

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „ Визначення оптимальних технологічних параметрів машинного комплексу на базі тракторів John Deere для вирощування цукрових буряків

ТОВ «Україна 2001»

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 25.01.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-22-2

Керівник роботи

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри ГМ та АІ _____ 2025 р.

Боденчук В.А.

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Хмельницький, 2025р.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 71 сторінці машинописного тексту, 5 розділів, 28 таблиць, 10 посилань.

Графічна частина проекту – 6 аркушів формату А1.

Об'єкт розробки – комплекс машин для вирощування цукрового буряка, луцильник ЛДВ-3,0

Мета роботи: полягає в обґрунтуванні параметрів, режимів роботи й показників використання агрегатів на базі наявних тракторів John Deere в умовах господарства.

У даному дипломному проекті розроблені інтенсивні технології вирощування цукрового буряка для господарства й обґрунтована річна зайнятість тракторів на основних видах робіт.

Обґрунтовані параметри, режими роботи, показники використання агрегатів на окремих видах робіт: на оранці John Deere 4755+ Euro - Diamant 10 L 100, 6+1, на посіві John Deere 4755+ Multicorn Monopil SE-24 ряд, на луценні John Deere 4755+ ЛДГ-15Б, на культивуванні John Deere 4755+ Lemken Kompaktor 800, а також параметри трактора на комплексі робіт. Розроблені рекомендації з агрегативання оптимального трактора John Deere 4755. Визначена потреба господарства в тракторах і сільськогосподарській техніці.

ЗМІСТ

		Арк.
Анотація		2
ВСТУП		5
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	6
1.1	Загальна виробнича характеристика господарства	6
1.2	Аналіз виробничої діяльності господарства	8
1.3	Аналіз складу трудових ресурсів ТОВ «Україна 2001»	11
2	ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА	
2.1	Обґрунтування впровадження інтенсивних технологій і підвищення обсягів виробництва	21
2.2	Інтенсивні технології вирощування цукрового буряка	16
2.3	Обґрунтування річної зайнятості тракторів у господарстві	17
2.4	Обґрунтування параметрів, режимів роботи й показників використання агрегатів на базі тракторів John Deere	19
2.4.1	Обґрунтування складу й робочої швидкості ресурсозберігаючої технології	19
2.4.2	Визначення продуктивності й експлуатаційних витрат при роботі машинно-тракторних агрегатів	29
2.5	Обґрунтування параметрів трактора на комплексі робіт і розробити рекомендації з його агрегування	36
2.6	Потреба господарства в тракторах і в сільськогосподарській техніці	39
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	41
3.1	Влаштування і технічна характеристика луцильника ЛДВ – 3,0	41

<i>ДПАІС 25.01.00.00.000 ПЗ</i>								
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення оптимальних технологічних параметрів машинного комплексу на базі тракторів John Deere для вирощування цукрових буряків ТОВ «Україна 2001»	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Боденчук В.А.					3	
Перевір.		Мартинюк А.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Мартинюк А.В.				<i>ХНУ, гр. АІс-22-2</i>		

3.2	Визначення тягового опору однієї секції знаряддя	44
3.3	Розрахунки опору агрегату	46
3.4	Розробка операційної карти на виготовлення деталі	47
3.4.1	Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі – втулка	47
3.4.2	Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі – опорна пластина	49
3.5	Перевірка на міцність елементів конструкції луцильника	51
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	53
4.1	Розрахунки стійкості руху агрегатів на полях ТОВ «Україна 2001» в процесі оранки	53
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	56
5.1	Техніко-економічна оцінка розробки	56
5.2	Економічна ефективність використання базового й нового складів агрегатів у господарстві	57
	ВИСНОВОК	70
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	71

ВСТУП

Для успішного розвитку підприємства ТОВ «Україна 2001» в сучасних умовах, необхідне створення виробничої бази. Раціональна організація її можлива лише при оптимальній комбінації раціонального польового виробництва цукрового буряка, сівозміни й рівня інтенсифікації виробничих процесів.

Резервом збільшення виробництва цукрового буряка на підприємстві є підвищення ефективності використання технічних засобів, що забезпечують виконання технологічних процесів у виробництві. Це можливо при взаємозалежному системному підході до виконання наступних завдань: зниження втрат врожаю й забезпечення його якості; повноцінним використанням можливостей технічних засобів, оптимальних для умови їх застосування; оптимізація методів технічного, технологічного й організаційного забезпечення виконання процесів.

Основну роль в експлуатаційному забезпеченні технологічних процесів відіграють технологічні комплекси для оброблення цукрових культур. Ефективність використання технологічних комплексів багато в чому залежить від способу організації виконання робіт, відповідності параметрів і режимів роботи агрегатів, ланок і обслуговуючих підсистем умовам їх функціонування.

Виходячи із цього, мета дипломного проекту полягає в обґрунтуванні параметрів, режимів роботи й показників використання агрегатів на базі наявних тракторів John Deere в умовах господарства.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ППЛІС ЗЕРНОПРОДРОБ ПЗ</i>				5

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Загальна виробнича характеристика господарства

«Україна 2001» - підприємство, основним видом діяльності якого є вирощування цукрових буряків і виробництво цукру. Земельний банк підприємства - 41 ти. га. Основні напрямки діяльності [1]:

- Рослинництво [1]

З урахуванням того, що пріоритетна культура - цукровий буряк, на полях компанії не вирощують ріпак і соняшник.

У сівозміні тільки озима пшениця, ячмінь, кукурудза, соя.

Збір і переробка цукрових буряків забезпечується власними підрозділами - транспортним цехом і Теофіпольський цукровий завод.

- Елеватори [1]

Потужності одноразового зберігання елеватора «Україна 2001» становлять 74,7 тис. тон. Елеватор компанії складається з технологічної потокової лінії прийому, обробки, очищення, сушки, зберігання і відвантаження зерна, включає в себе приймальний пристрій зерна з автотранспорту, сушильну баню, механізовані ємності для прийому зерна, перевантажувальні норійні вежі, відпускні пристрої зерна на автомобільний і залізничний транспорт .

- Теофіпольський цукровий завод входить з структуру компанії.

На Теофіпольському цукровому заводі дві виробничі лінії. Коефіцієнт автоматизації технологічних процесів - 75-78%. У 2023/24 роках завод переробив 508,6 тис. т. цукрових буряків за 99 днів і виготовив 64,9 тис. т цукру (+ 4,7% в 2016/17 МР).

Сукупний обсяг експорту цукру в 2018 р. склав 50,2 тис. т. на суму 18,7 млн. доларів

- Енергетика [1]

На території Теофіпольського цукрового заводу в Хмельницькій області 22 грудня 2017 року відбулося офіційне відкриття біогазового

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛПЛЛГ ЗЕМКООПОООО ПЗ					

Поголів'я ВРХ, що утримується господарством

Вид тварин		Кількість
ВРХ	Бичків	2
	Телят	82
	Молочні породи	60
	М'ясні породи	192

Середня віддаленість полів від центральної садиби 20 км, загальна площа яких становить 42548 га.

