

УДК 631.37  
Інв. № 2020\_01

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ім. ДМИТРА МОТОРНОГО  
(ТДАТУ)

72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр-т. Б.Хмельницького,18  
тел. (0619) 42-06-94

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Ректор ТДАТУ,  
д.т.н. \_\_\_\_\_ В.М. Кюрчев  
«\_\_\_» листопада 2020 р.

**ЗВІТ**  
**про науково-дослідну роботу**

Тема «Експлуатаційно-технологічна оцінка роботи  
сівалки Leda-12 «ПРОФІ» і культиватора КРНВ-8,4 »

Завідувач лабораторії:

д.т.н. Надикто В.Т.

Мелітополь – 2020

## СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець - завідувач лабораторії, доктор технічних наук	В. Надикто (реферат, вступ, розділи 1, 2, 3, 4, висновки)
Доктор технічних наук	В. Кюрчев (розділи 1, 2, 3, 4, висновки)
Доктор сільськогосподарських наук	О. Єременко (участь у 4.3)
Кандидат с.-г. наук	З. Білоусова (участь у 4.3)
Кандидат технічних наук	А. Аюбов (участь у 4.1...4.5)
Кандидат технічних наук	В. Кувачов (участь у 4.1...4.5)
Кандидат технічних наук	В. Мітін (участь у 4.3)
Кандидат технічних наук	Т. Чорна (участь у 4.3)
Завідувач лабораторії	С. Шило (участь у 4.1...4.3)
Провідний інженер	М. Григоренко (участь у 4.1...4.3)
Провідний інженер	Т. Рева (участь у 4.3...4.5)
Старший лаборант	Н. Дубровік (участь у 4.3)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 50 с., 27 рис., 8 табл., 7 джерел, додаток.

Об'єкт досліджень: посівний комплекс для вирощування просапних культур з міжряддями 70 см у складі колісного орно-просапного трактора тягового класу 3 (ХТЗ-16132), 12-и рядної просапної сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4.

Мета роботи: оцінка техніко-економічної ефективності агрегування та практичного використання на сівбі просапної культури посівного комплексу для вирощування просапних культур з міжряддями 70 см.

Методи досліджень.

Лабораторно-польові випробування нового посівного комплексу здійснювали із застосуванням методики, викладеної у розроблених Таврійським ДАТУ і схвалених науково-технічною радою Національного наукового центру «Інституту механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України «Рекомендацій з експлуатаційно-технологічної оцінки сільськогосподарської техніки».

Оброблення дослідних даних здійснювали на ПЕОМ із застосуванням теорії математичної статистики.

В результаті проведених досліджень:

- визначено трудомісткість (люд.·год) агрегування 12-и рядної просапної сівалки Leda-12 та культиватора КРНВ-8,4 з колісним орно-просапним трактором тягового класу 3 (серії ХТЗ-16132);
- оцінено якість роботи просапної сівалки і культиватора;
- здійснено визначення експлуатаційно-технологічних показників роботи 12-и рядної просапної сівалки Leda-12 та культиватора КРНВ-8,4 у агрегаті з колісним трактором серії ХТЗ-16132 на вирощуванні соняшнику.

СІВАЛКА ПРОСАПНА, ОРНО-ПРОСАПНИЙ ТРАКТОР, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, АГРЕГАТУВАННЯ, ПРОСАПНА КУЛЬТУРА, ТРУДОМІСТКІСТЬ АГРЕГАТУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	6
3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ .....	11
3.1 Оцінка трудомісткості агрегування сівалки і культиватора з трактором .....	11
3.2. Методика проведення лабораторно-польових і експлуатаційно-технологічних випробувань посівного і просапного агрегатів .....	11
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	14
4.1 Трудомісткість агрегування сівалки Leda-12 з трактором ХТЗ-16132 .....	14
4.2 Трудомісткість агрегування просапного культиватора КРНВ-8,4 з трактором ХТЗ-16132.....	17
4.3 Лабораторно-польові випробування посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і сівалки Leda-12.....	21
4.4 Лабораторно-польові випробування просапного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і культиватора КРНВ-8,4.....	28
4.5 Експлуатаційно-технологічна оцінка роботи посівного і просапного агрегатів на основі трактора ХТЗ-6132.....	31
5 Недоліки конструкцій сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 .....	33
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ .....	36
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	38
ДОДАТКИ.....	39

## ВСТУП

Той факт, що скорочення строку сівби сільськогосподарських культур сприяє підвищенню їх врожайності, є загально відомим і цілком зрозумілим. Проте, вирішувати цю задачу можна принаймні двома шляхами: екстенсивним і інтенсивним.

Перший полягає у збільшенні кількості посівних агрегатів, а другий – у застосуванні широкозахватних МТА.

На півдні країни, де зосереджена значна частина посівів просапних культур із міжряддями 70 см, останнім часом багато сільгоспвиробників йдуть саме першим шляхом. У більшості випадків вони використовують 6-и або 8-и рядні комплекси на базі універсально-просапних тракторів тягового класу 1,4. Робоча ширина їх захвату відповідно становить 4,2 та 5,6 м.

Як показують дослідження, такі комплекси для вирощування просапних культур на півдні України є не ефективними. Більш перспективним є принаймні 12-и рядковий комплекс машин, ширина захвату яких становить 8,4 м. Проте, для реалізації такої системи потрібен відповідний енергетичних засіб, тобто трактор.

Свого часу науковці Наукового національного центру «ІМЕСГ» НААН України і Таврійський ДАТУ досить принципово і економічно обґрунтовано ставили питання про необхідність розроблення потужного універсально-просапного енергетичного засобу тягового класу 2, на базі якого можна було б реалізувати принаймні 12-и рядну систему вирощування просапних [1, 2]. Цей напрямок у галузі тракторобудування, за великим рахунком, так і не був реалізований.

Водночас, нині Приватне акціонерне товариство «ХТЗ» освоїв виробництво орно-просапних тракторів ХТЗ-16132 (серії ХТЗ-160) [3], упровадження яких дає можливість отримати високопродуктивні просапні машинно-тракторні агрегати (МТА) на їх основі. У першу чергу це стосується 12-рядного комплексу для вирощування просапних культур з міжряддями 70 см.

Крім трактора серії ХТЗ-160 основу вказаного комплексу складають 12-и рядкова просапна сівалка Leda-12 «ПРОФІ» та 12-рядковий культиватор для міжрядного обробітку сходів просапних культур КРНВ-8,4. Вказані сівалка і культиватор розроблені Акціонерним товариством «Ельворті» (м. Кропивницький).

Матеріали цього наукового звіту висвітлюють результати польових випробувань машинно-тракторного комплексу у складі трактора ХТЗ-16131, просапної сівалки Lada-12 «ПРОФІ» і просапного культиватора КРНВ-8,4 на вирощуванні соняшника в умовах господарства півдня України (Запорізька обл.).

## 1 ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

- 1.1 Визначення трудомісткості агрегування сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 з трактором ХТЗ-16132.
- 1.2 Лабораторно-польові випробування посівного і просапного машинно-тракторних агрегатів на основі трактора ХТЗ-16132
- 1.3 Експлуатаційно-технологічна оцінка роботи посівного і культиваторного агрегатів на основі трактора ХТЗ-6132

## 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Фізичними **об'єктами досліджень** є: 1) Leda-12 – просапна 12-и рядкова сівалка з міжряддями 70 см; 2) КРНВ-8,4 – культиватор для міжрядного догляду за сходами просапних культур, посіяних з міжряддями 70 см.

Обидві сільськогосподарські машини агрегуються з орно-просапним трактором ХТЗ-16132 (рис. 2.1, 2.2).

### Технічна характеристика машин

Показник	Сівалка Leda-12	Культиватор КРНВ-8,4
Конструктивна вага, кг	2150	1900
Ширина захвату, м	8,4	8,4
Кількість рядків	12	12
Ширина міжрядь, см	70	70
<u>Габарити:</u>		
<i>Транспортне положення:</i>		
- довжина, м		10,2
- ширина, м	2,60	1,87
- висота, м	2,38	1,64
Відстань від осі транспортних коліс до транспортної балки, м	7,25	9,70
Транспортна колія, м	2,22	1,43
<i>Робоче положення:</i>		
- довжина, м	2,60	1,87
- ширина, м	9,80	10,20
- висота, м	2,23	1,64

### Трактор ХТЗ-16132

Експлуатаційна маса, кг	8160
Потужність двигуна (ЯМЗ-236), кВт	132
База, мм	2860
Колія, мм	2100
Колеса	16.9R38
Ширина шини колеса, м	0.43



Рис. 2.1. ХТЗ-16132 з сівалкою LEDA-12



Рис. 2.2. Трактор ХТЗ-16132 з культиватором КРНВ-8,4



На півдні України основним міжряддям вирощуваних просапних культур є 70 см. У зв'язку з цим колія енергетичного засобу на операціях сівби і міжрядного обробітку сходів цих культур має бути або 1400, або 2800 мм.

У тракторів сімейства ХТЗ-160 цей параметр дорівнює 2100 мм. В результаті виникає проблема використання таких енергетичних засобів на вирощуванні просапних культур. Суть її полягає у наступному. За колії 2100 мм симетричне агрегування просапної сівалки призводить до того, що два її сошники попадають безпосередньо у сліди рушіїв трактора (рис. 2.3а). І цей факт є незаперечним за умови парної кількості висівних секцій у просапних сівалок. Leda-12 має 12 висівних секцій.

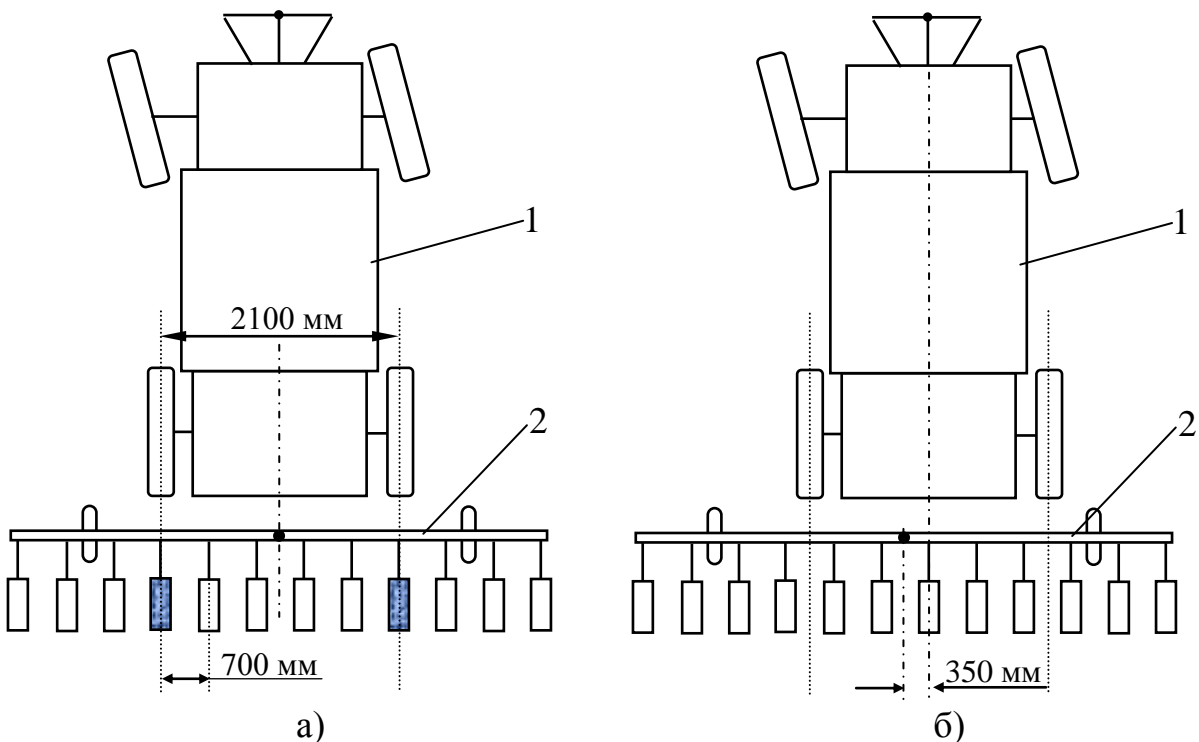


Рис. 2.3. Схема «проблемного» симетричного (а) і асиметричного (б) агрегування трактора ХТЗ-160 (1) з просапною сівалкою (2)

Стан речей, за якого посівні секції розташовані по слідах коліс трактора у принципі є неприпустимим, оскільки із-за ущільнення ґрунту рушіями енергетичного засобу практично унеможливується загортання насіння просапної культури на задану глибину.

