомісткість ремонту деталей сільськогосподарської техніки висока.

Отже, на нашу думку, потрібні дослідження способів відновлення даного типу деталей з метою розробки технології їх відновлення.

Ми дослідили дефекти деяких деталей сільськогосподарських машин: втулок роликів картоплекопачів КТН-2В та втулок натяжних пристроїв розкидача органічних добрив ПРТ-10. Виявили, що понад 70% зношених втулок можуть бути відновлені, а величина зносу знаходиться в межах від 0,02 до 0,40 мм.

Застосування пластичної деформації в технологіях відновлення зношених деталей автотракторної техніки є актуальною задачею. Що стосується відновлення деталей типу втулок, то використання пластичного деформування є доцільним. Дослідження процесу пластичного деформування втулок ведуться на кафедрі агроінженерії та автомобільного транспорту нашого університету.

Пластична деформація при відновленні деталей типу втулок, що не потребує значних капіталовкладень [2, 3].

Умовою для застосування здійснення пластичної деформації є досягнення пластичного стану матеріалу деталі. Пластичного стану можливо досягнути шляхом: нагріванням, дії ультразвуку, дії імпульсних електромагнітних полів, дії електрогідравлічного ефекту.

Але перераховані вище способи вимагають використання складного технологічного обладнання, що ускладнює технологію відновлення цього типу деталей. Крім цього, це пов'язано із значним здорожчанням відновлення. Тому до цього часу широкого застосування в практиці технічного сервісу на даний час не знайшли. Шляхом досягнення пластичного стану металу можуть бути механічні вібрації [1].

В технічній літературі описано багато результативних досліджень з підвищення ресурсу зношених деталей машин. Зокрема, праці: Єрмолова Л. С., Аніловича В.Я., Молодика М.В., Войтюка В.Д., Ауліна В.М., Петрова Ю.Н. та інших. У їх доробках були сформульовані основні технологічні вимоги для відновлення зношених деталей техніки, які б сприяли підвищенню ресурсу машин.

На кафедрі агроінженерії та автомобільного транспорту Полтавського державного аграрного університету йдуть дослідження можливостей пластичної деформації у технологіях відновлення та зміцнення деталей типу втулок.

Вивчення процесу пластичного деформування проводили з використанням експериментальної установки, де можливо деформувати зразки (деталі) з вібрацією та без вібрації. Тому дослідили також вплив вібрації на протікання процесу пластичного деформування деталей. Для цього деформування здійснювалось як без вібрації, так і з вібрацією

Коротко технологічний процес деформації з вібрацією: зразок чи деталь вкладається у матрицю і затискається кришкою матриці. Вібратор разом з встановленим у патроні пуансоном при допомозі гідросистеми опускається вниз. Пуансон у цей час деформує втулку. Зусилля роздачі фіксувалося манометром [4].

Результатами дослідів маємо залежність між припуском і величиною залишкової деформації при деформуванні досліджуваних деталей, яку можливо застосувати з практичною метою.

Шляхом математичної обробки отримали емпіричні залежності зусилля деформації від кута твірної інструмента ($tg\beta$), припуску обробки (Π), та коефіцієнта деформації по зовнішньому діаметру деталі (K_L) для деформування без вібрації та з вібрацією (таблиця 1).

Таблиця 1 - Залежності зусилля деформації деталей

Деталь	Зусилля деформування	
	без вібрації	з вібрацією
Втулка натяжного пристрою розкидача ПТР-10	$P = K_L [8,4(1,1 + tg\beta)\Pi + 12,26]$	$P = K_L [45,74(1,1 + tg\beta)\Pi + 7,99]$
Втулка ролика картоплекопача КТН-2В	$P = K_L [18,94(0,4 + tg\beta)\Pi + 4,002]$	$P = K_L [70,83(0,4 + tg\beta)\Pi + 3,41]$

На рисунку 1 приводимо залежність між припуском і залишковою деформацією

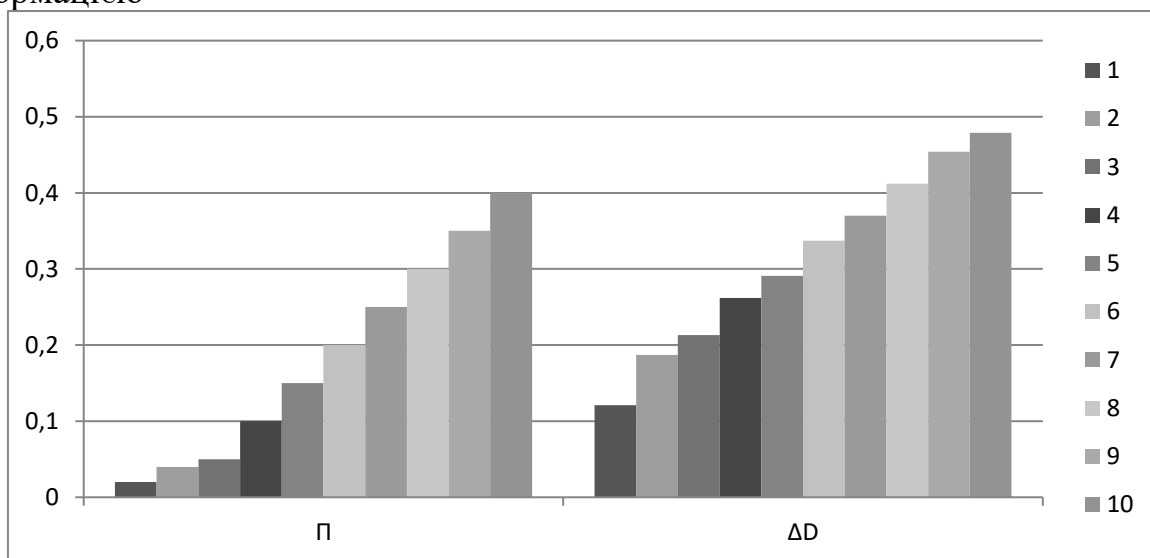


Рисунок 1 – Залежність припуску і залишкової деформації

Результати наших досліджень, зокрема емпіричні залежності можуть бути застосовані з метою визначення величини зусилля деформування та інших параметрів деталей типу втулок, виготовлених з низько-, середньо вуглецевих і легированих сталей.

Пластичне деформування вважається доступною технологією щодо технологічного обладнання та режимів відновлення. Так як вібрації інтенсифікують процес деформування, то видається доцільним застосування вібраційного деформування для відновлення та поверхневого зміцнення зношених деталей типу втулок та інших аналогічних деталей машин. Доцільним є проведення подальших досліджень параметрів режиму процесу вібраційного деформування деталей, виготовлених з різних конструкційних матеріалів з метою розробки та впровадження технології у ремонтне виробництво.

Список використаних джерел

1. Іванкова О.В. Патент на корисну модель № 59687. «Спосіб відновлення та зміцнення сталених втулок». 25.05.2011. Бюл. 310. МПК 2011.01 C21D 1/06 (2006.01) B23P6/00
2. Effect of vibration treatment on increasing the durability of tillage equipment working bodies/Anatolii Dudnikov, Olena Ivankova, Oleksandr Gorbenko, Anton Kelemesh// *Eastern-European journal of enterprise technologies*. –2/1 (110) 2021. С. 104-108. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.228606
3. Іванкова, О., В. Бартош, Я. Общій, Ю. Кисіль. «Відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки пластичним деформуванням». *Modern Engineering and Innovative Technologies*, вип. 1, вип. 25-01, Лютий 2023, с. 23-29, doi:10.30890/2567-5273.2023-25-01-073 . <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-01-073>

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПЛАВОЧНИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Іванкова О.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту, доцент,

Чумак М.В.

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Експлуатація сучасної сільськогосподарської техніки вимагає високий рівень надійності їх вузлів та деталей. Це забезпечує достатньо високий ресурс машини в цілому.

Необхідність відновлення і зміцнення деталей обумовлено великими витратами при ремонті техніки. Відновлення зношених деталей дозволяє досягти високого рівня економічної ефективності.

Підвищення зносостійкості деталей сільськогосподарської техніки, які працюють в контакт з абразивним середовищем в умовах сухого тертя, доцільним є використання твердосплавних наплавочних матеріалів, для отримання зміцненої поверхні із заданими властивостями. Отже, дослідження в напрямку застосування твердосплавних матеріалів при відновленні зношених деталей машин є актуальними [1,3]. Метою досліджень є вибір методу відновлення деталей, який мав би високий коефіцієнт підвищення післяремонтного ресурсу.

Наплавочні порошкові матеріали можуть наноситися на поверхню деталей як методами наплавлення так і напилення. Існуючі способи напилення порошкових матеріалів ґрунтуються на подачі порошкоподібного матеріалу в зону горіння електричної дуги, або оплавленням компонентів порошків,

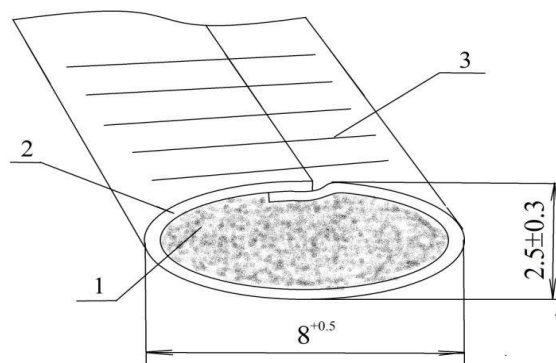
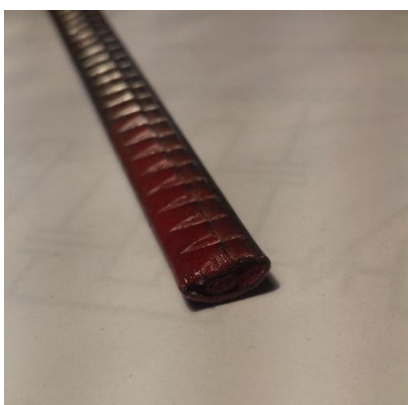
нанесених на поверхню деталей разом із флюсами.

Наплавлення можна здійснювати електродуговим, газовим, плазмовим, електрошлаковим та індукційним методами. При цьому передбачено використання як комбінованих прутків та дротів, так і порошкових сумішей. При такому способі компоненти у вигляді порошкових сумішей вводяться у зварювальну ванну механічним способом, потоком повітря та під силою тяжіння. Можливий також варіант розплавлення попередньо сформованого шару. У світовій практиці такі методи займають особливе місце, завдяки позитивним технологічним властивостям [1].

Виходячи з огляду літературних джерел та аналізу технологій, які використовують підприємства технічного сервісу та використання ними наплавочних матеріалів серійного виробництва, ми змогли зробити певні висновки. Було встановлено, що порошкові дроти можна застосовувати для наплавлення під шаром флюсу, в середовищі захищеного газу та відкритою дугою. Порошкові стрічки доцільно використовувати для високопродуктивного наплавлення відкритою дугою або під шаром флюсу різноманітних деталей. При цьому технологічний процес можна проводити як напівавтоматичним так і автоматичним способами, що значно підвищує його інтенсивність та продуктивність порівняно з ручним електродуговим наплавленням.

В ході дослідження складу шихти, механічних властивостей, технологічних способів наплавлення та області застосування серійних марок наплавочних дротів та стрічок встановили, що для зміцнення поверхневого шару малогабаритних деталей які працюють в контакті з абразивним середовищем доцільно використовувати дроти ПП-АН 126 і ПП-АН 170. При цьому зносостійкість зміцнених поверхонь підвищилась в 1,3-1,6 рази.

Особливу увагу привернули електроди Lastek 210 (рис. 1), що виготовляються у вигляді порошкових дротів з карбідами вольфраму, що розміщуються всередині тонкостінної металевої оболонки. Електроди Lastek 210 виробляються бельгійською фірмою Lastek Belgium NV.



1-шихтовий наповнювач; 2-сталева оболонка; 3- рифлення

Рисунок 1 – Загальний вигляд та конструкція порошкового електрода з внапустковим замком [2]

Електроди Lastek 210 призначені для наплавлення деталей. Вони мають характеристики, відповідні стандарту EN ISO 14700, і класифікуються як E Fe 20. Вони також відповідають AWS A5.21 і класифікуються як E WC 30/40. Основне застосування – наплавлення в різних положеннях зварювання, включаючи РА, РВ і РС [2,3].

Наплавлення електродами Ластек 210 забезпечує надзвичайно стійкий до зносу та стирання наплавлений шар. Структура наплавленого електродами Lastek 210Е шару представляє собою безшлакову матрицю твердого сплаву з частинками карбіду вольфраму по всій поверхні. Висока стійкість до стирання мінералами, рудою, цементом, іншими абразивами. Наплавлений матеріал важко піддається механічній обробці, зокрема, шліфуванню [4]

Висновок. Проведені нами дослідження дозволили зробити висновок, що значна кількість зношених деталей можуть бути відновлені та зміцнені. Для зміцнення робочих поверхонь деталей ґрунтообробної техніки, які працюють безпосередньо в контакт з абразивним середовищем доцільно застосовувати наплавлення порошковими електродними матеріалами. Відновлення із зміцнення робочих поверхонь дає ще й захист від корозії, що є засобом підвищення надійності техніки. На поверхні деталі формується зносостійка армуюча структура у вигляді кристалічної матриці, при цьому основний метал деталі зберігає вязкість.

Особливу увагу звернули на електроди *Lastek 210*, які виготовляє бельгійська фірма Lastek Belgium NV. Показники міцності та зносостійкості наплавленого цими електродами шару перевищують показники наплавлення електродами ПП-АН 126 і ПП-АН 170. Але наші дослідження обмежились вивченням технологічних показників, не враховуючи економічні аспекти застосування порошкових електродів.

Список використаних джерел

1. Зносостійкість сплавів, відновлення та зміцнення деталей машин: Навчальний посібник. За ред. Попова В. С. Запоріжжя: Мотор Січ, 2006. 420 с.
2. Інтернет ресурс. <https://en.lastek.be/filler-metals/hard-facing-en/lastek-210-e/> (дата звернення: 20.06.2025)
3. Інтернет ресурс. Розроблення зносо- та ударостійких покриттів на основі системи Fe-Ti-MnC https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%A0%D0%86%D0%90%D0%9B/R_m_Tytan_manhanan.pdf (дата звернення: 20.06.2025)
4. Присяжнюк П. М. Наукові основи формування зносоударотривких покриттів системи «високомарганцева сталь – тугоплавкі сполуки» електродуговим наплавленням/ Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Львів 2024. С.74

ІННОВАЦІЙНІ СКЛАДОВІ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Келемеш А.О.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

Бурлака О.А.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Сучасний автомобільний транспорт характеризується широким спектром застосування, різноманітними технічними та технологічними можливостями. Проблема ефективного використання легкового та вантажного автомобільного транспорту в умовах сьогодення не лише не втрачає своєї актуальності, а й набуває додаткового значення.

Складні економічні умови, в яких функціонує автотранспортна галузь, спонукають до пошуку новітніх резервів і можливостей технічного, технологічного та організаційного характеру щодо підвищення ефективності використання як універсального, так і спеціалізованого легкового та вантажного транспорту.

Окрім відомих методичних та методологічних складових щодо проектування робочих місць підприємств автомобільного транспорту [1, 2], інноваційними аспектами в цьому контексті можна вважати наступні.

Для станцій технічного обслуговування та сервісних центрів як легкового, так і вантажного транспорту спільними ознаками стратегії підвищення ефективності виробничих процесів є:

- Доцільне впровадження в систему організації виробництва концепцій закупівельної, виробничої, складської та розподільчої логістики як єдиної системи. При цьому акцент зосереджується на виробничій логістиці.

- Необхідність максимальної економії робочого часу, нормованого на виконання технологічних операцій з технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

- Бажано забезпечувати постачання запасних частин за принципом «точно в термін» або прагнути до мінімізації строків такого постачання.

- Алгоритмізація виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту транспорту – обов'язкова складова сучасних технологій обслуговування.

- Застосування оригінального програмного забезпечення для комп'ютерної діагностики вузлів і агрегатів автомобілів.

- Постійне системне навчання та підвищення кваліфікації як механіків, так і адміністративного персоналу автотранспортних підприємств.

- Підтримка чистоти на робочих місцях, використання справного спеціалізованого та слюсарного інструменту, діагностичного обладнання.

- Прозорі та зрозумілі для персоналу форми й системи оплати праці з наявністю як матеріальної, так і нематеріальної мотивації [3].

Суттєвою відмінністю в проєктуванні, організації та специфіці роботи сервісних центрів і станцій технічного обслуговування легкового та вантажного транспорту є технічне та технологічне оснащення робочих місць – постів технічного обслуговування та ремонту.

Для легкового універсального та спеціалізованого комерційного транспорту в найкращих сервісних центрах і СТО доцільно використовувати гідрофіковані підйомники вантажопідйомністю до 5000 кг (рис. 1). Розрахунок виробничих зон у такому випадку здійснюється з урахуванням геометричних розмірів як автомобілів, так і самого технологічного обладнання.

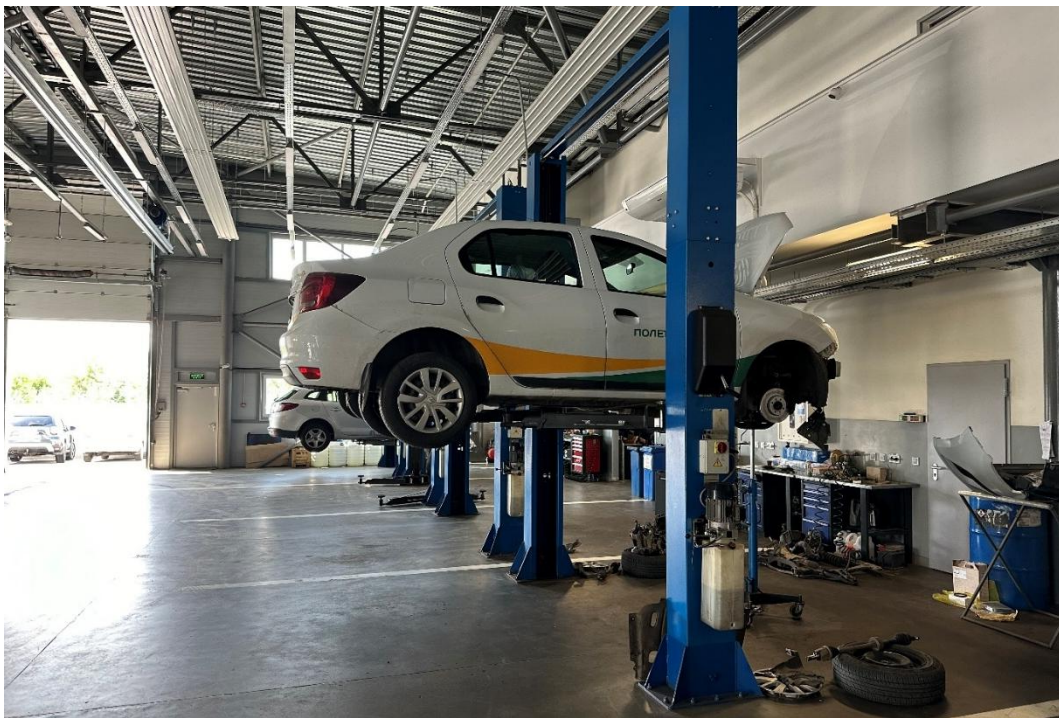


Рис. 1 – Приклад організації сучасних виробничих постів на СТО для легкового комерційного автомобільного транспорту (фото авторів).

У разі проєктування виробничої зони технічного обслуговування та ремонту вантажного автомобільного транспорту (рис. 2) основою є оглядові ями, обладнані гідравлічними домкратами. Також доцільно використовувати мобільні підйомно-транспортні системи.



Рис. 2 – Приклад організації сучасних виробничих постів на СТО для вантажного спеціалізованого автомобільного транспорту (фото авторів).

Останнім часом спостерігається зростання використання гібридного та електричного автомобільного транспорту. Специфіка сервісного обслуговування таких автомобілів вимагає дотримання додаткових вимог з охорони праці під час виконання робіт з електричним обладнанням.

Крім зазначеного, окрему увагу при організації сервісних робіт автомобільного транспорту слід приділяти створенню оптимальних параметрів мікроклімату на робочих місцях і постах технічного обслуговування. Енергоефективне опалення виробничих зон може бути забезпечене шляхом упровадження систем інфрачервоного обігріву або систем твердопаливного опалення.

Як невід’ємні складові при цьому повинні бути впроваджені й функціонувати: системи відведення відпрацьованих газів за межі виробничого приміщення; система очищення та кондиціонування повітря; система протипожежної сигналізації.

Отже, сучасний сервісний центр або станція технічного обслуговування автомобільного транспорту – це сукупність складних технічних, технологічних, виробничих, економічних та організаційних систем і взаємовідносин, координація й взаємодія яких є складною багатофакторною управлінською задачею. Успіх функціонування таких систем залежить від злагодженості, адаптивності та гнучкості технологічних процесів і виробничого менеджменту.

Список використаних джерел:

1. Докуніхін В. З., Кущевська Н. Ф., Малишев В. В. Технологічне проектування автотранспортних підприємств. Університет «Україна», 2022. 146 с.

2. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник. Київ : Знання-Прес, 2004. 478 с.
3. Корецька С. О. Аналіз виробничо-економічної діяльності автотранспортного підприємства. Рівне, 2013. 158 с.

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НАЯВНОГО ПАРКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА БАЗІ МЕХЗАГОНУ ПИРЯТИН СТОВ «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ КРАЙ»

Кушнір Д.В.

здобувач вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту
*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Найважливіше місце у вчасному та якісному виконанні усіх видів сільськогосподарських технологічних операцій відводиться наявному складу парку сільськогосподарської техніки і від правильної і ефективної її експлуатації.

На 1.01.2025 на базі мехзагону Пирятин СТОВ «Придніпровський край» налічується 41 сільськогосподарської техніки. Цієї техніки сповна вистачить, щоб вчасно упоратися з проведенням будь-яких сільськогосподарських операцій.

Склад сільськогосподарської техніки господарства, цілком достатній для виконання всього комплексу робіт по вирощуванні, догляду та збиранні сільськогосподарських культур у відповідні агротехнічні строки.

Аналізуючи дані таблиці 1.1, можна зробити висновок, що підприємство добре забезпечене сільськогосподарською технікою для вирощування сільськогосподарської продукції.

Для того, щоб парк сільськогосподарської техніки працював з повною віддачою, без тривалих простоїв і мав постійно високу ступінь готовності, ми плануємо максимально використовувати наявну ремонтно-обслуговуючу базу мехзагону Пирятин СТОВ «Придніпровський край» [1].

Графік помісячних витрат на ремонт сільськогосподарської техніки представлений на рисунку 1.

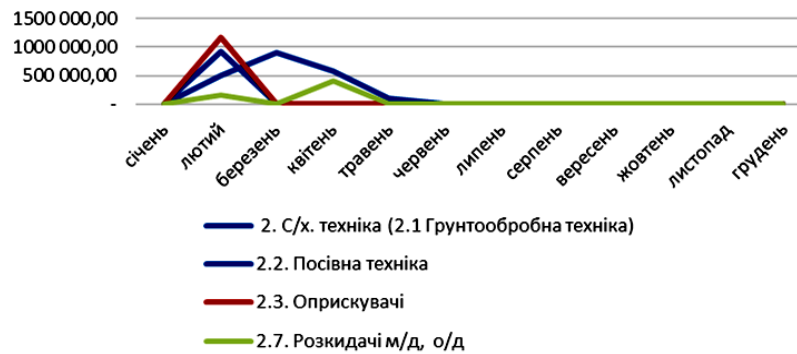


Рисунок 1. – Витрати на ремонт сільськогосподарської техніки мехзагону Пирятин СТОВ «Придніпровський край»

Графік помісячних витрат на ремонт зернозбиральних комбайнів, жаток та причепів представлений на рисунку 2.

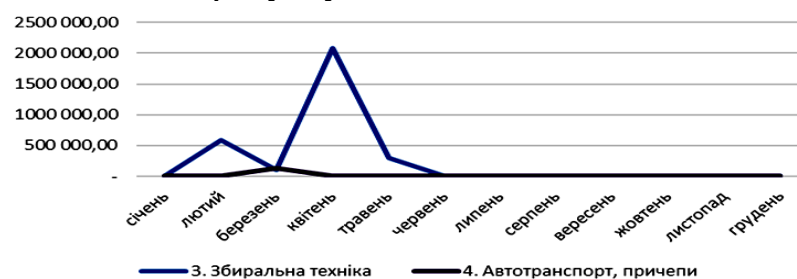


Рисунок 2. – Витрати на ремонт зернозбиральних комбайнів, жаток та причепів мехзагону Пирятин СТОВ «Придніпровський край»

Аналізуючи дані графіків зображених на рисунках 1 та 2, можна зробити висновок, що подальші дослідження необхідно спрямувати на покращення планування технічних обслуговувань та ремонтів сільськогосподарської техніки на базі мехзагону Пирятин СТОВ «Придніпровський край».

Отже, щоб покращити показники готовності парку сільськогосподарської техніки до проведення польових робіт потрібна висока трудова і виконавча дисципліна усіх членів підприємства [2].

Висновок. 1. Проведений технічний огляд показав, що понад 60 % машинно-тракторного парку потребують середнього або капітального ремонту.

2. Найбільше зношення виявлено в ходовій частині тракторів і навісному обладнанні плугів та культиваторів.

3. Агрегати старших років випуску (понад 15 років) демонструють підвищені вібраційні навантаження та витрати палива на 10–15 % вище нормативних.

4. Більшість одиниць техніки не мають своєчасного сервісного обслуговування відповідно до регламентних інтервалів, що призводить до частих простоїв у сезоні.

5. Наявні ресурси мехзагону дозволяють виконати базовий ремонт 30 % техніки власними силами, для решти необхідне залучення зовнішніх сервісних підрядників.

6. Впровадження системи планово-попереджувального ремонту та моніторингу стану машин знизить незаплановані простої на 20–25 %.

7. Рекомендовано оновити парк за пріоритетними напрямками: трактори середньої потужності та ґрунтообробні агрегати з дисковими робочими органами.

Перелік використаних джерел:

1. Дашивець Г. І., Новік О.Ю., В'юник О.В. Організація технологічних процесів ремонту машин та обладнання в майстернях підприємств АПК : навчально-методичний посібник до курсового проєктування з дисципліни «Ремонт машин та обладнання». Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 64 с.

2. Василенко І.Ф. Засоби технічного обслуговування машин. Методичні вказівки до виконання практичних робіт / Укл. І.Ф. Василенко, І.В. Шепеленко, М.В. Красота, С.О. Магопець, О.В. Бевз. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. 64 с..

ВИКОРИСТАННЯ ПІДЛАПОВИХ РОЗПУШУВАЧІВ ҐРУНТУ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП

Лавренко В.В.,

старший викладач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Сівцов Ю.В.,

старший викладач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Зачепило С.В.,

старший викладач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Лютин Т.Г.,

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Підготовка ґрунту перед посівом та забезпечення відповідного водно-повітряного режиму під час розвитку рослини - це ключові етапи для створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Вони забезпечують ефективне використання вологи, повітря, поживних речовин та тепла, а також сприяють кращому проростанню насіння і зростанню кореневої системи.

Однією з ключових операцій технології використання підлапових розпушувачів ґрунту культиваторних лап є глибоке розпушування, яке сприяє покращенню структури ґрунту та підвищенню врожайності на 5 - 15 %.

Переваги технології та головна мета розпушування культиваторними лапами з підлаповими розпушувачами – руйнування ущільненого шару ґрунту, що перешкоджає:

1. нормальному проникненню вологи;
2. розвитку кореневої системи рослин.

Ця операція забезпечує:

1. розпушення орного шару;
2. руйнування підплужної підшви;
3. покращення поглинання води та її збереження;
4. покращення аерації ґрунту;
5. сприяння розвитку кореневої системи рослин.

Підлапові розпушувачі культиваторних лап - спеціальні пристрої або елементи, які встановлюються під основну лапу культиватора (як правило, стрілчасту) з метою покращення обробки ґрунту. Вони дозволяють розпушувати ґрунт на більшу глибину, ніж основна лапа, не порушуючи структуру верхнього шару.

На основі аналізу існуючих конструкцій та умов експлуатації розроблено нову конструкцію робочого органу для передпосівного та міжрядного обробки ґрунту — культиваторної лапи, що забезпечує підвищення ефективності агротехнічних операцій та якості обробки ґрунту.

Запропонована конструкція робочого органу вирішує завдання ефективного рихлення ґрунту в підлаповому просторі, що сприяє створенню сприятливих умов водно-повітряного режиму для оптимального росту та розвитку рослин.

Принцип дії запропонованого пристрою пояснюється на схемі (рис. 1), де представлено його загальний вигляд.

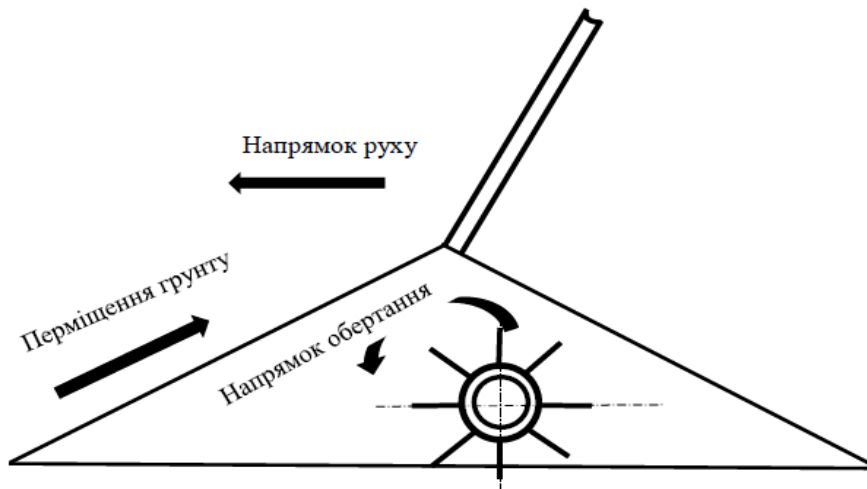


Рисунок - схема запропонованого пристрою

Використання запропонованого пристрою сприятиме покращенню агротехнічних показників обробки ґрунту та підвищенню урожайності сільськогосподарських культур завдяки його конструктивним особливостям. На нашу думку, це забезпечить ефективніше руйнування плужної підшви, що, у свою чергу, сприятиме формуванню оптимального водно-повітряного режиму ґрунту.

Список використаних джерел

1. <https://www.agronom.com.ua/glyboke-rozpushuvannya-gruntu-efektyvna-tehnologiya-pidvyshhennya-vrozhajnosti/>
2. Войтюк Д.Г. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських

матеріалів: підручник [Войтюк Д.Г. та ін]; за ред. С.С. Яцуна. – [2-е вид., перероб. і доп.] Суми : «Сумський національний аграрний університет», 2011.444.

3. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М.; за ред. Черновола М.І. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підручник. Київ : Урожай, 2001. Кн.1: Машини для рільництва. 2001.384.