1.3. Аналіз складу трудових ресурсів ТОВ «Україна 2001»

Таблиця 1.4

Структура трудових ресурсів ТОВ «Україна 2001»

Категорії працівників	Облікова чисельність			Явочна чисельність		
	на початок року	на кінець року	Відхилення, %	на початок року	на кінець року	Відхилення, %
1	2	3	4	5	6	7
Усього по АГРОФІРМІ:	184	125	-32%	69	64	-7%
АУП- усього в т.ч.:	15	17	13%	12	14	17%
Директори, зас-ки, кер-ки.	6	6	0%	3	3	0%
- директори	1	1	0%	1	1	0%
- заступники	1	1	0%	1	1	0%
- керуючі	3	3	0%			0%
- гол.інженер	1	1	0%	1	1	0%
Обліково-економічна служба	5	7	40%	5	7	40%
Бухгалтерія	4	5	25%	4	5	25%

Продовження таблиці 1.4

№ в.м.	Лист	№ докум.	Модифікація	Дата

ЛПА/ 2103.00.00.000 ПЗ
 ПЛІС 21 0100000000 ПЗ

Лист

11

1	2	3	4	5	6	7
Економісти	1	2	100%	1	2	100%
Інші службовці:	4	4	0%	4	4	0%
-відділ кадрів	1	1	0%	1	1	0%
-юрисконсульт	1	1	0%	1	1	0%
-фахівець із земельних питань	1	1	0%	1	1	0%
-диспетчери (секретарі)	1	1	0%	1	1	0%
Рослинництво всього в т.ч.:	95	62	-35%	28	17	-39%
Фахівці всього, у т.ч.:	6	3	-50%	0	1	0%
-агрономи	6	3	-50%		1	0%
Механізатори	82	59	-28%	28	16	-43%
Різнороби рослинництва	7		-100%			0%
Тваринництво всього в т.ч.:	12	15	25%	12	15	25%
Працівники обслуговуючі ВРХ, у т.ч.	12	15	25%	12	15	5% ²
Фахівці, в.т.ч.:	1	1	0%	1	1	0%
-зав.фермою, бригадири	1	1	0%	1	1	0%
Робітники (доярки, телятниці, скотарі, слюсарі і т.д.)	11	14	27%	11	14	27%
Допоміжне виробництво всього в т.ч.	62	31	-50%	17	18	6%
Водії	18	8	-56%	2	3	50%
РМБ (токарь, коваль, зварник, слюсар і т.д.)	12	4	-67%			0%
Інженера, механіки	3	3	0%		1	0%

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7
Зав. складом	2	2	0%	2	1	-50%
-зав. складом ГЗМ, з/частин	2	2	0%	2	1	-50%
-зав. складом зерна й добрив			0%			0%
Інші*	27	14	-48%	13	13	0%

* - в інші входять, охоронці, електрики, прибиральники, кухарі й т.п.

Таблиця 1.5

Середньомісячна заробітна плата в порівнянні 2020-2024 років

Категорії працівників	Середньомісячна зарплата, грн. в 2022 році	Середньомісячна зарплата, грн. в 2024 році	Відношення 2022 р. до 2024 р., %
Керівники, фахівці	15 985	18 557	16
Працівники рослинництва	6 650	9 416	42
Працівники тваринництва	4 620	3 572	-23
Водії	6 189	12 350	100
Працівники РММ	4 333	9 667	123

У складі основних фондів ТОВ «Україна 2001» відбуваються постійні зміни: вступають в експлуатацію нові, більш досконалі засоби виробництва; інші вибувають через фізичний або морального зношування, дію стихійних лих і таке інше; господарство нерідко передає основні фонди з одного господарства в інше.

Ефективність використання основних засобів характеризується своїми специфічними показниками, зміст і кількість яких залежить від їхнього функціонального призначення.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	ЛПЛІС 25 0100000000 ПЗ					12

В цілому аналізуючи економічну й господарську діяльність ТОВ «Україна2001» можна із упевненістю сказати, що підприємство є те, що розбудовується й перспективним, сприяє безумовному росту добробуту Теофіпольського району й області в цілому.

Мети й завдання даного проекту:

Розробити інтенсивні технології оброблення цукрового буряка.

Обґрунтувати річну зайнятість тракторів у господарстві.

Обґрунтувати параметри, режими роботи й показники використання агрегатів на базі тракторів John Deere.

Обґрунтувати параметри тракторів на комплексі робіт і розробити рекомендації з його агрегування.

Розробити запобіжний пристрій для прецизійного луцильного агрегату ЛДВ-3,0.

Проаналізувати соціально-економічні аспекти безпеки життєдіяльності.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ЛПІЛГ ЗЕМІКООООООО ПЗ</i>					13

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

2.1. Обґрунтування впровадження інтенсивних технологій і підвищення обсягів виробництва

Для збільшення ефективності виробничих процесів і зміцнення фінансової й матеріальної баз, підприємству ТОВ «Україна 2001» необхідно нарощувати обсяги переробки цукрового буряка.

Сьогодні цукровий завод підприємства переробляє 418,6 тис. тонн буряка (таблиця 2.1.), у той час як максимальний річний об'єм переробки буряка ТОВ «Україна 2001» становить близько 600 тис. тонн буряка. [1]

Таблиця 2.1

Планований баланс переробки цукрового буряка

Заготівля в заліковій вазі всього:	418,6 тис. тонн
у т.ч.:	
ТОВ «Україна 2001»	257,4 тис. тонн
Підприємства-партнери ТОВ «Україна 2001»	135 тис. тонн
Інші господарства.	26,2 тис. тонн

Виходячи з потенційної продуктивності заводу було б доцільно одержувати буряк від незалежних виробників Хмельницької області в обсязі 200-250 тис. тонн (з одночасним частковим зниженням обсягів буряка, що надходить з інших областей України). Для вирощування такого обсягу буряка необхідно задіяти близько 10 тис. га землі.

Існуючі, у цей час, обсяги заготівлі дуже низькі. Основними причинами цього можна назвати наступне:

- Виробництво цукрового буряка є досить капіталомістким процесом, що вимагають значних витрат як інвестиційного характеру (у першу чергу в спеціальну бурякову техніку), так і наявності обігових коштів (на закупівлю ПММ, добрив, засобів захисту рослин і т.п.). У цей час

більшість обласних сільськогосподарських підприємств такими ресурсами не має.

- Сучасне виробництво цукрового буряка є високотехнологічним і потребує неухильного дотримання всіх технологічних деталей виробничого процесу, що вимагає наявності кваліфікованого персоналу. На жаль, на сьогоднішній день, у більшості сільськогосподарських підприємств практично самою гострою проблемою є дефіцит як агрономічних, так і технічних кадрів.

З врахуванням вищезгаданих факторів, основним «магістральним» напрямком розвитку бурякосіяння є впровадження у всіх бурякосійних господарствах «європейської індустріальної технології» по вирощуванню цукрового буряка.

Успішне впровадження цієї технології складається з декількох складових:

- навчання персоналу бурякосійних господарств новим агротехнічним прийомам;
- технічне переоснащення сучасною буряковою технікою;
- використання в процесі бурякосіяння сучасного посівного матеріалу й засобів захисту рослин. [2].

«Індустріальна» технологія вирощування цукрових буряків заснована на застосуванні передових методик, а також широкої механізації й хімізації на всьому технологічному циклі виробництва. Ця технологія повністю виключає ручну праця й людський фактор на всіх етапах виробництва.

Без застосування передових технологій і широкої автоматизації виробництва неможливо вирощувати цукровий буряк на більших площах і одержувати високу врожайність.