Для агрегування ХТЗ-160 з серійними просапними сівалками та культиваторами без зміни колії 2100 мм науковцями Таврійського ДАТУ розроблено відповідний зчпний пристрій (рис.2.4, рис. 2.5).

За умови його використання агрегована машина (у даному випадку – просапна сівалка Leda-12) зміщується відносно поздовжньої вісі симетрії енергетичного засобу (трактора ХТЗ-16132) на 35 см. У підсумку унеможливується розміщення висівних секцій просапної сівалки по слідах коліс (колії) трактора і рух останнього по рядках культурних рослин під час їх міжрядного обробітку (див. рис. 2.3б).

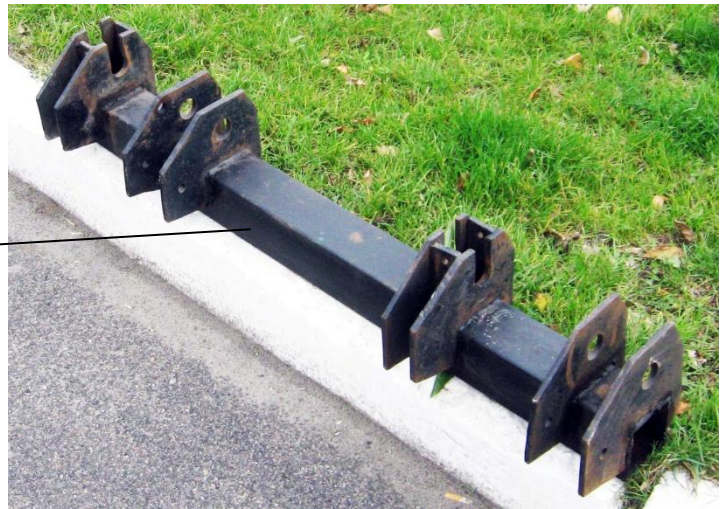
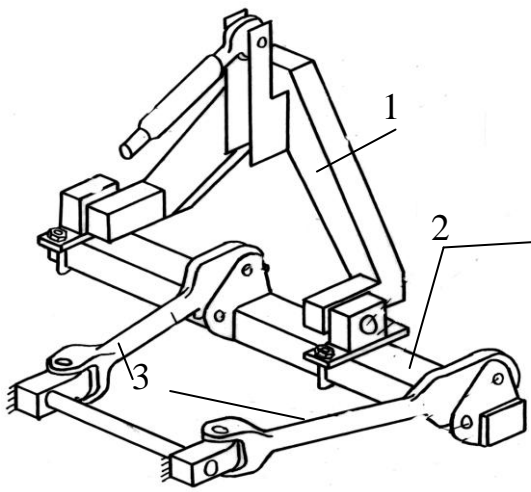


Рис. 2.4. Схема установки зчіпного пристрою на трактор:  
1 – автозчеп СА-2; 2 – зчіпний пристрій; 3 – нижні тяги заднього навісного механізму трактора

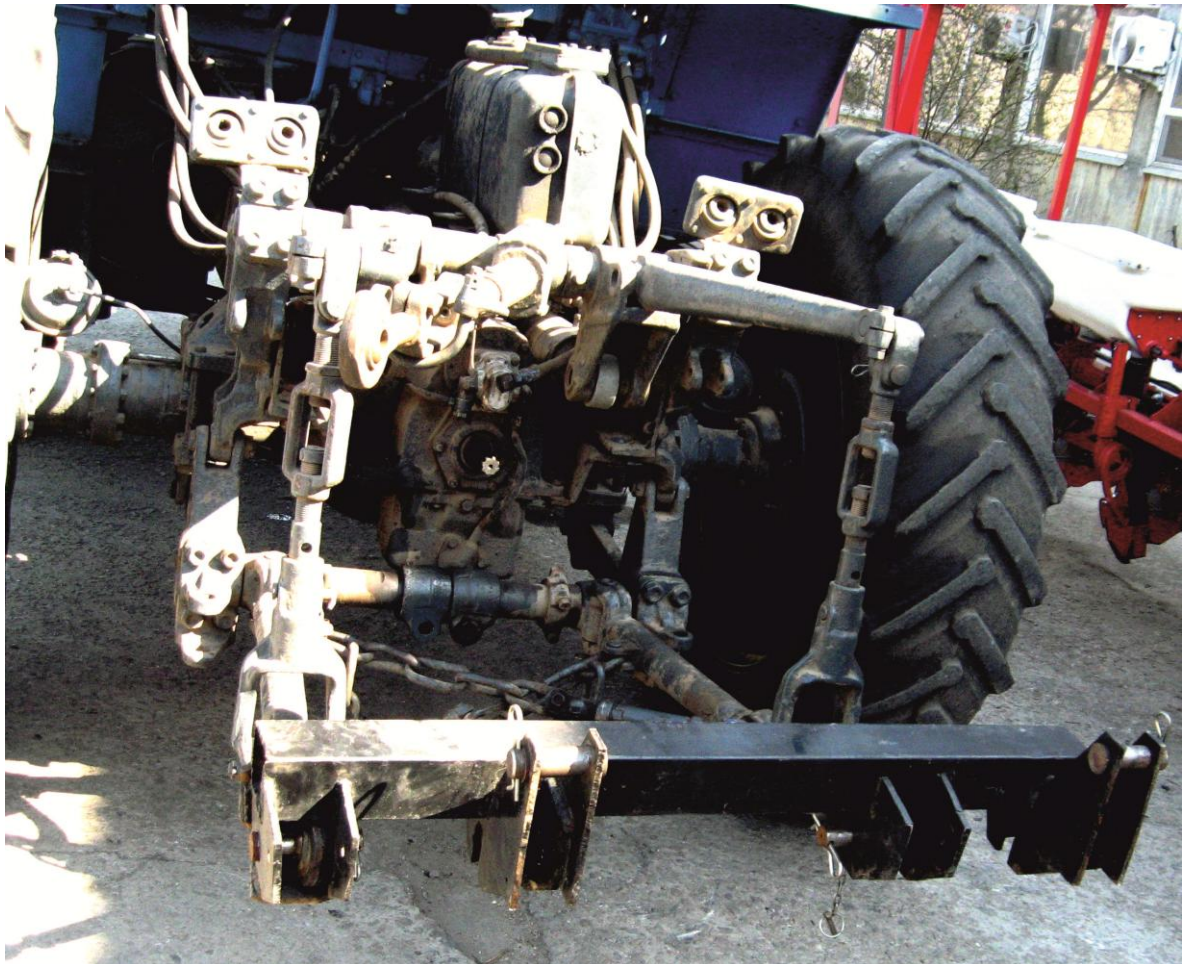


Рис. 2.5. Зчіпний брус на тракторі ХТЗ-16132

Даний зчіпний брус використовується і при роботі трактора із 12-и рядним просапним культиватором типу КРНВ-8,4. Це унеможливує рух просапних секцій даного знаряддя по рядках оброблюваної с.-г. культури.

### 3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Оцінка трудомісткості агрегування сівалки і культиватора з трактором

Трудомісткість ( $T_a$ ) складання машинно-тракторного агрегату (МТА) – це сумарні витрати часу мінімально необхідною кількістю обслуговуючого персоналу на здійснення операцій приєднання/від'єднання машини/знаряддя до/від трактора та по переводу МТА із транспортного положення у робоче і навпаки.

Величину  $T_a$  для оцінюваних агрегатів розраховували за наступною формулою:

$$T_a = \sum_{i=1}^m n_i \cdot t_i, \quad (3.1)$$

де  $m$  – кількість операцій приєднання/від'єднання машин до/від трактора та по переводу МТА із транспортного положення у робоче і навпаки;

$n$  – кількість персоналу, виконуючого  $i$ -ту операцію з агрегування посівного/просапного МТА, люд.;

$t$  – час виконання  $i$ -тої операції, год.

Вихідний стан сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 у процесі оцінювання трудомісткості її агрегування – положення для транспортування.

Тривалість кожної операції реєстрували секундоміром з точністю до 5 с. Отримані дані використовували для остаточного розрахунку трудомісткості агрегування сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 за формулою (3.1).

#### 3.2 Методика проведення лабораторно-польових і експлуатаційно-технологічних випробувань посівного і просапного агрегатів

Вологість ґрунту на глибині 5...10 см визначали загальновідомим термостатно-ваговим методом. Реєстрували цей параметр до і після обробітку агрофону.

Для вимірювання щільності ґрунту у шарі 5...10 см використовували розроблений Таврійським ДАТУ прилад (рис. 3.1), створений на основі нового способу оцінювання цього важливого показника [1].



Рис. 3.1. Прилад для вимірювання щільності ґрунту

Особливістю цього приладу є те, що електронні ваги відтворюють не масу відібраного об'єму ґрунту, а безпосередньо його щільність.

Для визначення забур'яненості ґрунту ( $Z_r$ , г/м<sup>2</sup>) до та після його обробітку використовували квадратну рамку, площею 0,5 м<sup>2</sup> (рис. 3.2), а також електронні ваги. Величину  $Z_r$  розраховували наступним чином:

$$Z_r = 2 \cdot m_b,$$

де  $m_b$  – маса бур'янів, зосереджених в межах рамки площею 0,5 м<sup>2</sup>.



Рис. 3.2. Методика вимірювання забур'яненості агротехнічного фону поля

Для визначення швидкості руху ( $V_p$ ) посівного і просапного агрегатів на ділянці поля відмічали відрізки, довжиною 100 м кожний. При виконанні МТА технологічного процесу секундоміром реєстрували час ( $t$ ) його проходження залікової ділянки. Шукану значину режиму руху агрегату розраховували при цьому із виразу:

$$V_p = \frac{100}{t}.$$

Глибину загортання насіння визначали з допомогою лінійки з точністю вимірювання  $\pm 1$  мм (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Методика вимірювання глибини загортання насіння соняшнику сівалкою Leda-12

Для оцінювання прямолінійності руху посівного МТА використовували слід його маркера на довжині щонайменше 250 м. Паралельно цьому сліду на відстані приблизно 0,5 м протягували шнур. З допомогою лінійки з похибкою вимірювання  $\pm 5$  мм здійснювали заміри відстані від шнура до сліду маркера. Кількість вимірювань – 250, крок вимірювань – 1 м.

Ширину стикових міжрядь реєстрували з допомогою лінійки з точністю вимірювання  $\pm 1$  см. Кількість вимірювань – 250, крок вимірювань – 1 м.

За такою ж методикою вимірювали ширину захисної зони сходів соняшнику під час його міжрядного обробітку.

Рівномірність сходів цієї культури реєстрували шляхом вимірювання лінійкою довжиною 1 м відстані між рослинами по довжині рядка. Кількість вимірювань дорівнювала 500.

Для таких характеристик ґрунту, як вологість, щільність і забур'яненість, необхідну кількість проб ( $n$ ) визначали із виразу [2]:

$$n = t^2 \cdot V^2 / \Delta^2, \quad (3.2)$$

де  $t$  – нормована значина  $t$  – критерію Стюдента. За довірчої ймовірності 95%  $t = 1,96$ ;  $V$  і  $\Delta$  – коефіцієнт варіації та допустима межа відхилення (показник точності) вимірюваного параметру. У більшості технічних задач визначати похибку вимірювань з точністю, більшою за 10%, – немає потреби. Виходячи з цього в розрахунках нами було прийнято  $\Delta = 0,1$ .

З урахування цього формулу (3.2) використовували у наступній остаточній редакції:

$$n = 384,16 \cdot V^2.$$

Для решти вимірюваних параметрів з допомогою розробленого в Таврійському ДАТУ пакету прикладних програм для отриманого масиву даних при заданому рівні довірчої ймовірності (95%) розраховували наступні статистичні характеристики: середню значину; середнє квадратичне відхилення (стандарт); дисперсію; коефіцієнт варіації; нормовані кореляційну функцію та спектральну щільність.

Ймовірність 95-відсоткового збереження допуску ( $F_0$ ) на глибину загортання насіння ( $\Delta = \pm 1$  см) і ширини захисної зони сходів соняшнику ( $\Delta = \pm 1$  см) розраховували з допомогою наступного виразу:

$$F_0 = -0.096 \cdot (\Delta/\sigma)^2 + 0.438 \cdot (\Delta/\sigma) + 0.0012,$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення коливань оцінюваного параметру.