4. Кравчук В.І., Грицишин М.І., Коваль С.М. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. Київ : Аграрна наука, 2004. 396.

5. Патент на корисну модель. 121450 UA. МПК A01B 37/00 Розпушувач ґрунту культиваторної лапи [Текст]. Лавренко В.В., Арендаренко В.М., Костенко О. М., Лавренко В. В. опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23.

СТАН ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ІМПОРТОЗАЛЕЖНОСТІ ТА РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ

Лазоренко А.І.,

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Гузема Д.В.,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Основною сировиною для виробництва молокопродуктів, у тому числі всіх видів сирів, є молоко. На жаль, валовий надій молока має тенденцію до зниження. На те є низка фундаментальних та суб'єктивних причин. Падіння виробництва молока носить переважно економічний характер і пов'язане зі скороченням поголів'я худоби, низькою продуктивністю молочного стада та низькою рентабельністю молокозаводів із застарілим обладнанням.

Однією із основних проблем молоковиробництва є низька рентабельність виробництва, що пов'язане зі значним падінням закупівельних цін. Рівень державної підтримки виробників залишається дуже низьким. Державне регулювання закупівельних цін є мало ефективне. Як наслідок, країна примушена імпортувати один із найважливіших продуктів харчування людини. За даними Державної митної служби, у січні-травні 2025 року Україна імпортувала 16,6 тис. тонн сирів – на 16,9% більше, ніж за аналогічний період 2024 року. Основними експортерами стали Польща (43,4%), Німеччина (12,4%) та Нідерланди (8,8%).

Значним резервом збільшення функціональних молочних продуктів та підвищення ефективності виробництва є комплексна переробка та використання молочної і підсирної сироватки. В Україні накопичено певний досвід з використання сироватки і сироваточних білків, сухої згущеної сироватки при виробництві сирів. Проте рівень її використання поки що залишається недостатньо високим. Стримуючим фактором (із числа інших

факторів) є обмеження частки внесення зазначених компонентів у сири.

В країнах з розвинутою промисловістю зі знежиреного молока, пахти, сколотин, молочної та підсирної сироватки широко виготовляються сири та їх аналоги, сироподібні продукти висококалорійні з використанням смакових та ароматичних інгредієнтів. Маючи у своєму складі біологічно цінні компоненти, ці продукти можуть слугувати джерелом збалансованого харчування людей різних за віком груп та різних фізичних навантажень.

Використання сироватки при виробництві сирів може суттєво зміцнити сировинну базу для їх виробництва в нашій країні; в повній мірі вирішувати проблеми доквілля та поповнити список безвідходних технологій. Використання біфідогенних концентратів та пробіотеків могло б додатково підвищити харчову цінність сирів надати їм статус лікувально-профілактичних продуктів нового покоління. Регулюючи вуглеводний, жировий та водносолевий склад, використовуючи різні способи обробки сировини, а також різноманітні смакові та ароматичні інгредієнти, можна утворювати принципово нові види сироваточних сирів з достатньо гарними органолептичними та структурно-механічними властивостями.

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ: ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я, ДЕМОГРАФІЮ ТА ЖИТТЄВИЙ КОМФОРТ ЛЮДИНИ

Лазоренко А.І.,

асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Голуб Д.К.,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Люди є невід'ємною частиною довкілля - вони живуть і працюють у ньому, і кожна їхня дія впливає на світ природи. Вплив людини на природу може бути цілеспрямованим і корисним, але часто призводить і до негативних наслідків. Сукупний вплив людської діяльності порушив природну рівновагу глобальної екосистеми, що призвело до її прискореної деградації та зниження здатності до самовідновлення.

Науково-технічний прогрес значно розширив можливості людства задовольняти матеріальні та культурні потреби. Однак він також посилив антропогенний тиск на навколишнє середовище. Екологічні фактори все більше обмежують добробут людини: вони негативно впливають на здоров'я, підвищують ризик генетичних захворювань, скорочують тривалість життя. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, здоров'я на 50% визначається способом життя і на 25% - станом навколишнього середовища. Небезпечні промислові відходи, що потрапляють у навколишнє середовище, негативно впливають на організм людини. Природа не може знешкодити великі обсяги таких відходів, а це означає, що шкідливі речовини часто потрапляють в

організм людини через їжу, воду та повітря.

Якість довкілля є ключовим фактором, що визначає якість життя людей у різних країнах і кліматичних умовах. Вона тісно пов'язана з економічною та соціальною діяльністю. Діяльність людини трансформувала ландшафти, спричинила екологічні кризи, виснажила природні ресурси та запровадила нові форми забруднення, в тому числі електромагнітне та вірусне. У свою чергу, погіршення стану довкілля впливає на здоров'я людей, якість життя та ширші показники добробуту.

Стан довкілля впливає на кожну людину - чи то через безпеку води та продуктів харчування (наприклад, забруднення важкими металами або добавками), рівень забруднювачів або вплив електромагнітних полів від радіоприймачів, телевізорів та веж стільникового зв'язку. Громадське здоров'я відображає динамічну рівновагу між людиною та навколишнім середовищем у конкретних соціально-економічних умовах. В Україні цей баланс порушується через погіршення екологічної ситуації, особливо в промислових регіонах. Скорочення чисельності населення в Україні зумовлене багатьма факторами, серед яких деградація довкілля відіграє значну роль.

Існує чітка взаємозалежність між розвитком довкілля, соціально-економічними умовами та якістю життя - все це формується людською діяльністю та задоволенням людських потреб. Однак задоволення соціально-економічних та інших потреб часто відбувається за рахунок якості довкілля, що безпосередньо впливає на здоров'я та умови життя.

Думка Гіппократа про те, що хвороба виникає через невідповідність між можливостями організму та вимогами навколишнього середовища, залишається актуальною. Науково-технічний прогрес разом із розвитком суспільства все більше спотворює біологічну природу людини. Тому одним із ключових обов'язків суспільства є мінімізація шкідливого впливу на всі форми життя, в тому числі на здоров'я та довголіття людини.

Сьогодні очевидно, що громадське та індивідуальне здоров'я не може бути збережене без підтримки екологічної рівноваги. Отже, людська діяльність повинна відповідати наступним основним принципам:

1. Гармонізація економічної діяльності з екологічними потребами, включаючи використання промислових і сільськогосподарських технологій, які інтегруються в природні цикли і відповідають біосферним законам.

2. Визнання фундаментальних потреб людини, таких як доступ до поживної їжі, чистої води та незабрудненого повітря, необхідними для сталого життя.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПОКРАЩЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІКОЮ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ДИЛЕРСЬКИМИ ФІРМАМИ

Лапенко Г.О.,

к.т.н, професори кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Лапенко Т.Г.,

к.т.н, професори кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Конотоп О.В.,

директор Полтавської філії компаній «Техноторг»
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Вирішення питань оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств здійснює розгалуження системи дилерських підприємств розташованих, як в Полтавській області та і в інших областях України

Вони територіально розташовані поблизу від своїх замовників, сприяють розвитку прямих зв'язків між виробниками сільськогосподарської техніки та споживачами цієї техніки. Дилерські підприємства взяли на себе функції та відповідальність не тільки за постачання нової техніки, а й запасних частин, матеріалів та обладнання, організацію технічного обслуговування сільськогосподарської техніки протягом всього періоду її експлуатації.

До найбільших відомих дилерських підприємств в області слід віднести Полтавську філію групи компаній «Техноторг», Полтавський торговельний підрозділ ТОВ «Агрістар», Полтавська філія Національної акціонерної компанії «Укрзалізниця» дилерські фірми «Ерідон», «Політехніка», «Інфорс» та ін.

Аналіз факторів, які впливають на покращення забезпечення технікою агропромислових підприємств проведено на прикладі роботи групи компаній «Техноторг», яка є одною з найбільших компаній в Україні та в Полтавській області за реалізацією сільськогосподарської техніки та запасних частин на ринку України порядку 35%. Вона представляє на українському ринку широкий спектр сільськогосподарської техніки від всесвітньо відомих виробників, охоплюючи весь виробничий цикл – від підготовки ґрунту до збору врожаю та транспортування.

Потужні трактори, комбайни, обприскувачі, представлені фірмою New Holland, LOVOL представляє надійні трактори й комбайни для широкого спектру господарств. Причіпне та навісне знаряддя для обробітку ґрунту та посіву представників фірми; Väderstad, KUHN, Claydon, Farnet, Kverneland, Sfoggia, Moro Aratri. Фірми BERTHOUD та Tescoma – причіпні та самохідні машини для захисту рослин. Збирання врожаю забезпечують жатки для збирання кукурудзи, соняшнику та інших культур фірм Maizco, Olimac, Ziegler. Техніка фірми DIECI це телескопічні навантажувачі для сільського господарства та інфраструктурних задач.

Аналіз роботи дилерської компанії «Техноторг» в 2024 році показує що спостерігався ріст попиту на всю техніку. Залежно від сезону клієнти активно купували: просапні сівалки, обприскувачі й розкидачі добрив, дискові та зубові борони та інше ґрунтообробне обладнання. Натомість така техніка, як трактори, не мала чітко вираженої сезонності – вона актуальна для придбання впродовж усього року, залежно від потреб господарства. Варто відмітити, що наразі в компанії спостерігають активний інтерес до високотехнологічної техніки та рішень, оскільки український агробізнес зіштовхнувся з проблемою нестачі персоналу. Тож все більше сільськогосподарських виробників цікавлять системи точного землеробства, та широкозахватні моделі техніки, які мінімізують потребу в людях.

«Техноторг» високо цінує довіру своїх клієнтів і буде довгострокові партнерські відносини, засновані на взаємній повазі, прозорості та підтримці. Лояльність до клієнтів є одним із ключових принципів роботи компанії, що реалізується через кілька напрямів: Однією важливих складових політики лояльності фірми «Техноторг» є персоналізоване обслуговування. При формуванні комерційних пропозицій враховуються специфіка господарства, потреби бізнесу та бюджет клієнта. Для постійних партнерів передбачені додаткові бонуси, можливість фіксації цін на техніку та гнучкі умови співпраці, що дозволяє забезпечити комфорт і передбачуваність витрат у плануванні аграрного бізнесу.

«Техноторг» регулярно проводить акції, що охоплюють різні напрями діяльності. Наприклад, безкоштовне дефектування техніки в офіційного дилера допомагає аграріям якісно підготувати техніку до сезону та уникнути простоїв у період польових робіт. Для тих, хто планує оновити технічний парк, цієї весни пропонуються знижки на техніку, зокрема на просапні сівалки Sfoggiata Agromaster, де рівень знижок сягає до 30%.

Також діють спеціальні пропозиції на запчастини, брендів WIX, BOSCH і Mann.

Клієнти компанії «Техноторг» завжди мають доступ до всіх актуальних в Україні фінансових інструментів та програм, які реалізуються українськими та міжнародними банками й лізинговими компаніями. Мова йде про:

- Державну програму здешевлення вартості фінансування кредитних і лізингових коштів «5-7-9»;

- державну програму компенсації до 25% вартості техніки вітчизняного виробництва;

- міжнародні грантові програми, які спрямовані на здешевлення фінансування для придбання імпортої сільськогосподарської техніки;

- міжнародні партнерські програми від провідних виробників імпортої техніки (New Holland, Kuhn, Berthoud, Tescoma та ін.), що також спрямовані на зниження вартості фінансування.

Усі ці програми дозволяють агровиробникам вигідно придбати сільськогосподарську техніку та зменшити витрати на оновлення або розширення технічного парку.

У «Техноторг» відзначають, що участь у програмі державної компенсації до 25% вартості техніки – це значна перевага для клієнтів. Така підтримка дає змогу суттєво скоротити власні витрати на придбання нової техніки, що, своєю чергою, стимулює попит на вітчизняну продукцію. За словами фахівців компанії, компенсація дає аграріям змогу інвестувати в сучасне обладнання без надмірного фінансового навантаження, пришвидшити оновлення технічного парку й забезпечити стабільний розвиток бізнесу навіть в умовах воєнних викликів.

Таким чином, співпраця групи компанії «Техноторг» з постійними клієнтами заснована на взаємній повазі, прозорості та підтримці, використання різних державних та міжнародних грантових програм підвищують забезпечення технікою агропромислових підприємств України.

Список використаних джерел

1. Довідник з машиновикористання в землеробстві./За ред. В.У. Пастухов-Харків; «Веста» - 2001, 347с

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ІНСТРУМЕНТУ ІЗ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛМАЗНОГО ШАРУ

Лапенко Г.О.,

к.т.н, професори кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Лапенко Т.Г.,

к.т.н, професори кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту,

Павлик Д.Г.,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Матеріал інструменту має значний вплив на отримання високої точності, геометричної форми і взаємного розташування оброблюваних поверхонь при високій якості поверхневих шарів і низькій шорсткості.

Використання алмазів дає можливість створювати інструменти з високою механічною зносостійкістю. Підвищення зносостійкості і продуктивності алмазного інструменту при шліфуванні багато в чому пояснюється тим, що алмазні зерна мають менші радіуси заокруглення наконечників, легше і з меншими нормальними зусиллями закладаються в оброблюваний матеріал, мають в 3 рази більшу мікротвердість, в 4 рази більшу міцність на вигин, в 9 разів вище коефіцієнт теплопровідності в порівнянні з зернами карбиду кремнію.

Алмазний абразивний інструмент - це інструменти, робоча частина яких складається з зерен порошку алмазу, закріплених зв'язкою. Інструмент виготовляється в основному з синтетичних алмазних порошків і невеликої

частини (менше 10%) натуральних порошків. Алмазні абразивні інструменти, як правило, складаються з алмазного шару, міцно з'єднаного з корпусом круга матеріалів, і дає можливість використовувати алмазний шар до повного його зносу, в той час як в інструменті зі звичайних абразивів не використовується та його частина, яка затискається в рамці.

Алмазний шар є робочою частиною інструменту, яка визначає його продуктивність і термін служби. Для нього характерні: марка алмазного порошку, зернистість алмазного порошку, марка зв'язки, концентрація алмазу в шарі а також твердість, форма і розмір.

Шліфувальні порошки (шліфпорошки) з синтетичних алмазів відрізняються формою зерна і міцністю. Шліфувальні порошки марок АС2, АС4 і АС6 містять в основному агрегатні зерна підвищеної крихкості розміром від 40 до 250 мкм. Інструменти з цих шліфувальних порошків призначені для фінішного і тонкого шліфування деталей з твердих сплавів, швидкорізальної сталі, напівпровідникових матеріалів, кераміки та інших твердих і крихких матеріалів. Шліфувальні порошки марок АС 15 і АС20 містять кристали з ізометричним коефіцієнтом 1,5-1,6, шліфувальні порошки марок АС32, АС50, АС65, АС80 - кристали з ізометричним коефіцієнтом 1,15 - 1,20. Інструменти з цих шліфувальних порошків працюють в складних умовах при чорнових операціях, відрізання, шліфування і хонінгування.

При фінішній обробці і поліруванні використовуються алмазні мікропорошки марок АСМ і АСН з розмірами зерен від 1 до 50 мкм.

Для найбільш делікатних операцій використовуються субмікропорошки марок АСМ5 і АСМ1, частинки яких мають розмір 0,1-0,7 мкм. Алмазні мікропорошки використовуються при обробці деталей з високозагартованих сталей, твердих сплавів, кераміки, напівпровідникових матеріалів.

Важливою характеристикою алмазного інструменту є зернистість алмазного порошку, яка впливає на шорсткість обробки, питомі витрати алмазів і продуктивність, а значить і на вартість шліфування. При зменшенні зернистості шорсткість оброблюваної поверхні зменшується, але зростає вартість обробки, так як збільшується питома витрата алмазів і знижується продуктивність. Якщо необхідно видалити велику кількість матеріалу і забезпечити високий клас шорсткості поверхні, то загальний обсяг матеріалу доцільно розділити на дві послідовні операції:

- чорнова обробка, виконана інструментом з крупнозернистими алмазами, що забезпечує необхідну продуктивність;

- фінішна, виконана інструментом з дрібнозернистими алмазами, що забезпечує необхідну шорсткість оброблюваної поверхні. Можливе також застосування інструменту з комбінованими характеристиками алмазного шару, коли, наприклад, зовнішнє кільце, призначене для шорсткості, має більшу зернистість ніж внутрішнє кільце, призначене для забезпечення необхідного класу шорсткості.

Найважливішою характеристикою, яка визначає не тільки ефективність, але і можливість використання алмазного інструменту для цього матеріалу, є

зв'язка. Вона служить для закріплення зерен алмазного порошку і наповнювача в алмазному шарі. Наповнювач (абразивні і металеві порошки, антифрикційні речовини) є компонентом шару, що забезпечує інструменту стійкість і необхідні ріжучі властивості, визначає фізичні, механічні, теплофізичні та інші властивості алмазного шару.

Залежно від умов використання алмазного інструменту, технічних вимог до його виконання і якості оброблюваних виробів використовуються такі зв'язки: керамічні, органічні, металеві та гальванічні.

Керамічні зв'язки виготовляють зі скляного порошку, вогнетривких глин, попередньо обпалених і подрібнених та інших компонентів. Алмазний інструмент на керамічній зв'язці використовується для заточування твердих сплавів, суперфінішу деталей підшипників, обробки кінескопів-екранів. Їх довговічність в десятки разів вище, ніж у звичайних абразивних інструментів, тому області застосування керамічних зв'язок постійно розширюються. Для виробництва алмазних кругів на керамічній зв'язці використовуються порошки марок АС4, АС6, АС 15.

Органічні зв'язки є найбільш поширеними. В якості зв'язуючої речовини в цих зв'язках використовуються фенолформальдегідні смоли марок СФП-012А, СФ-342А, СФ-340 та інших, які при гарячому пресуванні полімеризуються у тверду, досить міцну речовину, здатну утримувати алмазно-абразивні зерна.

Важливим резервом для підвищення продуктивності інструменту на органічних зв'язках було введення до їх складу в якості наповнювача порошків міді та олов'яних металів (зв'язки В1-01, В1-02, В1-13 та інші). Такі види композицій називаються металоорганічними. Для виробництва алмазних кругів на органічних зв'язках використовуються алмазні порошки марок АС4, АС6, АС 15

Металеві зв'язки являють собою багатокомпонентну композицію, що включає в себе в різних комбінаціях наступні метали: мідь, олово, алюміній, вольфрам, кобальт, залізо, нікель та інші. Ці зв'язки міцніше утримують алмазні зерна, ніж органічні, і тому алмазний шар на їх основі більш зносостійкий. Для виготовлення інструментів на металевих зв'язках використовуються більш міцні синтетичні алмази, такі як АС6, АС 15, АС20. Номенклатура матеріалів, оброблених кругами на металевій зв'язці, практично охоплює весь спектр металів, неметалевих крихких матеріалів, включаючи природний камінь.

Інструмент на гальванічній зв'язці виготовляється методом гальванічного покриття. Алмазний затиск зерна цим методом не вимагає застосування складних і дорогих прес-форм і дозволяє виробляти інструменти зі складними профілями форми для обробки як пластичних (сталь), так і крихких (кераміка, карбід) матеріалів. При цьому алмазні зерна багатшарові з нікелем, міддю, твердим хромом та іншими матеріалами.

Концентрація алмазів - ваговий вміст алмазу в одиничному обсязі алмазного шару, що визначає його ріжучу здатність, продуктивність, термін служби і вартість.

За стовідсоткову концентрацію умовно приймають вміст алмазу в кількості

4,4 карата на см^3 алмазного шару або $0,88 \text{ мг/см}^3$. Припускаючи, що щільність алмазу дорівнює $3,52 \text{ г/см}^3$, визначаємо об'єм, займаний алмазами в 1 см^3 . $V = 0,25 \text{ см}^3$ Тому, незалежно від типу зв'язку, при 100% концентрації алмазні зерна в алмазному шарі займають 25% обсягу.

У більшості випадків оптимальною концентрацією вважається та, яка забезпечує мінімальну питому витрату алмазів і достатню продуктивність інструменту.

Висновок: Враховуючи характеристики алмазного шару і підбираючи інструменти з штучних алмазів можемо досягти високої продуктивності та мінімалізувати затрати на виготовлення деталі.

Список використаних джерел

1. Бондарев С.Г., Черенкевич О.М. Використання надтвердих матеріалів при відновленні деталей сільськогосподарської техніки. Матеріали всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів СНАУ, Суми, 2020. с 425-426

2. Лапенко Г.О., Казаков Д.Р. Використання ріжучого інструменту із Ельбора-Р в ремонтному виробництві. Матеріали студентської наукової конференції ПДАА, том II. Полтава. 2018, с 127-128

3. Павлик Д.Г., Лапенко Г.О. Використання кубічного нітриду бору(КНБ) для ріжучих інструментів при виготовленні та ремонті деталей сільськогосподарських машин. Матеріали студентської наукової конференції ПДАУ, Том II. Полтава 2024 РВВ ПДАУ, 2024. – 93 с.

РЕЗУЛЬТАТИ КВАЛІФІКОВАНОЇ КОНСУЛЬТАЦІЇ З ПИТАНЬ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЇХ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА НАУКОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ТЕМУ: «МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК ДЕРЕВ НА ПАЛИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ УМОВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри
агроінженерії та автомобільного транспорту.
Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Аналіз господарської діяльності приватного підприємства «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області у поєднанні з опрацюванням науково-технічної літератури, нормативно-правових документів та аналітичних джерел дозволяє сформулювати низку узагальнених висновків щодо поточного стану та перспектив розвитку використання біомаси, зокрема деревної тріски, як альтернативного джерела енергії.

Результати дослідження свідчать, що біомаса має суттєвий енергетичний потенціал, який наразі використовується лише частково. У структурі

агропромислового виробництва ПП «Агроєкологія» накопичуються значні обсяги органічних залишків, включаючи деревину від обрізки лісосмуг, садів, а також залишки сільськогосподарських культур. За належного технологічного підходу ці відходи можуть стати важливим джерелом енергії, здатним частково або повністю замінити традиційні викопні види палива.

Проведений аналіз також засвідчив, що використання деревної тріски як біопалива є не лише економічно доцільним, а й відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку, екологічної безпеки та енергетичної незалежності аграрного сектору. Деревна тріска відзначається високими теплотворними характеристиками, стабільними фізико-механічними властивостями та можливістю автоматизованого використання у твердопаливних котельнях. [1]

Враховуючи наявний сировинний потенціал господарства, доцільним є впровадження системи збирання, подрібнення, зберігання та використання біомаси, зокрема деревних відходів, у межах енергетичної моделі замкненого циклу. Такий підхід дозволить підвищити енергоефективність підприємства, зменшити витрати на теплопостачання та забезпечити екологічну утилізацію органічних відходів.

Таким чином, результати проведеного аналізу підкреслюють актуальність подальших досліджень та практичних заходів, спрямованих на механізацію та оптимізацію процесів переробки біомаси в умовах функціонування аграрних підприємств, зокрема таких, як ПП «Агроєкологія». [2]

Запропоновані наступні рекомендації з питань наукових досліджень:

1. Рекомендації з розширення виробництва:

Можна порекомендувати господарству створювати новий базовий підрозділ по переробці гілок дерев та відходів сільськогосподарської продукції на тріску для власних потреб у якості паливного матеріалу та постійно розширювати ринок сировини та ринки збуту готової переробленої продукції.

2. Аналіз існуючих технологій та технічних засобів:

Здійснено аналіз сучасних методів подрібнення гілок дерев на паливний матеріал. Встановлено, що використовувані в господарстві машини не забезпечують необхідного рівня продуктивності та якості подрібнення, що зумовлює надмірні витрати енергії та часу.

3. Обґрунтування конструкції робочих органів:

Розроблено конструкцію робочих органів дисково-подрібнювальної машини з гелікоїдальною формою ножів. Така конструкція сприяє зменшенню енерговитрат на подрібнення гілок та покращує якість подрібненого матеріалу. Встановлено оптимальні параметри геометрії ножів, які забезпечують підвищену ефективність різального процесу при зменшенні навантаження на привідний механізм.

4. Розрахунок технологічних параметрів процесу подрібнення:

Встановлено залежність між продуктивністю подрібнювальної машини та швидкістю обертання диска з ножами, що приводиться в дію від валу відбору

потужності (ВВП) трактора. При обертах ВВП трактора 540 об/хв, оберти робочого диска з ножами становлять 1500 об/хв завдяки використанню редуктора з передаточним числом 1:2,78.

За таких умов та товщині гілок до 50 мм, продуктивність машини досягає 3,5 т/год, що відповідає питомій витраті енергії 0,85 кВт·год/т.

З урахуванням характеристик трактора:

Потужність ВВП - 45 кВт,

ККД трансмісії - 0,92,

Витрати палива - 0,22 кг/кВт·год.

Таким чином, питома витрата палива на подрібнення становить:

$0,85 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т} \times 0,22 \text{ кг} / \text{кВт} \cdot \text{год} = 0,187 \text{ кг} / \text{т}.$

При продуктивності 3,5 т/год, витрата палива за годину роботи складе $0,187 \text{ кг} / \text{т} \times 3,5 \text{ т} = 0,654 \text{ кг} / \text{год}.$

Ці показники свідчать про доцільність використання приводу від ВВП трактора для подрібнення гілок, що дозволяє оптимізувати витрати енергії та підвищити продуктивність агрегату.

5. Вплив конструкції ножів на якість подрібненого матеріалу:

З'ясовано, що використання ножів з гелікоїдальною поверхнею заточування забезпечує рівномірний розподіл зусиль різання, що сприяє зменшенню динамічних навантажень на агрегат та підвищує якість подрібненого матеріалу.

Збільшення кута заточування до 30° дозволяє знизити силу різання на 15 % без втрати якості подрібнення.

6. Економічна ефективність запропонованого рішення:

Розраховано економічний ефект від впровадження модернізованих робочих органів. Очікувана річна економія становить 25 000 грн, а термін окупності проекту близько 1,8 роки.

Впровадження модернізованих ножів дозволить підвищити продуктивність подрібнювальної машини на 20 % та знизити витрати електроенергії на 12 %.

7. Вплив на екологічну стійкість:

Застосування механізованої технології подрібнення гілок сприяє зменшенню обсягів відходів деревини та підвищенню екологічної стійкості господарства.

Використання подрібнених гілок як паливного матеріалу дозволяє зменшити споживання викопних палив та знизити викиди CO₂ у навколишнє середовище.

8. Конструкторська розробка – ніж дисково-ножового подрібнювача пропонується до впровадження на подрібнювачі гілок дерев. Техніко – економічне обґрунтування, яке приведено у третьому розділі свідчить про те, що витрати на виготовлення пристосування в сумі 1860,19 грн., забезпечать зниження повної собівартості виконання робіт з 2600 грн., до 1860 грн., дадуть плановий прибуток в сумі 29600 грн., на рік, а вкладені кошти окупляться за 0,57 роки.

9. Рекомендації з охорони праці та охорони навколишнього природного середовища:

Також пропонуємо, щоб усі вимоги які викладені у третьому розділі Охорона праці були виконані у ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області на належному рівні. Охорона навколишнього природного середовища дасть змогу зменшити вплив шкідливих факторів на робітників новий базовий підрозділи по переробці гілок дерев та відходів сільськогосподарської продукції на тріску для власних потреб у якості паливного матеріалу. **Висновок.** У результаті кваліфікованої консультації з питань організації наукових досліджень та наукового обслуговування за темою «Механізація процесу подрібнення гілок дерев на паливний матеріал для умов ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області» встановлено доцільність впровадження енергоощадних технологій у сфері біоенергетики аграрного виробництва. Визначено актуальність та практичну значущість дослідження конструктивних і технологічних параметрів роботи подрібнювального обладнання з метою оптимізації процесу переробки деревної біомаси. Надані науково обґрунтовані рекомендації сприятимуть підвищенню ефективності використання енергетичних ресурсів, зниженню витрат господарства на традиційні види палива та екологізації технологічних процесів в умовах сучасного агровиробництва.

Перелік використаних джерел:

1. Gorbenko, O., Lyashenko, S., Kelemesh, A., Padaka, V., Kalinichenko, A. Waste Usage as Secondary Resources. Procedia Environmental Science, Engineering and Management 2021. 8(2), с. 417-429 http://procedia-esem.eu/pdf/issues/2021/no2/13_45_Gorbenko_21.pdf.
2. Lyashenko S.; Gorbenko O.; Kelemesh A.; Kalinichenko A.; Stebila J.; Patyka V. Non-Waste Technology for Utilization of Tree Branches. Appl. Sci. 2022, 12, 8871. <https://doi.org/10.3390/app12178871>. <file:///D:/Users/User/Downloads/applsci-12-08871.pdf>.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕТОДИКА ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри
агроінженерії та автомобільного транспорту.

*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Для проведення експерименту було використано частину технологічного процесу, що застосовується для розточування внутрішніх порожнин циліндричних деталей. Відповідно в експериментальній частині роботи було задіяне наступне технологічне обладнання:

- 1). Вертикально-розточувальний верстат 2Е78П (рис. 1.);



Рисунок 1. – Вертикально-розточувальний верстат 2Е78П (рис. 1.)

2). Пристосування для центрування гільз циліндрів на станині верстату (рис. 2.);



Рисунок 2. – Пристосування для центрування гільз циліндрів на станині верстату

Величину нормалізованого ремонтного розміру встановлюємо залежно від величини і характеру зносу робочої поверхні гільзи циліндра, а також від припуску на механічну обробку, тобто:

$$D = D_p + u + 2 \cdot z_p + 2 \cdot z_x, \quad (1.)$$

де D – попередній розмір гільзи, мм;

D_p – ремонтний розмір гільзи, мм ($i = 1, 2, 3$);

u – знос гільзи, мм;

$2 \cdot z_p$ – припуск на розточування, мм;

$2 \cdot z_x$ – припуск на хонінгування, мм;

Розточування гільз циліндрів виконуємо на вертикально-розточувальних верстатах моделі 2Е78П. Верстати цієї групи відрізняються високою

жорсткістю, мають малі величини подачі і забезпечують високу точність розміру, оброблюваних діаметрів отворів і правильність геометричної форми, шорсткість оброблюваних поверхонь виходить в межах $Ra_{10} - 0,63$ мкм по ДСТУ 9378-93.

При розточуванні застосовуємо різці з пластинками з твердих сплавів ВК-2, ВК-3, ВКЗМ, ВК-6 або ТЗОК4 з кутами заточування: $j_1 = 65^\circ$; $j_2 = 30^\circ$; $a = 12^\circ$; $d = 0^\circ$.

Розточування гільзи циліндрів проводимо під найближчий ремонтний розмір, який визначаємо за формулою:

$$D_{pp} = d_{\max} + 2 \cdot (a + b), \quad (2.)$$

де $d_{\max}$ - діаметр гільзи циліндрів в місці найбільшого зношування (положення верхнього поршневого кільця у верхній мертвій точці), мм;

a - припуск на розточування (при умові заглиблення різця $a = 0,05 \dots 0,1$ мм на сторону); [1].

b - припуск на двох стадійне хонінгування ($b = 0,02 \dots 0,05$ мм на сторону), причому припуск на заключне хонінгування залежить від вимог на шорсткість та коливається в межах $0,005 \dots 0,015$ мм. [1].