Крім того, використання морально застарілої технології, на відміну від передової методики вирощування, суттєво збільшує витрати як господарств, так і самого заводу, а відповідно негативно позначається на конкурентоспроможності підприємства і його продукції.

					ДПА/ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		15

2. Визначення числа робочих годин [2]:

$$T_{рг} = D_p \cdot T_{см} \cdot K_{см} \quad , \quad (2.2)$$

де, $T_{см}$ – нормативна тривалість зміни, 8 год;

$K_{см}$ – найбільший можливий коефіцієнт змінності, $K_{см}=1,5$.

Кількість відпрацьованих годин $T_{рг}$ розраховуючи на один середній трактор парку тракторів даної марки $n_{і}$ визначається:

3. Наробіток агрегату за зміну:

$$W_{см} = 0,1 \cdot WV \cdot \tau \cdot K_{об} \quad , \quad (2.3)$$

де, $W_{см}$ - **наробіток агрегату за зміну;**

W - робоча ширина захвату агрегату, м;

V - робоча швидкість, м/с ;

τ - коефіцієнт використання часу зміни;

$K_{об}$ - узагальнений поправочний коефіцієнт на метеорологічні умови, кам'янистість, складність конфігурації полів тощо.

3. Годинна продуктивність агрегату :

$$W \cdot W_{см} / T_{см} \quad (2.4)$$

4. Необхідне число агрегатів для виконання операції :

$$n_T = \frac{F}{W \cdot T_{рч}} \quad , \quad (2.5)$$

де F - площа зайнята даної культурою, га.

5. Визначення кількості відпрацьованих годин :

$$T_{рті} = \frac{n_T \cdot T_{рч}}{n_{ті}} \quad (2.6)$$

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

де, n_T – необхідне число агрегатів для виконання даної операції.

Проведені розрахунки зведено до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Технологічна карта виконуваних робіт

№	Культура, вид обробки	Цукровий буряк			Число робочих днів, Др	Кількості робочих годин, Трг	Продуктивність за годину, W	Необхідне число агрегатів, n _т	Трт _т
		Строки виконання робіт	Обсяг роботи	Склад агрегату					
1	Луцнення стерень	05,08- 20,08	42573	J. DEERE 4755+ ЛДГ- 15 Б	15	210	2,56	79	210
2	Оранка	25,08- 25,09	42573	J. DEERE 4755+ Euro - Diamant 10L100, 6+1	30	421	0,36	280	421
3	Передпосівна культивация	15,04- 25,04	42573	J. DEERE + Lemken Kompaktor 800	10	140	2,38	128	140
4	Посів	26,04- 06,05	42573	J. DEERE + Multicorn Monopil SE- 24 ряд	10	140	1,42	214	140
Усього:									911

Аналіз технологічних карт показав, що один середній трактор J. DEERE 4755 затрачає часу на основну, передпосівну обробку ґрунту й на посів 911 год.

2.4. Обґрунтування параметрів, режимів роботи й показників використання агрегатів на базі тракторів Johne Deere

2.4.1. Обґрунтування складу й робочої швидкості ресурсозберігаючої технології

Сили опору сільськогосподарської машини в загальному випадку характеризуються тяговим опором, який описується раціональною формулою В.П. Горячкіна, отримана відносно плугів:

$$R_M = 10^{-3} \cdot m_M \cdot R f_M + K_{\Pi} \cdot a_M \cdot b_M + f a_M \cdot b_M \cdot V^2, \text{кН} \quad (2.7)$$

де, m_M – маса плуга, кг;

f_M – коефіцієнт опору роботи плуга у відкритій борозні;

K_{Π} – питомий тяговий коефіцієнт опору плуга кН/м²;

a_M b_M – глибина обробки й ширина захвата, м;

ε – коефіцієнт швидкісного опору плуга кН·с²/м⁴;

V – швидкість плуга, м/с. [2]

Доданки в цій рівності характеризують сили опору, які пов'язані з переміщенням плуга по полю, з деформацією шару, що відрізається, ґрунту й з передачею часткам ґрунту кінетичної енергії.

Загальні складові сил опору, що входять в рівність, пов'язані з обробкою с/г технологічних матеріалів, притамманні практично для всіх типів с/г машин і відповідно дозволяють намітити загальні напрямки, як енергозбереження, так і ресурсозбереження в цілому від стадії конструювання до виробничої експлуатації.

До таких напрямків відносяться: створення полегшених конструкцій машин з більш якісних матеріалів; розробка оптимальних геометричних форм робочих органів с/г, що забезпечують мінімальну витрату енергії на обробку технологічних матеріалів при високій якості роботи (це виражається в зменшенні значень f , K_{Π} , ε); оптимальне налаштування робочих органів на необхідний режим роботи; гарна підготовка полів, включаючи вирівнювання

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

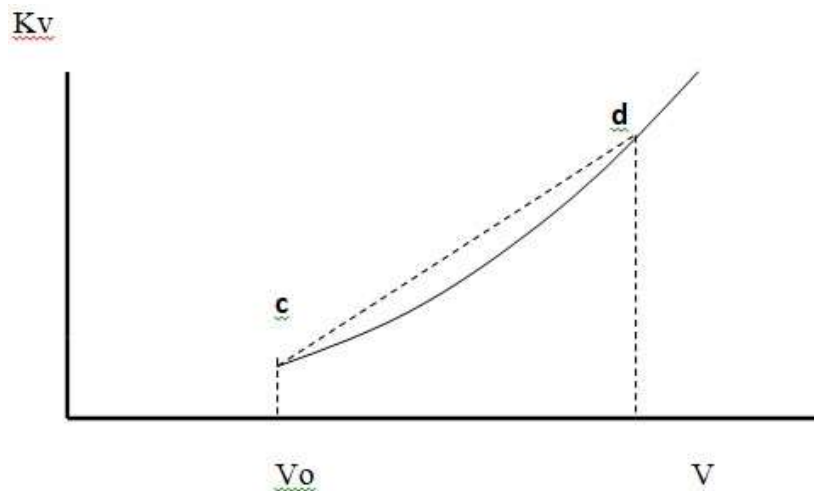


Рис.2.1 Вплив швидкості на питомий тяговий опір с/г машини.

З врахуванням нерівного рельєфу слід розраховувати питомий тяговий опір, пов'язане з подоланням підйому: c

$$K_{Va} = K_V + 10^{-3} \cdot m_{my} \cdot K \sin \alpha, \quad (2.11)$$

де, α – кут підйому, град.

На підставі формул (2.8-2.10) тяговий опір виразимо у вигляді:

$$R_M = K_{Va} \cdot b_M = (K_V + 10^{-3} \cdot m_{my} \cdot g \cdot \sin \alpha) \cdot b_M \quad (2.12)$$

Загальний тяговий опір причіпної частини всього агрегату з розрахунку на одну машину й з врахуванням тягового опору зчіпки визначається, кН:

$$K_a = K_{Va} + 10^{-3} \cdot m_{cy} \cdot K(f_c \cdot \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (2.13)$$

де, K_a – загальний питомий тяговий опір робочих машин і зчіпки;

m_{cy} – середня питома маса зчіпки, кг/м;

f_c – коефіцієнт опору коченню, $f_c=0,16$.