Частоту порушення ( $\delta$ ) цих допусків як функцію шляху розраховували за формулою [6]:

$$\delta = \frac{\omega_{cp}}{2\pi} \cdot e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma}},$$

де  $\omega_{cp}$  – середня частота спектральної щільності досліджуваного процесу.

Методика визначення експлуатаційно-технологічних показників роботи боронувального МТА повністю викладена у додатку А. Витрати пального досліджуваним МТА реєстрували при цьому за допомогою лінійки і протарированого баку трактора з точністю до 0,5 л.

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 4.1 Трудомісткість агрегування сівалки Leda-12 з трактором ХТЗ-16132

Результати випробувань показують, що на налаштування просапної сівалки Leda-12 із транспортного положення у робоче двома механізаторами витрачається 0,103 год., тобто 6,45 хв. (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Трудомісткість налаштування сівалки Leda-12 із транспортного положення у робоче

Назва операції	Кількість виконавців	Трудомісткість, люд.-год.
Установлення зчіпного бруса на ЗНМ трактора	2	0,025
Установка автозчепу СА-2 і приєднання до неї центральної тяги ЗНМ трактора	2	0,020
Під'їзд трактора до сівалки і її навішування	1	0,010
Установлення карданного валу	1	0,010
Приєднання гідросистеми трактора до сівалки	1	0,025
Приєднання електронної системи контролю роботи сівалки до трактора	1	0,021
Налаштування передньої опори сівалки із транспортного положення у підняте	1	0,004
Налаштування опорних коліс сівалки із транспортного положення у підняте	2	0,100
<b>Разом</b>		<b>0,215</b>

Таблиця 4.2

Трудомісткість налаштування сівалки Leda-12 із робочого положення у транспортне

Назва операції	Кількість виконавців	Трудомісткість, люд.-год.
Від'єднання електронної системи контролю роботи сівалки від трактора	1	0,020
Від'єднання гідросистеми трактора від сівалки	1	0,025
Від'єднання карданного валу	1	0,010
Налаштування передньої опори сівалки із піднятого положення у транспортне	1	0,005
Налаштування опорних коліс сівалки із піднятого положення у транспортне	2	0,060
Від'єднання трактора від сівалки і знімання автозчепу СА-2 і зчіпного бруса	2	0,013
Переїзд трактора до транспортного бруса сівалки і приєднання до нього	2	0,047
<b>Разом</b>		<b>0,180</b>

Процес переведу сівалки із робочого положення у транспортне триває не більше 5,4 хв. (таблиця 4.2).

Аналіз даних таблиць 4.1 і 4.2 свідчить, що найбільша трудомісткість у процесі агрегаткування просапної сівалки припадає на маніпулювання із тим її транспортним колесом, яке розташоване збоку посівних секцій. А саме, при переведенні сівалки із транспортного у робоче положення цей час становить майже 50% (таблиця 4.1), а при її переведенні із робочого положення у транспортне – 30% від загального (табл. 4.2).

Більше того, після перестановки розглядуваного колеса у процесі налаштування сівалки із транспортного положення у робоче воно займало положення, за якого щільно упиралося у правий (при погляді ззаду) маркер машини (рис. 4.1).

У подальшому під час робочого процесу посівного машинно-тракторного агрегату це призводило до наступного. Вказаний маркер при переведенні його із робочого у неробоче положення не мав змоги зайняти своє нормальне (тобто транспортне) місце. На заводі була шина даного транспортного колеса. Нормальний технологічний процес сівби при цьому відбувався лише за умови демонтажу даного транспортного колеса із сівалки.



Рис. 4.1. Положення транспортного колеса сівалки по відношенню до маркера

З огляду на це нами пропонується два варіанти усунення цього недоліку. Перший із них полягає у зміщенні отворів фіксувального кронштейну 1 управо на відстань приблизно 70...80 мм (рис. 4.2). Здійснити таке конструктивне рішення цілком можливо у заводських умовах шляхом відповідного проектування конструкції вищезгаданого фіксувального кронштейну.

Суть другого варіанту, реалізованому нами на практиці, у наступному. На кронштейні транспортного колеса у положенні, показаному на рис. 4.2, приварюється втулка, внутрішній діаметр якої дорівнює діаметру отворів фіксувального кронштейну.

Таке конструктивне рішення приводить до того, що у піднятому положенні кронштейн даного транспортного колеса відхиляється вправо на такий кут, який унеможливорює контакт із ним маркера під час його налаштування у неробоче

(тобто транспортне) положення (рис. 4.3). У підсумку транспортне колесо постійно знаходиться на сівалці у процесі виконання нею технологічного процесу. Тобто відпадала потреба його демонтажу із рами машини.

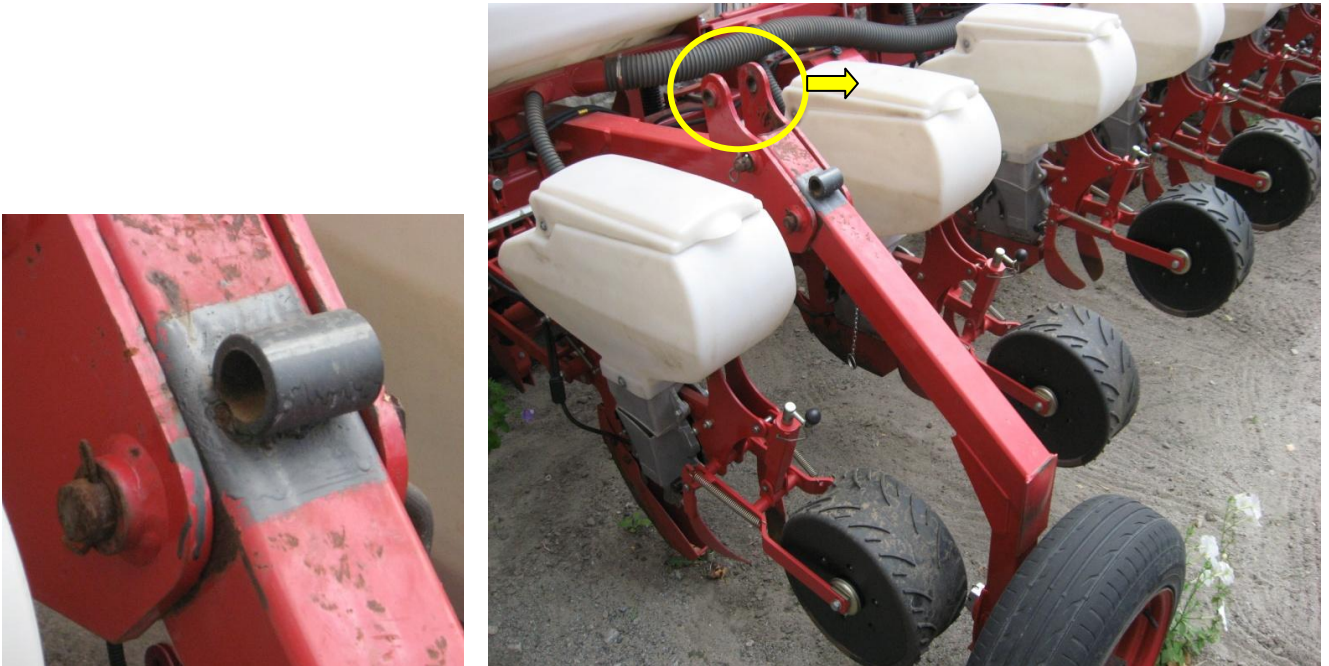


Рис. 4.2. Установка додаткової втулки на кронштейні транспортного колеса



Рис. 4.3. Нове положення транспортного колеса сівалки Leda-12 по відношенню до маркера



#### 4.2 Трудомісткість агрегування просапного культиватора КРНВ-8,4 з трактором ХТЗ-16132

Культиватор КРНВ-8,4 має 13 робочих органів, із яких середній (тобто сьомий) за симетричного приєднання знаряддя до трактора розташовується у площині, яка проходить через поздовжню вісь симетрії енергетичного засобу. Причому, ця вісь проходить посередині міжряддя.

За колії трактора ХТЗ-16132, яка дорівнює 2100 мм, і симетричного приєднання до нього культиватора КРНВ-8,4 усі його просапні робочі органи будуть розташовані по рядках просапної культури. Як і у випадку агрегування із сівалкою, даний культиватор має приєднуватися до трактора ХТЗ-16132 із поперечним зміщенням на величину половини міжряддя, тобто 0,35 м. Для цього можна використовувати описаний вище зчпний брус (див. рис. 2.4, 25).

Водночас, конструкція культиватора КРНВ-8,4 дозволяє поперечне зміщення його зчпного пристрою на вказану вище величину (рис. 4.4).

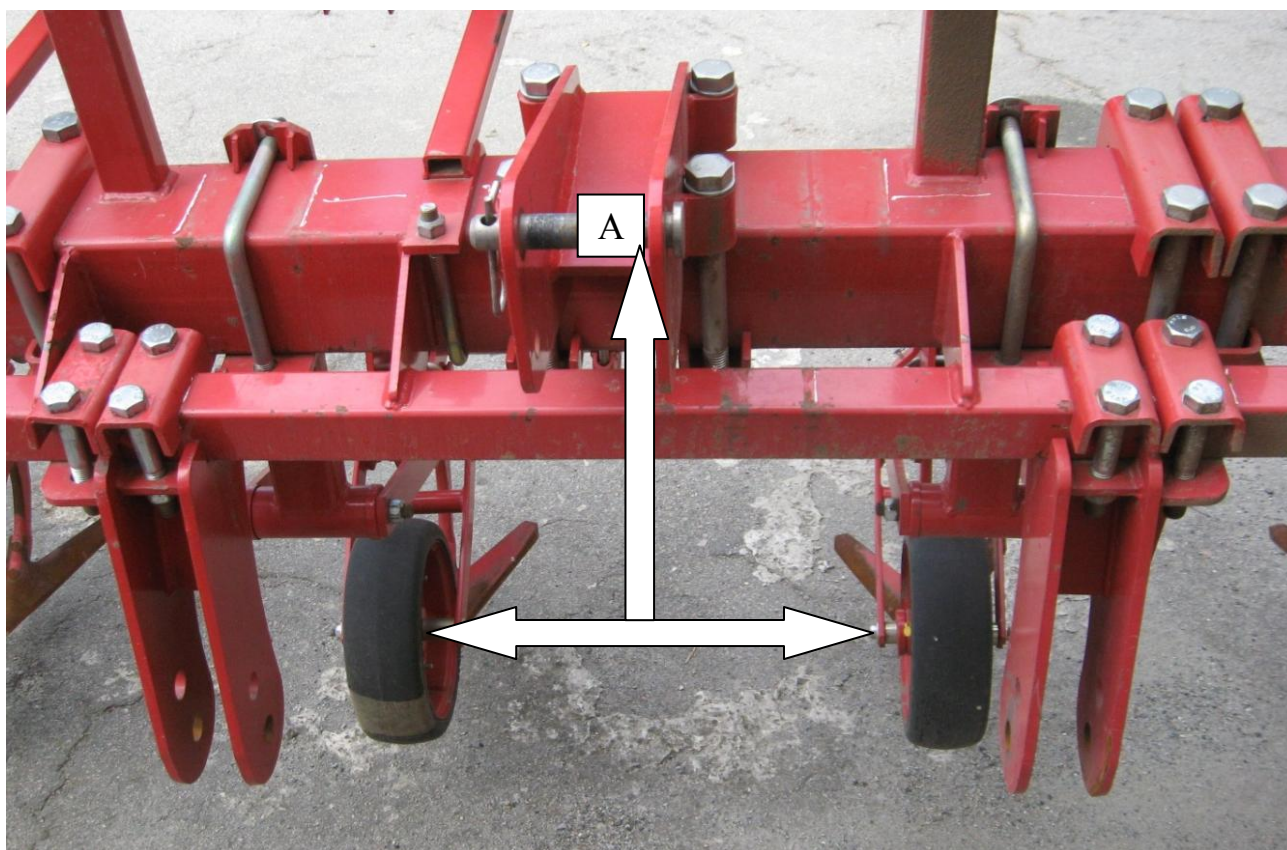


Рис.4.4. Поперечне зміщення зчпного пристрою культиватора КРНВ-8,4 на його рамі

У цьому випадку, як видно із місця розташування кронштейну приєднання центральної тяги заднього навісного механізму трактора до рами культиватора (рис. 2.4, т. А), поздовжня ось симетрії енергетичного засобу розміщується посередині міжряддя (тобто між двома суміжними робочими органами просапного знаряддя). У підсумку, як уже підкреслювалося вище, унеможлиблюється рух останніх по рядках просапної культури.