Найбільший діаметр отвору гільзи визначаємо за допомогою індикаторного нутроміра в поясах II, II-II, III-III і взаємно перпендикулярних площинах (А-А і Б-Б). (за ескізом рис. 3.).

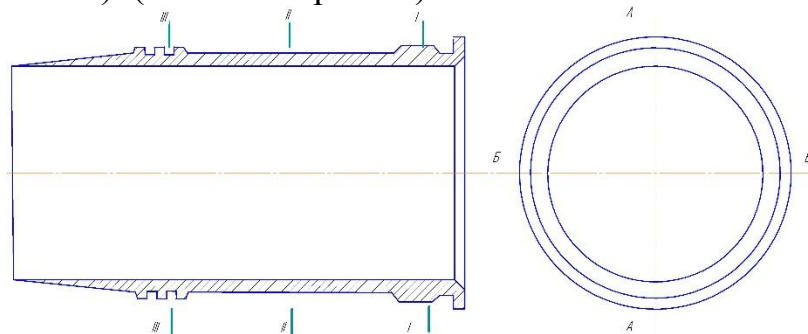


Рисунок 3. – Ескіз для вимірювання розмірів гільзи циліндрів

Пояс I розташований нижче від зупинки верхнього поршневого кільця II-II по середині гільзи; III-III - на 20 мм вище нижнього зразка гільзи.

Розрахунок режимів різання виконуємо за формулами:

Глибину різання визначаємо за формулою:

$$t = \frac{D_p - (D_{\min} + 2 \cdot z_x)}{2}, \quad (3.)$$

де $D_{\min}$ - діаметр гільзи циліндрів в місці найменшого зношування (положення верхнього поршневого кільця у нижній мертвій точці), мм;

Необхідний виліт різця визначаємо за формулою:

$$L = \frac{D_p - d_{un} - 2 \cdot z_x}{2}, \quad (4.)$$

де d_{un} - діаметр шпинделя верстата, мм.

Частоту обертання шпинделя підраховуємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{pp}}, \quad (5.)$$

де V_p – швидкість розточування, м/хв.;

D_{pp} – ремонтний розмір гільзи, мм.

Час на розточування визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \quad (6.)$$

де L – довжина ходу різця, мм;

i – кількість проходів різця;

n – частота обертання шпинделя верстата;

S – подача різця, мм/хв-1;

i – кількість проходів.

Розрахунок довжини ходу різця визначається як сума наступних складових:

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \quad (7.)$$

де l_1 – висота гільзи циліндрів, мм;

l_2, l_3 – відповідно довжина врізання і пробігу різця, в мм (від 2 до 7 мм).

Для подальшого проведення дослідження дзеркала гільзи циліндрів після проведення технологічної операції розточування вирізали заготовки див. рис. 4.

Розміри заготовок обумовлені застосуванням технологічним оснащенням РМ-300. Крім того, попередньо була проведена незначна переналадка робочих органів та органів управління РМ-300 стосовно умов експерименту [2].



Рисунок 4. – Заготовки вирізані із стандартних гільз і розточених на ремонтний розмір

Висновок. 1. Розроблена експериментальна методика розточування гільзи

циліндра автомобільного двигуна обґрунтовує послідовність операцій і ключові технологічні параметри, що забезпечують стабільну якість обробки робочої поверхні.

2. Зіставлення отриманих даних показало, що оптимальні значення частоти обертання шпинделя і подачі інструмента мінімізують шорсткість поверхні та геометричні відхилення гільзи в межах допусків, рекомендованих виробником двигуна.

3. Експериментальні дослідження зносу ріжучого інструмента продемонстрували залежність втрати його геометричної точності від режимів різання; це дозволяє визначити критичні параметри ресурсу інструменту та планувати регламент заміни.

4. Впровадження системи контролю температури робочої зони й охолодження технологічними рідинами сприяє зниженню термічних напружень у матеріалі гільзи, що позитивно впливає на довговічність двигуна та зменшує ризик виникнення мікротріщин.

5. Результати вимірювань показують, що застосування калібрувальних оправок після розточування дозволяє досягти відтворюваної циліндричності й концентричності отвору гільзи на рівні не гірше 0,01 мм.

6. Запропонована методика є універсальною й може бути адаптована для різних моделей автомобільних двигунів, що відкриває можливості для стандартизації технологічного процесу на ремонтно-відновних підприємствах.

7. Подальші дослідження доцільно зосередити на впровадженні автоматизованого контролю параметрів процесу в режимі реального часу та використанні комп'ютерного моделювання для прогнозування зносу інструменту.

Перелік використаних джерел:

1. Матеріалознавство та технологія матеріалів (у схемах і завданнях) [Текст]: навч. посіб. / Т.П. Говорун, О.П. Гапонова, С.В. Марченко. Суми: СумДУ. 163 с.

2. Гриневич, О. В., & Герук, С. М. Удосконалення технології ремонту автомобільних двигунів підвищенням якості гільз циліндрів. *Тези доповідей студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів на V-й Всеукраїнській науковопрактичній конференції "Підвищення надійності машин і обладнання"* 6-8 квітня 2011 року. Кіровоград: КНТУ, 2011. С. 49.

ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК ДЕРЕВ НА КОПОСТНИЙ МАТЕРІАЛ

Ляшенко С.С.

здобувачка вищої освіти

спеціальності 208 Агроінженерія.

Інженерно-технологічний факультет

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

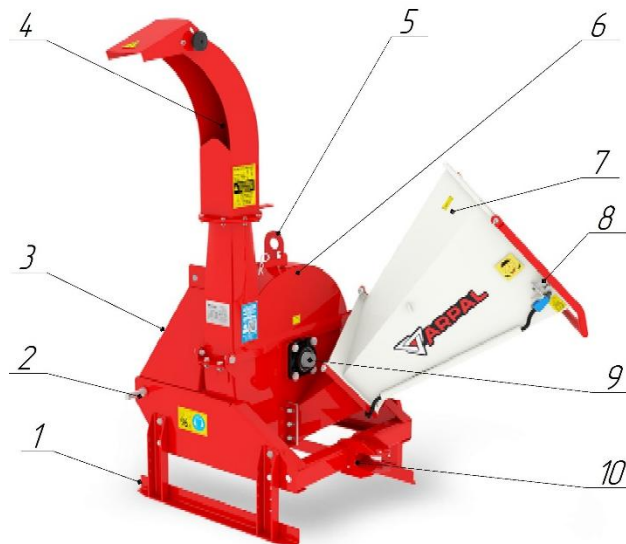
Аналіз науково-технічної літератури та аналітичних джерел дозволяє зробити низку важливих висновків щодо стану та перспектив розвитку використання біомаси, зокрема деревної тріски у якості компостного матеріалу в Україні. Встановлено, що технічний потенціал виробництва компостного матеріалу в Україні оцінюється на рівні 95,6% від загального обсягу біомаси, придатної до переробки. При цьому динаміка споживання та реалізації деревної тріски вітчизняними підприємствами демонструє стабільне зростання, що зумовлено в основному екологічними чинниками [1].

На цьому тлі особливої актуальності набуває питання ефективного подрібнення деревних залишків, зокрема гілок дерев, з метою отримання технологічно якісного компостного матеріалу. Однією з ключових проблем, що потребує вирішення, є дослідження впливу конструктивних параметрів дисково-ножових подрібнювачів на гранулометричний склад отриманого подрібненого матеріалу. Це дозволить оптимізувати процес подрібнення та забезпечити стабільну якість тріски, придатної до використання у якості компостного матеріалу.

З урахуванням вищевикладеного, доцільно рекомендувати аграрним підприємствам, зокрема тим, що займаються рослинництвом, створювати спеціалізовані підрозділи з переробки гілок дерев та відходів сільськогосподарської продукції на компостний матеріал. Це дозволить не лише задовольнити внутрішні потреби господарства у органічних добривах, але й створити додаткові можливості для розширення ринків збуту біоорганіки, формуючи тим самим нові економічно вигідні напрями господарської діяльності.

У зв'язку з цим обрана тема досліджень є надзвичайно актуальною в умовах сучасної аграрної політики та екологічної трансформації. Основною метою даної роботи є розроблення техніко-технологічних рішень для механізації процесу подрібнення гілок дерев з метою виробництва компостного матеріалу в умовах приватного підприємства «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області. Запропоновані технічні рішення мають сприяти підвищенню екологічності господарства, зниженню витрат на традиційні види органічних добрив та забезпеченню сталого розвитку підприємства.

Машина призначена для переробки гілок дерев (тонкі гілки дерев, листя, гілки хвої, рослинні рештки) у компостний матеріал заданої фракції. За своєю конструкцією подрібнювач гілок дерев на компостний матеріал – всього лише нескладний верстат, що працює від валу відбору потужності трактора 1.



1-основа; 2-трюхточкова навіска; 3-хвостовик під карданний вал типу Т5; 4-розтруб вивантажувальний; 5-транспортувальна скоба; 6-барабан; 7-вхідний бункер; 8-важіль аварійної зупинки; 9 - опора підшипникова; 10-серга для причепа.

Рисунок 1. – Конструкція подрібнювача Арпал МК-120ТР для переробки гілок дерев у компостний матеріал (тріску).

Технічні параметри запропонованого подрібнювача для переробки деревних гілок на компостний матеріал:

- Тип сировини: гілки деревини;
- Можливість роботи від валу відбору потужності трактора 24к.с.;
- Частота обертання різального диска 540-1000 об/хв;
- Діаметр різального диска 600 мм;
- Кількість ножів 4 шт;
- До 90% отриманої тріски буде розміром 5...50 мм.

У комплект входять див. рис. 1: рама, яка складається з основи 2 та трюх точкової навіски 2; до рами прикріплений барабан 6 у якому встановлений дисково-ножевий робочий орган з чотирьма різальними ножами виготовленими з інструментальної сталі 6ХВ2С які кріпляться за допомогою болтового з'єднань до диска, що обертається на валу встановленого на опорні підшипники 9, вал приводиться в рух від карданного валу типу Т5 3, паралельно на диску закріплюються лопатки для видалення тріски через розтруб вивантажувальний 4, до корпусу у верхній його частині приварена транспортувальна скоба 5 ; на основу рами встановлено вхідний бункер 7 на якому змонтований важіль аварійної зупинки 8. До машини є можливість приєднати причеп за допомогою серги 10.

Необхідну сировину, призначену для подрібнення, подають в завантажувальний бункер. Вихідна сировина, потрапляючи в камеру, подрібнюється ножами та викине під дією повітряного потоку лопатей ротора через розтруб вивантажувальний.

Подача сировини здійснюється вручну, тобто закидається по черзі в приймальний бункер, а потім матеріал вже сам затягується завдяки особливій конфігурації ножів.

Особливості і переваги конструкції подрібнювача для переробки гілок

дерев у компостний матеріал [2]:

- Ножі виготовлені із ресорної сталі 6XB2C, які мають відмінні різальні властивості;
- Регулювання спрямування вихідного матеріалу при навантажуванні за допомогою вивантажувального розтрубу;
- Підсилена рама для стійкої роботи подрібнювача;
- Безпечний бункер для подачі матеріалу із важелем аварійної зупинки;
- Якісний підшипниковий вузол для надійної і довговічної роботи;
- Вхідний бункер обладнаний шторкою із прозорого ПВХ матеріалу для захисту оператора від трісок в процесі роботи;
- Карданний вал класу Т5 із фрикційною муфтою яка захищає подрібнювач гілок та трактор від перевантаження;
- Завантажувальний бункер швидко переводиться у транспортне положення і надійно фіксується.

Вплив розмірів подрібненого матеріалу на ефективність подальшої технологічної переробки.

Розмірні характеристики подрібненого матеріалу є критично важливими з точки зору подальшого його використання у процесах компостування та технологічного внесення органічних добрив. Нерівномірність фракційного складу, особливо наявність надмірно великих частинок, призводить до порушення однорідності маси, що ускладнює як аеробне розкладання біомаси, так і її механізоване транспортування та внесення в ґрунт [3].

Одним із найбільш поширених негативних наслідків подачі неякісно подрібненої деревини є блокування обертових та транспортувальних елементів технологічного обладнання, зокрема шнекових конвеєрів, лопатевих або планчастих транспортерів. Це не лише знижує продуктивність технологічного процесу, але й може призвести до виходу з ладу окремих вузлів машин, що обумовлює додаткові витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Отже, важливою передумовою якісної роботи технологічного обладнання є забезпечення максимально однорідного гранулометричного складу подрібненого матеріалу. Для цього необхідно запобігати надходженню в подрібнювач деревини гілок або уламків, розміри яких перевищують допустимі технологічні межі.

Висновок. За результатами лабораторних експериментальних досліджень встановлено, що для досягнення оптимального гранулометричного складу подрібненого матеріалу, зокрема у межах розміру частинок від 0,03 до 0,06 мм, доцільним є налаштування частоти обертання робочого органа дисково-ножового подрібнювача в діапазоні від 1400 до 1600 об/хв. Такі параметри забезпечують стабільний технологічний режим роботи подрібнювача, що дозволяє отримати рівномірний фракційний склад тріски, придатної для подальшого використання в агроекологічних технологіях приготування компосту.

Перелік використаних джерел:

1. Gorbenko, O., Lyashenko, S., Kelemesh, A., Padaka, V., Kalinichenko, A. Waste Usage as Secondary Resources. Procedia Environmental Science, Engineering and Management 2021. 8(2), с. 417-429 http://procedia-esem.eu/pdf/issues/2021/no2/13_45_Gorbenko_21.pdf.
2. Ляшенко С.В. Пат. 135923 України, МПК В27L 11/00 (2019.01) Малогабаритний мобільний подрібнювач біомаси / заявники та власники Полтавська державна аграрна академія, Інститут наук технічних Університету Опольського. - № u 201901468; заявл. 14.02.2019; опубл. 25.07.2019, Бюл. № 14. Від 25.07.2019 р.
3. Lyashenko S.; Gorbenko O.; Kelemesh A.; Kalinichenko A.; Stebila J.; Patyka V. Non-Waste Technology for Utilization of Tree Branches. Appl. Sci. 2022, 12, 8871. <https://doi.org/10.3390/app12178871>.
<file:///D:/Users/User/Downloads/applsci-12-08871.pdf>.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ МАШИН ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Максімов В.В.

здобувач вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту
*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Проведений аналіз способів очищення зернових матеріалів свідчить як про можливість подальшого вдосконалювання режимів обробки, так і про необхідність розробки нових підходів і прогресивних рішень у питанні відокремлення домішок від основної фракції зерна, створення сучасних технологічних засобів для реалізації основних технологічних операцій комбікормових і круп'яних виробництв (див. рис. 1.) [1-3].

Ефективним шляхом вирішення проблем енергетики забезпечення високої якості первинної обробки зерна є використання комбінованих способів очищення зерна із аеросипаруванням. Нові принципи конструювання трієрних машин повинні бути засновані на використанні переваг устаткування багатофункціонального призначення й агрегатів автономного використання, розширення їх технологічних можливостей.

Аналіз способів впливу на сипучі матеріали дозволить встановити найбільш технічно раціональні й технологічно доцільні способи очищення й принципи їх реалізації із застосуванням машин, що сполучають гравітаційний з аеродинамічним впливами на зернову масу.

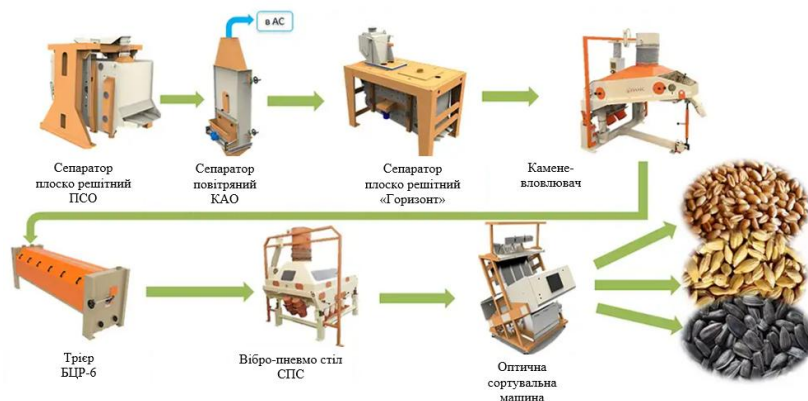


Рисунок 1. – Принципова схема технологічної лінії ретельного очищення зерна

Одним з можливих напрямків розв'язання поставленого завдання є вдосконалювання конструктивно-функціональних характеристик робочих органів трієрних машин. Їхня реалізація може бути досягнута шляхом збільшення активного обсягу робочої зони за рахунок поєднання гравітаційного й аеродинамічного впливу, що дозволяє збільшити довжину шляху й час перебування зерна в робочій зоні, створити умови повного контакту всієї поверхні зерна як з комірками трієра.

До недоліків трієра можна віднести: важко підібрати розмір комірок барабана, оптимальне положення лотка трієра та ступінь завантаження зерновою сумішшю. Вважається, що робота трієра досить ефективна, якщо він виділяє не менше 80% подрібнених та інших коротких домішок та не менше 70% овесу, ячменю та інших довгих домішок. Інакше для цієї партії зерна заново підбираються розміри комірок і проводиться налаштування режиму роботи трієра.

Трієр потрібно щоразу переналаштовувати при роботі із сухим та вологим зерном. Якщо ми налаштування зробили на сухому зерні, а з поля прийшло зерно вологе, то сипучість зерна зменшилася, трієрний циліндр його не підняв на потрібну висоту, дрібні бур'яни в лоток не потрапили, і пішли у чисте зерно. Те саме відбуватиметься і з нижнім, вівсюжним циліндром. Сипучість зменшилася, трієрний циліндр не зміг підняти на потрібну висоту зернову масу, вона пройшла дном циліндра і пішла у відходи. Зерно в цьому випадку не має вівсюга (довгих домішок), але відходи занадто багато містять якісного зерна.

Наповнюваність трієра має бути чітко визначена. До перевантаження зерном особливо чутливий відбірко-вий циліндр. При надмірному надходженні зерна він не встигає підняти і перемістити всю масу зерна (пшеницю, ячмінь, жито і т. д.) у жолоб, у зв'язку з чим частина зерна сходить з пористої поверхні циліндра разом з довгими домішками. Водночас напівпорожній здатний закидати довгу домішку у чисте зерно.

При роботі трієра на дні барабана, що обертається, утворюється шар зерна, середня частина якого не потрапляє в комірки трієра і не сортується. Для вирішення цієї проблеми в барабанах сучасних трієрів ставлять щити, що

струшують, які направляють короткі зерна при проході через барабан назад до комірок трієра, що підвищує ефективність та якість сортування.

Як відомо зернопереробне устаткування, у тому числі й трієри, аеродинамічне обладнання, що сепарують, мають значні коливання продуктивності. До напрямків удосконалювання трієрних машин слід віднести завдання стабілізації подачі зерна в робочу зону барабана і точний підбір розмірів комірок під задану культуру.

Висновок. 1. Впровадження автоматизованих систем керування та моніторингу технологічних параметрів дозволяє підвищити точність і стабільність процесу первинного обробітку зерна.

2. Оптимізація конструктивних елементів (сепараційних решіт, шнеків, барабанів) за допомогою комп'ютерного моделювання зменшує втрати зерна та покращує його якість.

3. Застосування зносостійких матеріалів і поверхневих покриттів в основних робочих вузлах продовжує строк служби обладнання та знижує експлуатаційні витрати.

4. Модульна архітектура машин забезпечує їх швидку адаптацію до різних культур і умов роботи, а також спрощує технічне обслуговування.

5. Підвищення енергоефективності досягається за рахунок оптимізації кінематичних схем приводу та впровадження регульованих електроприводів.

6. Інтеграція систем самоочищення та автоматичного регулювання завантаження дозволяє зменшити зупинки для обслуговування та підвищити продуктивність агрегатів.

Перелік використаних джерел:

1. Прилуцький, А. Н. "Шляхи підвищення технологічної ефективності повітряно-решітних пневмовібровідцентрових зерноочисних машин." Сільськогосподарські машини 32 (2015): 152-155.

2. Степаненко, С. П. (2012). Функціонально-структурне моделювання технологічних процесів післязбиральної обробки зерна на току. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК, (170 (2)), 186-196..

3. Котов, Б. І. Концептуальні основи створення технічних засобів первинної обробки зерна в умовах господарств АПК / Б. І. Котов, С. П. Степаненко, Р. А. Калініченко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кропивницький : ЦНТУ, 2017. - Вип. 47, ч. 1. - С. 104-114..

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БІТЕРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА

Нестеренко М.С.

бакалавр 208 Агроінженерія

Падалка В.В.

к.т.н., доцент кафедра агроінженерії та АТ
*Полтавський державний аграрний університет
м.Полтава, Україна*

Картопля є однією з найбільш затребуваних сільськогосподарських культур, що масово обробляється як в Україні, так і в усьому світі. У нашій країні під посадками зайнято 1325 тис. га, а загальний обсяги виробництва становить у середньому понад 31,1 млн. тон. Більше 80% врожаю картоплі забирається механізованим способом у складних ґрунтово-кліматичних умовах, що призводить до зниження ефективності роботи картоплезбиральних машин, що застосовуються, підвищення пошкодження бульб і собівартості картоплі. Досвід експлуатації картоплезбиральних машин у різних регіонах свідчить про недостатню ефективність сепарації суглинистих і сірих лісових ґрунтів, і навіть відсутність можливості регулювання робочих параметрів сепараторів під конкретні умови збирання. У більшості картоплезбиральних машин як сепаруючий пристрій використовуються прутковий елеватор або грохот, що коливається.

Збирання є найбільш трудомістким та енергоємним етапом виробництва картоплі. За загально відомими даними, її частку припадає від 31 % до 35 % всіх трудовитрат. Це з тим, що ґрунт займає більшість картопляної грядки. Отже, для отримання чистих бульб необхідно зруйнувати і просіяти велику кількість ґрунтових домішок.

Однак, як показує практика, на ділянках, що прибираються, завжди залишається від 30% до 35% рослинних залишків. Тому в картоплезбиральних машинах, поряд з пристроями, що подрібнюють ботву, повинні бути передбачені конструктивні параметри і режими роботи сепараторів, що забезпечують їх самоочищення від рослинних залишків.

Процес роботи картоплезбиральної машини з елеваторним пристроєм, що сепарує, полягає в транспортуванні пласта ґрунту, при якому відбувається просіювання дрібних частинок через зазори між прутками. Більші домішки руйнуються і сепаруються у місці переходу з одного пруткового елеватора на інший. Для підвищення ефективності виділення ґрунтових домішок робоча гілка полотна коливається під впливом спеціальних ударних зірочок чи струшувачів

У США та Західній Європі широко застосовуються картоплекопачі та картоплекопачі-навантажувачі з елеватором як первинний сепаратор і рифлені труби, спіральні пружини, пруткові ротори як вторинний сепаратор. Причому довжина даних ротаційних робочих органів завжди дорівнює ширині пруткового елеватора, в комплексі з яким вони працюють [1-3].

При роботі на важких суглинистих ґрунтах в умовах підвищеної вологості робочі органи комбінованого сепаратора схильні до залипання ґрунтом, а через невеликий діаметр (200 мм) і маленьку окружну швидкість на них намотуються рослинні залишки.

Основними методами руйнування бульбоносного пласта барабанными інтенсифікаторами є стиск (статичне навантаження) та ударне навантаження (динамічний навантаження). Руйнування бульбоносного пласта методом статичного навантаження відбувається рахунок значного зусилля пресування. Таким чином працюють інтенсифікатори балонного типу.

Основу кожного балона складають вал з опорними підшипниками, камери та покриття. У картоплезбиральних машинах вони встановлюються перед, над і після сепаратора. Існує кілька основних схем компоновання даних робочих органів: спарені балони, поєднання балонів з стрічковим транспортером або прутковим елеватором.

Найбільш поширеним інтенсифікатором, що руйнує шар ударним навантаженням, є бітер. У більшості випадків він встановлюється між лемішами та елеватором. У разі застосування істотних динамічних навантажень не призводить до збільшення ступеня травмування бульб, що у шарі пласта ґрунту.

За типом робочої поверхні бітери поділяються на: штифтові, пруткові, лопатеві. Все це збільшує інтенсивність руйнування ґрунтових домішок. Однак при вологості ґрунту понад 22% відбувається залипання прутків другого контуру. Через це суттєво знижується сепаруюча та транспортувальна здатність бітеру. Для зменшення пошкодження бульб все частіше застосовують прутки з еластичним покриттям. Як показали експериментальні дослідження, найбільш оптимальні значення максимального та мінімального діаметрів бітеру знаходяться в межах 280...350 мм, при частоті обертання бітеру 320...560 хв⁻¹ та швидкості руху машини 0,8...1,6 м/с.

В результаті аналітичного огляду конструкцій і режимів роботи сепараторів та інтенсифікаторів картоплезбиральних машин запропонована гіпотеза про перспективність вдосконалення картоплекопача шляхом суміщення в його конструкції приймально-подавального лопатевого бітеру та ротаційного сепаратора, з метою підвищення сепаруючої ефективності

Список використаних джерел:

1. R.W.Chase, N.R. Thompson, R.L. Ledebuhr, C.M. Hansen, R.B. Kitchen. (1978). Plot harvester for potatoes. American Potato Journal. Vol. 55, Issue 4, pp. 235-237. doi.org/10.1007/BF03044531
- 2 Misener, G.C., L.P. McMillan (1987). A bulk potato trailer for research plots. American Potato Journal. Vol. 64. Pp. 403-407. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/B F02853702>
3. Dagninet Amare, Geta Kidanemariam, Wolelaw Endalew, Seyife Yilma (2015) Potato Harvester for Smallholder Producers. International Journal of Mechanical Engineering and Applications. Vol.3, No. 6, 2015, pp. 103-108. doi:10.11648/j.ijmea.20150306.11

ІНСТИТУТИ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК УКРАЇНИ І ЇХ РОЗВИТОК НА ПІДСТАВІ ESG - КОНЦЕПЦІЇ

Опара Н.М.

к.с.-г.н., професор кафедри механічної
та електричної інженерії, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Безпека виробничих процесів і ESG -принципи на підприємствах АПК міцно пов'язані і взаємозалежні. ESG (Environmental, Social, and Governance) принципи, що впроваджуються в агропромисловому комплексі, спрямовані на стійкий розвиток, мінімізацію негативного впливу на оточуюче середовище, забезпечення соціальної відповідальності і ефективне корпоративне керівництво.

Безпека виробничих процесів є невід'ємною частиною цих принципів, забезпечуючи здоров'я та безпеку працівників, а також екологічну безпеку виробництва.

ESG – підхід відіграє ведучу роль у формуванні бізнес-стратегій, метою яких є виконання соціально-відповідальних корпоративних задач. Це досягається за рахунок інновацій в розробці продуктів, адаптації підходів до керівництва і покращення процесів створення додаткової вартості при одночасній мінімізації загроз стійкого розвитку.

Показники ESG враховують інвестори, кредитні організації і урядові структури при оцінці доцільності фінансування або надання підтримки аграрним виробникам.

Дана методологія спирається на три основні принципи для досягнення стійкості: екологічної безпеки, соціальної відповідальності і управлінської етики.

Екологічний компонент включає:

1. Вплив діяльності підприємств на кліматичні зміни.
2. Емісію парникових газів.
3. Роботу з відходами виробництва.
4. Розхід природних ресурсів, включаючи ризик виснаження запасів прісної води.
5. Скорочення лісних територій.

Соціальна складова охоплює:

1. Взаємодію з клієнтами, місцевими громадами, кооперацію з постачальником.
2. Дотримання гендерного балансу серед співробітників.
3. Дотримання стандартів, праці, виключення використання дитячої праці.
4. Піклування про здоров'я працівників.

Управлінський аспект передбачає:

1. Забезпечення справедливої винагороди керівництва і дотримання прав акціонерів.

2. Організацію роботи ради директорів.
3. Проведення аудиту і контрольних заходів.
4. Проведення сертифікації і експертиз.
5. Розробку і реалізацію довготермінової стратегії компанії.

В умовах АПК, ініціативи по інтеграції ESG- параметрів пояснюються необхідністю взаємодії з ключовими зацікавленнями сторонами включаючи інвесторів, покупців і регулюючі органи.

Частіше всього ініціативи по ESG-трансформації АПК переважно виходять від покупців. Ці вимоги до економічності продукції є основополагаючим фактором, що мотивує агропромислові підприємства слідувати ESG-стандартам.

Дана тенденція обумовлена прагненням покупців до придбання продуктів, що вироблені з урахуванням екологічної і соціальної відповідальності. Більшість покупців готові доплачувати за такі товари. Переважна більшість споживачів зацікавлені в здоровому способі життя і збереженні оточуючого середовища.

Переважний внесок є за екологічним сегментом: це значні досягнення в охороні оточуючого середовища, боротьбі зі змінами клімату, стійкому використанні ресурсів, значні інвестиції в природоохоронні проекти країни з боку бізнесу.

Впровадження стійких практик в аграрному секторі країни відкриває перспективи створення нових продуктів, покращення ринкових позицій і отримання додаткової вартості через ESG-маркування продукції.

Слідування принципам ESG при виробництві сільськогосподарської продукції дозволяє забезпечити стратегічну перевагу на регіональному рівні, мінімізувати ризики і підвищити репутацію.

Найбільш розповсюдженими екологічними ініціативами виступають переробка відходів і підвищення ефективності використання природних ресурсів.

Основними напрямкам соціальної складової є особистісний і професійний розвиток працівників і забезпечення гідного рівня заробітної платні.

У сфері корпоративного керування підприємства агро-промислового комплексу впроваджують заходи, спрямовані на зниження внутрішніх і зовнішніх ризиків і підтримку високих стандартів корпоративної етики. Однак, повноцінне впровадження принципів ESG в секторі АПК країни стримується рядом перешкод, у числі яких обмеження розуміння економічної вигоди від таких проектів і недостатнє фінансування. ESG являє собою не тільки труднощі і ризики впровадження, але і значні іміджеві і економічні перспективи. У зв'язку з цим, при інтеграції ESG акцент слід змістити від керування ризиками до виявлення і використання нових можливостей для зростання прибутків і створення додаткових робочих місць.

Розвиток інститутів стійкого розвитку на підприємствах АПК на підставі ESG-концепції, з урахуванням відмічених складнощів, вимагає реалізації наступних ключових задач:

1. Пошук додаткових каналів фінансування і ресурсної підтримки, в т. числі, в рамках державних інвестиційних програм і спільних проєктів з бізнес-партнерами. Прогрес АПК міцно пов'язаний з можливістю впровадження ESG-принципів, переходу до екологічно орієнтованого і кліматично адаптованого сільського господарства, а також стійкому розвитку галузей АПК.

Для здійснення таких змін вимагаються значні фінансові вкладення і розробка ефективних механізмів фінансування, з урахуванням принципів «відповідального» інвестування.