Проведені розрахунки занесено до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Питомі тягові опори й маси машин

Вид операції	K_0 , кН/м ²	K , кН/м	ΔK	m_{my} ,кг/ м	m_{cy} ,кг/ м
Оранка середніх ґрунтів	42	-	0,108	616	-
Лущення стерень і дискування	-	1,60	0,108	254	-
Суцільна культивуація	-	1,90	0,144	202	110
Посів	-	1,60	0,10	500	89

Машинно-тракторний агрегат являє собою сукупність джерела енергії (двигуна), передавального механізму (трансмісія), допоміжних пристроїв (начіпного, а також причіпного механізмів і зчіпки) і робочих машин.

Ресурсозберігаючий діапазон потужності трактора обирається за наступними даними.

Дослідженнями встановлене, що кожній комбінації природно-виробничих умов, включаючи довжину гонів L і інші, відповідає така оптимальна потужність $N_{НО}$, при якій основний показник ресурсозбереження – приведені витрати $C_{П}$ (р./га) – приймає мінімальне значення $C_{П}=C_{ПМ}$. Якщо оптимальна потужність $N_{НО}$, яка відповідає критерію $C_{П} \rightarrow \min$, недостатньо задовольняє конкретним місцевим умовам, то можливе визначення відповідної компромісної потужності $N_{НК}$. Наприклад, при нестачі механізаторських кадрів або при нестійких погодних умовах бажано мати більш високу продуктивність при компромісному контрольованому рівні наведених витрат $C_{ПК}$, щоб виконати роботи у встановлені агротехнічні строки з дотриманням вимог ресурсозбереження.[2]

Таблиця 2.5

Рекомендовані діапазони ресурсозберігаючих потужностей двигунів тракторів для виконання заданих операцій

Вид операції	Довжина гонів, м			
	300-400	400-600	600-1000	1000 і більш
	Діапазон потужності, кВт			
Оранка середніх ґрунтів	70-124	75-135	84-156	109-213
Лущення стерень і дискування	61-110	74-138	83-160	106-217
Суцільна культивуація	55-95	67-119	84-155	99-187
Посів	54-87	59-94	62-101	69-114

Схема такого компромісного рішення показано на рис 2.3 Ухвалюючи припустимі збільшення $\Delta C_{П}$ мінімальних наведених витрат $C_{ПМ}$, одержуємо

компромісну потужність $N_{НК}$, яка значно більше оптимальної $N_{НО}$				Лист
ДПА/ 25.01.00.00.000 ПЗ				23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

V – швидкість при робочому ході, м/с.

Цей критерій еквівалентний мінімуму питомої витрати палива розраховуючи на 1 м^2 обробленої площі при робочому ході агрегату:

$$\theta_P = \frac{G_T}{B \cdot V} = \frac{N_H \cdot \xi_N}{B \cdot V} \cdot g_e \rightarrow \theta n \quad (2.15)$$

де, θ_P – питома витрата палива при робочому ході агрегату, г/м²;

g_e – відповідна питома витрата палива двигуном, г/кВт•с;

G_T – витрата палива двигуном за одиницю часу, кг/с.

Оскільки значення g_e при нормальному завантаженні двигуна можна прийняти постійним ($g_e \approx \text{const}$), то відповідно критерії (2.14) і (2.16) будуть еквівалентними.

При робочому ході, що встановився, ширину захвата тягового агрегату можна визначити, м:

$$B \frac{P_{kp}}{K_a}, \quad (2.17)$$

Тоді критерій оптимальності прийме вигляд:

$$E_P = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot K_a}{V \cdot P_{крн} \cdot \varepsilon_{кр}} = \frac{K_a}{\eta_m}, \quad (2.18)$$

де, $P_{крн}$ – номінальне тягове зусилля трактора, кН;

ε_N – коефіцієнт використання номінального тягового зусилля трактора;

η_m – тяговий ККД трактора.

При наявності тягової характеристики трактора для відповідного ґрунту в рівність (2.17) підставляємо послідовні взаємозалежні значення $P_{крн}$, V і K_P з (2.13). З урахуванням впливу швидкості на різних передачах і чисельним розв'язкам, при $E_P = E_{P \text{ min}}$, одержимо V_0 і $P_{кpo} = P_{рko} \cdot \xi_N$.

Однак тягові характеристики з необхідною точністю частіше відсутні, особливо для нових і перспективних тракторів.

Виходячи із цього, оптимальні значення P_{PKO} й V_O рекомендуються визначити викладеним нижче спрощеним аналітичним методом (без тягової характеристики трактора).

ККД трактора η_T в остаточному підсумку є функцією енергонасиченості E и теоретичної швидкості:

$$\eta_T = \eta(E \cdot V_T), \quad (2.19)$$

де, $E = \frac{N_H}{10^{-3} \cdot m}$ – енергонасиченість трактора, кВт/т.

Значення K_a в (2.17) загальному випадку визначається з рівності (2.13), і також є функцією енергонасиченості трактора E и теоретичної швидкості V_T :

$$K_a = f \cdot (E \cdot V_T), \quad (2.20)$$

Справедливість цієї залежності впливає з рівностей (2.9) і (2.10), у яких можна прийняти:

$$V = V_T \cdot (1 - \delta), \quad (2.21)$$

де, δ – буксування рушіїв трактора.

Таким чином, критерій оптимальності одержимо у вигляді функції:

$$E_P = \frac{K_a}{\eta_T} = \frac{f_{K \cdot (\partial \cdot V_T)}}{f_T \cdot (\partial \cdot V_T)} \rightarrow E \eta \quad (2.22)$$

Оптимальну теоретичну швидкість V_{TO} одержимо на підставі ... за умовою $dE_P = dV_T = 0$. При цьому виділемо, що V_{TO} залежить в основному не від абсолютного значення питомого опору, а від співвідношення:

$$M_K = \frac{\Delta K}{(1 - \Delta K \cdot V_O)}, \quad (2.23)$$

Результати практичних розрахунків за критерієм оптимальності показали, що з ростом енергонасиченості трактора E оптимальна теоретична швидкість V_{TO} й відповідне їй буксування δ_o зростають.

При цьому чим більше μ_K , тим менше V_{TO} й більше δ_o при рівних значеннях енергонасиченості трактора E . Найбільше значення V_{TO} й

найменше значення δ_0 при рівних енергонасиченостях мають місце при $\mu_K=0$, що відповідає максимуму тягового ККД трактора $\eta_T \rightarrow \max$. [2]

Дані усіх відповідних розрахунків зведено до таблиці 2.6.

Таблиця 2. 6

Основні дані по тракторах

Трактор	Потужність N_H , кВт	Експлуатаційна маса m , кг	Е, кВт	Тяговий клас	Колісна формула
J.D.6400	64	4680	14	2	4 К4
J.D.5725	84	5200	14	2	4 К4
J.D.6930	95	6300	14	2	4 К4
J.D.4755	132	8240	16	3	4 К4
J.D.7530	175	9350	16	4	4 К4
J.D.8130	215	10340	19	5	4 К4
J.D.8330	270	11500	19	5	4 К4

Значення Е для використовуваних тракторів наведено в таблиці 2.6.