Після приєднання культиватора КРНВ-8,4 до трактора ХТЗ-16132 було виявлено, що його піднімання у транспортне положення здійснюється за неправильною кінематикою (траєкторією).

Причина цього явища обумовлена неправильним розташуванням центральної тяги ЗНМ трактора. Принципово вона може мати три положення (рис. 4.5).

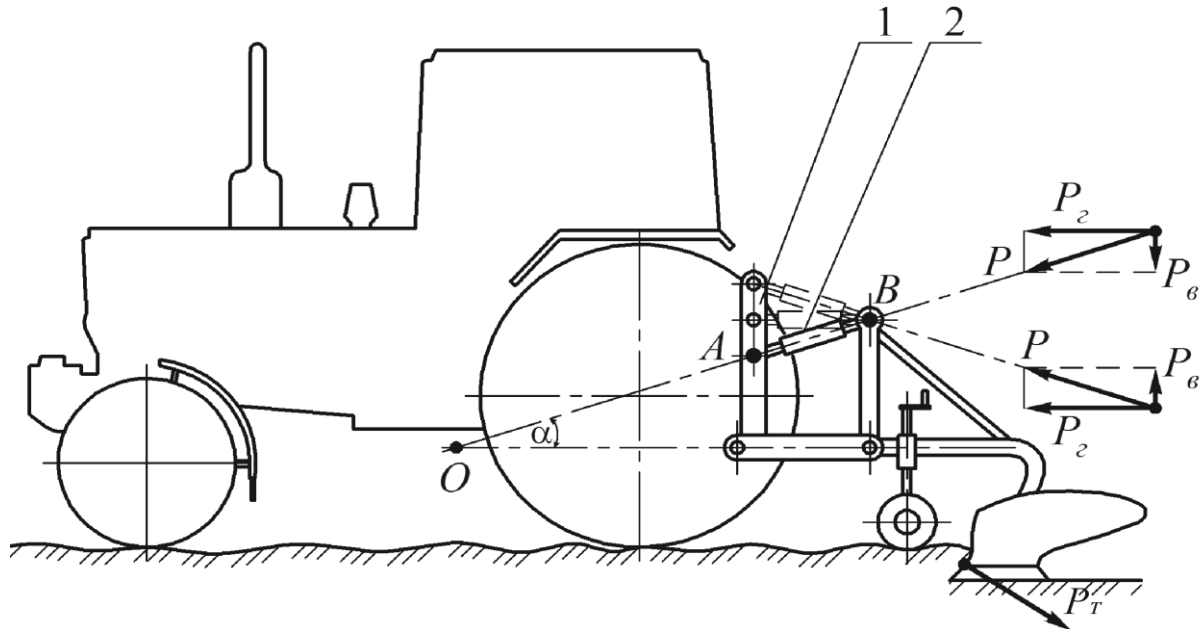


Рис. 4.5. Схема налаштування центральної тяги ЗНМ трактора

Згідно з першим із них центральна тяга ЗНМ одним своїм кінцем приєднується до трактора у т. *A*, а другим – до рами навісної машини/знаряддя у т. *B*. При цьому вона установлюється так, щоб лінія *AB*, яка проходить через поздовжню вісь симетрії вказаної тяги, була нахилена до лінії, яка є продовженням нижніх тяг ЗНМ трактора, під кутом  $\alpha$ .

Точка перетину ліній (т. *O*), які є продовженнями напрямків центральної і нижніх тяг навісного механізму трактора, прийнято називати «миттєвим центром повороту» ЗНМ у поздовжньо-вертикальній площині.

Таке приєднання навісної машини/знаряддя до трактора є єдино правильним. По-перше, у цьому випадку вертикальна складова  $P_v$  сила  $P$ , яка діє у центральній тязі навісного механізму енергетичного засобу, довантажує колеса його заднього мосту. Якщо точку *A* розташовувати нижче, вказане довантаження буде більшим і навпаки.

По-друге, за такої схеми установки центральної тяги трактора здійснюється правильне піднімання навісної машини/знаряддя. Природа цього процесу полягає в тому, щоб у процесі піднімання машина/знаряддя відбувався правильний її поворот. А саме – проти ходу годинникової стрілки при погляді на агрегат зліва.

Якщо при приєднанні навісної машини до трактора центральна тяга його заднього навісного механізму буде займати положення, паралельне нижнім тягам (див. рис. 4.5), то отримаємо такі наслідки. По-перше, машина буде підніматися без повороту у поздовжньо-вертикальній площині. Іноді це не створює особливих проблем, а інколи обумовлює негаразди, пов'язані з транспортними переїздами

машинно-тракторного агрегату, адже за такого положення центральної тяги ЗНМ трактора машина/знаряддя може підніматися на значно меншу висоту.

По-друге, у цьому випадку сила, яка передається на трактор збоку агрегатованого знаряддя від час його роботи, не довантажує задні колеса трактора. Навпаки, вона формує розворот ний момент, який може розвантажувати задні рушії енергетичного засобу при одночасному довантаженні передніх.

Насамкінець, центральна тяга ЗНМ трактора може бути установлена у таке положення, яке на рисунку відображене верхньою її позицією. У цьому випадку вертикальна складова  $P_v$  сили  $P$ , яка діє у цій тязі, намагається не довантажити, а навпаки – розвантажити задні рушії енергетичного засобу. Для трактора класичної компоновки, за якою тяга його задніх коліс є визначальною, це абсолютне не-ефективно, скоріше навіть шкідливо.

Ба більше, підйом машини/знаряддя за такої установки центральної тяги ЗНМ енергетичного засобу не тільки проблематичний, а, у більшості випадків, – **взагалі неможливий**. Адже машина/знаряддя за такого варіанту її агрегування у процесі підйому повертається у поздовжньо-вертикальній площині за ходом годинникової стрілки (при погляді зліва). У підсумку крайні задні робочі органи машини/знаряддя можуть навіть не відриватися від опорної поверхні.

Для усунення вказаного недоліку агрегування культиватора КРНВ-8,4 з трактором ХТЗ-16132 зчіпний пристрій першого був обладнаний додатковим кронштейном, який дозволяє здійснити правильну (описану вище) установку центральної тяги ЗНМ даного енергетичного засобу (рис. 4.6).

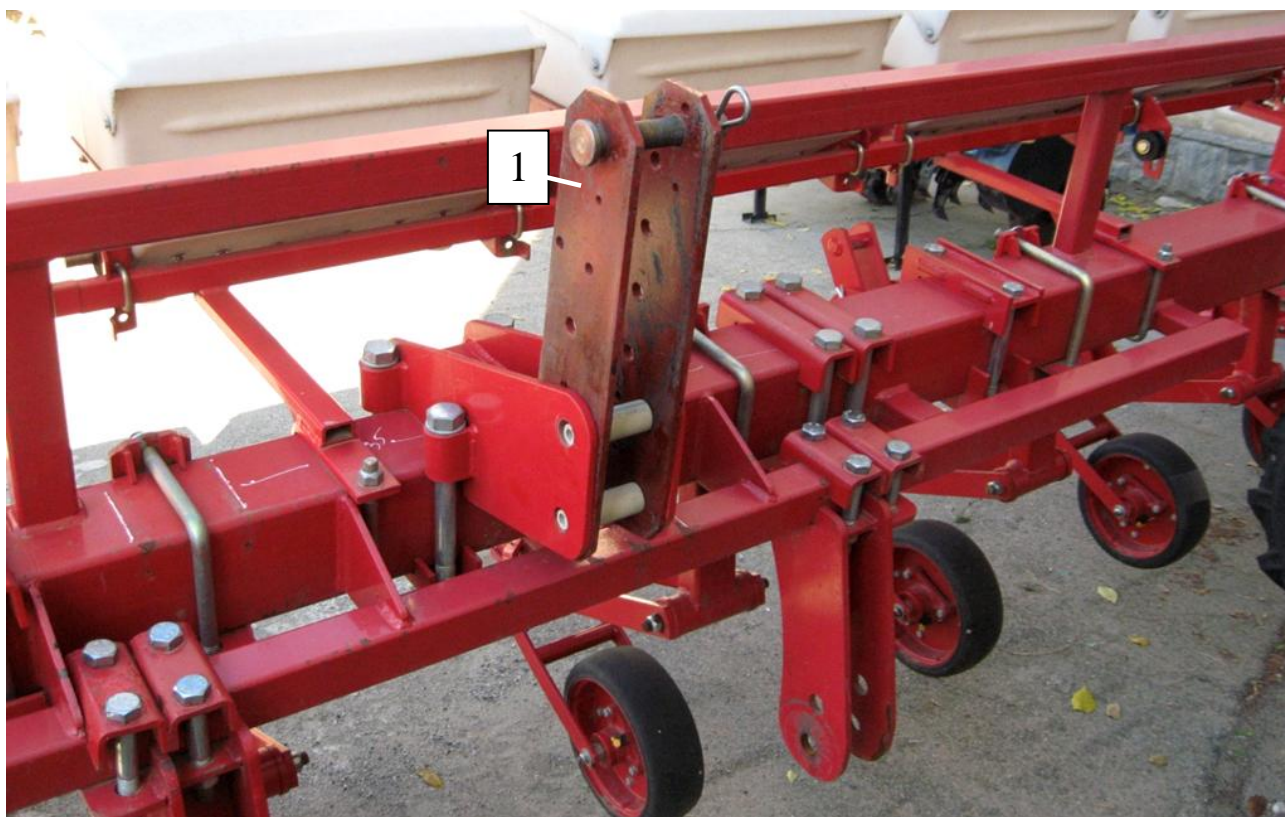


Рис. 4.6. Установка дополнительного кронштейну (1) на зчіпному пристрої культиватора КРНВ-8,4

Результати агрегування переобладнаного таким чином просапного культиватора КРНВ-8,4 з трактором ХТЗ-16132 представлені у таблицях 4.3 і 4.4.

Таблиця 4.3

Трудомісткість налаштування культиватора КРНВ-8,4  
із транспортного положення у робоче

Назва операції	Кількість виконавців	Трудомісткість, люд.-год.
Під'їзд трактора до культиватора і його навішування	2	0,160
Установка транспортних коліс культиватора у робоче положення	2	0,130
Установка передньої опори культиватора із транспортного у верхнє (неробоче) положення	1	0,005
Налаштування транспортної сніці культиватора із транспортного в неробоче положення	1	0,005
Разом		<b>0,300</b>

Таблиця 4.4

Трудомісткість налаштування культиватора КРНВ-8,4  
із робочого положення у транспортне

Назва операції	Кількість виконавців	Трудомісткість, люд.-год.
Установка опорних коліс культиватора із робочого положення у транспортне	2	0,130
Установка транспортної сніці культиватора із неробочого положення у транспортне	1	0,005
Установка передньої опори культиватора із неробочого положення у транспортне	1	0,006
Від'єднання трактора від культиватора	1	0,009
Переїзд трактора до транспортного бруса культиватора і приєднання до нього	2	0,010
Разом		<b>0,160</b>

Аналіз отриманих даних показує, що трудомісткість налаштування випробовуваного культиватора із транспортного положення у робоче майже удвічі більша за трудомісткість зворотного процесу. Такий стан речей обумовлений значною трудомісткістю приєднання культиватора до трактора. Основна причина такого результату обумовлена схемою приєднання нижніх та центральної тяг заднього навісного механізму трактора ХТЗ-16132 до зчіпного пристрою просапного культиватора КРНВ-8,4.

Проблема полягає у складності точного попадання шарнірів нижніх тяг заднього навісного механізму трактора у проушини нижніх бугелів зчіпного пристрою культиватора. У цілому без сторонньої допомоги цю операцію одному механізатору здійснювати досить складно.

Для усунення цього недоліку раму культиватора КРНВ-8,4 доцільно обладнати замком автоматичного пристрою типу СА-2.

Ще однією незручністю агрегування як вказаного культиватора, так і сівалки Leda-12 є наявність у їх конструкціях транспортного приєднувального бруса (рис. 4.7, поз. 1).