В даній області необхідно активно взаємодіяти з державними структурами для отримання доступу до інвестиційних програм і субсидій, що вже є, спрямованими на підтримку екологічно чистого сільського господарства, впровадження енергозберігаючих технологій і підвищення ефективності ресурсовикористання.

Доцільна організація співробітництва з приватними бізнес-партнерами та інвесторами, зацікавленими в стійкому розвитку, в рамках розробки сумісних проєктів, обміну досвідом і технологіями, залучення прямих інвестицій в стійкі практики в агросекторі і іншим ініціативам.

Необхідно відзначити, що у сфері ESG-фінансування ключову роль відіграють так звані ESG-облігації, які також відомі під назвою «зелені», соціальні або спрямовані на стійкий розвиток бонди.

Дослідження ринкової активності цих цінних паперів за останні роки показує їх значне зростання.

Дані інструменти особливо актуальні для фінансування проєктів, спрямованих на розвиток екологічної і соціальної відповідальності аграрному секторі, оскільки традиційні методи фінансування часто не підходять через обмежену дохідність і тривалі терміни повертання інвестицій. При цьому використанню ESG-облігацій надає можливості запозичення коштів під більш низький відсоток, розширення кола потенційних інвесторів завдячуючи їх зацікавленості в стійкому розвитку, а також задоволення потреб широкого спектру учасників ринку.

2. Активізація інформаційної підтримки і освітніх ініціатив серед персоналу і керівного ланцюга підприємств з приводу переваг ESG-стратегії, як фундаменту для довготермінового прогресу в аграрній галузі.

В першу чергу, необхідно організовувати цільові освітні програми і тренінги, що охоплюють основи ESG, кращі практики і успішні кейси міжнародних компаній в аграрній сфері, спрямовані на формування розуміння цінності стійкого підходу до ведення бізнесу і його впливу на екологічний стан регіону, корпоративну культуру і соціальну сферу. Також важливо розробити і реалізувати компанії через доступні медіа платформи і соціальні мережі для просування успіхів і досягнень підприємств, що запроваджують ESG-ініціативи.

3. Розробка і впровадження механізмів оцінки впливу внесених змін, з урахуванням оцінки екологічного, соціального і фінансового результату.

Інструменти фінансової оцінки повинні давати можливість виявляти зміни,

з урахуванням оцінки екологічного, соціального і фінансового результату. Інструменти фінансової оцінки повинні давати можливість виявляти зміни у рентабельності собівартості продукції і інших ключових екологічних показниках, пов'язаних із застосуванням екологічно безпечних технологічно і соціально відповідального керівництва.

Засоби оцінки соціального впливу повинні включати показники, що відображають рівень задоволеності і благополуччя співробітників, внесок в розвиток місцевого співтовариства, покращення умов праці соціальної інфраструктури.

Для оцінки знадобиться проведення регулярних опитувань, аналіз лояльності персоналу і вивчення соціального ефекту від реалізації проектів. Оцінка екологічного аспекту передбачає облік показників, пов'язаних зі скороченням вуглецевого сліду, ефективність використання ресурсів, зменшенням обсягів відходів і ступенем забруднення оточуючого середовища.

Оцінити досягнуті результати і виявити області для подальшого покращення допоможе проведення екологічних аудитів, сертифікації і незалежного моніторингу на підприємствах АПК.

4. Впровадження технологій, що сприяють зменшенню вуглецевого сліду діяльності, оптимізації споживання природних ресурсів, охороні природи, підвищенню безпеки, якості і доступності продуктів:

- ініціативи в області зменшення вуглецевого сліду спрямовані на скорочення викидів парникових газів. Основні інструменти і методи включають застосування компостуваних добавок для прискорення розкладання тваринних відходів, інновації в дієті тварин для мінімізації метану, і аффорестацію, як спосіб абсорбції CO₂;

- проекти з оптимізації споживання води спрямовані на більш економне використання водних ресурсів. Розробки в цій сфері включають застосування точного землеробства і рециркуляцію очищених стічних вод для ірригації, що сприяє зниженню споживання води й зменшенню енергомісткості процесів;

- інновації в області покращення безпеки і якості продуктів припускають зміни складу або структури інгредієнтів з метою зменшення вмісту консервантів, цукру і штучних добавок, а також реалізація ініціатив по отриманню добровільних сертифікатів. Дані ініціативи дозволять підприємствам АПК зайняти лідируючі позиції на ринку, сформувати ефективний ESG-бренд і стимулювати зростання прибутків через освоєння інноваційних продуктів;

- також у перспективі актуально обмежити свій вибір постачальників тим, хто демонструє необхідний рівень прозорості через ESG-звітність і проводити аудити умов праці на виробництвах своїх партнерів.

5. Забезпечення якісних умов праці для співробітників аграрного сектору до прав особистості, протидія розповсюдження корупції в галузі:

- практичні ініціативи в області підвищення рівня охорони праці повинні бути спрямовані на забезпечення безпечних умов роботи через впровадження навчальних програм, використання технологій віртуальної реальності для

тренувань, проведення аудитів і автоматизацію деяких небезпечних технологічних процесів. Підсумком ініціатив є покращення здоров'я співробітників і підвищення ефективності їх діяльності;

- підходи, що стосуються забезпечення гідної винагороди за працю персоналу сільськогосподарських організацій повинні бути спрямовані на справедливу оплату праці і відмову від надмірних переробок. Дані ініціативи збільшують рівень ефективності використання персоналу, зменшують текучість кадрів і сприяють залученню висококваліфікованих спеціалістів;

- висока активність боротьби з корупцією реалізується шляхом розробки внутрішнього навчання співробітників, створення каналів для повідомлень про порушення і проведення регулярних аудитів, що дозволяє компаніям розширювати свою присутність на цільових ринках і знижувати репутаційні ризики;

- для розвитку стандартів в даній області поваги до прав особистості протягом всього процесу ціннісного циклу організації можуть здійснювати формування актуальних програм розвитку внутрішньої корпоративної культури і розробку необхідної організаційної документації.

Список використаних джерел

1. Інформаційний ресурс: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/34212>
2. Інформаційний ресурс: <https://miljournals.knu.ua/index.php/visnuk/article/view/937>
3. Інформаційний ресурс: <https://ontu.edu.ua/download/dissertation/phd/Disser/2024/Disser-PhD-Pyechka.pdf>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРУШУВАННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Петраченко Д.О.

к.т.н., викладач відділення агроінженерії

*Відокремлений структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий
коледж Сумського національного аграрного університету*

м. Глухів, Україна

Шейченко В.О.

д.т.н., професор кафедри агроінженерії

та автомобільного транспорту,

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Зростаючий попит на продукти з високою біологічною цінністю стимулює впровадження інноваційних технологій переробки сільськогосподарської сировини. Одним із перспективних напрямів є отримання конопляного ядра шляхом обрушування насіння промислових конопель. Цей продукт

характеризується високим вмістом білків, незамінних жирних кислот і вітамінів, що забезпечує його затребуваність у харчовій промисловості.

Обрушування насіння конопель безпосередньо впливає на покращення засвоюваності поживних речовин і підвищує загальну якість готового продукту [1]. Проте в науковій літературі ще недостатньо висвітлені оптимальні технологічні параметри цього процесу саме для конопель, що стримує впровадження ефективних промислових рішень.

Відомо, що ефективність процесу обрушування залежить від морфологічних та фізико-механічних характеристик сировини. Нині застосовуються різні способи обрушування: фрикційний, абразивний, ударний та інші. Однак спроби створення універсальних механізмів для різних культур не виправдали себе через необхідність частого переналаштування обладнання [2].

Насіння конопель характеризується специфічною формою та неоднорідністю твердості оболонки, що ускладнює його обробку. Попередні дослідження підтвердили ефективність методу орієнтованого одноразового удару для цієї культури, оскільки він забезпечує високу якість відокремлення ядра без необхідності попереднього калібрування за розмірами. На основі цих результатів було розроблено спеціалізований відцентровий механізм для обробки непідготовленого насіння [3], що дозволяє уникнути додаткових технологічних операцій калібрування та нормування вологості. Проте на початковому етапі досліджень виявлено низьку продуктивність механізму, що обумовило потребу подальших розробок для її підвищення.

За результатами первинних випробувань продуктивність пристрою при частоті обертання робочого колеса 2000 об/хв становила лише 30 ± 1 кг/год, що потребувало конструктивних удосконалень та оптимізації технологічних режимів для збільшення пропускної здатності.

З цією метою проведено багатофакторний експеримент з вивчення впливу основних параметрів: частоти обертання робочого колеса, швидкості подачі сировини та вологості насіння. Дослідження здійснювали за класичною матрицею планування з трьома змінними факторами. Діапазони параметрів експерименту становили: частота обертання – 2000-6000 об/хв, швидкість подачі – 30-120 кг/год, вологість – 8,8-11,5 %. Як основний критерій оцінювання ефективності обрушування використано вихід конопляного ядра.

Аналіз експериментальних результатів дозволив встановити взаємозв'язок між технологічними параметрами і виходом ядра. З'ясовано, що оптимальна продуктивність забезпечується лише за умови гармонійного поєднання всіх параметрів. Зокрема, підвищення частоти обертання робочого колеса до 6000-6500 об/хв позитивно впливає на вихід ядра лише за умови підтримання швидкості подачі сировини в межах 100-120 кг/год та вологості насіння 8,8-11,5 %. Перевищення швидкості подачі чи відхилення вологості за межі рекомендованого діапазону призводило до погіршення показників через перевантаження механізму, надмірне дроблення ядра і збільшення частки відходів.

Підвищення вологості насіння понад оптимальний рівень змінює характер руйнування оболонки, посилює втрати сировини у вигляді січки та масляного пилу. Також надмірна швидкість подачі обмежує час контакту насіння з робочими органами пристрою, знижуючи ймовірність повного обробування.

У результаті аналізу визначено оптимальні параметри роботи відцентрового обробувача: частота обертання 6200 ± 200 об/хв, швидкість подачі 100 кг/год, вологість насіння 8,8-11,5 %. При дотриманні зазначених умов забезпечується стабільність процесу та мінімальні втрати продукції.

Таким чином, порівняно з початковими показниками, продуктивність механізму зросла більш ніж утричі – до 100 кг/год, що дозволяє обробляти до 800 кг насіння за зміну. Це повністю відповідає сучасним промисловим вимогам до обладнання для переробки конопель.

Отримані результати мають практичну цінність для подальшого вдосконалення технологічних процесів переробки конопляного насіння. Подальші дослідження доцільно спрямувати на стабілізацію роботи обробувальних пристроїв при змінних характеристиках сировини, що сприятиме підвищенню якості продукції за реальних виробничих умов.

Список використаних джерел

1. Schultz C., Lim W., Khor S., Neumann K., Schulz J., Ansari O., Skewes M., Burton R. Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Cannabis sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020. Vol. 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100025>
2. Brian Baker. Dehulling Ancient Grains: Economic Considerations and Equipment. 2015. URL: <https://eorganic.org/node/13028>
3. Sheichenko V., Petrachenko D., Koropchenko S., Rogovskii I., Gorbenko O., Volianskyi M., Sheichenko D. Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 2 (1 (128)), P. 34-48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ

Рожко І.І.

доктор філософії, доцент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

М'яновський Н.Р.

здобувач вищої освіти
першого бакалаврського рівня

208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з провідних сільськогосподарських культур у світовому аграрному секторі, що відіграє стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки України. Висока врожайність та універсальність використання кукурудзи зумовлюють її значення для різноманітних галузей економіки, зокрема харчової промисловості, сільського господарства та енергетики.

Етап доробки кукурудзи після збору врожаю є невід'ємною частиною технологічного процесу, що визначає якість та збереженість зерна. Неправильно або несвоєчасно проведені заходи з доробки можуть спричинити значні втрати врожаю, погіршення якості зерна та економічні збитки для сільськогосподарських виробників. Отже, дослідження та впровадження сучасних технологій доробки кукурудзи є актуальним та важливим для забезпечення продовольчої безпеки України [1].

Метою цієї роботи є аналіз сучасних технологій доробки кукурудзи та їх вплив на посівні якості насіння.

Сучасні технології доробки включають: очищення, сушіння, сортування та зберігання. Для здійснення технологічного процесу очищення насіння кукурудзи застосовують зерноочисні сепаратори, трієри, магнітні та фотосепаратори для видалення домішок. Зерноочисні сепаратори різних типів, такі як решітні, повітряні та повітряно-решітні, застосовуються для видалення як великих, так і дрібних домішок, а також легких фракцій

Для сушіння застосовуються шахтні, барабанні, камерні та інфрачервоні сушарки з метою зниження вологості зерна. Для сортування використовують решітні, сортувальні столи та кольорові сортувальники для розділення зерна за якістю. Для зберігання кукурудзи застосовуються зерносховища з системами вентиляції та моніторингу [2].

Решітні сепаратори працюють за принципом механічного поділу за розміром частинок. Потік матеріалу або середовища пропускається через решітчасту або сітчасту поверхню, яка затримує частки, розміри яких перевищують розмір отворів. Вони ефективні для попереднього очищення або грубого поділу частинок, але не здатні відділяти дрібнодисперсні фракції [3].

Повітряні сепаратори здійснюють поділ частинок за принципом аеродинамічного розділення, тобто за відмінністю густини та розмірів у потоці повітря. Принцип дії базується на різниці у термінальній швидкості падіння частинок у повітряному середовищі. Ефективність повітряних сепараторів висока для матеріалів з контрастною щільністю, але вони менш точні при незначній різниці у фізичних характеристиках частинок.

Повітряно-решітні сепаратори поєднують у своїй конструкції принципи дії решітного й повітряного сепараторів, що дозволяє одночасно здійснювати механічне сортування матеріалу за розміром частинок і аеродинамічне розділення за густиною. Ефективність повітряно-решітних сепараторів є досить високою, оскільки вони забезпечують подвійну очистку: спочатку за розміром, потім за масою й аеродинамічними властивостями [4].

Трієри ефективні для відділення коротких або довгих домішок, а також

битого зерна. Їх особливість полягає в здатності вибірково захоплювати частинки певного розміру за допомогою спеціальних комірок усередині обертового барабана. Під час обертання частинки, які точно підходять під розмір виїмок, захоплюються і згодом скидаються в окремі лотки, решта матеріалу проходить повз [5, 6].

Магнітні сепаратори застосовуються для вилучення металевих домішок, які можуть потрапити в зерно під час збирання або транспортування. Основний принцип їхньої дії полягає в тому, що під час проходження через магнітну зону феромагнітні частинки відхиляються або притягуються до поверхні магніту, тоді як інші проходять без змін.

У випадках, коли потрібне особливо ретельне очищення, використовуються фотосепаратори (оптичні сортувальники), які працюють за принципом розпізнавання кольору та візуальних характеристик частинок. Це комп'ютеризовані пристрої, які здатні аналізувати матеріал поелементно — кожне зерно чи частинку. Камери високої роздільної здатності фіксують колір, блиск, форму, а система миттєво вирішує, чи відповідає цей елемент заданим параметрам. Якщо ні — його відхиляють струменем повітря або мікромеханічним виштовхувачем. Вони суттєво скорочують ручну працю, підвищують ефективність та дають стабільну якість продукції на виході [7].

Після очищення зерна, за потреби, проводять – сушіння. Для технологічного процесу використовують зерносушарки. Їх основними робочими органами є пристрої для сушіння та охолодження зерна, вентилятори, завантажувальні та розвантажувальні елеватори, трубопроводи, привідні механізми.

Шахтні сушарки передбачають вертикальне завантаження продукту в шахту, через яку знизу або з боків подається нагріте повітря. Матеріал повільно опускається вниз під дією сили тяжіння, поступово втрачаючи вологу. Перевагою шахтних сушарок є висока продуктивність, компактність та економічність споживання енергії. Водночас їхнім недоліком є ризик нерівномірного сушіння та перегріву нижніх шарів продукту, особливо при неточних налаштуваннях температурного режиму [8].

Принцип роботи барабаних сушарок базується на обертанні великого циліндричного барабана, в якому відбувається постійне перемішування матеріалу під впливом гарячого повітря або газів. Підходять для широкого спектра сировини, однак мають значні енергетичні витрати, потребують великої площі для розміщення та можуть частково пошкоджувати продукт у процесі обертання.

Принцип роботи камерних сушарок полягає в тому, що матеріал завантажується у спеціальні камери, де він знаходиться стаціонарно, а гаряче повітря циркулює всередині. Сушіння відбувається поступово, за заданим режимом, відзначаються точним контролем умов сушіння, високою якістю збереження структури продукту та мінімальними механічними впливами. Проте характеризуються низькою продуктивністю, високою трудомісткістю й довшим циклом обробки, що обмежує їх застосування у виробництві.

Інфрачервоні сушарки використовують променеву енергію інфрачервоного діапазону, яка поглинається вологими частинками матеріалу, перетворюючи її на тепло. Дозволяють швидко й ефективно видаляти вологу без перегріву, зберігаючи біологічну цінність та зовнішній вигляд зерна. Проте потребують значних капіталовкладень, працюють ефективно лише з тонким шаром матеріалу та не підходять для сушіння масових, сирих культур із високим вмістом води [9].

Для збереження посівних якостей насіння кукурудзи оптимальна температура сушіння не повинна перевищувати $+35\text{--}38^{\circ}\text{C}$, а температура самого зерна — не більше $+32\text{--}35^{\circ}\text{C}$. Сушити зерно кукурудзи бажано поступово, особливо якщо початкова вологість висока ($20\text{--}25\%$), уникаючи перегріву, який може пошкодити зародок. Кінцева вологість для довготривалого зберігання повинна бути $10\text{--}11\%$, а для короточасного — не вище $12\text{--}13\%$. Під час сушіння кукурудзи у щадному режимі (до $+35^{\circ}\text{C}$) зменшується активність мікрофлори, що сприяє кращому зберіганню насіння без розвитку інфекцій. Водночас надмірно висока температура негативно впливає на біохімічний склад, що прямо впливає на енергію проростання. Після сушіння зерно і насіння охолоджується так, щоб температура їх не перевищувала температуру навколишнього повітря більше ніж на $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, так само як і не повинно бути підгорілих, підсмажених, надутих або з луснутими оболонками зерна та насіння.

Для покращення якості та товарного вигляду кукурудзи використовують сортувальні машини. Наприклад, використовуються решітні столи де рухомі решітки або сітки з отворами, через які проходять частинки матеріалу, залежно від їх розміру. У матеріал, що розподіляється по решітці, подається вібрація або інші механічні рухи, що допомагають рівномірно розподілити частки та забезпечити їх правильне сортування. У процесі роботи, більші або більш щільні частки затримуються на верхніх решітках або сітках, в той час як дрібніші частинки проходять через отвори, залежно від розміру решітки [10].

Сортувальні столи працюють на основі принципу гравітаційного відділення. На спеціальному столі, який має нахил і вібрує, матеріал рівномірно розподіляється по поверхні. Під впливом вібрацій і нахилу важчі частинки, зазвичай більші або більш щільні, опускаються до низу столу, тоді як легші та дрібніші частинки переміщуються в інший бік. Сортувальні столи ефективні для відокремлення різних за вагою або розміром часток.

Кольорові сортувальники використовують принцип оптичного сортування. Матеріал, що рухається по спеціальній стрічці, освітлюється світлом, а за допомогою камер з високою роздільною здатністю здійснюється аналіз кольору, форми та інших характеристик частинок. Коли камера виявляє частинку, що не відповідає заданим параметрам, система автоматично видаляє її за допомогою струменя повітря. Таким чином, правильне сортування матеріалу за допомогою цих систем забезпечує більшу однорідність посівів, що, у свою чергу, позитивно впливає на розвиток рослин і підвищує врожайність, знижуючи ризики виникнення нерівномірних посівів.

На завершальному етапі доробки важливу роль відіграє обладнання для зберігання зерна. Зерноскховища підлогового типу є простим та відносно недорогим рішенням для тимчасового зберігання. Для цього процесу використовують камерні зерноскховища, які є простими в експлуатації і дозволяють зберігати зерно в різних ємностях (мішках або ящиках), що робить їх гнучкими для використання в умовах обмеженого простору. Зерноскховища підлогового типу дозволяють здійснювати більш точний контроль умов зберігання завдяки можливості регулювання температури та вологості. Однак процеси завантаження та вивантаження можуть бути трудомісткими.

Плоскостінні зерноскховища мають перевагу в тому, що їх можна швидко побудувати на місці, і вони підходять для зберігання зерна малими і середніми партіями. Вони дозволяють легко контролювати процеси сушіння і вентиляції зерна, але для ефективного зберігання потребують регулярного контролю вологості та температури.

Тунельні зерноскховища використовуються для зберігання великих обсягів зерна, а їхня конструкція дозволяє забезпечити хороший повітряний обмін і зменшити ризик розвитку плісняви. Проте їх вартість будівництва та потреба в постійному контролі умов зберігання можуть бути серйозними недоліками, а також вони менш ефективні в умовах високої вологості.

Для підтримання оптимального мікроклімату в зерноскховищах використовується вентиляційне обладнання, а для контролю ключових параметрів – спеціальне обладнання для моніторингу температури та вологості. Системи вентиляції для зберігання зерна поділяються на природні, механічні та комбіновані. Природна вентиляція використовує природні потоки повітря через отвори в стінах, але ефективна тільки при певних погодних умовах. Механічна вентиляція забезпечує стабільний повітряний обмін завдяки вентиляторам, незалежно від зовнішніх умов, але має високі енергетичні витрати. Комбінована система поєднує переваги обох методів, оптимізуючи енергоспоживання та ефективність.

Системи моніторингу включають датчики температури, вологості та рівня газів, що дозволяють контролювати умови в зерноскховищі в реальному часі. Це забезпечує точний контроль, запобігаючи розвитку плісняви та псуванню зерна. Інтернет-платформи для моніторингу дозволяють дистанційно стежити за станом зерна, забезпечуючи зручність для фермерів та менеджерів сховищ [11].

У сучасних умовах інтенсифікації аграрного виробництва та підвищених вимог до якості посівного матеріалу, післязбиральна доробка кукурудзи набуває стратегічного значення. Проведений аналіз свідчить, що ефективність технологічних процесів очищення, сушіння, сортування та зберігання безпосередньо впливає не лише на товарну якість зерна, а й на його посівні властивості, такі як енергія проростання, схожість та життєздатність.

Впровадження сучасного високотехнологічного обладнання, зокрема зерноочисних сепараторів різних типів, фотосепараторів, енергоефективних сушарок, кольорових сортувальників та автоматизованих систем моніторингу

мікроклімату у сховищах, дозволяє мінімізувати втрати врожаю, підвищити однорідність та якість посівного матеріалу, забезпечити збереження біохімічного складу зерна, а також оптимізувати логістичні та енергетичні витрати. Особливе значення має дотримання температурних і вологісних режимів на кожному етапі доробки, що гарантує збереження життєздатності зародка та зменшує ризики пошкодження насіння.

Список використаних джерел

1. Кирпа М. Я., Станкевич Г. М., Стюрко М. О. Кукурудза: збирання, сушіння, якість. *Монографія*. Одеса : КП ОМД, 2015. 150 с.
2. Кирпа М. Я. Післязбиральна обробка насіння кукурудзи та особливості її проведення в господарствах. *Вісник аграрної науки. Механізація, електрифікація*. 2013. № 10. С. 43 – 46. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_10_11
3. Погожих М. І., Потапов В. О., Пак А. О., Жеребкін М. В. Енергоефективні технології та техніка сушіння харчової сировини. Навчальний посібник. Харків. ХДУХТ. 2016. 234 с. Режим доступу: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/4518/1/2016%20item%2032.pdf>
4. Подпрятков Г.І., Завадська О.В., Бобер А.В., Ящук Н.О. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: ФОП Ямчинський О.В. 2023. 844 с.
5. Алієв Е. Б. О., Лупко К. О. Методика симуляції процесу сепарації насіннєвого матеріалу дрібнонасіннєвих культур на циліндричному чарунковому трієрі. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108) С. 36 – 44.
6. Кузняк А. П., Кравець О. І. Моделювання траєкторії руху зерен кукурудзи у процесі їх сортування в барабанному трієрі. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*. 2022. С.53.
7. Олексієнко В. О., Петриченко С. В., Вершков О. О., Олексієнко В. В. Аналіз методів і засобів очищення та сепарації зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. 2017. (17, т. 1). С. 132 – 139.
8. Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздєв В.О. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв. *Навчальний посібник*. Вінниця: Нова книга, 2008. 488 с.
9. Зінченко М. Г., Ворона Д. О. Основні шляхи енергозбереження в барабанних сушильних апаратах. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2024* . 2024. С.583.
10. Подпрятков Г.І., Бобер А.В., Гунько С.М. Переробка продукції рослинництва. *Навчальний посібник*. Київ: НУБіП України. 2023. 580 с.
11. Кирпа М.Я. Науково-теоретичний аналіз якості насіння кукурудзи та сучасних методів його обробки. *Селекція і насінництво: міжвідомч. тем. наук. збірник*. Харків, 2008. Вип. 96. С. 321–330.

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОДРОНІВ У СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

Рожко І. І.

доктор філософії,
доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту

Олійник І. І.

здобувачка вищої освіти
першого бакалаврського рівня
208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Розвиток агротехнологій в Україні характеризується активним впровадженням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сільськогосподарське виробництво. Починаючи з 2013-2014 років, після адаптації перших моделей для цивільного використання, агродрони стали невід'ємною частиною систем точного землеробства. Їх застосування забезпечує ефективний моніторинг, картографування полів та диференційоване внесення ресурсів, що сприяє оптимізації продуктивності сільськогосподарського виробництва.

В умовах зростання потреб у сільськогосподарській продукції агродрони відкривають нові можливості для оперативного моніторингу стану посівів, точкового внесення засобів захисту рослин та добрив, що дозволяє оптимізувати використання агроресурсів [1].

Метою даної роботи є аналіз сучасних агродронів, їхніх функціональних можливостей та інженерно-технічних аспектів застосування в аграрному секторі України.

Для проведення даного дослідження було використано наукові публікації та статті, що висвітлюють тематику агродронів, технічні специфікації моделей БПЛА, а також інформаційні матеріали з офіційних веб-сайтів виробників і дистриб'юторів агродронів.

Ринок агродронів в Україні структурований на чотири основні сегменти: вітчизняні виробники, інтегратори, дистриб'ютори та сервісні компанії. Вітчизняні виробники, зокрема *IT KIT та Culver Aviation*, здійснюють розробку власних моделей БПЛА, адаптованих до специфічних місцевих умов. Інтегратори проводять збірку дронів на основі імпортованих комплектуючих, тоді як дистриб'ютори та сервісні компанії надають послуги з продажу, технічного обслуговування та практичного застосування БПЛА [2].

Сервісні компанії виконують широкий спектр послуг: моніторинг стану посівів за допомогою дронів, обприскування полів рідкими або сухими ЗЗР, надання агрохімічних карт, проведення навчання для операторів БПЛА, технічне обслуговування обладнання, оновлення програмного забезпечення та

консультаційний супровід агровиробника.

Агродрони забезпечують ефективну реалізацію різноманітних агротехнологічних операцій. Їх використовують для створення деталізованих тривимірних (3D) карт полів, що сприяє оптимізації процесів обробки ґрунту [3]. БПЛА здатні оперативно здійснювати оцінку фітосанітарного стану посівів, ідентифікуючи проблемні ділянки, що можуть бути уражені фітопатогенами або шкідниками. Однією з ключових функцій є точкове внесення ЗЗР та мінеральних добрив, що дозволяє раціоналізувати витрати ресурсів та мінімізувати негативний антропогенний вплив на довкілля.

Україна демонструє значну динаміку у впровадженні агродронів, навіть в умовах воєнного стану. У 2022 році загальна площа, оброблена дронами-обприскувачами, сягнула 1,2 млн га, що на 20% перевищує показник 2021 року. Загалом протягом 2021–2022 років було оброблено близько 2,2 млн га, що сприяло додатковому збору до 350 тис. тонн сільськогосподарських культур. Це свідчить про високий рівень адаптивності українських аграріїв до новітніх технологій [4].

Українські компанії активно впроваджують інноваційні рішення в агропромисловий комплекс. Наприклад, компанія DroneUA, що є найбільшим імпортером та дистриб'ютором дронів в Україні, фіксує зростання попиту з боку агровиробників на послуги з внесення ЗЗР за допомогою БПЛА. У 2022 році обсяг обробки дронами-обприскувачами зріс до 1,2 млн га, що на 20% більше порівняно з попереднім роком [5].

В умовах воєнного стану використання агродронів набуло нових аспектів. Зокрема, БПЛА застосовуються для авіаційного обприскування хімічними речовинами плантацій лохини на деокупованих територіях, що дозволяє уникнути механічного пошкодження врожаю та забезпечує ефективний фітосанітарний захист рослин [6].

Загалом, український ринок агродронів характеризується стійкою тенденцією до зростання та впровадження інноваційних підходів, що сприяє підвищенню ефективності аграрного сектору навіть у складних соціально-економічних умовах.

Крім того, агродрони застосовуються для автоматизованого висіву насіння на значних площах, що суттєво скорочує тривалість посівної кампанії. Вони також використовуються для виявлення ділянок, що потребують оптимізації режиму зрошення, що дозволяє запобігти як дефіциту, так і надлишку вологи в ґрунті. Окремим напрямом є застосування методів біологічного захисту рослин, наприклад, шляхом розповсюдження ентомофагів (зокрема, трихограми) для контролю популяцій шкідників. БПЛА також здійснюють аерофотозйомку та відеомоніторинг полів, забезпечуючи аграріїв точними даними про стан посівів та ґрунту для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо подальших агротехнічних заходів [2]. Зазначені різноманітні функціональні можливості реалізуються завдяки інтеграції низки інноваційних технологій у сучасні моделі агродронів.

Сучасні агродрони використовують технології фотограмметрії та LiDAR

для створення високоточних тривимірних моделей рельєфу полів та їхнього аналізу. Фотограмметрія забезпечує детальне картографування на основі обробки серії аерофотознімків із перекриттям, а LiDAR дозволяє отримувати високоточні просторові дані незалежно від рівня освітленості. Для оцінки стану вегетації застосовуються мультиспектральні та гіперспектральні камери, які дають змогу виявляти ознаки стресу рослин, ураження хворобами та дефіциту елементів живлення на ранніх стадіях, ще до появи візуальних симптомів.

Для забезпечення точності внесення ЗЗР та добрив використовуються глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), зокрема GPS та RTK (Real-Time Kinematic). Агродрони, такі як DJI Agras MG-1, оснащені високоточними системами GPS та RTK для забезпечення прецизійного позиціонування над оброблюваною ділянкою. Це забезпечує можливість диференційованого внесення агрохімікатів, зменшуючи їхнє надмірне використання та мінімізуючи негативний вплив на екосистему [7].

Важливим аспектом ефективного використання агродронів є їхня інтеграція з іншими елементами систем точного землеробства. Зокрема, агродрони працюють у комплексі з глобальними навігаційними системами (GPS/RTK), що забезпечують високоточне позиціонування під час польоту та обприскування. Підключення до RTK-систем дозволяє мінімізувати похибки навігації до кількох сантиметрів, що критично важливо при точному внесенні ЗЗР та добрив.