Значення буксування δ_0 , що відповідає оптимальному енергозберігаючому режиму роботи із критерію (2.21), при цьому часто виходить за припустимі межі $\delta_D: \delta_D=0,15$ - для колісних тракторів 4К4; $\delta_D=0,17-0,18$ - для колісних тракторів 4К2 (у розрахунках прийняти $\delta_D=0,18$); $\delta_D=0,05$ - для гусеничних тракторів.

Таким чином, шукані значення оптимальної теоретичної швидкості V_{TO} повинні визначатися в діапазоні буксувань:

$$\delta = \delta_0 \dots \delta_D \quad (2.24)$$

В межах зазначеного діапазону буксувань на підставі різноманітних практичних розрахунків установлені співвідношення між δ_0 й δ_D .

$$\delta_0 = \gamma \cdot \delta_D \quad (2.25)$$

Таблиця 2.7

Значення поправочних коефіцієнтів γ

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ

Тип трактора	Енергонасиченість Е, кВт/т	Значення μ_K					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
		Стерні				Поле, підготовлене під посів	
		Значення γ				Значення γ	
4К4(ОР)	8	0,816	0,949	1,0	1,0	0,906	1,0
	12	0,886	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	0,938	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8
4К4(РР)	8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

З отриманих результатів наочно видно, що для сучасних енергоефективних тракторів при оптимальному енергозберігаючому режимі їх роботи із критерію (2.21), буксуванню δ_o в більшості випадків виходить за припустимі межі. При цьому з ростом енергонасиченості суттєво збільшуються й мінімальні питомі витрати. Для зменшення цього росту необхідно забезпечити значення $\mu_K \approx 0$ при $\Delta K \approx 0$. [2]

Критерій (2.21) при цьому відповідає максимуму тягового ККД трактора $\eta \rightarrow \max$, при якому, як показують розрахунки, буксування майже всіх тракторів залишається в припустимих границях при всіх реальних значеннях енергонасиченості.

На підставі (2.24) одержимо вираз для буксування в оптимальному режимі:

$$\delta_o = \gamma \cdot \delta_D = \frac{a \cdot \varphi_{\text{кро}}}{b - \varphi_{\text{кро}}} \quad (2.26)$$

Відповідний оптимальний коефіцієнт використання експлуатаційної ваги трактора $\varphi_{\text{кро}}$, одержимо:

$$\varphi_{\text{кро}} = \frac{P_{\text{кро}}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = \frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_D}{a + \gamma \cdot \delta_D} \quad (2.27)$$

Значення a, b, f

Тип трактора	Стерні			Поле, підготовлене під посів		
	a	b	f	a	b	f
4К4 з колесами різного розміру	0,193	0,919	0,08...0,10	0,212	0,880	0,16...0,20
4К4 з колесами однакового розміру	0,110	0,773	0,08...0,10	0,0834	0,609	0,16...0,20

Із цієї рівності одержимо значення шуканої оптимальної сили тяги трактора:

$$P_{\text{рко}} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \left(\frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_{\text{Д}}}{a + \gamma \cdot \delta_{\text{Д}}} \right), \quad (2.28)$$

Відповідну оптимальну теоретичну швидкість $V_{\text{ТО}}$ визначимо:

$$V_{\text{ТО}} = \frac{N_{\text{Н}} \cdot \xi_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ТР}}}{P_{\text{рко}} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} \quad (2.29)$$

Значення коефіцієнта опору коченню трактора на відповідному ґрунті наведено в таблиці (2.15), а для $\xi_{\text{Н}}$ і $\eta_{\text{ТР}}$ ухвалюємо усереднені значення $\xi_{\text{Н}} = 0,90$ і $\eta_{\text{ТР}} = 0,88$.

Шукану оптимальну робочу швидкість агрегату $V_{\text{О}}$ одержимо на підставі:

$$V_{\text{О}} = V_{\text{ТО}} \cdot (1 - \delta_{\text{Д}} \cdot \gamma) \quad (2.30)$$

Розрахункова оптимальна ширина захвата визначається по формулі:

$$B_{\text{РО}} = \frac{1}{K_{\alpha}} \cdot (P_{\text{рко}} - 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha). \quad (2.31)$$

За значенням $B_{\text{РО}}$ розраховується число машин:

$$n_{\text{МРО}} = \frac{B_{\text{РО}}}{b_{\text{М}}}, \quad (2.32)$$

де $b_{\text{М}}$ – ширина захвата однієї машини.

Фактичне число машин у складі агрегату $n_{\text{М}}$ одержимо шляхом округлення значення $n_{\text{МРО}}$ в менший бік відповідно до рівняння:

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		28

$$n_m \leq n_{mро}, \quad (2.33)$$

Для одномашинних агрегатів необхідно забезпечити умову:

$$n_{mро} \geq 1, \quad (2.34)$$

Розрахунковий фронт зчіпки для багатомашинних агрегатів ($n_m \geq 2$) визначається по формулі:

$$\Phi_{cp} = (n_m - 1) \cdot b_m, \quad (2.35)$$

За значенням Φ_{cp} підбирається зчіпка з фактичним фронтом Φ_c за умовою:

$$\Phi_c \geq \Phi_{cp}, \quad (2.36)$$

Таблиця 2.9

Основні дані по зчіпках

Зчіпка	Маса, кг	Фронт зчіпки Φ_c , м
СП-11А	915	7,2
С-11У	700	11,0
СП-16	1762	13,5

Фактичне завантаження трактора в складі тягових агрегатів визначається за фактичним значенням тягового опору обраної зчіпки й усіх робочих машин:

$$R_{af} = n_m (b_m \cdot K_V + 10^{-3} m_m \cdot g \cdot \sin \alpha) + 10^{-3} m_c \cdot R, \quad (2.37)$$

де, m_m, m_c – відповідно маса однієї машини й зчіпки, кг;

f_c – коефіцієнт опору коченню зчіпки.

Фактичне завантаження трактора оцінюється коефіцієнтом використання оптимальної сили тяги:

$$\xi_{кро} = \frac{R_{af} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha}{P_{кро}}, \quad (2.38)$$

Бажане одержати значення $\xi_{кро}$ в діапазоні $\xi_{кро} \approx 0,85 \dots 1$.

Прийнятність значення $\xi_{кро} = 1$ обумовлена тим, що раніше при визначенні $P_{кро}$ був врахований припустимий коефіцієнт завантаження двигуна по потужності $\xi_N \approx 0,9$. Якщо $\xi_{кро} < 0,80$, то слід виявити можливість

роботи на більш високій швидкості, підставити в (2.38) замість P_{KPO} значення R_{af} . [2]

2.4.2. Визначення продуктивності й експлуатаційних витрат при роботі машинно-тракторних агрегатів

Продуктивність агрегату залежить не тільки від швидкості й ширини захвата, але й безлічі природно-виробничих факторів: довжини гонів, складності конфігурації полів, кам'янистості, втрат часу зміни на холості повороти, на технічне обслуговування і т.д. Ефективним і найбільш економічним шляхом врахування зазначених факторів при розрахунках продуктивності агрегату є використання наявний типовий нормативної інформації. [2]

Продуктивність агрегату в заданих умовах при цьому визначається з рівності:

$$WW^T \cdot K_{OB} = 0,36 \cdot K_{OB} \cdot B \cdot V \cdot \tau, \quad (2.39)$$

де, W, W^T – продуктивність агрегату в заданих і типових умовах, га/год;

B – робоча ширина захвата, м;

V – робоча швидкість, м/с;

τ – коефіцієнт використання часу зміни в типових умовах;

K_{OB} – узагальнений поправочний коефіцієнт часу зміни.