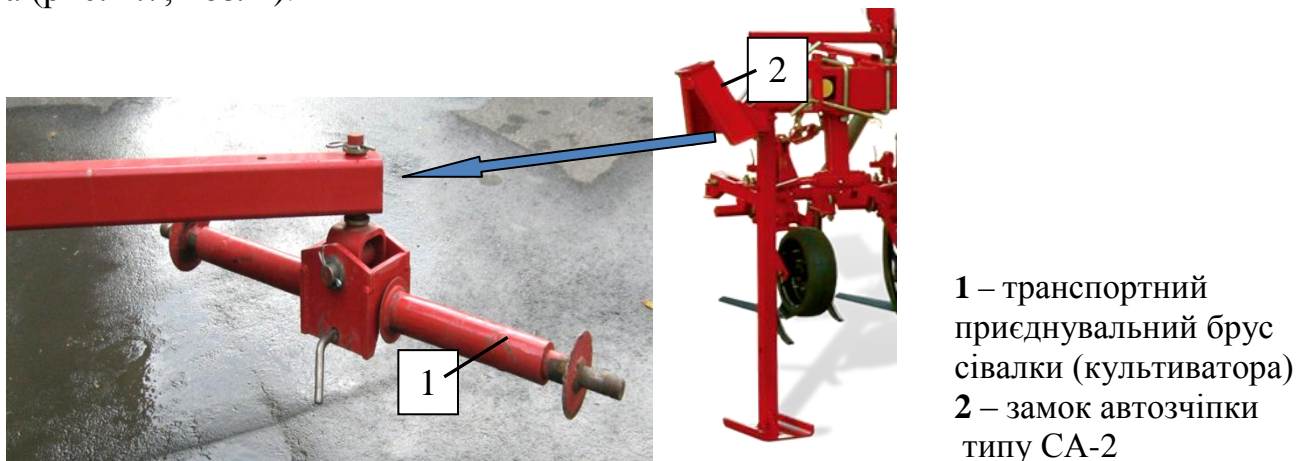


Рис. 4.7. Варіант переобладнання транспортного пристрою сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4

Замість нього пропонується транспортні диски цих просапних машин обладнати замками автоматичного зчепу типу СА-2 (рис. 4.7, поз. 2). Таке нескладне конструктивне рішення:

- спростить конструкцію причіпного пристрою сівалки (культиватора);
- обумовить зменшення трудомісткості агрегування просапних машин;
- дасть можливість (за потреби) здійснювати транспортування сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 тракторами тягового класу 1,4.

#### 4.3. Лабораторно-польові випробування посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і сівалки Leda-12

Умови проведення польових досліджень посівного МТА представлені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

##### Умови проведення сівби соняшнику

Показник	Значина
Тип ґрунту	Темно-каштановий чорнозем
Агротехнічний фон (попередник)	Стерня озимої пшениці
Вологість ґрунту в шарі 0...10 см, %	18,5
Щільність ґрунту в шарі 0...10 см, г/см <sup>3</sup>	1,18
Кількість бур'янів, г/м <sup>2</sup>	5,2

Посівний агрегат у складі трактора ХТЗ-6132 і сівалки Leda-12 є асиметричним. З огляду на це першим проблемним моментом його експлуатації є прямолінійність поздовжнього руху.

Науковцями ТДАТУ розроблено нові оцінювальні дисперсійно-частотні критерії цього процесу. Згідно з ними прямолінійність руху будь-якого посівного машинно-тракторного агрегату є задовільною, якщо дисперсія коливань траєкторії рядків просапної культури на перевищує  $12,5 \text{ см}^2$ , а частота їх коливань є меншою за  $0,25 \text{ м}^{-1}$  [7].

Аналіз експериментальних даних показав, що відхилення траєкторії переміщення досліджуваного МТА від прямої лінії мають дуже малу амплітуду і досить низьку частоту. Так, тісний кореляційний зв'язок між ординатами траєкторії його руху зникає лише через 30 м. Це засвідчується тим, що саме в цій абсцисі нормована кореляційна функція коливань вказаної траєкторії пересікає нульову ординату (рис. 4.8).

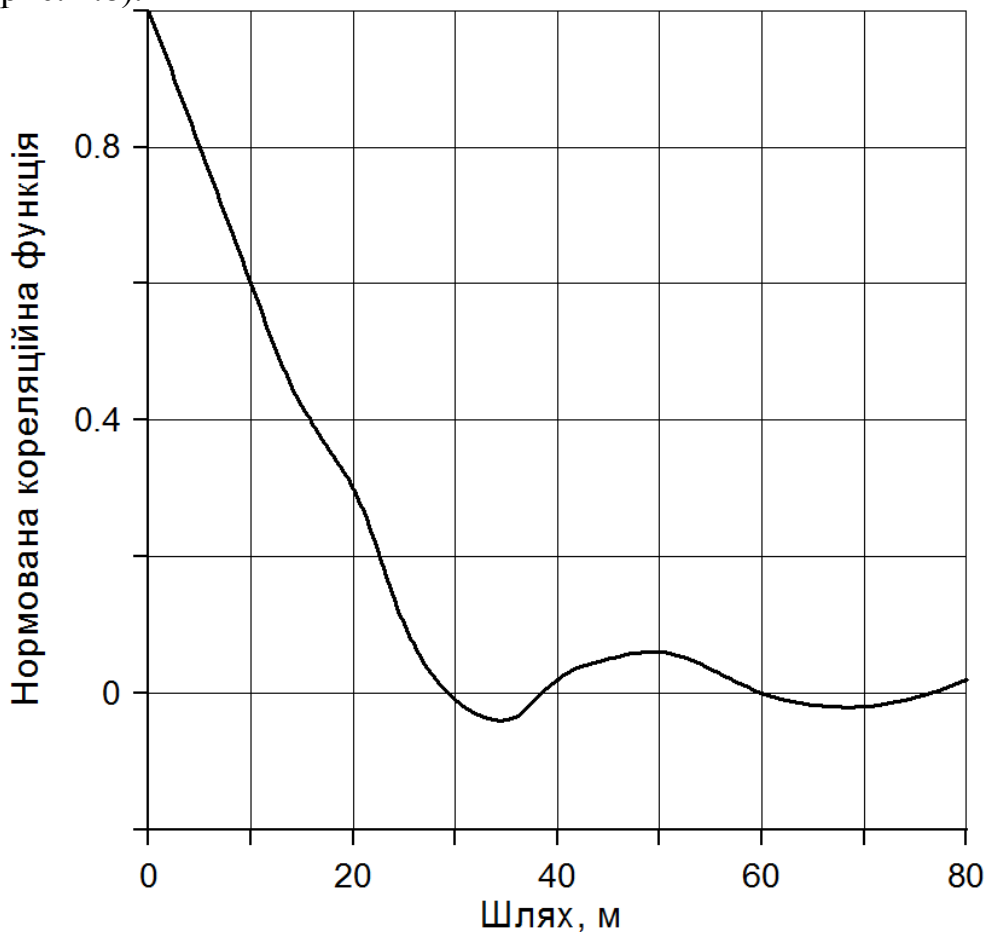


Рис. 4.8. Нормована кореляційна функція коливань траєкторії руху посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і просапної сівалки leda-12

Стандарт (тобто середнє квадратичне відхилення) коливань розглядуваного процесу дорівнює при цьому  $\pm 2,1 \text{ см}$ , а дисперсія, відповідно, становить  $4,41 \text{ см}^2$ . Як бачимо, вона значно менша за граничну ( $12,5 \text{ см}^2$ ).

Інша річ, що практично увесь спектр розглядуваної дисперсії зосереджений у діапазоні частот  $0 \dots 0,8 \text{ м}^{-1}$  (рис. 4.9).

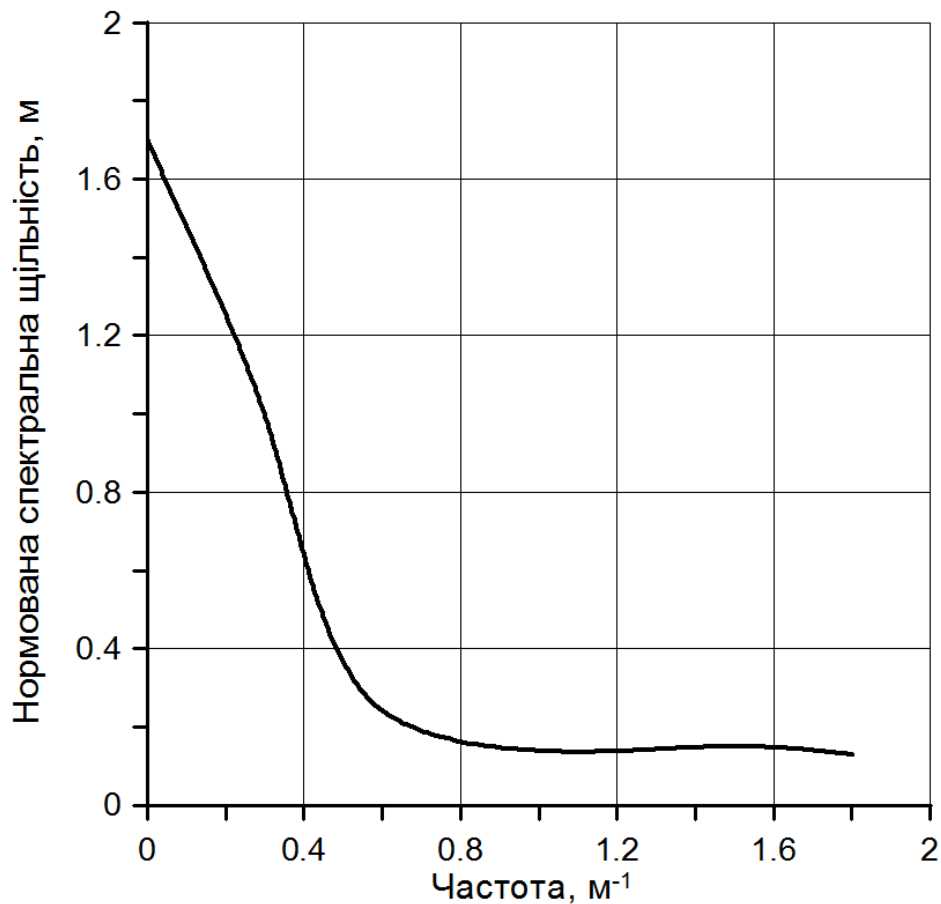


Рис. 4.9. Нормована спектральна щільність коливань траєкторії руху посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і просапної сівалки Ieda-12

У принципі цей показник виходить за межі нормативно-оцінювальної (тобто  $0 \dots 0,25 \text{ м}^{-1}$ ). Проте, за малого середнього квадратичного відхилення траєкторії руху досліджуваного посівного МТА від прямої лінії ( $\pm 2,1 \text{ см}$ ) це не проблематично. За швидкості руху даного МТА  $2,5 \dots 3,2 \text{ м/с}$  ( $9,0 \dots 11,5 \text{ км/год}$ ) вказаний вище спектр дисперсії ( $0 \dots 0,8 \text{ м}^{-1}$ ) зосереджений у діапазоні від 0 до  $0,8 \cdot 3,2 = 2,56 \text{ с}^{-1}$ . А це складає усього  $0,40 \text{ Гц}$ . Навіть візуально траєкторію руху досліджуваного посівного МТА можна вважати задовільною (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Траєкторія маркерного сліду посівного агрегату у складі трактора ХТЗ-16132 і просапної сівалки Ieda-12

Іншим важливим оцінювальним показником роботи посівного агрегату є стабільність стикових міжрядь. У порівнянні з характером коливань непрямо-лінійності руху даного МТА флуктуації цього параметра є дещо іншими. По-перше, практично удвічі більшою є дисперсія ( $9,00 \text{ см}^2$  проти  $4,41 \text{ см}^2$ ). По-друге, практично увесь її (дисперсії) спектр знаходиться у діапазоні частот  $0 \dots 2 \text{ м}^{-1}$  (рис. 4.11). А це у 2,5 рази більше (ширше), ніж діапазон розподілу дисперсії коливань непрямо-лінійності руху посівного МТА (див. рис. 4.9).