Дані з метеостанцій використовуються для адаптації агротехнічних операцій до погодних умов (вітру, температури, вологості), дозволяючи визначити оптимальний час для обробки полів.

Супутникові знімки (NDVI, NDRE) та зображення, отримані з дронів, обробляються у спеціалізованому програмному забезпеченні (наприклад, DroneDeploy, Pix4D, Agisoft Metashape), що дозволяє створювати карти змін, виявляти стресові зони посівів і приймати обґрунтовані агрономічні рішення.

Зазначені технології, у поєднанні з можливостями автоматизованого висіву, іригації та біологічного захисту, дозволяє підвищити точність, продуктивність і екологічність агровиробництва, роблять агродрони важливим інструментом у сучасному сільському господарстві, сприяючи підвищенню продуктивності та екологічності агровиробництва.

Крім поділу за типом крила (літакового чи мультироторного), агродрони класифікують за функціональним призначенням: дрони для моніторингу (обладнані камерами та сенсорами); дрони-обприскувачі; дрони для внесення твердих добрив; дрони для сівби.

За типом живлення дрони поділяють на: електричні, бензинові та гібридні. Це впливає на їхню автономність, рівень шуму, екологічність та експлуатаційні витрати.

Вибір конкретної моделі агродрона визначається низкою факторів, включаючи бюджет, вантажопідйомність, тривалість польоту, наявність необхідних сенсорів та програмного забезпечення. Ключовими інженерно-технічними параметрами є: система навігації (RTK, GPS), тип та

характеристики системи розпилення, тип енергетичної установки та якість отримуваних аерозображень. На ринку України представлені моделі таких виробників, як XAG, IT KIT та Culver Aviation, що надає аграріям можливість вибору обладнання відповідно до їхніх виробничих потреб [8].

Деякі моделі агродронів оснащуються пневматичними розпилювачами, які забезпечують краще проникнення робочого розчину в рослинний покрив та меншу залежність від погодних умов, проте характеризуються вищим енергоспоживанням та складнішою конструкцією.

Для більш наочного порівняння окремих моделей агродронів нами подано таблицю з ключовими інженерно-технічними характеристиками на підставі аналізу [9 – 12] джерел (таб.1).

Таблиця 1
Інженерно-технічні характеристики агродронів

Модель дрона	Тип дрона	Вантажопідйомність	Час польоту	Навігація (RTK)	Система розпилення	Сенсори
DJI Agras T50	Мультиротор	до 50 кг	~15 хв	Є	Подвійна атомізація	Камери, радар
DJI Agras MG-1S	Мультиротор	о 10 л	~13 хв	Є	Відцентрова	Радар IP67
SenseFly eBee Ag	Фіксоване крило	-	о 55 хв	Є	-	Мультиспектр /RTK
Aerodrone DR-60	Бензиновий	до 30 кг	до 60 хв	Може бути	Пневматична	Камери, GPS

Сучасні агродрони обладнуються інтегрованими сенсорами та програмним забезпеченням, що забезпечують точний контроль об'єму внесених речовин. Адаптивне дозування на різних ділянках поля сприяє підвищенню ефективності використання агроресурсів та мінімізації екологічного впливу.

Для забезпечення автономних польотів із високою точністю використовуються GNSS (GPS), LiDAR та бортових камер. Алгоритми штучного інтелекту (ШІ) застосовуються для аналізу зібраних даних, прогнозування розвитку хвороб рослин, оптимізації маршрутів польотів та агротехнічних заходів, що сприяє підвищенню врожайності та зниженню виробничих витрат. У конструкції дронів застосовуються легкі та міцні композитні матеріали, такі як вуглецеве волокно, що забезпечує надійність та довговічність експлуатації.

Серед систем розпилення, що застосовуються в агродронах, виділяють: центробіжні (економічні, легкі, але чутливі до вітру); пневматичні (забезпечують глибоке проникнення в рослинність, але споживають більше енергії); електростатичні (краплі наелектризуються і краще прилипають до

рослин, зменшуючи перевитрати). Кожна з систем має свої переваги залежно від умов застосування: наприклад, електростатичні — найефективніші в спокійну суху погоду при внесенні фунгіцидів.

Агродрони, як високотехнологічні пристрої, потребують надійних та ефективних систем енергоживлення для виконання різноманітних сільськогосподарських завдань. Вибір типу енергетичної установки є критично важливим фактором, оскільки він визначає тривалість польоту, вантажопідйомність, експлуатаційні витрати та екологічний аспект. Основними типами енергетичних систем, що використовуються в агродронах, є електричні, бензинові та гібридні.

Електричні дрони, прикладом яких є DJI Agras T50, є екологічно чистими, характеризуються низьким рівнем шуму та простотою обслуговування, проте мають обмежений час польоту, зумовлений ємністю акумуляторних батарей. Бензинові дрони, такі як Aerodrone DR-60, забезпечують більшу тривалість автономної роботи, швидку можливість дозаправлення та ефективну роботу при низьких температурах, однак є більш шумними, складнішими в обслуговуванні та менш екологічними. Гібридні дрони, наприклад GAOTek Hybrid, поєднують тривалу тривалість польоту з маневреністю, але мають складнішу конструкцію та вищі експлуатаційні витрати. Вибір типу енергетичної установки залежить від специфіки виконуваних завдань та умов експлуатації [13].

Вибір типу енергетичної установки для агродрона залежить від конкретних виробничих завдань, умов експлуатації та економічних міркувань. Електричні агродрони є екологічно прийнятним та тихим рішенням, але мають обмежений час автономної роботи. Бензинові агродрони забезпечують більшу тривалість польоту, але супроводжуються вищим рівнем шуму та викидів. Гібридні агродрони поєднують переваги обох типів, але мають складнішу конструкцію та вищі експлуатаційні витрати.

DJI Agras T50 є сучасним агродроном, розробленим для високоефективного внесення рідких та твердих агрохімікатів. Вантажопідйомність даної моделі становить до 40 кг (для обприскування) та до 50 кг (для розкидання) [14]. Система обприскування включає подвійну атомізацію з можливістю регулювання розміру крапель у діапазоні від 50 до 500 мкм [15]. Ширина захвату становить до 11 метрів при висоті польоту 3 метри [16]. Система радіолокації (радарів) включає фазовану антенну решітку та систему бінокулярного бачення для точного виявлення перешкод та автоматичного слідування рельєфу.

Застосування агродронів сприяє зниженню витрат на ЗЗР та добрива, зменшенню втрат врожаю та підвищенню загальної продуктивності агровиробництва [17].

Ринок агродронів в Україні демонструє динамічний розвиток, що підтримується наявністю вітчизняних виробників та загальною тенденцією до впровадження технологій штучного інтелекту, автоматизації та роботизації в аграрному секторі.

Висновок. Агродрони є ефективним інструментом для підвищення продуктивності та екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва. Їх застосування забезпечує отримання точних даних про стан сільськогосподарських угідь, оптимізує використання ресурсів та сприяє прийняттю обґрунтованих агрономічних рішень. Подальший ефективний розвиток ринку агродронів в Україні потребує скоординованих зусиль фермерів, виробників техніки та органів державної влади.

Список використаних джерел

1. Вибір джерел живлення для аграрних дронів – Agro-Ukraine. Agro-Ukraine. URL: https://agro-ukraine.com/ua/pl/i-28/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).
2. Огляд агродронів українського виробництва. Частина 1 - SmartFarming – оцифровуємо агробізнес. SmartFarming – оцифровуємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/ohlyad-ahrodroniv-ukrayins-koho-vyrobnytstva-chastyna-1/> (дата звернення: 26.03.2025).
3. Головний сайт для агрономів. Топ компаній-виробників і дистриб'юторів агродронів в Україні. Superagronom.com. URL: <https://superagronom.com/blog/1044-kupiti-chi-vinaynyati-agrodron-top-virobnikiv-i-distribyutoriv-v-ukrayini> (дата звернення: 26.03.2025).
4. Соколовська І. AgroTech під час війни: українські аграрії – трендсеттери із застосування дронів у Європі - ProIT. ProIT: медіа для профі в ІТ. URL: https://proit.ua/agrotech-pid-chas-viini-ukrayinski-aghrariyi-triendsiettieri-iz-zastosuvannia-droniv-u-ievropi/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).
5. Козаченко О. Складний політ: як ринок агродронів продовжує розвиток під час війни – Delo.ua. Останні новини України та світу онлайн – delo.ua. URL: https://delo.ua/business/rinok-agrodroniv-prodovzuje-rozvitok-v-casi-viini-yaki-trendi-417876/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).
6. Використання агродронів в умовах воєнного стану: складно, але результативно. АрміяInform – Інформаційне агентство АрміяInform. URL: https://armyinform.com.ua/2022/09/24/vykorystannya-agrodroniv-v-umovah-voyennogo-stanu-skladno-ale-rezultatyvno/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).
7. Дрон літакового типу підійде для моніторингу великих площ. Укragro. URL: https://ukragro.net.ua/dron-litakovogo-typu-pidijde-dlya-monitoringu-velykyh-ploshh/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).
8. Головна | XAG ukraїne. XAG Ukraine. URL: <https://www.xagukraine.com/> (дата звернення: 28.03.2025).
9. DJI - Offizielle Webseite. DJI Official. URL: <https://www.dji.com/global/mobile> (date of access: 05.04.2025).
10. Drone agriculture:Fixed Wing or Multi-Copter. GensTattu. URL: <https://genstattu.com/blog/drone-agriculturefixed-wing-or-multi->

copter?utm_source=chatgpt.com (date of access: 04.04.2025).

11. eBee X mapping drone - Drones | AgEagle Aerial Systems Inc. AgEagle Aerial Systems Inc. URL: <https://ageagle.com/drones/ebec-x/> (date of access: 05.04.2025).

12. The 3 Main Categories of Drones and Their Advantages & Disadvantages | AgriTechTomorrow. AgriTech Stories, Videos, Articles, Interviews, Reviews & News | AgriTechTomorrow. URL: https://www.agritechtomorrow.com/article/2017/10/the-3-main-categories-of-drones-and-their-advantages--disadvantages/10316?utm_source=chatgpt.com (date of access: 05.04.2025).

13. GAOTek Hybrid Agricultural Drone Gas-Powered Efficiency - GAO Tek. Tek Dev. URL: https://gaotek.com/product/gaotek-hybrid-agricultural-drone-gas-powered-efficiency/?utm_source=chatgpt.com (date of access: 05.04.2025).

14. Огляд агродрону Agras T50 від Assistant Agro Group. Assistant Agro Group. URL: https://drone-aag.com.ua/blog/oglyad-ahrodronu-dji-agras-t50?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.04.2025).

15. Nemat A. The Ultimate Guide to DJI Agras T50: Features, Specs, and Pricing. Talos Drones. URL: https://talosdrones.com/blogs/blog/the-ultimate-guide-to-dji-agras-t50-features-specs-and-pricing?utm_source=chatgpt.com (date of access: 05.04.2025).

16. DJI Agras T50 Spray Drone Specs - Volitant Technologies. Volitant Technologies. URL: https://volitantdrones.com/agras-t50-specs/?utm_source=chatgpt.com (date of access: 05.04.2025).

17. Агроновини. Окупиться за сезон: фермери активно освоюють агродрони – agroportal.ua. AgroPortal.ua. URL: <https://agroportal.ua/publishing/klub-agroeffektivnosti/okupitsya-za-sezon-fermeri-aktivno-osvoyuyut-agrodroni> (дата звернення: 27.03.2025).

18. Васильковська К. В., Андрієнко О. О., Шепілова Т. П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації. 2023. № 17. С. 13–18. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2> (дата звернення: 08.04.2025).

АНАЛІЗ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Русаков М.Р.

здобувач вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри
агроінженерії та автомобільного транспорту
Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

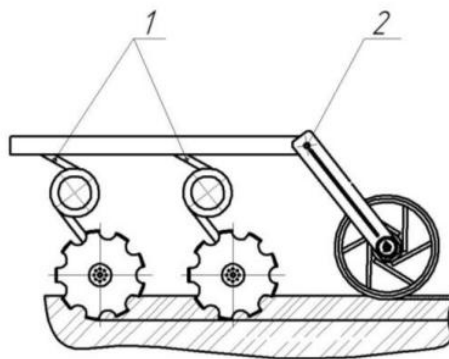
Дослідами встановлено, що дискування ґрунту перед посівом дозволяє отримати кращі результати, ніж обробіток культиватором. З'ясувалось, що дисковий луцильник краще підрізає бур'яни, ніж культиватор з універсальними стрілочатими лапами, повільніше забивається рослинними залишками. Але версія, що дискові луцильники сильніше розпушують ґрунт, не підтвердилася. Сфера застосування дискових луцильників у сільському господарстві за останні роки значно розширилась, їх стали застосовувати також для поверхневої обробітки ґрунту після збирання культур (соняшника, кукурудзи). Дискові борони, широко застосовуються у якості мульчувачів ґрунту. [1] Особливістю цих мульчувачів є:

- фронтальне дворядне розташування робочих органів;
- індивідуальне плаваюче з'єднання робочих органів з рамою;
- збільшена відстань між дисками в одному ряду (250...300 мм);
- дискові робочі органи повинні бути не вирізні, а із суцільним лезом.

Фронтальне розташування робочих органів дозволяє розробити компактніші конструкції дискових знарядь, а дворядне розташування дисків у порівнянні з дисковими луцильниками типу ЛДГ підвищує технологічну надійність, забезпечує більш повне підрізання бур'янів та ґрунту по всій ширині обробітку.

У конструкціях мульчувачів необхідно завжди передбачати систему копіювання робочими органами поверхні ґрунту, так як глибина обробітку ґрунту при луценні (4...6 см) можна порівняти з варіацією профілю поверхні поля.

Найбільш близьку до викладених вимог конструкцію мульчувачів представлено на рисунку 1. Запропоновано модельний ряд мульчувачів до тракторів різного класу тяги шириною захвату від 3,2 м до 9,2 м. На них диски встановлені на індивідуальних спіральних стійках, які здатні копіювати мікронерівність поля і тим самим забезпечити необхідну якість роботи на малих глибинах.



1 – дискові робочі органи на індивідуальних спіральних стійках; 2 – систему копіювання робочими органами поверхні ґрунту

Рисунок 1. – Дисковий мульчувач ДМ-9,2

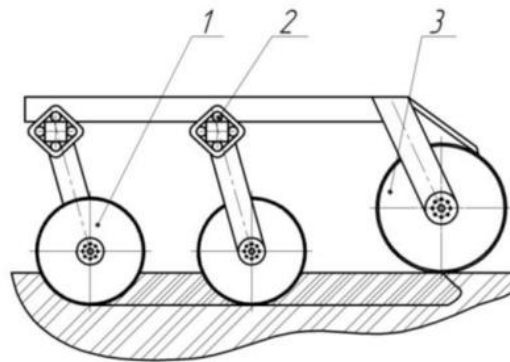
Однак застосування дисків із суцільним лезом забезпечувало б найкраще подрібнення поживних залишків, що особливо важливо для малої глибини

обробітку ґрунту.

Відстань між слідами дисків у 125 мм дворядних мульчувачів серії ДМ не забезпечує підрізання ґрунту та бур'янів по всій ширині захвату і, особливо, на малих глибинах мульчування (4...6) см за один прохід.

На жаль, багато вітчизняних виробників називають вироблені ними дворядні дискові знаряддя мульчувальними, не роблячи при цьому різниці між мульчуванням (лущенням) і боронуванням ні за вихідними агротехнічними вимогами, ні за вимогами копіювання рельєфу поля, ні за вибором типу робочого органу.

Інтерес представляє луцильник фірми Amazone (ФРН) Catros (див. рис. 2.).



1 – сферичний диск; 2 – еластичний гумовий демпфер; 3 – гумово-клиновий каток

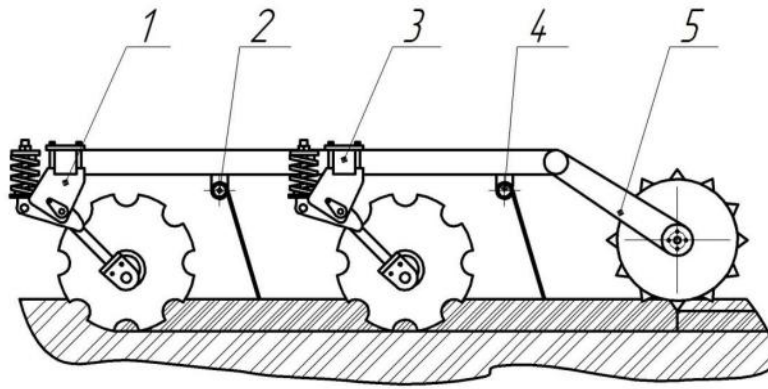
Рисунок 2. – Дискова борона-луцильник Catros фірми Amazone

Цей луцильник забезпечений гладкими сферичними дисками діаметром 460 мм, встановлених окремо кожен на еластичних гумових демпферах, які служать для копіювання рельєфу поля та запобіжного пристрої.

Висока кутова швидкість диска з відносно невеликим діаметром сприяє більш інтенсивному впливу на ґрунт та його кришенню. Великим успіхом конструкції цього луцильника є можливість регулювання взаємного розташування рядів залежно від стану ґрунту та глибини його обробітку.

Навантаження на один диск складає всього 70 кг, але для збереження якості обробітку ґрунту борона-луцильник забезпечується знімним додатковим баластом як опція. Для комплектування цих знарядь в залежності від ґрунтових умов пропонуються катки різної конструкції, найбільш визнаним з яких є гумовоклинкові копіювальні катки [2].

Велике поширення у сільськогосподарських виробників набули універсальні дискові борони-луцильники Рубін фірми Lemken (ФРН) див. рис. 3.



1,3 – дискові робочі органи; 2,4 – штригель;
5 – копіювальний коток

Рисунок 3. – Дискова борона Рубін 9 600/KU фірми Lemken (ФРН)

В основному ці знаряддя призначені для боронування на глибину до 14 см. Однак вони також відповідають більшості вимог, що висуваються до луцильників.

Плаваюча система підвіски дисків до рами, неглибокі вирізи по периметру диска, дворядне розташування, збільшені кут атаки та кут нахилу дисків вже на глибині 7 см дають суцільне підрізування ґрунту.

Проте заглиблюваність цих знарядь за умов важких чорноземів та за наявності великої кількості поживних залишків недостатня. Для їх якісної роботи потрібна ретельніша підготовка поля при збиранні культури попередника.

З переходом на мінімальну технологію обробітку ґрунту на великих площах потреба у дискових робочих органах різко підвищилася.

Цей перехід на нову технологію підготовки ґрунту послужив приводом появи принципово нових у технологічному та конструктивному виконанні дискових борін. Якщо раніше дискові борони і луцильники випускалися практично одним заводом, то вже лише сьогодні їх випускають кілька десятків невеликих підприємств.

Вони на Українському ринку створюють достойну конкуренцію представленим боронам зарубіжного виробництва.

Особливістю нового покоління дискових борін є встановлення кожного робочого органу - диска на окремій стійці та його нахил до вертикальної площини, як у дискових плугів [3].

При цьому диски розташовуються фронтально кілька рядів на поперечних балках. Ідея встановлення плоских похилих дисків на окремих стійках була перевірена науково-дослідним інститутом механізації та електрифікації сільського господарства (м. Глеваха Україна).

Отримані результати показали високу результативність з усіх основних агротехнічних результатів.

В даний час на підприємствах виробляється велика кількість дискових борін, що принципово мало відрізняються один від одного. Але їх можна

розділити на групи за такими

параметрам:

- борони батареїного типу та на індивідуальних стійках;
- борони навісні та напівнавісні;
- за кількістю рядів (2-х, 3-х та 4-х рядні);
- за способом з'єднання робочих органів до рами (жорстке та плаваюче);
- за типом рами борони - жорстка цільна рама для ширини захвату до 4-х метрів та секційна - при ширині захоплення більше 4-х метрів.

Висновок. Проведений аналіз технічних характеристик сільськогосподарських машин із дисковими робочими органами свідчить про їхні високі експлуатаційні показники за умови оптимального підбору геометрії дисків (діаметра, кута встановлення, фасонної форми) відповідно до типу ґрунту та агротехнічних вимог.

Дослідження впливу конструктивних параметрів дискових робочих органів на розпушування та зрізання рослинних решток показало, що підвищення кута атаки диска та застосування комбінованих профілів сприяє зменшенню тягового опору й підвищенню якості обробітку ґрунту за збереження енерговитрат на рівні не вище 10 % від нормативних показників.

Встановлено, що застосування амортизуючих підвісок та гідропневматичних демпферних систем позитивно впливає на точність підтримання глибини обробітку і знижує динамічні навантаження на раму агрегату, що продовжує термін служби як машинного шасі, так і окремих дискових елементів.

Порівняльний аналіз ефективності різних схем встановлення дискових секцій (однорядні, дворядні, V-подібні) продемонстрував: V-подібні агрегати за однакової потужності трактора забезпечують найкраще загортання рослинних решток та вирівнювання поверхні ґрунту, тоді як однорядні диски є більш енергоефективними на легких ґрунтах.

Невід'ємним аспектом підвищення продуктивності та ефективності машин із дисковими робочими органами є застосування систем моніторингу та автоматичного регулювання глибини обробітку в реальному часі, що дозволяє адаптувати робочий процес до змінних умов поля та уникати істотних відхилень від заданих технологічних параметрів.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку комбінованих дискових робочих органів із змінними профілями та інтеграцію елементів штучного інтелекту для прогнозування оптимальних режимів роботи агрегатів, що сприятиме зниженню енерговитрат і підвищенню якості обробітку ґрунту.

Перелік використаних джерел:

1. Русін О. М., Ляшенко С. В. Аналіз факторів, що впливають на виконання технологічної операції лущення стерні. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження: матеріали II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 червня 2022 р. Полтава: ПДАУ, 2022. С. 106-109.
2. Войтюк Д. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. / Войтюк Д.Г.,

Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. Київ: «Агроосвіта», 2017. 180 с..

3. Кравчук Л. Науково-випробувальні дослідження сільськогосподарської техніки і технологій: розвиток і диверсифікація (колектив авторів) / за ред. В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДПБТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2018. 240 с. ISBN 978-617-657-042-4..

3. Ляшенко С.В., Ляшенко С.С.. Проектування торсіонно-ударного розпушувача ґрунту. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючого засобу для безполицевого обробітку ґрунту в умовах Полтавського регіону. Монографія 2-е вид. Перероблене і доповнене. Полтава: ПП «Астроя», 2024. 204с. Ум. др. арк. 12,2. (2,44 авторського аркуша на співавтора). ISBN 978-617-8231-72-9.

<https://drive.google.com/file/d/1rALZEYqKAcfDPQaiAuysy89OkoAF4r6d/view>

ПРОЄКТУВАННЯ НОРМИ ПОЛИВУ І КІЛЬКОСТІ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ПОЛИВІВ НА КУКУРУДЗИ

Сердюк І.О.

здобувачка вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту
*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

В результаті опрацювання теоретичних розрахунків технології краплинного зрошування кукурудзи на зерно: оптимальне значення відстані між крапельницями на зрошувальній стрічці знаходиться в межах $L = 0,475...0,525\text{м}$, оптимальне значення водовиливу однієї крапельниці становить $q = 1,45...1,70\text{л/год}$, при цих оптимальних параметрах середня поливна норма зрошування кукурудзи на зерно знаходитиметься в межах $N = 63,60...64,36\text{м}^3 / \text{га}$, що є оптимальним значенням.

Локальне зволоження ґрунту (див. рис. 1.) при краплинному зрошенні дозволяє більш раціонально використовувати воду і зменшити середньодобове споживання води [1].

Польовими дослідженнями встановлено, що суттєвий вплив на режим краплинного зрошування кукурудзи на зерно становить рівень перед поливної вологості ґрунту див. табл. 1.

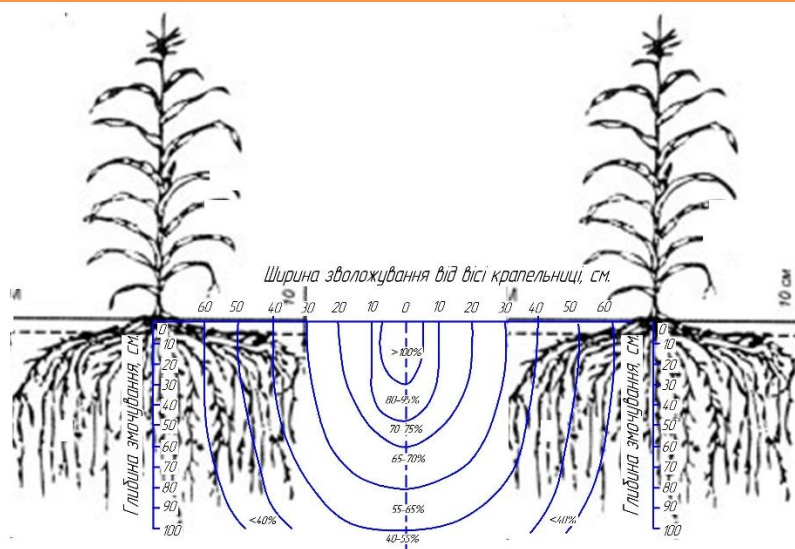


Рисунок 1. – Глибина змочування кукурудзи

Таблиця 2.1. – Режим краплинного зрошування та сумарне водоспоживання зернової кукурудзи в залежності від рівня перед поливної вологості ґрунту

Варіанти дослідів	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
						т/га	%
Без зрошування	-	-	2960	555,4	6,33	-	-
70%	12	2700	5532	549,4	10,07	4,74	88,9
80%	24	3960	6811	447,5	15,22	9,89	185,6
90%	47	4465	7342	423,4	17,34	12,01	225,3

З таблиці 1., можна зробити висновок, що із збільшенням поливів від помірного режиму зрошування – 70% до найінтенсивнішого – 90% зростають відповідно і зрошувальна норма поливу на 65% і урожайність майже на 72%. А це свідчить, про те, що і витрати на полив зростатимуть суттєво. [2]

Отже, значення поливної норми для умов регіону, та кількості вегетаційних поливів, встановлюємо у відповідності до графіка поливів див. рис. 2.

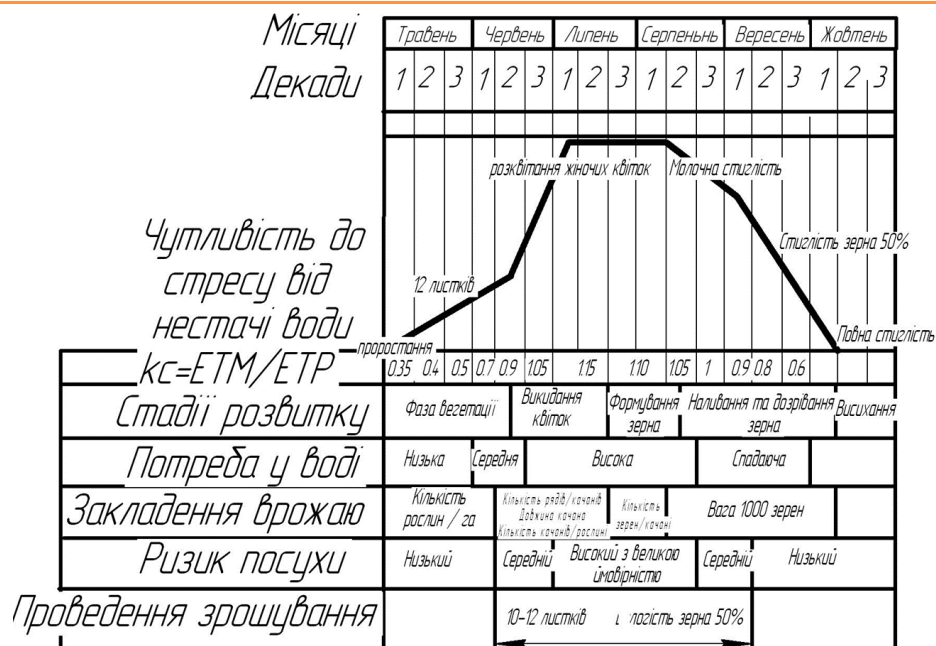


Рисунок 2. – Графік поливів кукурудзи на зерно

При налаштуванні системи краплинного зрошування з використанням визначених оптимальних параметрів $L = 0,475...0,525\text{ м}$, $q = 1,45...1,70\text{ л/год}$, необхідно дотримуватися розробленого графіку поливів кукурудзи на зерно на протязі періоду вегетації із середньою поливною нормою за один полив в межах $N = 63,60...64,36\text{ м}^3/\text{га}$ див. табл. 2.2.

Таблиця 3. – Проектні дані для ресурсозаощадливої технології краплинного зрошування кукурудзи на зерно

Схема сівби	Поливна норма $\text{м}^3/\text{га}$	Кількість вегетаційних поливів, шт.
70+70x15 см	64	19

З метою дотримання ресурсозаощадливої технології краплинного зрошування кукурудзи на зерно, рекомендовано дотримуватися проектних даних табл. 3. [3]

Висновок.

1. Обґрунтування норми поливу

Розраховані оптимальні норми поливу для кукурудзи вегетаційного періоду, що відповідають її водоспоживанню на основних фенологічних фазах. Зокрема, найбільш критичними є фази кушіння–6 листків, цвітіння та наливу зерна, коли рекомендована норма поливу становить $450\text{--}550\text{ м}^3/\text{га}$ за цикл для забезпечення максимальної продуктивності рослин.

2. Кількість вегетаційних поливів

Для досягнення балансового водного режиму ґрунту й уникнення як посухи, так і заболочування, доцільно проводити 5–6 вегетаційних поливів. Розподіл поливних заходів по фазах розвитку сільськогосподарської культури дозволяє рівномірно підтримувати оптимальний вологозапас у кореневмісному шарі й мінімізувати втрати води на перехід у глибші горизонти.

3. Ефективність водокористування

Запропонована модель поливного режиму сприяє підвищенню водокористування на 15–20 % порівняно з традиційними практиками, що зумовлено адаптацією норми поливу до фактичної потреби рослин та динаміки вологості ґрунту впродовж вегетації.

4. Вплив на урожайність

Застосування диференційованих норм поливу в критичні фази розвитку кукурудзи забезпечує підвищення середньої врожайності на 1,2–1,5 т/га, а також покращує якісні показники зерна (вологість, сухий залишок).

5. Економічна доцільність

Впровадження розробленого поливного графіка дозволяє знизити витрати водних ресурсів та енергії на 10–12 %, що робить систему зрошення більш рентабельною за відсутності втрат у врожайності.

6. Рекомендації щодо практичної реалізації

Для забезпечення ефективності реалізації запропонованої методики необхідно використовувати сучасні системи моніторингу вологості ґрунту (датчики, тензіометри) та автоматизовані засоби керування подачею води. Це підвищить точність поливу та адаптивність системи до змін погодних умов.