Узагальнений коефіцієнт визначається у вигляді добутку коефіцієнтів:

$$K_{OB} = K_K \cdot K_h \cdot K_C \cdot K_{II} \cdot K_P, \quad (2.40)$$

де, $K_K \cdot K_h \cdot K_C \cdot K_{II} \cdot K_P$ - поправочні коефіцієнти на кам'янистість, висоту над рівнем моря, складність конфігурації полів, перешкодами на полях, рельєф.

Таблиця 2.10

Значення поправочних коефіцієнтів:

1. На кам'янистість

Види робіт	Ступінь кам'янистості			
	відсутня	слабка	середня	сильна
Орні	1,00	0,98	0,92	0,85

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ		Лист
							29
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата			

Витрата палива на одиницю виконаної роботи визначається:

$$\Theta = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot g_e}{10^3 \cdot W} \cdot \nu_0, \frac{\text{кг}}{\text{га}} \quad (2.50)$$

Прямі експлуатаційні витрати коштів визначаються:

$$C_E = C_\theta + C_3 + C_{APTO}, \quad (2.51)$$

де, C_E – прямі витрати грн/га;

C_θ – витрати на паливо, грн/га;

C_3 – витрати на зарплату грн/га;

C_{APTO} – сумарні витрати на амортизацію, ремонт, технічне обслуговування, грн/га.

- витрати на паливо:

$$C_\theta = C_k \theta, \quad (2.52)$$

де, $C_k = 28$ грн/кг ціна комплексного палива.

- витрати на зарплату:

$$C_e = \frac{1}{W} \cdot \sum m_{max} \cdot \mu \cdot f, \quad (2.53)$$

де, f – тарифна ставка, грн/год;

μ – коефіцієнт, що враховує додаткові нарахування.

Таблиця 2.11

Тарифні ставки трактористів-машиністів грн./год

Тарифні розряди	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ставки, грн.	19,06	24,78	32,22	36,41	41,17	46,51	52,61	59,47	67,29	76,06

-сумарні витрати на амортизацію, ремонт, технічне обслуговування:

$$C_{APTO} = \frac{1}{W} \left(\frac{C_{BT} \cdot a_{APTO}^T}{100 \cdot T_{GT}} + \frac{C_{BC} \cdot a_{APTO}^C}{100 \cdot T_{GC}} + \frac{C_{BM} \cdot a_{APTO}^M}{100 \cdot T_{GM}} \right), \quad (2.54)$$

де, C_{BT} , C_{BC} , C_{BM} – балансові ціни відповідно трактора, зчіпки й робочої машини, грн.;

T_{GT} , T_{GC} , T_{GM} – річні завантаження трактора, зчіпки й робочої машини;

a_{APTO} – сумарні норми річних відрахувань на реновацію, ремонт і ТО, %.

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						32

Балансові ціни на с/г техніку визначаються, грн.:

$$Ц_B = \varphi_T \cdot Ц, \quad (2.55)$$

де, $Ц$ – оптові ціни на с/г техніку, грн.;

$\varphi_T=1,1$ -коефіцієнт враховуючий додаткові витрати на доставку й складання.

Наведені експлуатаційні витрати визначаються, грн./га:

$$C_T = C_{\Sigma} + E_H \cdot K_Y, \quad (2.56)$$

де, $E_H=0,10$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_Y - питомі капіталовкладення, грн./га.

$$K_Y = \frac{1}{W} \left(\frac{C_{\text{бм}}}{T_{\text{зм}}} + \frac{C_{\text{бс}}}{T_{\text{зс}}} + \frac{C_{\text{бм}}}{T_{\text{зм}}} \right), \quad (2.57)$$

Розрахунки

Розрахунки будемо вести на прикладі трактора й J.D.8420 на оранці.

Таблиця 2.12

Вихідні дані

Параметр	Позначення	Значення
1	2	3
Потужність трактора,кВт	N_H	217
Маса трактора,кг	m	10346
Маса плуга,кг	m_n	2450
Балансова вартість трактора,грн	B_m	4878000
Балансова вартість плуга,грн	B_n	288000
Норма амортизації,ТО й ремонт трактора%	a_{APTO}	14
Норма амортизації,ТО й ремонт плуга%	a_{APTO}	20
Річне завантаження трактора в господарстві, год	T_{zm}	1700
Річне завантаження плуга, год	T_{zm}	1070
Коефіцієнт завантаження двигуна	εN	0,9
Кут схилу, град	α	5

- значення K_V

$$K_V = a_m \cdot K_o [1 + \Delta K (V - V_o)] = 0.25 \cdot 42 [1 + 0.108(2.22 - 1.4)] = 10 \text{кН/м}$$

де, ΔK і K_o вибираються по таблиці 2.11

- в умовах нерівності рельєфу:

- загальний питомий тяговий опір робочих машин:

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$K_{Va} = K_V + 10^{-3} m_{my} \cdot g \cdot \sin \alpha = 10 + 10^{-3} 616 \cdot 9,8 \cdot 0,087 = 10,53 \text{ кН/м}$$

$K_a = K_{Va} = 10,3 \text{ кН/м}$, тому що відсутня складова зчіпки.

- визначення сили тяги трактора:

$$P_{\text{рко}} = 10^{-3} m g \left(\frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_D}{a + \gamma \cdot \delta_D} \right) = 10^{-3} 10346 \cdot 9,8 \left(\frac{0,919 \cdot 1,0 \cdot 0,15}{0,193 + 1,0 \cdot 0,15} \right) \\ = 40,79 \text{ кН}$$

де, значення a, b й γ наведено в таблиці 2.15

- відповідну оптимальну теоретичну швидкість V_{TO} визначимо:

$$V_{\text{то}} = \frac{N_H \cdot \xi_N \cdot \eta_{\text{тр}}}{P_{\text{рко}} + 10^{-3} m g f} = \frac{217 \cdot 0,9 \cdot 0,88}{40,79 + 10^{-3} 10346 \cdot 9,8 \cdot 0,09} = 3,44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де $f=0,09$.

- оптимальна робоча швидкість агрегату:

$$V_{o1} = V_{\text{то}} (1 - \delta_D \cdot \gamma) = 3,44 (1 - 0,15 \cdot 1,0) = 2,924 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де, δ_D - припустимі значення буксування, $\delta_D = 0,15$ для колісних тракторів 4К4

- розрахункова оптимальна ширина захвата визначається по формулі:

$$B_{\text{ро}} = \frac{1}{K_a} (P_{\text{рко}} - 10^{-3} m g \sin \alpha) = \frac{1}{10,6} (40,79 - 10^{-3} 10346 \cdot 9,8 \cdot 0,087) \\ = 3,02 \text{ м}$$

Вибираємо плуг ЕвроДіамант10 L100 із шириною захвата $b_M=315 \text{ см}$.

По значенню $B_{\text{ро}}$ розраховується число машин:

$$n_{\text{мро}} = \frac{b_{\text{ро}}}{b_M} = \frac{3,15}{3,02} = 1,04 \rightarrow 1 \text{ машина,}$$

де, b_M – ширина захвата однієї машини.