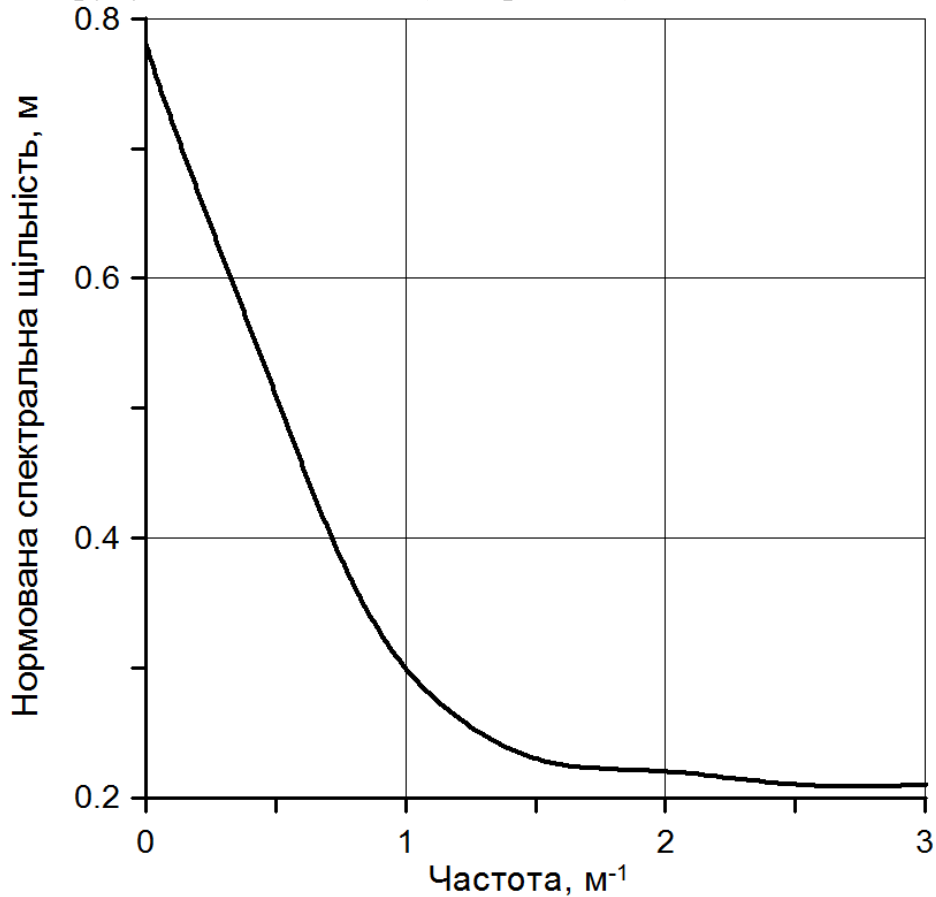


Рис. 4.11. Нормована спектральна щільність коливань стикових міжрядь посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і просапної сівалки Leda-12

Водночас, навіть процес коливань ширини стикових міжрядь теж можна вважати досить низькочастотним. На користь цього твердження вказує досить вузький довірчий інтервал середньої значини даного параметру:  $68,0 \pm 0,4 \text{ см}$ . Коефіцієнт його варіації дорівнює 4,4%, що саме по собі говорить про низьку варіабельність характеру коливань ширини стикових міжрядь [5]. У доповнення до цього, довжина кореляційного зв'язку між ординатами даного процесу хоча і менша, ніж для процесу коливань траєкторії руху посівного МТА, водночас є досить значною. За даними аналізу кореляційної функції коливань ширини стикових міжрядь посівного машинно-тракторного агрегату вона (тобто довжина кореляційного зв'язку) становить щонайменше 20 м (рис. 4.12).

З урахуванням виду нормованих кореляційних функцій обох, проаналізованих вище, процесів можна стверджувати, що природа їх коливань має аперіодичний характер.



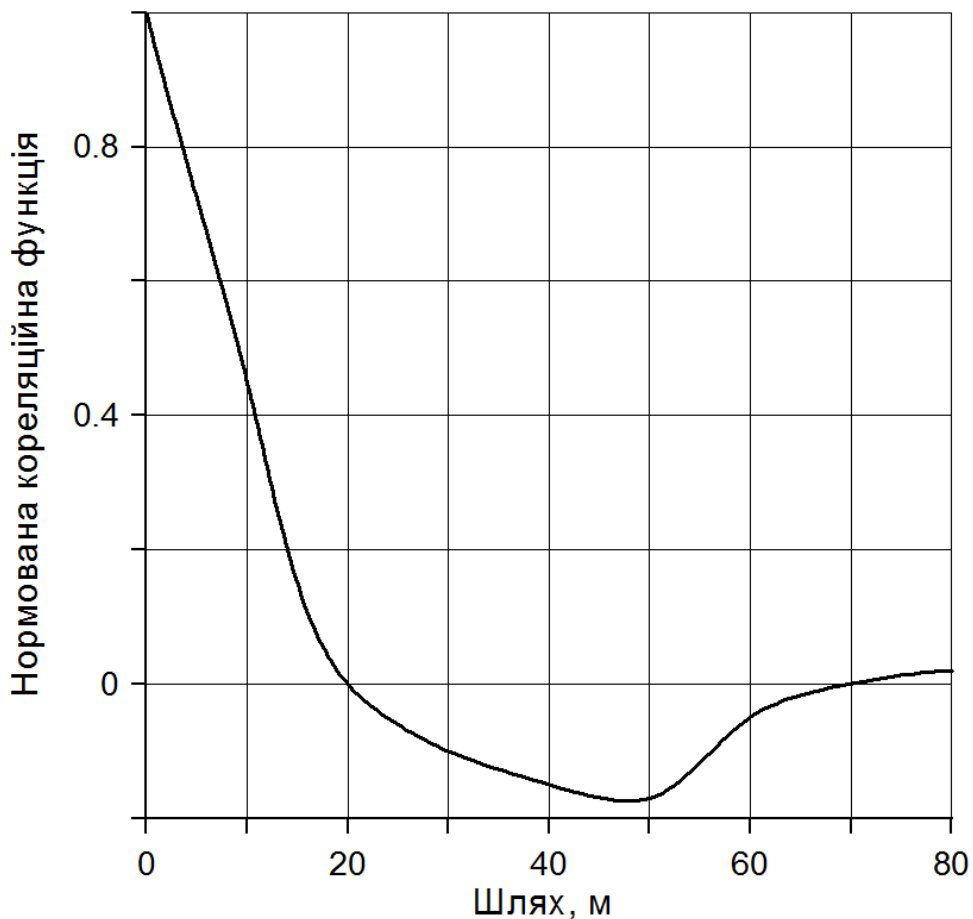


Рис. 4.12. Нормована кореляційна функція коливань стикових міжрядь посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і просапної сівалки Leda-12

Посівні секції сівалки Leda-12 були налаштовані на глибину загортання насіння соняшнику 6 см. В реальних умовах експлуатації посівного МТА цей показник змінювався у довірчому інтервалі  $5,46 \pm 0,06$  см. Середнє квадратичне відхилення насіння по глибині становило при цьому  $\pm 0,45$  см, дисперсія дорівнювала  $0,20 \text{ см}^2$ , коефіцієнт варіації – 8,2%. За загальноприйнятим визначенням коливний процес є низьковаріабельним, якщо значина цього показника не перевищує 10% [5].

Як показує кореляційний аналіз, довжина кореляційного зв'язку процесу коливань глибини загортання насіння соняшнику становить приблизно 0,45 м (рис. 4.13). Цю значину у принципі можна вважати рівною періоду прихованої періодичної складової коливань нормованої кореляційної функції (див. рис. 4.12).

Водночас, амплітуда цих коливань досить мала і має тенденцію до швидкого згасання. Більше того, реальна природа її (періодичної складової) існування на даному етапі випробувань не виявлена, а тому потребує проведення додаткових спеціальних досліджень.

Практично увесь спектр дисперсії коливань глибини загортання насіння, висіяного дослідною сівалкою, розташований у відносно широкому спектрі частот. А саме:  $0 \dots 11 \text{ м}^{-1}$  (рис. 4.14). За швидкості робочого руху дослідного МТА до  $3,2 \text{ м/с}$  цей діапазон становить  $0 \dots 35,2 \text{ с}^{-1}$  або 5,6 Гц.

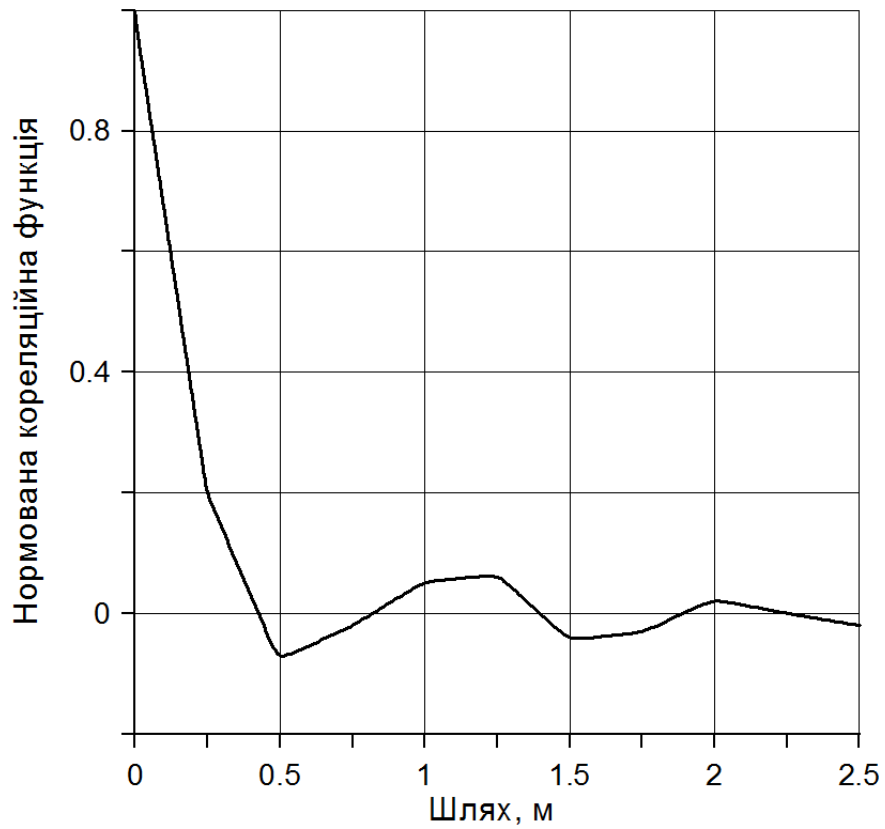


Рис. 4.13. Нормована кореляційна функція коливань глибини загортання насіння просапною сівалкою Leda-12

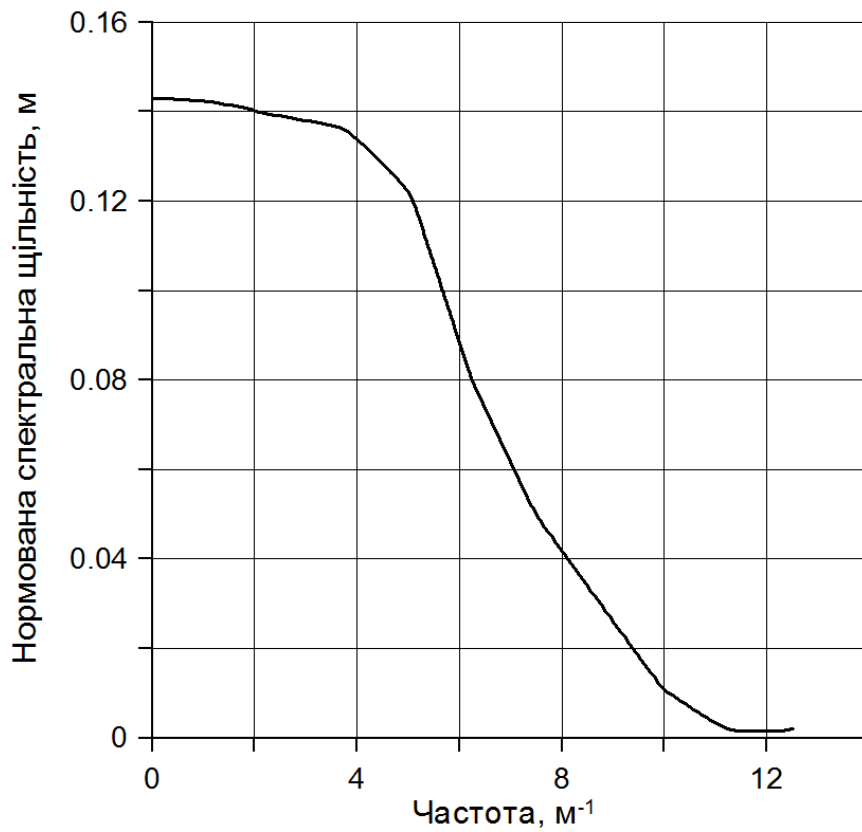


Рис. 4.14. Нормована кореляційна функція коливань глибини загортання насіння просапною сівалкою Leda-12

Розрахунками встановлено, що за дисперсії коливань глибини загортання насіння сівалкою  $0,20 \text{ см}^2$  ймовірність коливання цього показника в інтервалі допуску  $\pm 1 \text{ см}$  становить 99,5%. Частота виходу за вказаний допуск становить  $0,26 \text{ м}^{-1}$ , або 1 випадок на 3,85 м траєкторії рядка висіяної культури.