7. Перспективи подальших досліджень

Доцільно продовжити дослідження з урахуванням варіабельності клімату (зміна температурно-вологісних режимів) та впровадити елементи моделювання на основі прогнозів погоди для коригування норм і графіків поливу в режимі реального часу.

Перелік використаних джерел:

1. Ляшенко С.В., Ребро В.О. Особливості вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошування I: Матеріали студентської наукової конференції Полтавської державної аграрної академії, 13 травня 2021 р. Том II. Полтава: РВВ ПДАА, 2021. С. 136-139.

2. Ромащенко М.І. Система краплинного зрошення: навчальний посібник / В.І. Даценко, Д.М. Онопрієнко, О.І. Шевелєв за ред. Академіка УААН М.І. Ромащенка. Дніпропетровськ: ООО ПКФ «Оksamит-текст», 2007 175с..

3. Ляшенко С.В., Падалка В.В. Проектування технологічних процесів в рослинництві. Навчальний посібник. [текст]: навчальний посібник 2-е вид. Перероблене і доповнене. Полтава : ПП «Астрая». 2025. 228 с. ISBN 978-617-8466-14-5

ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

Федін В.О.

здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня,
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Наробіток сільськогосподарської техніки до капітального ремонту залежить насамперед від зносостійкості деталей цих машин. Але, важливим є

також те, що ті деталі, які найбільш швидко зношуються, визначають ресурс вузла, чи машини в цілому [2,3].

Тому, дослідження сучасних методів відновлення зношених деталей машин з метою продовження терміну експлуатації машин є дуже актуальними.

Способів відновлення зношених деталей машин в сучасній галузі технічного сервісу застосовується багато [1,2], але не усі з них вирішують завдання збільшення зносостійкості та довговічності комплексно.

Літературні джерела містять велику кількість робіт, що присвячені підвищенню надійності машин та зносостійкості їх деталей. У працях таких науковців, як Анілович В.Я, Аулін В.В., Молодик М.В., Войтюк В.Д., Науменко О.А., та інших сформульовані технологічні основи підвищення довговічності деталей.

Технологічні можливості підвищення надійності сільськогосподарської техніки сучасної галузі технічного сервісу широкі. Переважно застосовуються способи зміцнення поверхонь, зокрема: термічна та термомеханічну обробка, поверхневе пластичне зміцнення та інші.

Розглянемо можливості пластичного деформування в застосуванні як відновлючої та зміцнюючої обробки зношених поверхонь деталей. Використання пластичної деформації дозволяє отримати покращені показники поверхневого шару [1].

Навантаження, які діють на деталі та їх елементи, являють собою сили або пари сил (моменти). Навантаження можуть бути як статичними, так і динамічними. Розглянемо умови міцності товстостінного циліндричного зразка під дією внутрішнього тиску [1]. Розрахункові навантаження визначаються в залежності від умов роботи машини, а саме: за номінальним значенням потужності, власної ваги, сил інерції, кутової швидкості окремих деталей і т. д.

Порожнисті циліндричної форми деталі під дією прикладених до них зовнішніх сил у тій чи іншій мірі деформуються, тобто змінюють свої розміри або форму, або і те й інше одночасно.

Відношення $\varepsilon_{cp} = \frac{\Delta s}{s}$ є середньою лінійною деформацією.

При зменшенні довжини відрізка s в межі отримаємо $\lim \varepsilon_{cp} = \frac{\Delta s}{s}$,

де Δs величина - лінійна деформація у певній точці.

Внутрішні сили (сили пружності), що виникають в циліндричній деталі під дією навантаження, вважаємо силами, які безперервно розподілені у матеріалі деталі.

Отже, розглядаємо деталь циліндричної форми в циліндричній системі координат r, j, z при дії внутрішнього напруження P_a , які є осесиметричним навантаженням і вздовж осі z є постійною величиною (рис. 1) [1].

Радіальне переміщення довільно взятій точки позначимо через u . Величина u в даному випадку є функцією тільки від поточного радіуса r .

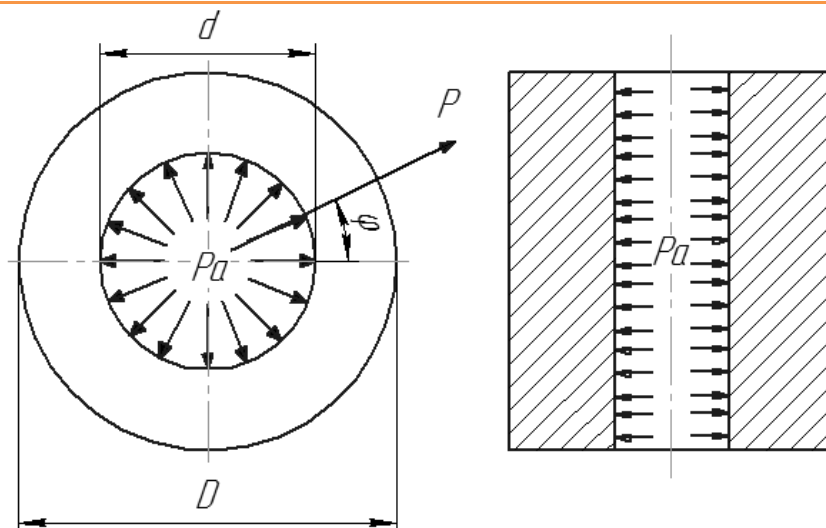


Рисунок 1 - Схема дії внутрішніх сил P_a

Позначаємо e_r і e_j відносно подовження в циліндрі в радіальному та окружному напрямку і висловимо їх через переміщення u . Розглянемо елементарний відрізок $AB = dr$, виділений в радіальному напрямку до та після навантаження циліндра (рис. 2).

Найбільше значення напруга s_j приймає при значенні $r = d/2$, тобто на внутрішньому кордоні циліндра. Отже, у міру збільшення внутрішнього тиску в пластичний стан будуть спочатку переходити внутрішні, а потім і більш близькі до зовнішнього шару матеріалу.

Для визначення значення тиску, при якому шари на внутрішній межі циліндра, тобто при $r = d/2$, переходять у пластичний стан, скористаємося умовою пластичності. У міру подальшого зростання внутрішнього тиску зона пластичних деформацій від внутрішньої поверхні поширюється в бік зовнішньої поверхні.

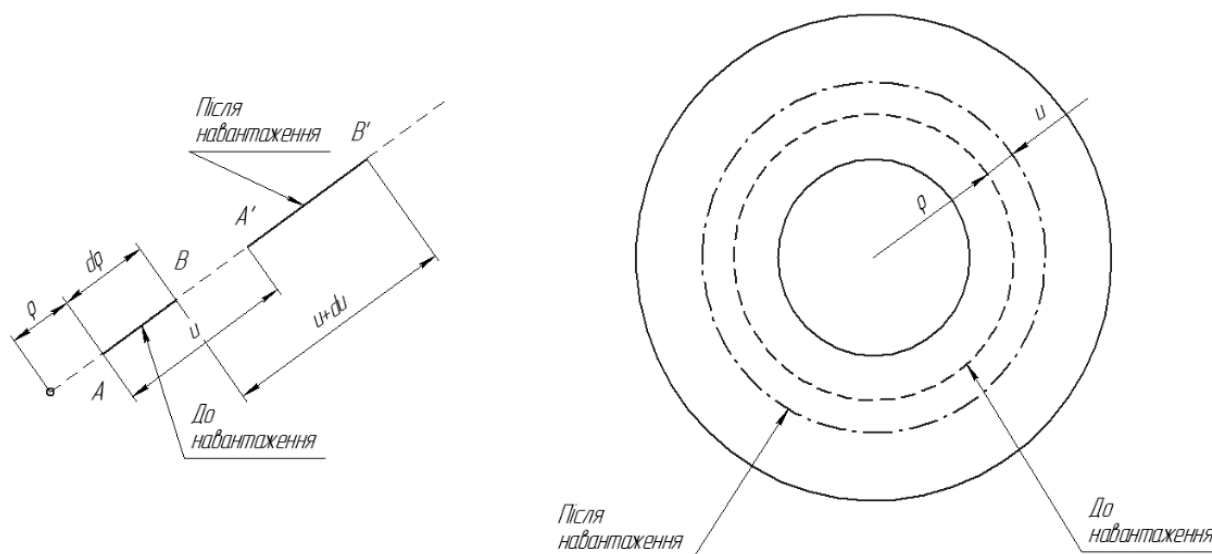


Рисунок 2 - Елементарний відрізок AB до та після навантаження

Для випадку, коли весь поперечний переріз оболонки знаходиться в пластичному стані, розглянемо умову рівноваги і умову пластичності.

Величину внутрішнього тиску, при дії якого вся оболонка переходить в пластичний стан, позначимо $P_a = P_{PP}$. Значення P_{PP} визначимо з формули:

$$P_{PP} = 2 \frac{\sigma_m}{\sqrt{3}} \ln \frac{D}{d}, \quad (1)$$

де σ_m - межа текучості;

D – зовнішній діаметр;

d – внутрішній діаметр.

Результати наших підрахунків величини внутрішнього тиску, при якому вся оболонка переходить в пластичний стан приводимо у таблиці 1 та будуюмо діаграму внутрішніх зусиль (рис.3).

Таблиця 1 - Значення внутрішнього тиску, МПа

Діаметр зовнішній, мм	Діаметр внутрішній, мм				
	30,20	30,25	30,30	30,35	30,40
49,990	4,07363	4,06026	4,04691	4,03358	4,02028
49,985	4,07282	4,05945	4,04610	4,03277	4,01947
49,980	4,07201	4,05864	4,0529	4,03197	4,01866
49,975	4,07121	4,05783	4,04448	4,03116	4,01785
49,970	4,07040	4,05703	4,04370	4,03035	4,01704

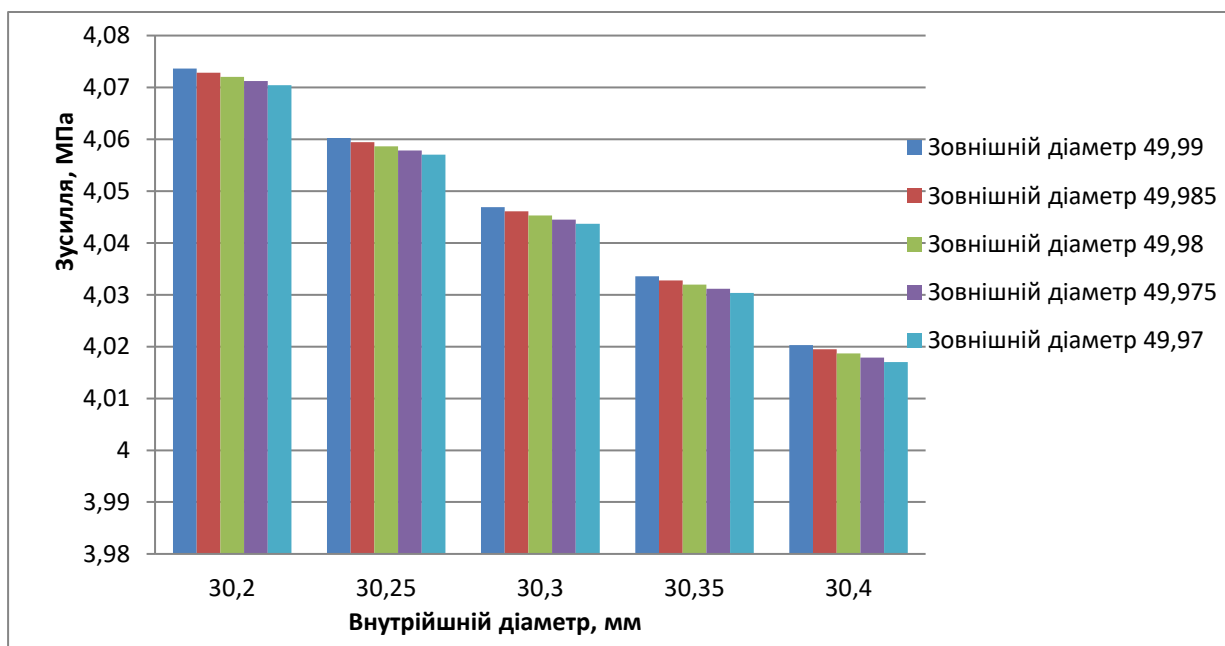


Рисунок 3 – Діаграма величини внутрішніх зусиль

Отже, підвищення зусилля внутрішнього тиску, під дією якого вся поверхня циліндричного сталюого зразка переходить в пластичний стан має практично лінійну залежність від товщини стінки зразка. Цей висновок має значення у розрахунках режимів пластичного деформування (роздачі) зношених деталей циліндричної форми.

Список використаних джерел

1. Механіка процесів холодного пластичного деформування вісесиметричних заготовок з глухим отвором: монографія / В. А. Огородніков, І. Ю. Кириця, В. Є. Перлов. Вінниця: ВНТУ, 2015. 164 с.
2. Effect of vibration treatment on increasing the durability of tillage equipment working bodies / Anatolii Dudnikov, Olena Ivankova, Oleksandr Gorbenko, Anton Kelemesh // *Eastern-European journal of enterprisetechologies*. 2/1 (110) 2021 С. 104-108. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.228606
3. Іванкова, О., В. Бартош, Я. Общій, Ю. Кисіль. «Відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки пластичним деформуванням». *Modern Engineering and Innovative Technologies*, вип. 1, вип. 25-01, Лютий 2023, с. 23-29, doi:10.30890/2567-5273.2023-25-01-073 . <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-25-01-073>

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИВОДУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Хвостенко Дмитро Валентинович
здобувач вищої освіти,

Горбенко Олександр Вікторович,
кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту,
Полтавський державний аграрний університет

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу підвищення ефективності сільськогосподарської техніки є одним із ключових чинників забезпечення високих врожаїв та зменшення витрат на виробництво продукції. Зернозбиральні комбайни відіграють вирішальну роль у збиранні зернових культур, і від їх технічного стану, надійності та раціонального функціонування приводних систем залежить загальна продуктивність і якість виконання збиральних робіт.

Приводи зернозбиральних комбайнів виконують функції передачі енергії від двигуна до робочих органів машини - жатки, мотовила, молотильного барабана, соломотрясу, транспортуючих механізмів тощо. Різні за конструктивною схемою та принципом дії, вони значно впливають на загальну енергоощадність, зносостійкість та функціональну адаптивність техніки до різних агротехнічних умов. Проте, на сьогоднішній день ще недостатньо

систематизовано підходи до оцінювання ефективності їх роботи за комплексом техніко-економічних та експлуатаційних показників.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації приводних систем сучасних зернозбиральних комбайнів з урахуванням енергетичних, економічних та технологічних викликів. У контексті зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, необхідності зменшення витрат енергії та підвищення рентабельності сільськогосподарського виробництва, зростає потреба у впровадженні ефективних технічних рішень, що дозволяють удосконалити приводи комбайнів за рахунок покращення їх ККД, надійності та адаптивності до змінних навантажень.

Відсутність єдиної методики оцінки ефективності приводів, недостатня увага до динамічних процесів у системі приводу, а також обмеженість даних щодо впливу технічних параметрів приводу на продуктивність машин у реальних умовах експлуатації - усе це вимагає більш глибокого аналізу критеріїв ефективності їх роботи. Дослідження в даному напрямку дозволять сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо модернізації приводних систем комбайнів та сприятимуть підвищенню технічного рівня наявного парку машин.

У світовій науково-технічній спільноті значну увагу приділяють підвищенню енергоефективності та надійності приводів сільськогосподарських машин, зокрема зернозбиральних комбайнів. Дослідження фахівців таких країн, як Німеччина, США, Японія, Китай, Польща та Італія, свідчать про системний підхід до аналізу та вдосконалення приводних систем як основного вузла впливу на продуктивність і витрати техніки.

У працях [1] детально розглядаються адаптивні гідроприводи та електрогідравлічні системи керування, що дозволяють регулювати навантаження на виконавчі органи залежно від стану масиву зернових. Вони демонструють зменшення питомого споживання пального до 12–15% за рахунок синхронізації роботи приводів жатки, мотовила та молотильно-сепарувального комплексу.

Американські дослідники [2] зосереджують увагу на енергоаудиті приводних систем і моделюванні ККД окремих вузлів у польових умовах. Вони запропонували методику порівняння механічних, гідростатичних і електроприводів за такими критеріями: втрати на передачу енергії, швидкість реакції на зміну навантаження, терміни міжремонтної експлуатації.

Вагомий внесок зробили японські фахівці з Hokkaido University [3], які розробили моделі інтелектуального керування електроприводами жаток і зернових транспортерів з використанням fuzzy-логіки та сенсорних систем, що значно зменшують інерційні навантаження та забезпечують рівномірність подачі зернової маси.

У дослідженнях китайських науковців [4] (China Agricultural University) велика увага приділяється аналізу приводу молотильного барабана. Вони довели, що застосування частотно-регульованого електроприводу з адаптивним регулятором забезпечує стабільну роботу при коливаннях маси подачі,

знижуючи втрати зерна на 5–8% у порівнянні з традиційними варіантами.

Польські інженери [5] проводили експериментальні дослідження динамічних коливань у валах приводів комбайнів серії Claas Lexion, що дало змогу ідентифікувати критичні режими вібрацій та запобігти передчасному зносу шарнірно-з'єднаних елементів.

Загалом, світові підходи до аналізу ефективності приводів зернозбиральних комбайнів базуються на поєднанні таких методів:

- експериментального моделювання навантажень;
- чисельного аналізу динаміки вузлів;
- впровадження адаптивних та енергоощадних технологій (інвертори, рекуперація енергії, електронне керування);
- цифрового моніторингу стану приводних систем у режимі реального часу (з використанням CAN-шин, телеметрії, штучного інтелекту).

Цей досвід є важливим підґрунтям для адаптації сучасних технічних рішень у вітчизняному машинобудуванні та аграрному виробництві.

Оцінка ефективності роботи приводу жатки зернозбирального комбайна базується на комплексному аналізі його експлуатаційних, енергетичних та технологічних характеристик. Основними критеріями ефективності є:

1. Енергетична ефективність приводу, до якого відносяться коефіцієнт корисної дії приводу (η) (відношення корисної потужності, переданої жатці, до потужності, спожитої від двигуна); споживана потужність ($P_{\text{заг}}$, кВт) (визначає рівень енергетичних витрат у різних режимах роботи); специфічні енерговитрати ($E_{\text{сп}}$, кВт·год/га або кВт·год/т) (характеризують ефективність використання енергії при зборі врожаю).

2. Динамічні та кінематичні показники – це зокрема стабільність швидкісного режиму приводу (Δv , %) (відхилення частоти обертання привідних механізмів від номінального значення під навантаженням); рівномірність руху приводу (R_p , %) (оцінює ступінь коливань обертального моменту в процесі роботи); зносостійкість деталей приводу (T_z , год) (визначає довговічність основних елементів конструкції).

3. Надійність та довговічність роботи приводу: середній ресурс роботи приводу (T_n , год) (період безвідмовної роботи приводу до проведення капітального ремонту); коефіцієнт готовності (K_r) (відношення часу роботи приводу до загального часу, включаючи ремонти та технічне обслуговування); інтенсивність відмов (λ , 1/год) (характеризує частоту виходу з ладу приводних механізмів).

4. Продуктивність приводу у складі комбайна: пропускна здатність жатки (Q , кг/с або т/год) – визначає кількість зібраного зерна за одиницю часу; якість збирання зернових (K_y , %) – оцінює втрати врожаю через нестабільність роботи приводу; ефективність взаємодії з іншими системами комбайна (узгодженість режимів роботи приводу з системами подачі та очищення зерна).

5. Автоматизація та адаптивність приводу і це зокрема можливість адаптації режимів роботи (здатність приводу змінювати швидкісні параметри залежно від умов експлуатації); рівень автоматизації ($R_{\text{авт}}$, %) (оцінює частку

автоматичних налаштувань у загальному керуванні приводом); інтеграція у загальну систему керування комбайном (ступінь взаємодії з іншими автоматизованими підсистемами).

Застосування цих критеріїв дозволяє оцінити ефективність приводу жатки та обґрунтувати шляхи його вдосконалення для підвищення продуктивності та енергозбереження зернозбирального комбайна.

Список використаних джерел

1. Fischer, G. (2019). *Adaptive hydraulic drive systems for harvesting machinery: Optimization and field testing*. *DLG-Mitteilungen*, 7(3), 24–29.
2. Grisso, R. D., & Kocher, M. F. (2017). Energy efficiency of combine harvester power transmission systems. *Transactions of the ASABE*, 60(2), 387–396. <https://doi.org/10.13031/trans.12097>
3. Takeda, K. (2020). Intelligent control of combine harvester subsystems using fuzzy logic and real-time feedback. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers*, 82(1), 45–53. <https://doi.org/10.11357/jsamfe.82.45>
4. Liu, Z., Wang, Y., & Chen, H. (2021). Frequency-converted electric drives in threshing systems of modern harvesters. *Biosystems Engineering*, 201, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.07.011>
5. Kowalski, P., & Rusek, W. (2018). Dynamic analysis of power transmission in combine harvesters under variable loads. *Agricultural Engineering*, 22(4), 102–110.

ІНТЕГРАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СИСТЕМУ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Хвостенко Дмитро Валентинович

здобувач вищої освіти,

Горбенко Олександр Вікторович,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту,

Полтавський державний аграрний університет

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу особливого значення набуває впровадження інноваційних технологій, здатних забезпечити підвищення ефективності виробництва та раціональне використання ресурсів. Одним із ключових напрямів цифровізації сільського господарства є точне землеробство, яке базується на детальному аналізі даних та цільовому управлінні агротехнологічними процесами. Безпілотні літальні апарати (БПЛА), як інструмент оперативного моніторингу та збору високоточних просторових даних, відіграють дедалі важливішу роль у цій системі.

Інтеграція дронів у аграрну практику відкриває нові можливості для оптимізації агропроцесів, зокрема диференційованого внесення добрив, виявлення хвороб і шкідників, контролю стану посівів та прогнозування

врожайності. У доповіді розглянуто сучасні підходи до застосування БПЛА в точному землеробстві, а також окреслено ключові перспективи їх подальшого розвитку.

Світові тенденції розвитку сільського господарства орієнтовані на підвищення продуктивності, зниження витрат та мінімізацію негативного впливу на довкілля. У зв'язку з цим точне землеробство стало одним із провідних напрямів інноваційного розвитку аграрного сектору. Застосування безпілотних літальних апаратів як елементу цифрової трансформації аграрного виробництва дозволяє оперативно отримувати актуальні дані про стан посівів, ґрунтові умови та ефективність агротехнічних заходів.

У країнах із розвиненим аграрним сектором дрони вже стали невід'ємною частиною технологічного процесу. Водночас вітчизняна практика ще перебуває на етапі активного впровадження цих технологій, що зумовлює потребу у науковому обґрунтуванні підходів до їх ефективної інтеграції в систему точного землеробства. Дослідження в цьому напрямку є надзвичайно важливими для адаптації зарубіжного досвіду до місцевих умов, оптимізації витрат на агровиробництво та забезпечення продовольчої безпеки.

Сільськогосподарські виробники дедалі частіше звертають увагу на інноваційні рішення, які забезпечують оптимізацію виробничих процесів і підвищення економічної ефективності господарств. У контексті впровадження безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в точне землеробство спостерігається стійкий інтерес з боку фермерів, агрохолдингів та сервісних компаній, які усвідомлюють потенціал цієї технології для підвищення врожайності, зниження витрат на ресурси та підвищення екологічної стійкості виробництва.

Проте впровадження БПЛА супроводжується низкою викликів, зокрема: висока вартість обладнання, необхідність спеціальної підготовки персоналу, інтеграція з іншими елементами аграрної цифрової інфраструктури та нормативно-правові обмеження. Попри це, більшість виробників визнають доцільність інвестицій у ці технології, особливо в умовах зростання конкуренції та потреби в підвищенні ефективності агробізнесу. Відкритість до впровадження інновацій та формування попиту на нові рішення з боку аграріїв є рушійною силою розвитку ринку БПЛА в агросекторі.

Розглянемо глобальні тенденції та ключові напрямки.

1. Інтенсивне використання мульти- і гіперспектральних сенсорів: огляди показують, що основний фокус сучасних досліджень направлений на використання передових сенсорів (мульти-/гіперспектральні камери) для моніторингу посівів, раннього виявлення хвороб, оцінки вмісту води та поживних елементів у ґрунті [1].

2. Аерофотозйомка для картування та діагностики рослин: популярні підходи включають картування бур'янів, визначення зон дефіциту поживних речовин, ідентифікацію хвороб та оцінку врожайності; при цьому широко застосовуються методи фотограмметрії та машинного навчання [2].

3. Інтеграція AI, IoT та гібридних систем: зростає кількість публікацій про використання AI для аналізу великих обсягів даних із дронів, а також

дослідження прикладного поєднання дронів та наземних роботів (UAV + UGV) для комплексного управління полями - від моніторингу до селективного обприскування [3, 4].

4. Обмеження та виклики: висока вартість технологій, необхідність у стандартизованих робочих процесах, обмежена тривалість польоту, складність передавання даних, регуляторні обмеження.

Список використаних джерел

6. Chli, M., Achtelik, M. W., Lynen, S., Weiß, S., & Siegwart, R. Y. (2013). A robust and modular multi-sensor fusion approach applied to MAV navigation. 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 3923–3929. <https://doi.org/10.1109/IROS.2013.6696913>

7. Schmuck, P., & Chli, M. (2017). CCM-SLAM: Robust and efficient centralized collaborative monocular simultaneous localization and mapping for robotic teams. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 3863–3870. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2017.7989445>

8. Ghose, D., & Hegde, A. (2020). Multi-UAV distributed control for load transportation in precision agriculture. *AIAA Scitech 2020 Forum*, 2020-2068.

9. Carbone, C., Albani, D., Magistri, F., Ognibene, D., Stachniss, C., Kootstra, G., Nardi, D., & Trianni, V. (2022). Monitoring and mapping of crop fields with UAV swarms based on information gain. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.11766>

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ОЦІНКА РОБОТИ АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗА ОРГАНІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЖИТА

Чеботарьова В.П., Луценко В.О.

здобувачки вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту

Інженерно-технологічний факультет

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

В процесі виконання технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту, відповідно до агротехнічних вимог і з високою якістю, необхідно забезпечити необхідні налаштування і регулювання, а також усунути несправності, та чітко організувати і забезпечити виконання усього процесу. Для пропонованої розробки, на базі якої пропонується використовувати культиваторний агрегат проводимо розрахунок для легких умов роботи агрегату. Це дозволить більш точно визначити: економічну ефективність роботи агрегату, визначити його склад, продуктивність, витрату паливно-

мастильних матеріалів, використання часу зміни. Для ґрунтів, коли вони знаходяться у фізичній стиглості буде забезпечена і якість обробітку і продуктивність, а як наслідок, і витрати праці на виконання технологічного процесу передпосівної культивуації будуть мінімальними [1].

Вихідні дані: найменування операції – передпосівний поверхневий обробіток ґрунту; агрофон – луцена стерня; ухил поверхні поля $i = 2\%$; питомий тяговий опір $K_0 = 2,5 \text{ кН/м}$; розміри поля: довжина $L = 846 \text{ м}$; ширина $B = 650 \text{ м}$; марка трактора – John Deere 6М 250; марка машини – Універсальна дискова борона ZEUS 4 VT (див. рис. 1., 2). Експлуатаційні показники агрегату представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Експлуатаційні показники МТА

Найменування показника			значення
Склад агрегату	Марка	Енергетичний засіб	John Deere 6М 250
		Сільськогосподарська машина	ZEUS 4 VT
	Кількість машин, $n_m, шт$		1
Робоча ширина захвату, $B_p, м$			4,8
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	Механізаторів, $m_m, чол$		1
	Допоміжних робітників, $M_{доп}, чол$		0
Робоча передача, j			C1
Швидкість руху, $V_p, км/ год$			10,38
Продуктивність агрегату, $W_{чч}, га/ год$			4,98
Витрата палива, $g_w, кг/ га$			1,85
Затрати праці, $З_m, люд.год/ га$			0,68
Експлуатаційні витрати, $C_w, грн/ га$			164,9



Рисунок 1. – Трактора – John Deere 6М 250

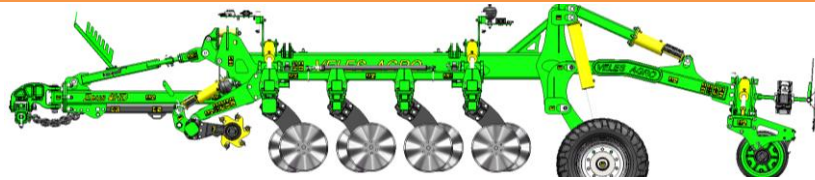


Рисунок 2. – Універсальна дискова борона ZEUS 4 VT

Агротехнічні вимоги поверхневого обробітку ґрунту:

- початок і тривалість виконання робіт поверхневого обробітку ґрунту встановлює агроном господарства відповідно до агрономічних термінів і стану ґрунтів;
- глибина обробітку ґрунту повинна бути в межах 5...6 см. Відхилення середньої глибини від заданої допускається не більш 5%;
- при заданій вологості в обробленому шарі агрегатний склад грудок фракції від 5 до 10 мм повинний складати не менш 60% [2, 3];
- на полях з ухилом більш 2 градусів обробіток ґрунту варто робити в поперек напрямку схилу;
- робочі органи не повинні забиватися ґрунтом і рослинними залишками;
- огріхи в обробленому полі не допускаються;
- поворотні смуги повинні бути розпушені, необроблена смуга границь поля поблизу доріг і лісових посадок не повинна перевищувати 1м.

Розрахунок складу і режиму роботи передпосівного машинно-тракторного агрегату. Цей розрахунок проводимо з метою визначення оптимального складу і режиму руху сільськогосподарського агрегату (робочої передачі, швидкості руху і годинної витрати палива при робочому проході і при холостому русі).

Підготовка агрегату до роботи.

При підготовці знаряддя до роботи необхідно:

- ретельно перевірити стан усіх вузлів і деталей, ослаблені кріплення підтягти, а деформовані деталі відремонтувати або замінити;
- перевірити надійність складання агрегату і забезпеченість додатковими пристроями;
- провести випробування агрегату на холостому ході і в роботі. Провести підготовку агрегату до роботи включаючи підготовку трактора й агрегованих машин, а також виконати регульовальні роботи на робочих органах.
- встановити раму культиваторного агрегату в горизонтальну площину та відрегулювати робочі органи по глибині. Звернути увагу. Що при цьому стрічасті лапи робочого органу повинні торкатися поверхні ґрунту.

Вибір способу руху агрегату по полю

Для поверхневого обробітку ґрунту існують альтернативні способи руху – це човниковий і круговий. Вибір того або іншого способу руху для виконання заданої сільськогосподарської операції вибираємо з урахуванням наступного:

- вимог агротехніки;
- особливостей конструкції і складу агрегату;

- найменших витрат часу на холостому ході (за найбільшим значенням коефіцієнта робочих ходів φ або коефіцієнта використання часу руху $\tau_{ос}$) ;
- найменших витрат праці і засобів на підготовку до роботи ділянки (розмітка, розбивка й ін.) [4].