- фактичне значення тягового опору всіх робочих машин:

$$R_{\text{аф}} = n_M (b_M \cdot K_V + 10^{-3} m_M \cdot g \cdot \sin \alpha) + 10^{-3} m_C \cdot R,$$

де m_M, m_C – відповідно маса однієї машини й зчіпки, кг; [2]

f_C – коефіцієнт опору коченню зчіпки, $f_C=0,16$.

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$R_{аф} = 3,01(1 \cdot 10 + 10^{-3} 10346 \cdot 9,8 \cdot 0,087) = 38,92 \text{ кН/м},$$

- коефіцієнтом використання оптимальної сили тяги:

$$\xi_{\text{кро}} = \frac{R_{аф} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha}{P_{\text{кро}}} = \frac{38,92 + 10^{-3} \cdot 10346 \cdot 9,8 \cdot 0,087}{40,79} = 1,17.$$

- мінімальні енерговитрати:

$$E_p = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N}{V \cdot B} = \frac{217 \cdot 0,9}{2,924 \cdot 3,01} = 22,19 \text{ кДж/м}^2.$$

- чиста продуктивність:

$$\Pi = V \cdot B = 2,924 \cdot 3,01 = 8,801 \text{ м}^2/\text{с}$$

- узагальнений коефіцієнт $K_{\text{Об}}$:

$$K_{\text{Об}} = K_K K_h K_C K_{\Pi} K_P = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 = 0,98;$$

$K_K, K_h, K_C, K_{\Pi}, K_P$ - вибираємо по таблиці 2.17

- коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{h_w - a_w \cdot \Pi}{1 + K_w \cdot \Pi} = \frac{0,945 - 0,0105 \cdot 8,801}{1 + 0,0358 \cdot 8,801} = 0,95.$$

h_w, a_w, K_w – статистичні коефіцієнти [7],

- годинна продуктивність агрегату:

$$W 0,36 \cdot K_{\text{Об}} \cdot B \cdot V \cdot \tau = 0,36,36 \cdot 0,98 \cdot 3,01 \cdot 2,924 \cdot 0,95 = 2,95 \text{ га/год.}$$

- працезатрати:

$$H = \frac{1}{2,95} = 0,34 \frac{\text{люд.} \cdot \text{год}}{\text{га}}.$$

- витрата палива:

$$\Theta = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot g_e}{10^3 \cdot W} \cdot v_0 = \frac{217 \cdot 0,9 \cdot 238}{1000 \cdot 2,95} \cdot 0,852 = 13,42 \frac{\text{кг}}{\text{га}}$$

- витрати на паливо:

$$Z_0 = \Theta \cdot \Pi_k = 13,42 \cdot 28 = 161,09 \text{ грн/га},$$

де, Π_k – ціна комплексного палива, $\Pi_k = 28$ грн/кг.

- витрати на зарплату:

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Необхідно знайти трактор, підсумовуючи показники наведених витрат для кожного трактора з урахуванням обсягів робіт.