Середня значина нерівномірності її сходів знаходиться у довірчому інтервалі  $25,18 \pm 0,85 \text{ см}$ . Водночас, середнє квадратичне відхилення і дисперсія цього показника є досить значними і становить  $\pm 10,1 \text{ см}$  та  $102,01 \text{ см}^2$  відповідно. З урахуванням цього коефіцієнт варіації коливань нерівномірності сходів соняшнику по довжині рядка дорівнює 40,1%. А це характеризує розглядуваний процес як високо варіабельний [5], що небажано.

Аналіз номограми розподілу сходів соняшнику по довжині рядка показує, що цей процес відрізняється від нормального правосторонньою асиметрією з коефіцієнтом асиметрії 1,4 і коефіцієнтом ексцесу 2,2 (рис. 4.15).

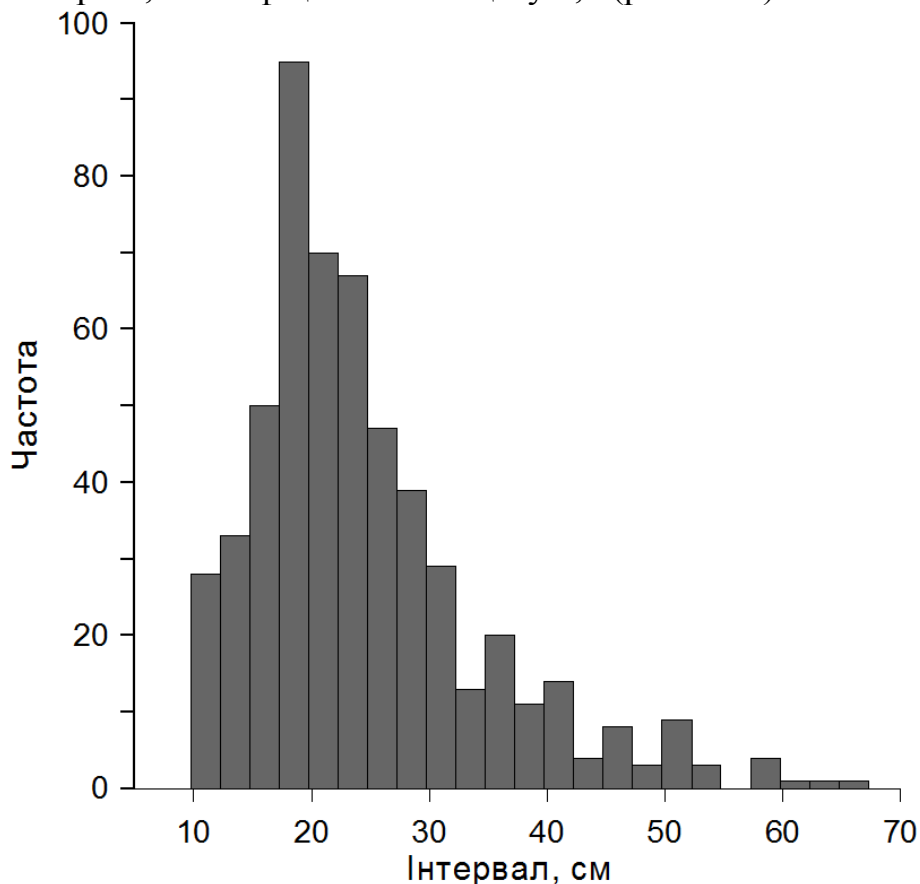


Рис. 4.15. Номограма розподілу сходів просапної культури по довжині рядка

Причин правосторонньої асиметрії процесу рівномірності висіву насіння соняшнику потенційно може бути дві. Перша із них полягає у недостатній (або порушеній після сівби) енергії проростання і/або лабораторній схожості насіння даної культури (див. методичний розділ).

Друга причина може бути обумовлена пропусками висіву насіння посівними секціями сівалки Leda-12. Проте, ймовірність прояву цієї причини досить низька, оскільки дослідний посівний агрегат був обладнаний розробленою фірмою «Монада» (м. Херсон) системою контролю висіву АНД11.05.00.00.000.

У будь-якому випадку остаточне установлення причини значної нерівномірності висіву насіння сівалкою Leda-12 потребує проведення спеціальних лабораторно-польових досліджень.

#### 4.4. Лабораторно-польові випробування просапного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і культиватора КРНВ-8,4

Умови проведення польових досліджень просапного МТА представлені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Умови проведення міжрядної культивації сходів соняшнику

Показник	Значина
Установочна ширина захисної зони, см	16,0
Середня висота рослин соняшнику, см	18,3±0,5
Вологість ґрунту в шарі 0...10 см, %	16,5
Щільність ґрунту в шарі 0...10 см, г/см <sup>3</sup>	1,22
Кількість бур'янів, г/м <sup>2</sup>	115,8

За установочної ширини захисної зони 16,0 см дійсна значина цього параметру змінювалась у межах 15,9±0,1 см. Стандарт коливань ширини захисної зони становив при цьому ±0,71 см, дисперсія – 0,51 см<sup>2</sup>, коефіцієнт варіації – 4,4%. Значина останнього однозначно вказує на низьку варіабельність даного процесу.

Низьким при цьому є і спектр коливань оцінюваного параметру. Так, кореляційна функція коливань ширини захисної смуги посіви соняшнику характеризується досить значним кореляційним зв'язком, який становить маже 10 м (рис. 4.16).

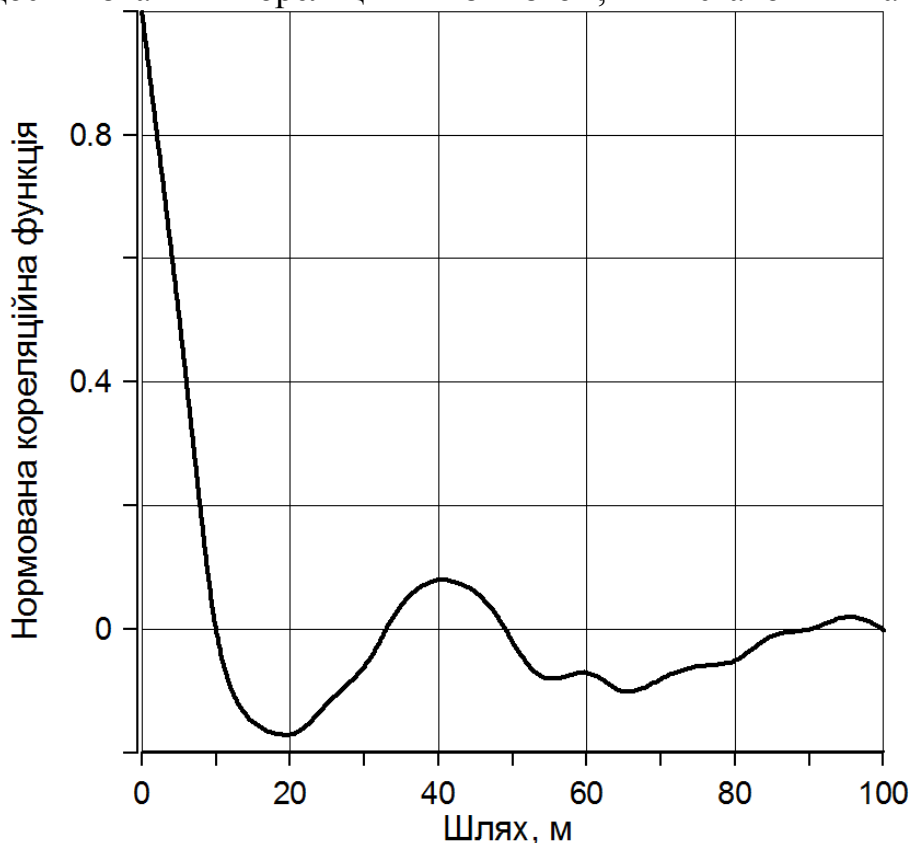


Рис. 4.16. Нормована кореляційна функція коливань ширини захисної зони сходів соняшнику

У принципі у характері протікання даної функції спостерігається прихована періодична складова з періодом, який приблизно становить 40 м. Водночас, природу появи цієї складової (або іншими словами – об'єкт її генерування) встановити досить складно. А із-за малої амплітуди цих прихованих періодичних коливань і нагальної потреби у цьому немає.

Основний спектр дисперсії коливань ширини захисної зони сходів соняшнику зосереджений у досить вузькому діапазоні частот:  $0 \dots 0,8 \text{ м}^{-1}$  (рис. 4.17).

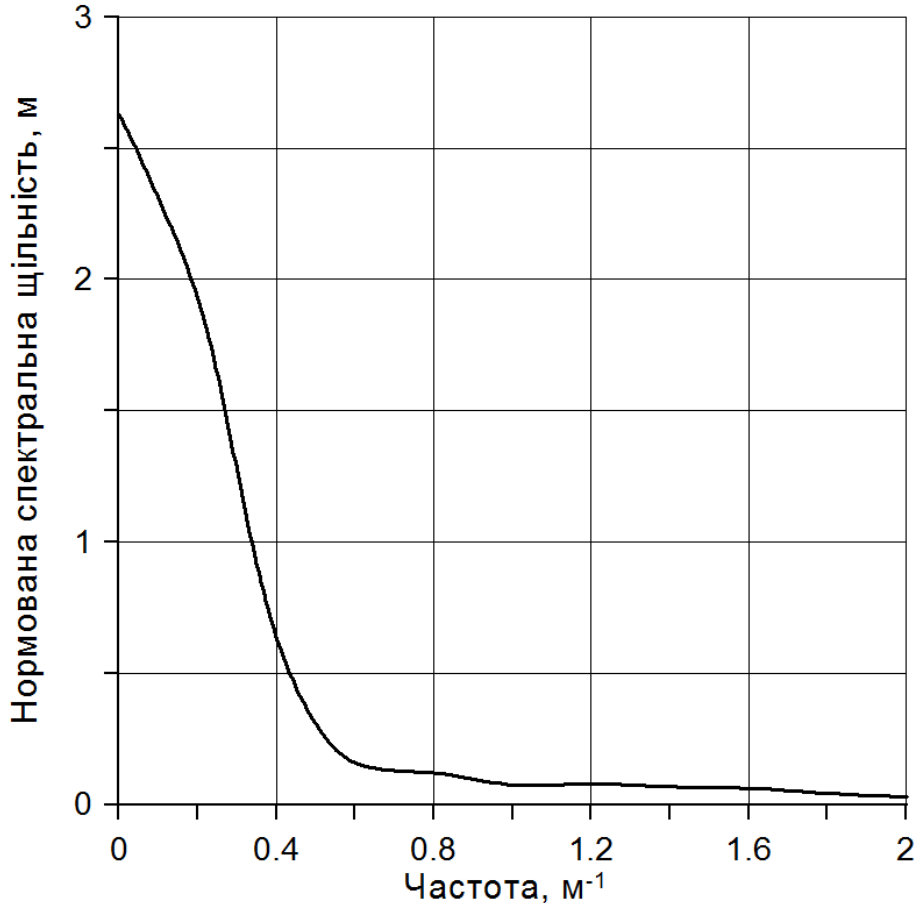


Рис. 4.17. Нормована спектральна щільність коливань ширини захисної смуги сходів соняшнику

За швидкості руху  $2 \text{ м/с}$  це становить  $0 \dots 1,6 \text{ с}^{-1}$  або усього лише  $0 \dots 0,25 \text{ Гц}$ . Такий результат вказує на досить високу ймовірність збереження захисної зони сходів соняшнику, що дуже важливо для забезпечення їх мінімального пошкодження (підрізання).