Спосіб руху культиваторного агрегату вибираємо з врахуванням показників поля; розміру, конфігурації. Основні способи руху культиваторного агрегату – човниковий, діагональний і діагонально-перехресний, рух по колу (під час роботи на полях при довжині гону менше 50 перекриттів агрегату допускається рух по колу); При обробі ґрунту культиватором застосовуємо, як правило, рух човниковим способом див. рис. 3. Щоб не допускати огріхів при обробі ґрунту культиваторним агрегатом, суміжні проходи виконувати необхідно з перекриттями на глибину 10-15 см. При першому проході агрегату, коли він пройде перші 20-30 м, необхідно оглянути розпушену поверхню та провести регулювання.

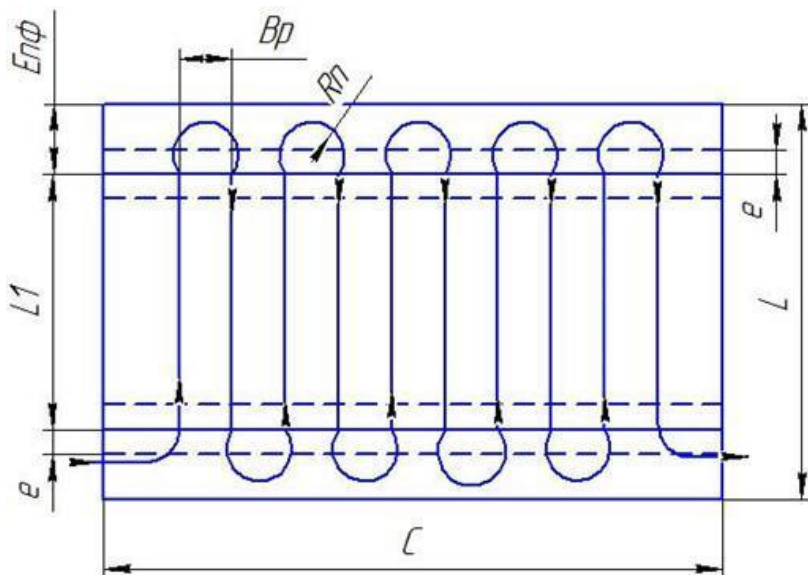


Рисунок 3. – Схема підготовки поля і робота культиваторного агрегату

Висновок.

1. Ефективність ґрунтообробного агрегату

Проведена експлуатаційна оцінка засвідчила, що агрегат забезпечує рівномірне руйнування ґрунтової структури на глибину 8–10 см, що відповідає вимогам передпосівної підготовки з органічною технологією вирощування озимого жита.

2. Якість подрібнення рослинних решток

Агрегат продемонстрував високу здатність до подрібнення та загортання рослинних решток попередника, що сприяє прискоренню їх мінералізації та підвищенню родючості ґрунту.

3. Витрати тягової енергії

За результатами польових випробувань середній питомий опір ґрунту становив 25–28 кН/м, що забезпечує економічне використання паливно-мастильних матеріалів трактором потужністю 120–140 к. с.

4. Економічна доцільність використання

Впровадження агрегату дозволяє знизити собівартість передпосівної обробки до 18–20 % порівняно з традиційними методами, за рахунок поєднання операцій подрібнення, вирівнювання та загортання рослинних залишків в одному проході.

5. Вплив на агрофізичні властивості ґрунту

Після проходу агрегату щільність верхнього шару ґрунту зменшилася на 10–12 %, посилені водопроникність і повітропроникність, що створює сприятливі умови для проростання насіння та розвитку кореневої системи жита.

6. Екологічні переваги

Використання органічних решток як мульчі та мінімальна кількість проходів агрегату знижують ерозійні процеси і втрати ґрунтової вологи, що відповідає принципам органічного землеробства.

7. Рекомендації для подальшого використання

Для оптимізації роботи агрегату доцільно передбачити регулювання кута атаки робочих органів залежно від вологості та механічного складу ґрунту, а також запровадити моніторинг якості обробітку в реальному часі за допомогою датчиків агрофізичних показників.

Перелік використаних джерел:

1. Панчишин, В., Яременко, О., Можаровський, С., Кравчук, А., & Шафарчук, С. (2023). GRAIN PRODUCTIVITY OF WINTER RYE (SECALE CEREALE) DEPENDING ON THE ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 3(30-03), 69–74. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-30-00-053>.

2. Польовий, В. М., Яценко, Л. А., Ровна, Г. Ф., & Колесник, Т. М. (2022). Еколого-економічні аспекти вирощування сільськогосподарських культур на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся України. *Агроекологічний журнал*, (1), 91-98..

3. Манжосова, М. Г., and Т. К. Костюкевич. «Вплив кліматичних змін на агрокліматичні умови вирощування жита озимого у центральних областях України» (2020): 175-178.

4. Ляшенко С.В., Ляшенко С.С.. Проектування торсіонно-ударного розпушувача ґрунту. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючого засобу для безполицевого обробітку ґрунту в умовах Полтавського регіону. Монографія 2-е вид. Перероблене і доповнене. Полтава: ПП «Астроя», 2024. 204с. Ум. др. арк. 12,2. (2,44 авторського аркуша на співавтора). ISBN 978-617-8231-72-9.

<https://drive.google.com/file/d/1rALZEYqKAcfDPQaiAuysy89OkoAF4r6d/view>

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ЗВОЛОЖЕНОГО ЗЕРНА

Чижов В.М.

бакалавр 208 Агроінженерія

Падалка В.В.

к.т.н., доцент кафедра агроінженерії та АТ
*Полтавський державний аграрний університет
м.Полтава, Україна*

Соя багата на життєво необхідні для повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин мінеральними речовинами такими як: тіамін; рибофлавін; ніацин; піридоксин; пантотенова кислота, біотин, фолієва кислота, інозит, холін, альфа-токоферол, вітамін, натрій, калій, кальцій, магній, фосфору, заліза, марганець, кобальт, каротин, тіамін, рибофлавін, ніацин і багатьма іншими мікроелементами.

Тому застосування сої в раціоні годівлі сільськогосподарських тварин без попередньої підготовки корму не допустимо. Підготовка зерна сої до згодовування тваринами має на меті знищення інгібіторів і підвищення доступності протеїну до засвоєння травною системою тварин. Так для різних груп сільськогосподарських тварин необхідно враховувати різну за будовою і характеристиці систему травлення. Наприклад при підготовки корму птиці і свиням потрібно збільшити доступ до амінокислот, а жуйних тварин необхідно захистити білок від зайвої деградації в рубці і при цьому в тонкому кишечнику дати розширений доступ амінокислотам до поки ще цілими білка.

Запропоновано конструкцію подрібнювача замоченого зерна сої, технічний результат якого спрямований в підвищенні якості подрібнення з розширенням функціональних можливостей за рахунок отримання подрібненої маси в дрібнодисперсному вигляді, зменшення енергоємності процесу, за рахунок перетирання зерна сої попередньо в замоченому вигляді.

Проаналізувавши принцип роботи основних технологій отримання соєвого молока, можна говорити про те, що всі вони базуються на трьох основних схемах:

- витримування протягом тривалого часу зерна сої в воді, далі отримання дрібнодисперсного фракції зерна шляхом тонкого помелу, поділ на рідку і тверду фракції, далі теплова обробка, потім охолодження і зберігання;
- подрібнення зерна сої, отриману соєве борошно змішують з водою, далі проводять термічну обробку отриманого екстрагента і охолоджують;
- отримання дрібнодисперсного фракції зерна шляхом тонкого помелу, змішування з водою, далі теплова обробка, поділ на рідку і тверду фракції, потім охолодження і зберігання;
- отримання дрібнодисперсного фракції зерна шляхом тонкого помелу, змішування з водою, далі теплова обробка, поділ на рідку і тверду фракції, потім охолодження і зберігання;

Однак виявлено, що немає технічних пристроїв, малогабаритних установок

і машин, призначених для отримання високобілкового корми для всіх сільськогосподарських тварин придатних при веденні малих, особистих підсобних господарств. Крім того, такі питання як рух зерна в замоченому вигляді по криволінійній борозні абразивної поверхні усіченого конуса, подрібнення (стирання) зерна в замоченому вигляді до дрібнодисперсного помелу абразивної поверхню, екстракції білка в емульсію

Виникає потреба в розробці універсального обладнання для приготування білкової емульсії застосовної в умовах ведення особистого підсобного господарства.

На підставі здійсненого патентного пошуку, а так само аналізу способів і технологій, що передбачають застосування серійно випускається техніки для приготування соєвого молока з зерна сої, було розроблено універсальний пристрій що дозволяє переробку зерна сої на корм сільськогосподарським тваринам. Відмінною особливістю запропонованого способу переробки зерна сої, реалізованого розробляються пристроєм, є об'єднання цілого ряду технологічних операцій пов'язаних з подрібненням зернового матеріалу, наступним змішуванням з водою з метою екстракції білка в емульсію, поділ на молоко і окару в один технологічний процес.

Завдяки чому з'явилася можливість позбавлення від цілого комплексу машин для реалізації кожної технологічної операції окремо і багато тонажний резервуарів для подрібнення, зберігання, перемішування проміжних продуктів переробки соєвого зерна. В якості кінцевого продукту переробки соєвого зерна відповідно запропонованої технологією ми отримуємо легко засвоювані протеїнові корми з хорошим амінокислотним складом, такі як соєве молоко, сир «Тофу», соєву макуху.

Конструктивні рішення, прийняті при створенні установки забезпечують значне скорочення витрат електроенергії на виробництво соєвої емульсії в порівнянні з зарубіжними та вітчизняними аналогами, за рахунок об'єднання цілого низки технологічних операцій (подрібнення, екстракція білка в емульсію, поділ суспензії на фракції) в одну. Установка, розроблена з урахуванням особливостей переробки насіння, що мають в початковому стані високий вміст масла і білка.

Річний економічний ефект від використання розроблюваного пристрою складе 1162,6 тис. грн., а вартість додаткової продукції по молоку 2079 тис. грн / гол., по яловичині 748 тис. грн / гол., по свинині 1788 тис. грн/ гол.[3].

Список використаних джерел:

1. Ng Tzi-Bun. Soybean - Applications and Technology. InTech, April 26, 2011. 402 p.
2. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
3. Кабанець В.М. та ін. Особливості технології вирощування сої в

ранньовесняний період для умов північно-східного Лісостепу України. Науково - практичні рекомендації Сад, 2012.– 20 с

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРУШУВАННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ

Шейченко В.О.

д.т.н., професор, професор кафедри агроінженерії та автомобільного
транспорту,
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Петраченко Д.О.

к.т.н., викладач відділення агроінженерії
*Відокремлений структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий
коледж Сумського національного аграрного університету*
м. Глухів, Україна

Шейченко Д.В.

аспірант,
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Шаповал О.В.

аспірант,
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Зростаючий попит на продукти з високою біологічною цінністю стимулює впровадження інноваційних технологій переробки сільськогосподарської сировини. Одним із перспективних напрямів є отримання конопляного ядра шляхом обрушування насіння промислових конопель. Цей продукт характеризується високим вмістом білків, незамінних жирних кислот і вітамінів, що забезпечує його затребуваність у харчовій промисловості.

Обрушування насіння конопель безпосередньо впливає на покращення засвоюваності поживних речовин і підвищує загальну якість готового продукту [1]. Проте в науковій літературі ще недостатньо висвітлені оптимальні технологічні параметри цього процесу саме для конопель, що стримує впровадження ефективних промислових рішень.

Відомо, що ефективність процесу обрушування залежить від морфологічних та фізико-механічних характеристик сировини. Нині застосовуються різні способи обрушування: фрикційний, абразивний, ударний та інші. Однак спроби створення універсальних механізмів для різних культур не виправдали себе через необхідність частого переналаштування обладнання [2].

Насіння конопель характеризується специфічною формою та неоднорідністю твердості оболонки, що ускладнює його обробку. Попередні

дослідження підтвердили ефективність методу орієнтованого одноразового удару для цієї культури, оскільки він забезпечує високу якість відокремлення ядра без необхідності попереднього калібрування за розмірами. На основі цих результатів було розроблено спеціалізований відцентровий механізм для обробки непідготовленого насіння [3], що дозволяє уникнути додаткових технологічних операцій калібрування та нормування вологості. Проте на початковому етапі досліджень виявлено низьку продуктивність механізму, що обумовило потребу подальших розробок для її підвищення.

За результатами первинних випробувань продуктивність пристрою при частоті обертання робочого колеса 2000 об/хв становила лише 30 ± 1 кг/год, що потребувало конструктивних удосконалень та оптимізації технологічних режимів для збільшення пропускної здатності.

З цією метою проведено багатфакторний експеримент з вивчення впливу основних параметрів: частоти обертання робочого колеса, швидкості подачі сировини та вологості насіння. Дослідження здійснювали за класичною матрицею планування з трьома змінними факторами. Діапазони параметрів експерименту становили: частота обертання – 2000-6000 об/хв, швидкість подачі – 30-120 кг/год, вологість – 8,8-11,5 %. Як основний критерій оцінювання ефективності обробування використано вихід конопляного ядра.

Аналіз експериментальних результатів дозволив встановити взаємозв'язок між технологічними параметрами і виходом ядра. З'ясовано, що оптимальна продуктивність забезпечується лише за умови гармонійного поєднання всіх параметрів. Зокрема, підвищення частоти обертання робочого колеса до 6000-6500 об/хв позитивно впливає на вихід ядра лише за умови підтримання швидкості подачі сировини в межах 100-120 кг/год та вологості насіння 8,8-11,5 %. Перевищення швидкості подачі чи відхилення вологості за межі рекомендованого діапазону призводило до погіршення показників через перевантаження механізму, надмірне дроблення ядра і збільшення частки відходів.

Підвищення вологості насіння понад оптимальний рівень змінює характер руйнування оболонки, посилює втрати сировини у вигляді січки та масляного пилу. Також надмірна швидкість подачі обмежує час контакту насіння з робочими органами пристрою, знижуючи ймовірність повного обробування.

У результаті аналізу визначено оптимальні параметри роботи відцентрового обробувача: частота обертання 6200 ± 200 об/хв, швидкість подачі 100 кг/год, вологість насіння 8,8-11,5 %. При дотриманні зазначених умов забезпечується стабільність процесу та мінімальні втрати продукції.

Таким чином, порівняно з початковими показниками, продуктивність механізму зросла більш ніж утричі – до 100 кг/год, що дозволяє обробляти до 800 кг насіння за зміну. Це повністю відповідає сучасним промисловим вимогам до обладнання для переробки конопель.

Отримані результати мають практичну цінність для подальшого вдосконалення технологічних процесів переробки конопляного насіння. Подальші дослідження доцільно спрямувати на стабілізацію роботи

обрушувальних пристроїв при змінних характеристиках сировини, що сприятиме підвищенню якості продукції за реальних виробничих умов.

Список використаних джерел

1. Schultz C., Lim W., Khor S., Neumann K., Schulz J., Ansari O., Skewes M., Burton R. Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Cannabis sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020. Vol. 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100025>
2. Brian Baker. Dehulling Ancient Grains: Economic Considerations and Equipment. 2015. URL: <https://eorganic.org/node/13028>
3. Sheichenko V., Petrachenko D., Koropchenko S., Rogovskii I., Gorbenko O., Volianskyi M., Sheichenko D. Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. № 2 (1 (128)), P. 34-48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГРАНУЛЯТОРА ОРГАНІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Шульга В.О.

бакалавр 208 Агроінженерія

Падалка В.В.

к.т.н., доцент кафедра агроінженерії та АТ

Полтавський державний аграрний університет

м.Полтава, Україна

Розвиток птахівничої галузі призводить до високої концентрації птиці на обмеженій території, що сприяє зростанню надходження та накопиченню великих обсягів пташиного посліду на територіях птахівницьких господарств, у ярах, поблизу річок та населених пунктів, створюючи екологічну небезпеку для людей, флори та фауни [3]. Досвід вітчизняної та світової практики переробки пташиного посліду показує [1], що економічно ефективним та енергорентабельним є спосіб анаеробного зброджування пташиного посліду, який сприяє подальшому використанню продуктів його переробки у рослинництві.

Невирішеним етапом у технології є переробка твердої фракції зброженого пташиного посліду, яка є цінним органічним добривом з високим вмістом поживних речовин і біологічно активних стимуляторів росту рослин [3]. Внесення його в розсипному вигляді без попередньої підготовки не дозволяє повністю використовувати поживний потенціал, що веде до підвищених норм внесення. Ефективним способом подальшого використання твердої фракції зброженого пташиного посліду є вологе гранулювання, що сприяє зниженню витрат на транспортування та зменшенню обсягів складування продукції.

Свіжий пташиний послід має сіро-зелений колір і грудочково-пористу структуру. У ньому міститься до 90...95 % твердих грудочок, що мають

внутрішній і зовнішній пористість. Він є частинками розміром близько 0,1 ...1,0 мм. Приблизно 30% це частинки розміром <0,1 мм. Дрібні частинки складаються з органічної речовини, у великих частинках містяться також мінерали [1].

Перспективним напрямом розвитку переробки пташиного посліду є створення маловідходного чи повністю безвідходного ресурсозберігаючого виробництва. У його основі лежить переробка пташиного посліду біологічними способами, які у природі завершують розкладання органічних відходів. Спільне застосування з біологічними способами інших способів переробки (фізичних) дозволить створити ресурсозберігаючі технології переробки пташиного посліду з отриманням корисних продуктів. Прикладом такої технології є ресурсозберігаюча технологія переробки пташиного посліду. У її основі лежить біологічне розкладання органічної речовини пташиного посліду за умов відсутності кисню - анаеробне зброджування.

Залежно від фізико-механічних та гранулометричних властивостей оброблюваних матеріалів застосовують два основних способи для гранулювання твердих сипких речовин, це обгортання та пресування.

Гранулювання способом обгортання полягає в попередньому утворенні агломератів із рівномірно змочених частинок або в нашаруванні сухих частинок на змочені ядра-центри гранулоутворення. Таке формування гранул ефективно застосовується під час виробництва мінеральних добрив.

Вологе пресування широко застосовується для матеріалів, які мають високу дисперсність складових частинок. Цей процес можна визначити, як зміна структури вихідної речовини за допомогою механічних впливів стиснення та зсуву з подальшим формуванням гранули [2]. Подібність апаратурного оформлення процесу зі шнековими та дисковими екструдерами, дозволяє оцінити фізико-механічні зміни, що відбуваються при цьому з аналогічними процесами в інших галузях техніки. Гранули, одержувані в результаті пресового гранулювання, поєднують у собі високу дисперсність, що перевищує дисперсність вихідного матеріалу з міцною структурою, завдяки чому вони не припадають пилом і не злежуються.

Попередній аналіз конструктивних можливостей таких пристроїв, їх взаємодія з матеріалом, що пресується дозволив встановити, що отримання якісних гранул органічних добрив можливе при попередній підготовці пресованого матеріалу в процесі його просування до матриці і закінчення крізь фільтри. Далі розглянемо особливості конструкцій робочих органів шнекових грануляторів.

Проведений аналіз способів гранулювання дозволив виділити з представлених конструктивно-технологічних схем пресового обладнання гранулятори зі шнековим нагнітаючим органом, який може здійснювати гранулювання полідисперсних органічних систем на основі зброженого пташиного посліду вологістю понад 30 % із забезпеченням порівняно високої щільності.

Удосконалення процесу гранулювання можливе за рахунок збільшення

вологості пресованого матеріалу та подальшої зміни його структури за допомогою механічних впливів стиснення та зсуву з подальшим формуванням у гранули необхідної форми.

Список використаних джерел:

1. Sklabinskyi V. I. Equipment for production of granulated fertilizers and granules with porous structure / V. I. Sklabinskyi, N. P. Kononenko, A. E. Artyukhov, M. S. Skidanenko // International Ukrainian-Japanese Conference on Scientific and Industrial Cooperation; 24 – 25 October 2013. : abstracts. – Odessa : ONPU, 2013. – P. 176–178.
2. Скиданенко М. С. Теоретичне дослідження гідродинаміки руху рідини в струмені вимушених коливань / М. С. Скиданенко // Сучасні технології у промисловому виробництві : III Всеукраїнська міжвузівська науково-технічна конференція, м. Суми, 22 – 25 квітня 2014 р. : тези доповідей. – Суми : СумДУ, 2012. – Ч. 2. – С. 79.
3. Aspects of Poultry Manure Low-Emission Utilization Process / Myroslav Malovanyu, Zoriana Odnorih, Mariia Kanda, Iryna Parashchiienko. International journal of engineering and technology. 7 (4.8) 2018. - P. 301-305.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕЙМІФІКОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Япринець Т. С.

к.п.н., доцент кафедри будівництва
та професійної освіти, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу України зростає потреба у фахівцях нового покоління, які володіють не лише ґрунтовними теоретичними знаннями, а й розвинутими практичними навичками, критичним мисленням, цифровою грамотністю та здатністю до міждисциплінарної взаємодії. Це вимагає перегляду традиційних підходів до професійної підготовки у закладах вищої освіти, зокрема через впровадження інноваційних освітніх технологій. Однією з таких технологій, що стрімко набирає популярності, є гейміфікація – використання ігрових елементів в неігровому освітньому середовищі.

Гейміфікація як педагогічна технологія дозволяє поєднати навчальний процес із елементами гри, що сприяє формуванню позитивного емоційного фону, підвищенню пізнавального інтересу та розвитку професійних компетентностей. Вона не лише активізує студентів, а й забезпечує засвоєння складного матеріалу через моделювання реальних виробничих ситуацій. Це особливо важливо у сфері агропромислового комплексу, де значна частина професійної діяльності має практичний характер. Окрім того, використання

гейміфікованих підходів сприяє розвитку «м'яких» навичок» – командної роботи, критичного мислення, тайм-менеджменту, відповідальності та лідерства, що є незамінними для ефективного функціонування в сучасному аграрному середовищі. Застосування цифрових інструментів та ігрових платформ відкриває нові можливості для викладачів технічних дисциплін: створення інтерактивних кейсів, симуляторів, професійних квестів, віртуальних ферм і лабораторій. Це сприяє створенню навчального середовища, орієнтованого на результат, де здобувач освіти виступає активним учасником освітнього процесу, а не пасивним споживачем інформації.

У процесі викладання технічних дисциплін в аграрних закладах вищої освіти гейміфіковані технології можуть реалізовуватися у таких формах:

- *навчальні кейси та місії*: студенти виконують послідовні завдання, пов'язані з фаховими ситуаціями: наприклад, усунення несправності в сівалці, **розрахунок тягового опору плуга** тощо;

- *симуляційні ігри*: моделювання виробничих процесів аграрного підприємства, застосування цифрових платформ Tractor Driving Simulator, AgriSim, Precision Ag Simulator тощо;

- *використання механізмів нагород* – бейджів, зірок, сертифікатів, рівнів дозволяє посилити мотивацію студентів до навчання; вони можуть отримувати бали за активність, виконання завдань, участь у проєктах. Формування рейтингових таблиць сприяє змаганням, залученню до навчального процесу та самореалізації;

- *цифрові інтерактивні платформи*: застосування інструментів типу Kahoot, Quizizz, Wordwall для закріплення матеріалу на практичних заняттях;

- *гейміфіковані навчальні проєкти* – у них важливо, щоб студенти виконували ролі інженерів, консультантів, експертів тощо, інтегруючи знання з різних дисциплін, до прикладу, міні-проєкти «Конструктор сільськогосподарської машини», «АгроБатл: техніка в умовах виклику», «Сервіс-Агро» та ін.;

- *агротехнічні симулятори та VR/AR-технології*: застосування віртуальної або доповненої реальності для тренування навичок: керування сільськогосподарською технікою, технологіями і засобами точного землеробства, моделювання процесів вирощування культур, наприклад, VR-симулятор трактора дозволяє безпечно відпрацювати навички керування ще до реальної практики. Ці приклади демонструють, що **гейміфікація в агроінженерії** – не просто гра, а стратегічний інструмент. Він дає змогу моделювати реальні технічні ситуації, формувати інженерне мислення, безпечно помилятися й вчитися, підвищувати інтерес і залученість студентів до складних технічних дисциплін.

Використання гейміфікованих технологій в освітньому процесі має ряд переваг, які позитивно впливають на якість професійної підготовки майбутніх фахівців агропромислового комплексу. Адже, гейміфікація створює позитивне емоційне тло, сприяє зацікавленості студентів у навчанні, система винагород, рейтингів, бейджів, можливість досягати рівнів і ставити власні цілі стимулює

здобувачів до активної участі в освітньому процесі. Гейміфіковані проекти, квести та командні завдання сприяють розвитку критичного мислення, креативності, вміння працювати в групі, приймати рішення, комунікувати та розв'язувати проблеми. Активне залучення студентів через ігрову діяльність сприяє глибшому розумінню теоретичних понять, за рахунок багаторазового повторення матеріалу у різних формах (тести, міні-ігри, симуляції) розвивається довготривала пам'ять. Завдяки активному використанню інформаційно-комунікативних технологій – мобільних додатків, платформ, віртуальних симуляторів, хмарних сервісів розвивається цифрова компетентність студентів. Крім того, гейміфікація дає змогу адаптувати навчання до індивідуальних потреб студента, підтримуючи принципи студентоцентризму, інклюзивності та рівного доступу до знань. У гейміфікованому середовищі студенти можуть вільно експериментувати, помилятися й навчатися на власному досвіді без загрози для техніки чи себе, що особливо важливо у підготовці до практичної роботи в реальних умовах.

Попри значну кількість переваг, гейміфікація освітнього процесу супроводжується рядом викликів, які можуть ускладнити або знизити ефективність її впровадження при викладанні технічних дисциплін: її формалізація та імітація, відсутність відповідної підготовки викладачів, технічні обмеження та нерівність цифрового доступу студентів, зміщення акценту на гру, а не навчання, надмірне змагання та психологічний тиск, обмежена кількість якісних цифрових продуктів українською мовою, складність у системному оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти. Важливо передбачати ці фактори й проактивно формувати методичні, технічні й організаційні умови для ефективного впровадження гейміфікації.

Отже, гейміфікація виступає ефективним засобом модернізації професійної підготовки майбутніх фахівців агропромислового комплексу. Вона сприяє підвищенню мотивації, активності, глибшому засвоєнню знань і формуванню сучасних компетентностей здобувачів вищої освіти. За умов правильного педагогічного проектування гейміфіковані технології можуть стати дієвим інструментом інтеграції теоретичної та практичної підготовки, наблизити освітній процес до реалій сучасного аграрного виробництва, а також підвищити якість та ефективність технічної освіти в Україні.

Список використаних джерел:

1. Мехед К. М. Гейміфікація навчання як інноваційний засіб реалізації компетентнісного підходу у закладах вищої освіти. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2020. Том 163 № 7. С. 19-22.
2. Михайлова Л. М. Гейміфікація як інноваційний кейс професійної підготовки педагогічних працівників ЗВО в умовах дистанційного навчання. *Академічні візії*. 2023. № 18. С. 45-53.
3. Мошкова Н. В. Гейміфікація як один із трендів сучасної освіти. *Молодь і ринок : науково-педагогічний журнал*. 2024. №4 (224). С. 82-87.

4. Ніколаєнко С. М. Аграрна освіта в контексті реформування вищої школи України: сучасні виклики та тенденції в аграрному секторі. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2021. № 3(2). С. 1-12.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ ТА
АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ПОДРІБНЕННЯ
ДЕРЕВИНИ НА ПАЛИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ
УМОВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ
ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Яценко В.Ю.

здобувачка вищої освіти
спеціальності 208 Агроінженерія.

Ляшенко С.В.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри
агроінженерії та автомобільного транспорту
*Інженерно-технологічний факультет
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Енергетичний потенціал деревної біомаси та актуальність дослідження ефективного подрібнення деревини

У сучасних умовах глобального енергетичного переходу та підвищення екологічних вимог до джерел теплової енергії, одним із визнаних у світовій практиці альтернативних енергоносіїв є біопаливо, зокрема деревина та продукти її переробки. За теплотворною здатністю, 4,0 м³ деревної біомаси еквівалентні приблизно 1000 м³ природного газу, що робить її конкурентоспроможною альтернативою традиційним джерелам енергії.

Загальні ресурси деревної біомаси, придатної для енергетичного використання в Україні, щороку становлять близько 10,2 млн м³. Цей обсяг формується у процесі заготівлі деревини всіма категоріями лісокористувачів, а також у результаті її первинної переробки на деревообробних підприємствах [1]. З них близько 3,5–4,0 млн м³ вже використовуються для енергетичних потреб – зокрема, для опалення індивідуальних житлових будинків і соціальних об'єктів у сільській місцевості, як технологічне паливо для деревообробних підприємств, у вигляді деревних брикетів, пелет, деревного вугілля, синтез-газу, а також для виробництва теплової та електричної енергії на ТЕЦ і в комунальних котельнях.

У той же час, близько 2,5–3,0 млн м³ деревної біомаси щорічно експортується в різних формах: паливні дрова, пелети, деревна тріска, брикети, деревне вугілля. Зважаючи на зростаючий попит на біопаливо в Європі, очікується суттєве збільшення експорту паливних гранул у найближчій перспективі. Це пов'язано, зокрема, зі створенням понад 110 нових підприємств з виробництва деревних пелет в Україні, водночас відсутній

внутрішній ринок їх масового споживання.

Попри вказаний потенціал, значні обсяги біомаси залишаються не використаними. Зокрема, за результатами досліджень, 1,7–2,0 млн м³ лісосічних залишків щороку spalюються або залишаються гнити на місцях лісозаготівлі [2]. Додатково, близько 0,4–0,5 млн м³ відходів деревини, що утворюються в побуті, на малих деревообробних підприємствах, у комунальній сфері та садово-парковому господарстві, не використовуються належним чином, а переважно вивозяться на сміттєзвалища або spalюються без утилізації енергетичного потенціалу.

Реалізація ефективної державної політики у сфері енергетичного використання деревної біомаси може забезпечити залучення до енергетичного балансу країни додатково близько 4,0 млн м³ деревної сировини [3].

В умовах стрімкого розвитку приватного сектору в сфері виробництва та використання твердого біопалива, зростає конкуренція за ресурси деревини. Це обумовлює потребу у більш раціональному використанні кожного виду деревної біомаси, зокрема гілок, відходів лісозаготівлі та деревообробки. Підвищення ефективності використання цієї сировини неможливе без оптимізації технологічних процесів її подрібнення.

У цьому контексті актуальним є дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів роторно-дискових подрібнювачів на якісні характеристики подрібненого матеріалу, зокрема на гранулометричний склад деревної тріски. Отримані результати мають безпосереднє практичне значення для підвищення ефективності роботи біоенергетичних установок, зниження експлуатаційних витрат, а також сприятимуть розвитку системи замкненого циклу переробки відходів деревини як у комунальному, так і в аграрному секторі економіки.