Розрахунками встановлено, що ймовірність збереження допуску на коливання ширини захисної зони на рівні  $\pm 1 \text{ см}$  становить не менше 85%. Частота порушення цього допуску становить  $0,12 \text{ м}^{-1}$  або одне відхилення на  $8,3 \text{ м}$  довжини рядка сходів соняшнику.

За результатами лабораторно-польових досліджень під час міжрядного обробітку сходів соняшнику (рис. 4.18) реальні пошкодження (підрізання) культурних рослин не перевищувало 1,5%. Знищення бур'янів у міжряддях просапної культури становило 98% (рис. 4.19).



Рис. 4.18. Стан поля до проведення міжрядної культивуації



Рис. 4.19. Стан сходів соняшнику після проведення їх міжрядного обробітку

#### 4.5. Експлуатаційно-технологічна оцінка роботи посівного і просапного агрегатів на основі трактора ХТЗ-6132

В реальних умовах експлуатації встановлено, що за середньої швидкості робочого руху посівного агрегату 10,1 км/год основна продуктивність його роботи становила 8,48 га/год (таблиця 4.7). У порівнянні з серійним 8-и рядним посівним агрегатом на основі просапної сівалки VEGA-8 це майже в 1,7 разів більше (<https://t-i-t.com.ua/seyalka-vega-8/>).

Таблиця 4.7

#### Експлуатаційно-технологічні показники роботи посівного МТА

№ п/п	Показник	Значення
1	Склад агрегату: трактор сівалка	ХТЗ-16131 Leda-12
2	Вид роботи	Сівба соняшнику
3	Умови і режим роботи:	
	- вологість ґрунту, %	18,2
	- щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	1,20
	- забур'яненість, г/м <sup>2</sup>	6,0
	- робоча швидкість руху, км/год	10,1
	- ширина захвату, м	8,4
	- установочна глибина посіву, см	6,0
	- норма висіву, кг/га	6,0
4	Обсяг виконаної роботи, га	450
5	Продуктивність роботи, га за 1 год:	
	- основного часу	8,48
	- змінного часу	6,28
	- експлуатаційного часу	6,10
6	Питомі витрати пального, л/га	2,94
7	Затрати праці, люд.·год/га	0,16
8	Експлуатаційно-технологічні показники:	
	- коефіцієнт робочих ходів	0,96
	- коефіцієнт технологічного обслуговування	0,92
	- коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,88
	- коефіцієнт використання змінного часу	0,74
	- коефіцієнт використання експлуатаційного часу	0,72

Питомі витрати пального даним посівним МТА дорівнюють 2,94 л/га. Навіть у порівнянні із задекларованими питомими витратами пального 16-и рядковою сівалкою VEGA-16 Profi 3,9 л/га ([https://amuragro.su/PT\\_ELVORTI\\_VEGA](https://amuragro.su/PT_ELVORTI_VEGA)) це на 25% менше. Хоча у подальшому цей показник має бути уточнений. Хоча б уже на тій підставі, що проведені випробування даного посівного машинно-

тракторного агрегату відбувались без унесення мінеральних добрив. А це відповідним чином має відбитись у принципі практично на усіх експлуатаційно-технологічних показниках досліджуваного МТА.

Аналогічне можна стверджувати і щодо просапного машинно-тракторного агрегату у складі трактора ХТЗ-16132 і культиватора КРНВ-8,4, який проходив експлуатаційно-технологічну оцінку теж без унесення мінеральних добрив.

За такого режиму роботи його продуктивність становила 6,3 га за 1 годину основного (чистого) часу (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Експлуатаційно-технологічні показники роботи просапного МТА

№ п/п	Показник	Значення
1	Склад агрегату: трактор культиватор	ХТЗ-16131 КРНВ-8,4
2	Вид роботи	міжрядний обробіток соняшнику
3	Умови і режим роботи:	
	- вологість ґрунту, %	14,3
	- щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	1,26
	- забур'яненість, г/м <sup>2</sup>	121,0
	- робоча швидкість руху, км/год	7,5
	- ширина захвату, м	8,4
	- ширина міжрядь, см	70
	- установочна ширина захисної смуги, см	16,0
4	Обсяг виконаної роботи, га	450
5	Продуктивність роботи, га за 1 год:	
	- основного часу	6,3
	- змінного часу	5,5
	- експлуатаційного часу	5,4
6	Питомі витрати пального, л/га	2,2
7	Затрати праці, люд.·год/га	0,18
8	Експлуатаційно-технологічні показники:	
	- коефіцієнт робочих ходів	0,97
	- коефіцієнт технологічного обслуговування	0,99
	- коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,98
	- коефіцієнт використання змінного часу	0,88
	- коефіцієнт використання експлуатаційного часу	0,85

Питомі витрати пального становили при цьому 2,4 л/га. У порівнянні з МТА у складі трактора МТЗ-892 і культиватора КРН-5,6 це принаймні на 18...20% менше.



## ВИСНОВКИ і ПРОПОЗИЦІЇ

1. Результати випробувань показали, що на налаштування просапної сівалки Leda-12 із транспортного положення у робоче двома механізаторами витрачається 0,103 год. (6,45 хв.). Процес переведення сівалки із робочого положення у транспортне триває не більше 5,4 хв. Такі витрати часу робочого часу можна вважати незначними.
2. Трудомісткість налаштування культиватора КРНВ-8,4 із транспортного положення у робоче майже удвічі більша за трудомісткість зворотного процесу. Це обумовлено складністю точного попадання шарнірів нижніх тяг заднього навісного механізму трактора ХТЗ-16132 у проушини нижніх бугелів зчипного пристрою даного культиватора. У цілому без сторонньої допомоги цю операцію одному механізатору здійснювати досить складно.
3. Дисперсія коливань траєкторії руху посівного МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і сівалки Leda-12 є малою ( $4,41 \text{ см}^2$ ) і не перевищує нормативно-оцінювальної ( $12,5 \text{ см}^2$ ). Частотний діапазон цього статистичного показника у принципі виходить за межі нормативно-оцінювального (тобто  $0 \dots 0,25 \text{ м}^{-1}$ ) і дорівнює  $0 \dots 0,8 \text{ с}$ . Проте, за малого середнього квадратичного відхилення траєкторії руху досліджуваного посівного МТА від прямої лінії ( $\pm 2,1 \text{ см}$ ) це не проблематично. За швидкості руху даного МТА  $2,5 \dots 3,2 \text{ м/с}$  ( $9,0 \dots 11,5 \text{ км/год}$ ) вказаний вище спектр дисперсії зосереджений у діапазоні від 0 до  $2,56 \text{ с}^{-1}$ , що складає усього 0,40 Гц.
4. Процес коливань ширини стикових міжрядь теж можна вважати досить низькочастотним і низьковаріабельним. Це підтверджується досить вузьким довірчим інтервалом середньої значини даного параметру ( $68,0 \pm 0,4 \text{ см}$ ) і малою значиною коефіцієнта її варіації ( $4,4\%$ ).
5. За дисперсії коливань глибини загортання насіння сівалкою  $0,20 \text{ см}^2$  ймовірність коливання цього показника в інтервалі допуску  $\pm 1 \text{ см}$  становить  $99,5\%$ . Частота виходу за вказаний допуск становить  $0,26 \text{ м}^{-1}$ , або 1 випадок на  $3,85 \text{ м}$  траєкторії рядка висіяної культури.
6. Середня значина нерівномірності сходів посіяної культури (соняшнику) знаходиться у довірчому інтервалі  $25,18 \pm 0,85 \text{ см}$ . Водночас, середнє квадратичне відхилення і дисперсія цього показника є досить значними і становлять  $\pm 10,1 \text{ см}$  та  $102,01 \text{ см}^2$  відповідно. З урахуванням цього коефіцієнт варіації коливань нерівномірності сходів соняшнику по довжині рядка дорівнює  $40,1\%$ . А це характеризує розглядуваний процес як високочоваріабельний, що є небажаним.
7. Аналіз номограми розподілу сходів соняшнику по довжині рядка показує, що цей процес відрізняється від нормального правосторонньою асиметрією з коефіцієнтом асиметрії 1,4 і коефіцієнтом ексцесу 2,2. Установлення причини природи такої закономірності вимагає проведення додаткових лабораторно-польових досліджень.

8. Імовірність збереження допуску на коливання ширини захисної зони сходів просапної культури (соняшнику) на рівні  $\pm 1$  см становить не менше 85%. Частота порушення цього допуску агрегатом у складі трактора ХТЗ-16132 і культиватора КРНВ-8,4 становить  $0,12 \text{ м}^{-1}$  або одне відхилення на 8,3 м довжини рядка сходів соняшнику. Реальні пошкодження (підрізання) культурних рослин не перевищували 1,5%. Знищення бур'янів у міжряддях просапної культури становило 98%.
9. В реальних умовах експлуатації за середньої швидкості робочого руху посівного агрегату 10,1 км/год основна продуктивність його роботи становила 8,48 га/год. У порівнянні з серійним 8-и рядним посівним агрегатом на основі просапної сівалки VEGA-8 це майже в 1,7 разів більше.
10. Питомі витрати пального посівним МТА у складі трактора ХТЗ-16132 і сівалки Leda-12 дорівнюють 2,94 л/га. Навіть у порівнянні із задекларованими питомими витратами пального 16-и рядковою сівалкою VEGA-16 Profi 3,9 л/га ([https://amuragro.su/PT\\_ELVORTI\\_VEGA](https://amuragro.su/PT_ELVORTI_VEGA)) це на 25% менше.
11. За швидкості робочого руху агрегату у складі трактора ХТЗ-16132 і культиватора КРНВ-8,4 на рівні 7,5 км/год продуктивність його роботи становила 6,3 га за 1 годину основного (чистого) часу. Питомі витрати пального дорівнювали при цьому 2,4 л/га. У порівнянні з машинно-тракторним агрегатом у складі трактора МТЗ-892 і культиватора КРН-5,6 це принаймні на 18...20% менше.
12. Для усунення недоліків конструкції досліджуваних машин пропонується:
  - змінити конструкцію кронштейну транспортного колеса збоку посівних секцій сівалки Leda-12 (рис. 4.2);
  - обладнати раму культиватора КРНВ-8,4 замком автоматичного зчіпного пристрою типу СА-2;
  - транспортні диски сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 обладнати спрощеними замками для застосування автоматичного зчіпного пристрою типу СА-2 (рис. 4.7, поз. 2).
13. У 2021 р. продовжити лабораторно-польові дослідження і випробування сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 під час яких:
  - провести експлуатаційно-технологічну оцінку використання вказаних машин при їх застосуванні із внесенням мінеральних добрив;
  - оцінити технічну і технологічну надійність (наробіток у мото-годинах на 1 відмову) використання сівалки Leda-12 і культиватора КРНВ-8,4 із трактором ХТЗ-16132;
  - установити причини технічних відмов механізму приводу посівних секцій сівалки Leda-12;
  - з'ясувати причину(и) швидкого зносу робочих поверхонь висівних дисків сівалки Leda-12 і нерівномірності сходів, висіяних цією машиною просапної культури.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Юшин О. Перспективи розвитку тракторної енергетики // Механізація сільського господарства, 1979. №7.
2. Надикто В.Т. Роль енергонасиченості тракторів в формуванні їх типажа // Трактори і сільхозмашини, 2012. №3. С. 16-21.
3. Надикто В.Т. 8. Надикто В.Т., Крижачківський М.Л., Кюрчев В.М., Абдула С.Л. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2006.– 337 с.
4. Nadykto, V., Kotov, O., 2015. Method for determining soil bulk density (in Ukrainian: Sposib viznachennya shchilnosti gruntu). UA 97828, G 01N 1/00.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Л.: Колос, 1970. 376 с.
7. Надикто, В. Т., Назарова, О.П., Черная, Т.С. Частотно-дисперсионный показатель оценки непрямолинейности рядов пропашных культур. Тракторы и сільхозмашини, 2009. №8. С. 15–17.
8. Надикто В.Т. Роль модульних енергосредств в формуванні типажа тракторів в Україні /В.Т. Надикто// Трактори і сільхозмашини, 2010. №6. С. 22-25.
9. Безуглий М.Д. та ін. Чи потрібен Україні типаж тракторів /М.Д. Безуглий, В.М. Булгаков, В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто// Вісник аграрної науки, 2009. №7. С. 55-58.
10. Bulgakov V.V. et al. Investigation of draft coefficient of efficiency of wheeled tractor // 15th International scientific conference “Engineering for rural development”: proceedings, Jelgava, Latvia. 2016. Vol. 2016-Janua. P. 1036–1041.