Таким чином, науково обґрунтоване удосконалення конструкцій подрібнювального обладнання та дослідження їх впливу на фракційний склад тріски є важливим напрямом підвищення ресурсної ефективності біоенергетики в Україні.

Висновок. Доцільним є надання рекомендації ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області щодо створення спеціалізованих виробничих підрозділів, орієнтованих на переробку гілок дерев та інших органічних залишків сільськогосподарського походження з метою отримання подрібненої біомаси у вигляді паливної тріски. Така ініціатива дозволить забезпечити енергетичну автономність господарства за рахунок використання біопалива власного виробництва, що є економічно вигідною та екологічно доцільною альтернативою традиційним енергоносіям.

Крім забезпечення власних потреб у паливі для опалення, сушіння продукції або генерації теплової енергії для технологічних процесів, важливим стратегічним напрямом має стати розширення сировинної бази для переробки, шляхом укладання договорів з комунальними службами, лісництвами, деревообробними підприємствами, а також із приватними землевласниками. Це дозволить забезпечити стабільне надходження органічної сировини та

підвищити рентабельність виробництва.

Значну увагу слід приділити формуванню каналів збуту готової продукції – паливної тріски, пелет або брикетів. Розширення ринків збуту, зокрема за рахунок комунальної сфери, приватного сектору та промислових споживачів, створить передумови для сталого розвитку виробничого підрозділу, диверсифікації джерел доходу підприємства та підвищення його енергетичної незалежності.

Таким чином, організація переробки деревних та сільськогосподарських залишків у межах окремого виробничого підрозділу господарства сприятиме підвищенню ресурсоефективності, зниженню енергетичних витрат, поліпшенню екологічного стану довкілля та зміцненню позицій підприємства на ринку відновлюваних енергоносіїв..

Перелік використаних джерел:

1. Федорчук Є. М. (2014). Оцінка потенціалу твердої біомаси в сільському господарстві України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент, (8), 48-54.
2. Шевчук О. В. (2017). Енергетичний потенціал деревної біомаси у лісах Київської області. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, (278), 76-83.
3. Морозов Р. В., & Федорчук Є. М. (2015). Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві херсонської області. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки, (10 (3)), 111-117..

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

Яценко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Засоби механізації для первинної обробки зерна – це сільськогосподарські машини для очищення зерна. Машини можуть виконувати сортування зерна за певними ознаками: фізичними розмірами; по формі; за щільністю; по кольору; за шорсткістю поверхні; за аеродинамічними властивостями та за електрофізичним показником.

Зібраний урожай містить у собі великий відсоток різних домішок. І щоб їх усунути, потрібна певна техніка. Враховуючи те, що зернові культури мають відмінності за розмірами, вагою та іншими фізичними властивостями, потрібно підібрати відповідну зерноочисну техніку, яка задовольняє умови якісної первинної обробки зерна.

Розглянемо зерноочисні машини за принципом роботи.

Сортувальна гірка (див. рис. 1.). Механізм відбирає зерно за формою та рівнем шорсткості.



Рисунок 1. – Фото сортувальної гірки для очищення зерна
Сито (пристрій з решетом) (див. рис. 2.).



Рисунок 2. – Фото сита для очищення зерна
На машині із ситами, урожай відбирається за розмірами та формою.

Трієр (див. рис. 3). За допомогою трієра проводять відбір зерна за довжиною.

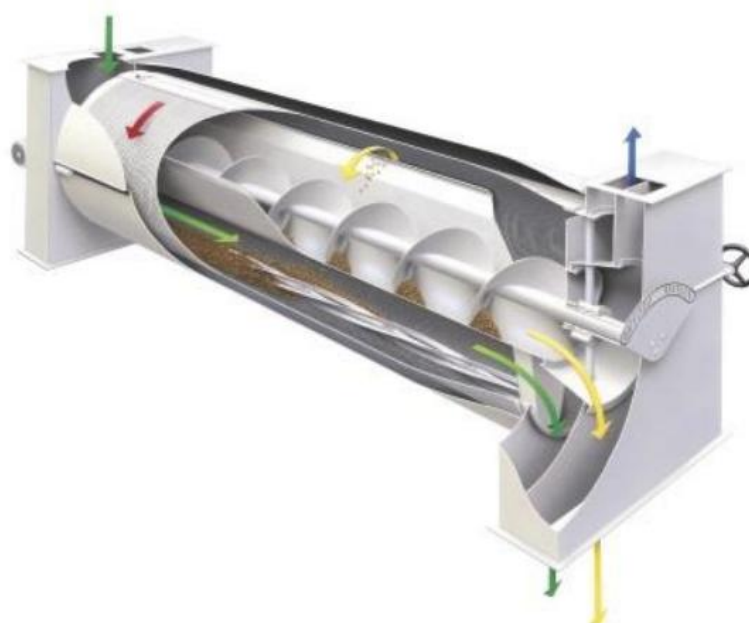
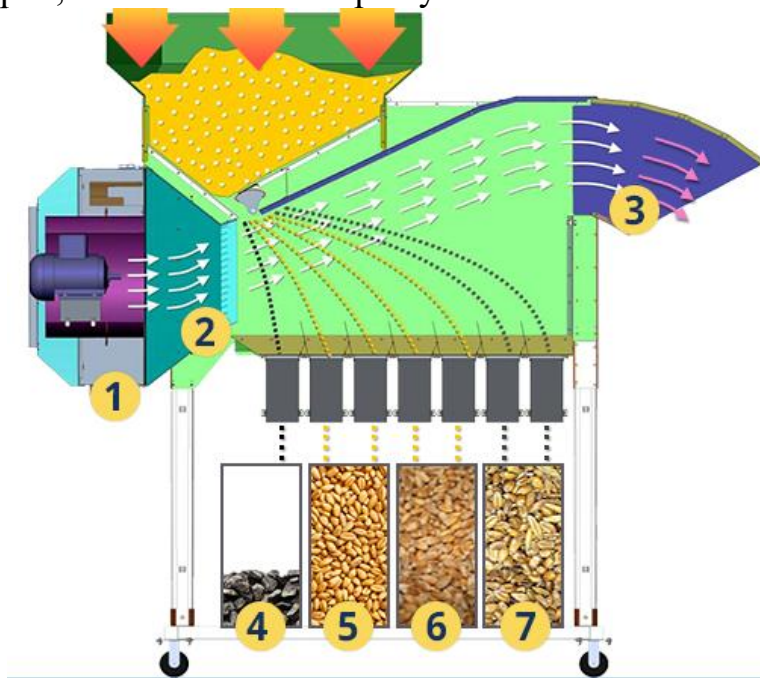


Рисунок 3. – Барабанний трієр для очищення зерна

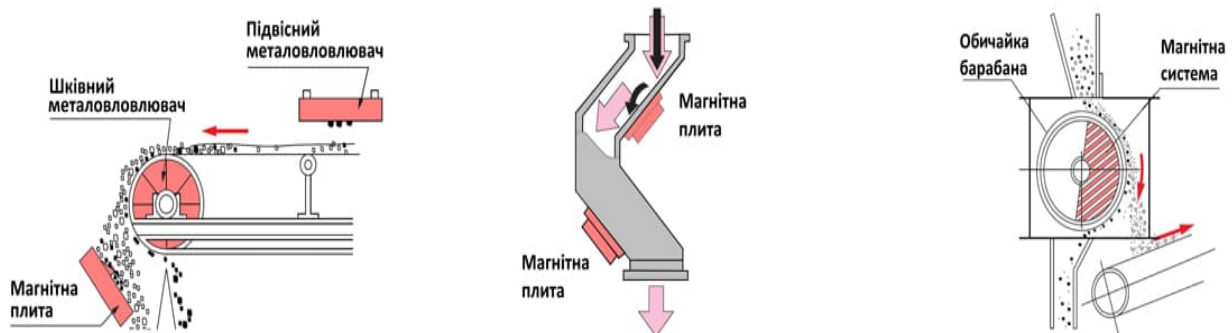
Пневматична система (див. рис. 4), для повітряного очищення та калібрування зерна, та посівного матеріалу.



1 – пульт керування; 2 – потік повітря; 3 – відпрацьоване повітря з домішками; 4 – каміння; 5 – посівне зерно; 6 – товарне зерно; 7 – фураж.

Рисунок 4. – Аеродинамічний сепаратор зерна до 2т.

Урожай визначається за аеродинамічними характеристиками Сепаратори (магнітні та електромагнітні) (див. рис. 5).



а) б) в)

а) - стрічково-роликів конструкція; б) – стержнева конструкція; в) – барабанна конструкція.

Рисунок 5. - Приклади конструкцій магнітних сепараторів

Дані вид сепараторів усувають домішки у вигляді магнітного пилу

Сортувальний стіл (див. рис. 6). Поділяють Урожай за формою, масою, якістю поверхні зерна.



Рисунок 6 – Стіл пневматичний сортувальний ПСС

Перелічені види можуть використовуватися як самостійні рішення, і комбінуватися між собою. Все залежить від кінцевого результату, який бажаєте отримати під час первинної обробки зерна.

За призначенням зерноочисні машини використовують для первинного очищення. Застосовується на стадії збирання врожаю. Чорнове очищення допомагає позбутися сміття, зернового вороху та інших домішок, що мають велику фактурну вагу. Універсальні машини це, як правило поєднання декількох машин, що виконують спеціальні операції.

Спеціальні зерноочисні машини. Вважаються найбільш продуктивними для очищення врожаю від домішок. Недоліком в такій техніці є лише його вартість. Але обладнання здатне надати додатковий функціонал – виконувати калібрування та сортування зернових культур

Висновки:

- Результати аналізу засобів механізації для первинної обробки та зберігання зерна свідчать про необхідність комплексного підходу до вибору та використання обладнання з урахуванням технологічних, економічних та екологічних вимог.

- Сучасні машини та агрегати для очищення, сушіння та транспортування зерна забезпечують підвищення продуктивності процесів, зниження втрат та покращення якісних показників зерна під час підготовки до тривалого зберігання.

- Найбільш перспективними є технологічні лінії з високим рівнем автоматизації та можливістю адаптації до змінних параметрів зернової маси, що дозволяє підвищити ефективність використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

- Аналіз показав, що подальше вдосконалення засобів механізації первинної обробки зерна має бути спрямоване на підвищення енергоефективності, зниження питомих витрат енергії та мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

- Важливою умовою ефективного функціонування зерносховищ є застосування сучасних систем моніторингу стану зернової маси та підтримання оптимальних параметрів мікроклімату для запобігання втратам якості та кількості продукції.

- Отримані результати підкреслюють актуальність подальших досліджень у напрямі модернізації та впровадження інноваційних технічних рішень, які сприятимуть підвищенню ефективності зернопідготовчих та зернозберігальних процесів.

Список використаних джерел.

1. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.

2. Дударєв І.Р. Методологічні аспекти застосування нових машин для одержання із зерна екологічно чистих продуктів. / І.Р. Дударєв, П.І. Шевченко // Матеріали міжнародної конференції. / ОДГУ – О., – 1999. – С. 502–507..

ВИБІР ТИПУ ПУНКТУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ У ВІДДІЛЕННІ СТАВКОВЕ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Яценко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Залежно від кількості машин у бригадах чи відділках рекомендується створювати пункти технічного обслуговування згідно з типовими проектами 819-15, 819-16, 819-18, 819-19 відповідно на 10, 20, 30 і 40 тракторів з набором сільськогосподарських машин.

Оскільки в попередньому підрозділі розрахунок загальної трудомісткості обслуговуючих робіт МТП по господарству склав 5162,80 годин, то згідно типових норм обираємо для господарства типовий проект 819-18, що розрахований на трудомісткість ТО 5124 годин. Недовантаження при цьому складе 0,75%, що є в межах допустимого.

На обраному згідно типового проекту № 819-18 пункті технічного обслуговування МТП господарства плануємо виконувати такі основні роботи:

- технічне обслуговування після експлуатаційної обкатки, нових або відремонтованих тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарських машин;
- щозмінне і планові технічні обслуговування №1, 2 і 3 тракторів, №1, 2, автомобілів, та № 1 сільськогосподарських машин;
- планове технічне обслуговування зернозбиральних і спеціальних комбайнів;
- усунення несправностей тракторів і сільськогосподарських машин, які виникають під час їх використання;
- ремонт нескладних сільськогосподарських машин;
- сезонне обслуговування тракторів, автомобілів;
- технічні огляди машин;
- роботи пов'язані із зберіганням машин, складанням нових сільськогосподарських машин, регулюванням, наладкою робочих органів, а також комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- приймання, зберігання і видача нафтопродуктів усіх видів.

Типовий проект за № 819-18 для пункту технічного обслуговування обраний за річною трудомісткістю робіт обслуговування машинно-тракторного парку в стаціонарних умовах.

Орієнтовна трудомісткість робіт на пункті технічного обслуговування наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Орієнтовна річна трудомісткість робіт на пункті технічного обслуговування МТП згідно типового проекту № 819-15, год.

Номер Типового проекту	Технічне обслуговування	Усунення несправностей	Поточний ремонт с-г машин	Зберігання	Разом
819-18	5124	1903	6149	1464	14640

Практика показує, що у господарствах, де є міцна матеріально-технічна база для обслуговування машинно-тракторного парку, експлуатаційні витрати на 10...15% менші, ніж у господарствах, де вона недостатня, простої з технічних причин складають не більше 10%, а коефіцієнт технічної готовності тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарських машин досягає близько одиниці.

Висновки:

- Вибір типу пункту технічного обслуговування машинно-тракторного парку у відділенні Ставкове ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області здійснено на основі аналізу виробничих умов господарства, структури та технічного стану парку сільськогосподарських машин.
- Дослідження показало, що організація пункту технічного обслуговування забезпечує раціональне використання матеріально-технічних

ресурсів та сприяє підвищенню ефективності експлуатації машинно-тракторного парку за рахунок своєчасного і якісного виконання регламентних робіт.

- Обґрунтований вибір типу пункту дозволяє оптимізувати виробничі витрати на технічне обслуговування та ремонт, зменшити простої техніки, підвищити її технічну готовність і продовжити строк служби машин та агрегатів.

- Запропоновані технічні рішення враховують виробничі потреби та специфіку діяльності господарства, що забезпечує відповідність пункту технічного обслуговування сучасним вимогам організації ремонтно-обслуговуючих процесів у сільськогосподарському виробництві.

- Результати роботи підкреслюють доцільність подальшого вдосконалення організаційної структури та матеріально-технічної бази пунктів технічного обслуговування з урахуванням інноваційних технологій діагностування, ремонту та сервісного супроводу техніки..

Список використаних джерел.

3. Агулов І.І. Довідник по зберіганню сільськогосподарської техніки / І.І. Агулов, Л.Ф. Вознюк, В.А. Гордієнко. К.: Урожай, 1988. 104 с.

4. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт. К.: Урожай, 1993. 287 с..

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА, КРАЩІ ПРАКТИКИ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Яценко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, доцент

Яценко В.Ю.

здобувач бакалаврського ступеня вищої освіти
за спеціальністю 208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Запорукою успіху вирощування сільськогосподарських культур є структура посівних площ. Унікальністю спеціалізації господарства є типи сівозмін, завдяки яким гармонійно поєднуються рослинницька та тваринницька галузі.

Зернові культури засівають на 36,6% посівних площ, із них пшениця озима – 14,5%, ячмінь ярий – 12,6%, кукурудза на зерно – 2,5%, соняшник – 5 %, зайняті пари – 18%, багаторічні бобові трави – 25...27%, однорічні трави та кукурудза на силос – 23-25%.

Традиційно кукурудзу на силос щорічно висівають на 1000 га. Посіви гречки в структурі угідь займає близько 250 га, зазвичай ця культура

використовується як сидеральне добриво, але засівають і для виробництва крупи особливо для дитячого та дієтичного харчування. Загальна площа посівів кормових культур формується за рахунок багаторічних бобових трав, однорічних трав, зайнятих парів, кукурудзи на силос і досягає 60%.

Модель системи органічного землеробства представлена на рис. 1.

Особливістю системи сівозмін ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області є її гнучкість, що дозволяє при необхідності змінювати одну культуру на іншу, схожою за біологічними особливостями (наприклад, люцерну на еспарцет), не порушуючи сталі рекомендації, щодо чергування культур і термінів їх повернення на місце попереднього їх вирощування.

Щорічне розширення посівів кормових культур (багаторічних бобових трав), проміжних культур та сидератів. Постійне рослинне покриття ґрунту (рослинні залишки), забезпечують зайняті пари, це в свою чергу сприяє збільшенню кількості органічної речовини в ґрунті. Покривні культури забезпечують бездефіцитний баланс гумусу та перешкоджають ерозійним процесам.

Отже, як видно з вище зазначеного основним принципом формування структури посівних площ є оптимізація систем сівозміни в органічному землеробстві. До технологічних прийомів можна віднести забезпечення високої продуктивності всіх сільськогосподарських культур, збереження родючості ґрунту, ефективне використання вологи, попередження ерозійних процесів, забезпечення оптимального фітосанітарного стану посівів, що, в кінцевому рахунку, забезпечує постійне підвищення родючості ґрунту та отримання екологічно безпечної продукції.



Рисунок 1.1. – Модель системи органічного землеробства

Висновки. Органічне землеробство представляє собою раціональну систему ведення сільськогосподарського виробництва, що ґрунтується на дбайливому ставленні до ґрунтових та рослинних ресурсів. Такий підхід забезпечує отримання стабільних та екологічно безпечних урожаїв за умов мінімізації фінансових витрат завдяки відмові від застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин.

Практичний досвід приватного підприємства ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області переконливо демонструє можливості організації господарювання за принципами, максимально наближеними до функціонування природних екосистем, де біотичні компоненти виконують свої природні функції та перебувають у стані гармонійної взаємодії між собою та з навколишнім середовищем. Така модель землеробства дозволяє не лише зберігати родючість ґрунтів і біорізноманіття агроландшафтів, але й підвищувати якість продукції та екологічну безпеку виробництва.

Недарма ще з давніх часів професія хлібороба вважалася однією з найшанованіших і найкваліфікованіших, адже вона передбачає глибокі знання законів природи, відповідальність за їх дотримання та вміння працювати в гармонії з довкіллям, забезпечуючи продовольчу безпеку суспільства.

5. Писаренко В.М. Система органічного землеробства агроєколога С.С. Антонця / В.В. Писаренко, А.С. Антонєць, Г.В. Лук'яненко, П.В. Писаренко. Полтава, 2016. 134с.

6. Антонєць С.С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області / С.С. Антонєць, А.С. Антонєць, В.М. Писаренко. Полтава, 2010. 198 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВНОЇ ТРІСКИ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ПОБУТОВИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ ПП «АГРОЕКОЛОГІЯ» МИРГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Яценко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

Ляшенко С.С.

здобувачка бакалаврського ступеня вищої освіти
за спеціальністю 208 Агроінженерія

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

У господарстві планується впровадження деревної тріски як альтернативного палива для побутових твердопаливних котлів потужністю 15–50 кВт. Такі котли традиційно працюють на пелетах, брикетах або дровах, однак тріска є економічно вигідною та екологічною альтернативою, що дозволяє утилізувати відходи деревообробки та ландшафтного догляду.

Завдяки державним та муніципальним програмам підтримки підприємств, що займаються санітарною вирубкою та очищенням лісів, паливна тріска має конкурентну вартість і використовується не лише у побуті, а й на регіональних ТЕС [1, 2]. Додатковим джерелом тріски можуть бути плантації швидкорослих енергетичних культур (міскантус, верба, тополя).

Ключовим параметром палива є вологість: для зберігання та спалювання її слід знижувати до 30%, оскільки свіжа деревина має вологість 50–60%, що суттєво знижує теплотворну здатність. Вартість теплової енергії, виробленої зі спалювання тріски, на 30% нижча, ніж при використанні пелет, і значно дешевша за тепло від газу чи пічного палива. До того ж, на відміну від пелет, тріска не потребує сертифікації.

Сучасні котли, оснащені автоматикою та дистанційним керуванням, забезпечують ефективно та екологічно чисте спалювання тріски. Залежно від конструкції застосовуються різні типи топок (шарова, з вібраційними або перекидними колосниками, вихрові), що дозволяють використовувати навіть низькоякісну та вологу сировину. У Європі близько 65% таких котлів обладнані простими шаровими топками.

Котли автоматизовані: подача палива з бункера шнеками, розпалювання, контроль температури та захист від перегріву виконуються автоматично. Теплоносій подається на системи опалення та ГВП. У літній період можливий перехід на режим лише гарячого водопостачання. Для запобігання пожежам встановлюються багатоступеневі системи безпеки, зокрема з водяним гасінням шнека у разі критичного перегріву.

Таке обладнання малOSHумне, компактне, може встановлюватися у підвальних приміщеннях та забезпечує безперервну роботу тривалістю понад добу завдяки накопичувальним бункерам з автоматичним механізмом подачі палива [3, 4].

Висновки:

- Використання деревної тріски як палива для побутових твердопаливних котлів є перспективним напрямом розвитку енергозабезпечення ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності та екологічної безпеки.

- Деревна тріска, як доступна та недорога сировина, дозволяє раціонально утилізувати відходи деревообробки та ландшафтного догляду, одночасно знижуючи залежність від традиційних енергоносіїв (газу, пічного палива) та забезпечуючи зниження собівартості виробленого тепла.

- Застосування тріски сприяє збереженню довкілля завдяки зменшенню кількості відходів та зниженню викидів шкідливих речовин у процесі спалювання, що відповідає принципам сталого розвитку аграрного виробництва.

- Наявність сучасних технологій автоматизації побутових котлів, здатних працювати з різними видами біопалива та підтримувати необхідні режими роботи, забезпечує надійність, безпечність та економічну доцільність експлуатації систем опалення на деревній тріскці.

- Враховуючи природно-кліматичні умови та наявність місцевих ресурсів, впровадження котлів на деревній тріскці у ПП «Агроекологія» Миргородського району Полтавської області є обґрунтованим як з економічної, так і з екологічної точки зору та має значний потенціал для подальшого поширення на регіональному рівні.

Список використаних джерел.

7. Розпорядження Кабінету Міністрів № 256-р «Про першочергові заходи щодо скорочення обсягів споживання природного газу на період до 2010 року» від 19 лютого 2009 року.

8. Закону України «Про альтернативні види палива» (назва Закону у редакції Закону N 1391-VI (1391-17) від 21.05.2009)

9. Lyashenko S.; Gorbenko O.; Kelemesh A.; Kalinichenko A.; Stebila J.; Patyka V. Non-Waste Technology for Utilization of Tree Branches. Appl. Sci. 2022, 12, 8871. <https://doi.org/10.3390/app12178871>.
<file:///D:/Users/User/Downloads/applsci-12-08871.pdf>.

10. Ляшенко С.В., Лазоренко А.І. АНАЛІЗ РІЗАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОДРІБНЮВАЧІВ ГІЛОК ДЕРЕВ/ С.В. Ляшенко, А.І. Лазоренко. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження, матеріали II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 червня 2022 р. Полтава: ПДАУ, 2022. С. 76-80с.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ ЛУЩИЛЬНИХ МАШИН

Яценко Ю.В.

к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та
автомобільного транспорту, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Проведений аналіз способів лущення зернових матеріалів свідчить як про можливість подальшого вдосконалювання режимів обробки, так і про необхідність розробки нових підходів і прогресивних рішень у питанні відокремлення покривних тканин, створення сучасних технологічних засобів для реалізації основних технологічних операцій комбікормових і круп'яних виробництв.

Ефективним шляхом вирішення проблем енергетики забезпечення високої якості обробки зерна є використання комбінованих способів відокремлення покривних оболонкових поверхонь із аеросипаруванням. Нові принципи конструювання лущильних машин повинні бути засновані на використанні переваг устаткування багатофункціонального призначення й агрегатів автономного використання, розширення їх технологічних можливостей [1].

Природа зв'язків оболонок зерна різних круп'яних культур обумовлює можливість їх поділу різними способами при суттєво відмінних умовах

механічного навантаження удару, що зрушують, впливом сили тертя. Дослідженнями впливу умов навантаження на ефективність процесу лушення встановлена складна залежність комбінованих способів обробки не тільки від принципу реалізації напруг зрушення, сил зв'язку, способів підготовки зерна, але й фізико-механічних властивостей зернової маси – її структурно-реологічних характеристик.

Аналіз способів впливу на сипучі матеріали дозволить встановити найбільш технічно раціональні й технологічно доцільні способи лушення й принципи їх реалізації із застосуванням роторно-дискових машин, що сполучають абразивно-ударний з аеродинамічним впливом на зернову масу.

Одним з можливих напрямків розв'язання поставленого завдання є вдосконалювання конструктивно-функціональних характеристик робочих органів абразивних луцильних машин. Їхня реалізація може бути досягнута шляхом збільшення активного обсягу робочої зони за рахунок поєднання силових полів фрикційного ударного й аеродинамічного впливу, що дозволяє збільшити довжину шляху й час перебування зерна в робочій зоні, створити умови повного контакту всієї поверхні зерна як з торцевими, так і з бічними поверхнями дисків за рахунок усунення ефекту «сухого змащування».

У якійсь мірі нові підходи до конструювання устаткування з усуненням ефекту «сухого змащування», запропоновані в рамках робіт [14].

І.М. Шипко довів можливість удосконалювання процесу перемішування (міграції зернівок у рамках обсягу робочої зони з периферії в центральну частину й назад) за рахунок зміни геометричних характеристик зони обробки зерна. Зокрема, дослідженнями встановлено, що використання дискової периферії абразивних кіл дозволяє за рахунок створення радіальних напрямних сил тертя динамічно змінювати структуру зернового потоку по напрямку руху зернового середовища в між дисковому робочому просторі. Разом з тим у розширювальних кишнях між дисковим простором утворюються застійні зони, де має місце надлишкова обробка зерна, що у свою чергу призводить до надлишкового утворення мучки, засолюванню торцевої поверхні абразивних кіл, росту енергоємності процесу лушення. У цьому сенсі актуальним є обґрунтування геометрії робочої зони між дисковим простором, що ліквідує виникнення застійних зон.

Як відомо зернопереробне устаткування, у тому числі й абразивні луцильники, аеродинамічне обладнання, що сепарують, мають значні коливання продуктивності. До напрямків удосконалювання луцильних машин слід віднести завдання стабілізації подачі зерна в робочу зону луцильників і аеродинамічних сепараторів.

Висновки:

- Вдосконалення луцильних машин є важливим напрямом розвитку енергозберігаючих та ресурсоефективних технологій у ґрунтообробці, що забезпечує підвищення агротехнічної якості обробітку та збереження родючості ґрунтів.
- Перспективним є впровадження конструктивних рішень, спрямованих

на підвищення рівномірності та стабільності заглиблення робочих органів, зменшення тягового опору та зниження енергоспоживання.

- Розробка та застосування робочих органів з біонічною геометрією, адаптованих до різних типів ґрунтів і агрофонів, дозволяє підвищити якість подрібнення та перемішування рослинних решток, а також зменшити забивання та налипання.

- Важливе значення має автоматизація налаштувань та використання адаптивних систем керування глибиною обробітку, що забезпечують стабільну роботу машин у змінних умовах поля.

- Дослідження нових матеріалів для виготовлення робочих органів та впровадження зносостійких покриттів сприяють збільшенню їх ресурсу та зменшенню експлуатаційних витрат.

- Подальші дослідження та розробки мають бути спрямовані на комплексну оптимізацію конструкцій луцильних машин з урахуванням екологічних, економічних та агротехнічних вимог сталого землеробства..

Список використаних джерел.

11. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.

12. Шипко І.М. технологічний критерій ефективності процесу лушення-шліфування. // Зб.наук.праць / ОДАХТ. О. 2001. 21с.

АВТОРИ

Алфьоров О.О., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти;
Антонець А.В., к.пед.н., доцент кафедри будівництва та професійної освіти, доцент;
Арендаренко В.М., к.т.н., доцент, професор кафедри будівництва та професійної освіти;
Бабич Я.В., асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Білашов Д.Ю., бакалавр 208 Агроінженерія;
Бойко М.О., здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;
Бурлака О. А., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, доцент;
Голуб Д.К., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти;
Гончаренко О.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Горбенко О.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Горюнов Б.О., асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Гузема Д.В., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти;
Дорошенко В.С., здобувач вищої освіти Зкурсу агрономічного факультету ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж» Полтавського державного аграрного університету;
Дорошенко С.В., старший викладач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Дремлюженко О.М., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти;
Зачепило С.В., старший викладач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Іванкова О.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, доцент;
Іванов О.М., к.т.н., доцент кафедри будівництва та професійної освіти, доцент;
Келемеш А. О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, доцент;
Кушнір Д.В., здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;
Лавренко В.В., старший викладач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Лазоренко А.І., асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Луценко В.О., здобувачка вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;
Лютий Т.Г., асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;
Ляшенко С.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерії та

автомобільного транспорту;

Ляшенко С.С., здобувачка вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

Максімов В.В., здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

М'яновський Н.Р., здобувач вищої освіти першого бакалаврського рівня 208 Агроінженерія;

Нестеренко М.С., бакалавр 208 Агроінженерія;

Олійник І. І., здобувачка вищої освіти першого бакалаврського рівня 208 Агроінженерія;

Опара Н.М., к.с.-г.н., професор кафедри механічної та електричної інженерії, доцент;

Падалка В.В., к.т.н., доцент кафедра агроінженерії та АТ;

Петраченко Д.О., к.т.н., викладач відділення агроінженерії Відокремлени структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий коледж Сумського національного аграрного університету;

Рожко І.І., доктор філософії, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

Русаков М.Р., здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

Сердюк І.О., здобувачка вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

Сівцов Ю.В., старший викладач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

Титаренко В.Є., здобувачка вищої освіти рівня Бакалавр спеціальності Агроінженерія;

Федін В.О., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти;

Хвостенко Д.В., здобувач вищої освіти;

Чеботарьова В.П., здобувачка вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

Чижов В.М., бакалавр 208 Агроінженерія;

Чумак М.В., асистент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

Шаповал О.В., аспірант;

Шейченко В.О., д.т.н., професор кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту;

Шейченко Д.В., аспірант;

Шульга В.О., бакалавр 208 Агроінженерія;

Япринець Т. С., к.п.н., доцент кафедри будівництва та професійної освіти, доцент;

Ярошенко Б.М., аспірант;

Яценко В.Ю., здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія;

Яценко Ю.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, доцент

ДЛЯ НОТАТОК



**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

вул. Сковороди 1/3, м. Полтава, Україна, 36003
(0532) 56-96-87, (096) 524-90-43, (066) 579-23-19
mech@pdaa.edu.ua

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

Наукове видання

**Збірник наукових праць
V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-
конференції**

Відповідальний за випуск

С. В. Ляшенко, кандидат технічних наук,
доцент, завідувач кафедри
агроінженерії та автомобільного
транспорту ПДАУ

Комп'ютерна верстка

А. І. Лазоренко, асистент кафедри агроінженерії
та автомобільного транспорту ПДАУ

24 червня 2025 року
м. Полтава