$$C_S = \sum C_{\text{при}} F_i \rightarrow \min \quad (2.58)$$

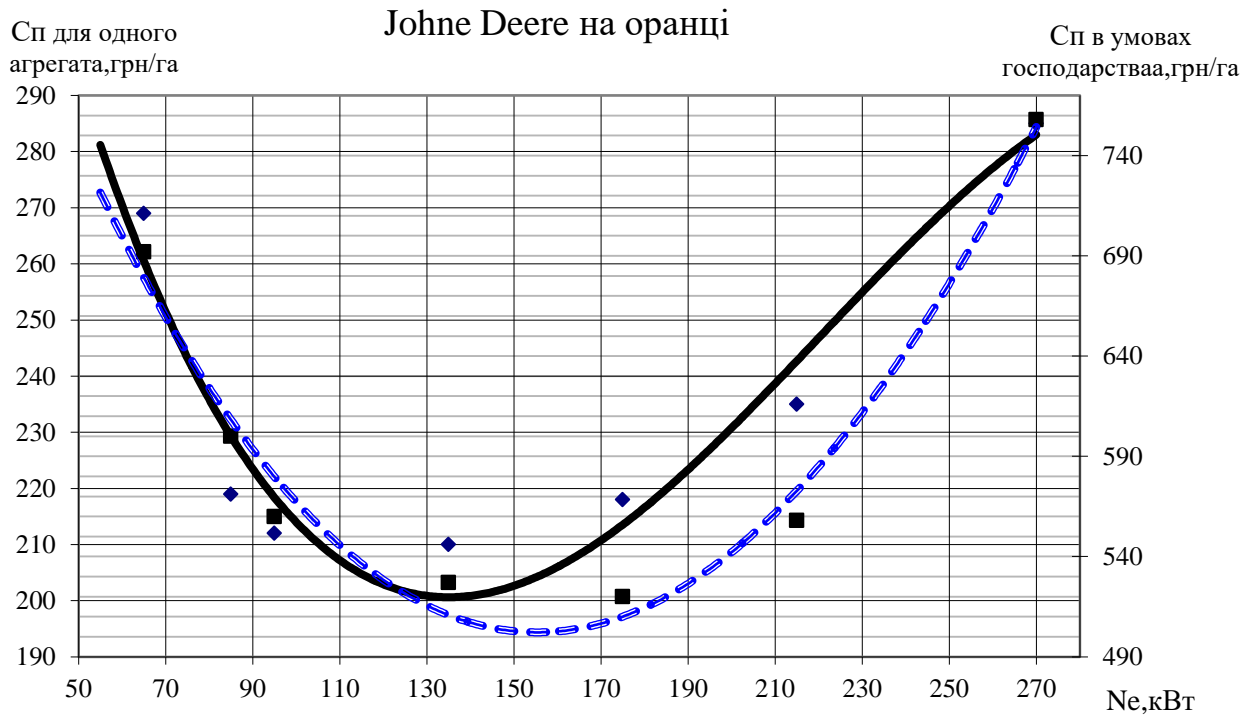


Рис.2.3 Витрати агрегатів на базі трактора JD на оранці

Сп для одного трактора,грн/га

Johne Deere на посіві

Сп в умовах господарства,грн/га

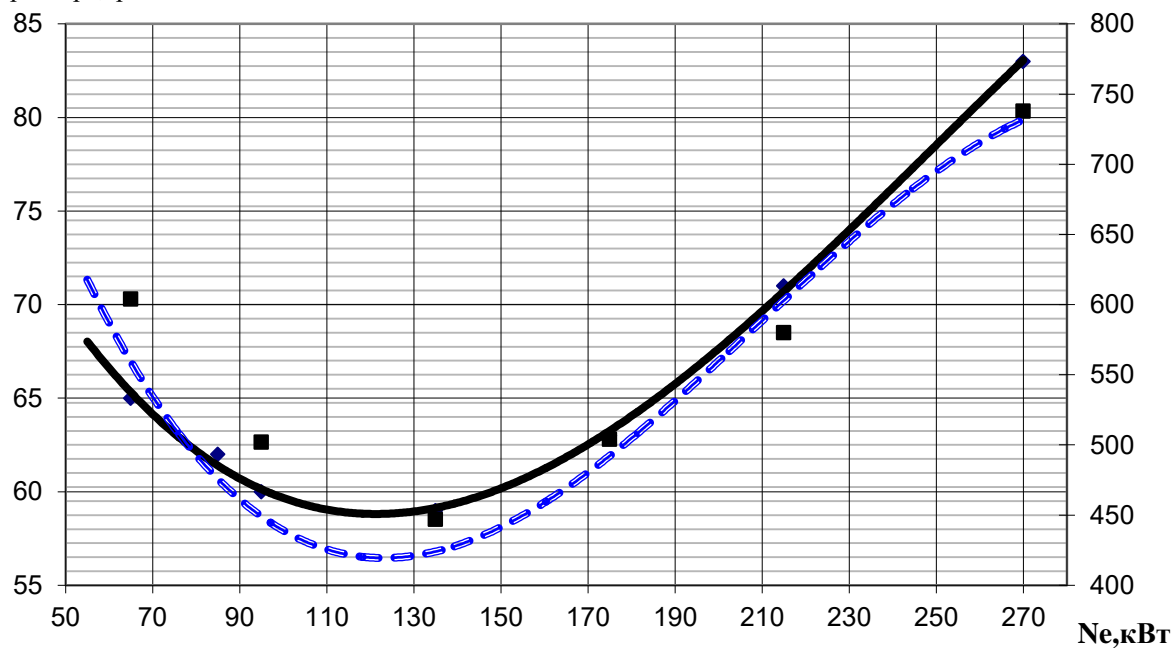


Рис.2.4 Витрати агрегатів на базі трактора JD при проведенні посівних робіт

Сп для одного трактора,грн/га

Johne Deere на культивації

Сп в умовах господарства,грн/га

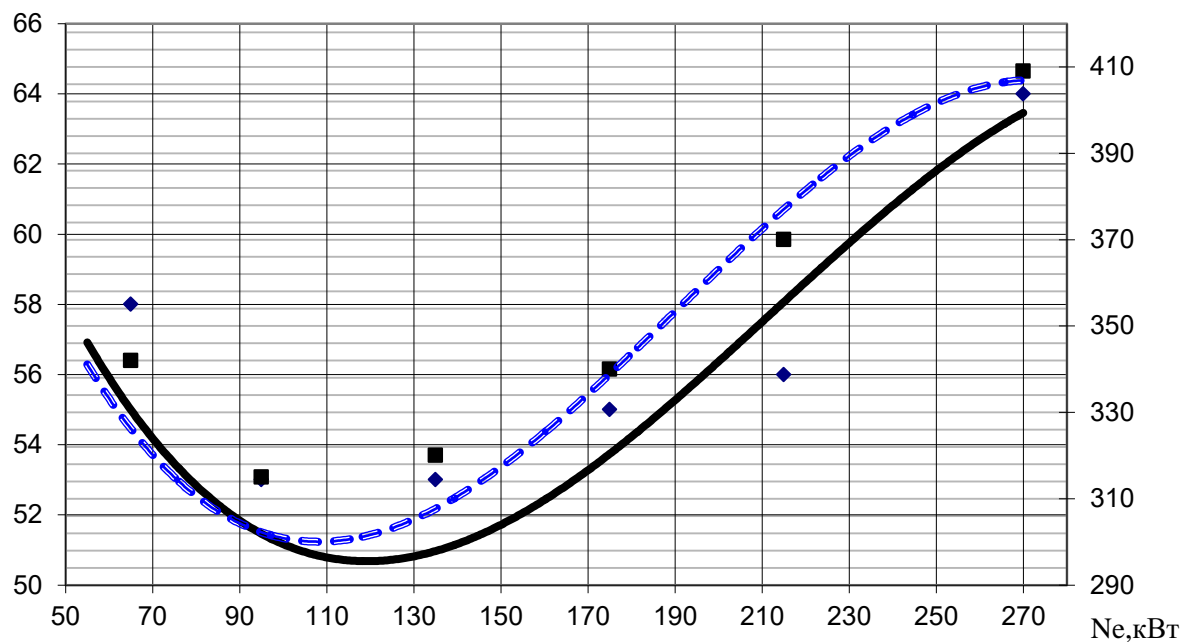


Рис.2.5 Витрати агрегатів на базі трактора JD при культивації

Сп для одного трактора, грн/га

Johne Deere при луценні

Сп в условиях хозяйства, грн/га

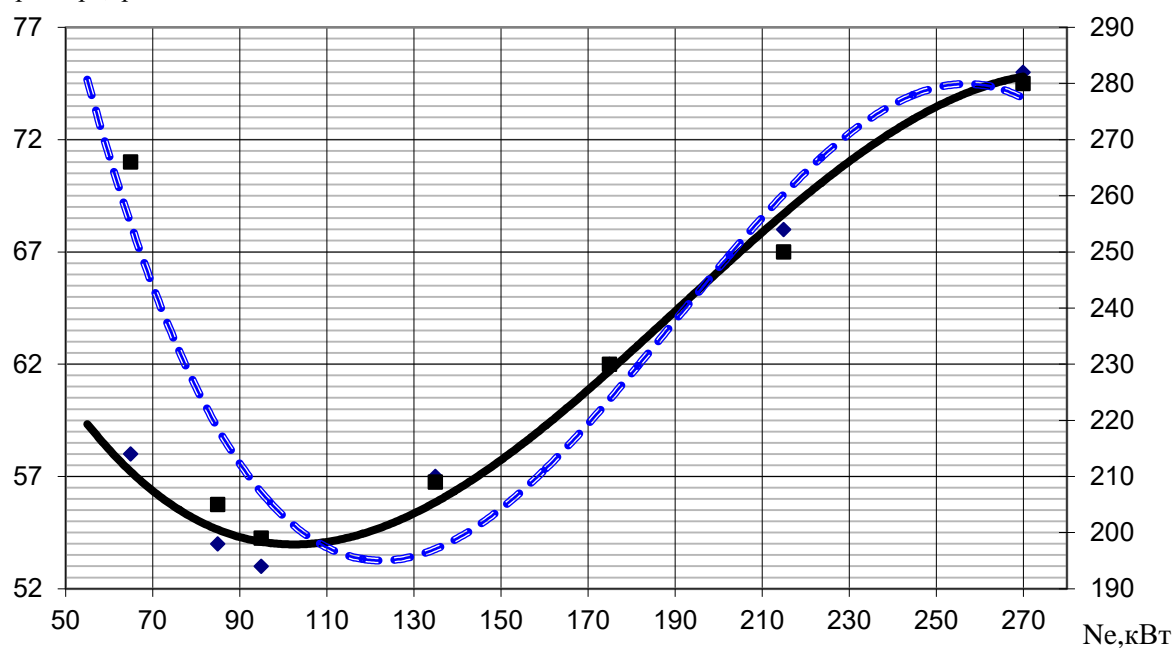


Рис.2.6 Витрати агрегатів на базі трактора JD при луценні

Таблиця 2.13

Розрахунки сумарних витрат агрегатів на базі тракторів J.D. в умовах господарства

Вид робіт	Площа, га	Сумарні витрати, грн/га						
		J.D. 6400	J.D. 5725	J.D. 6930	J.D. 4755	J.D. 7530	J.D. 8130	J.D. 8330
Оранка	42573	692	580	550	527	537	558	758
Посів	42573	604	360	502	503	504	580	738
Культивація	42573	342	270	315	320	340	370	409
Луцення	42573	266	205	199	209	230	250	280
На сумі робіт		1904	1520	1480	1503	1611	1758	2185

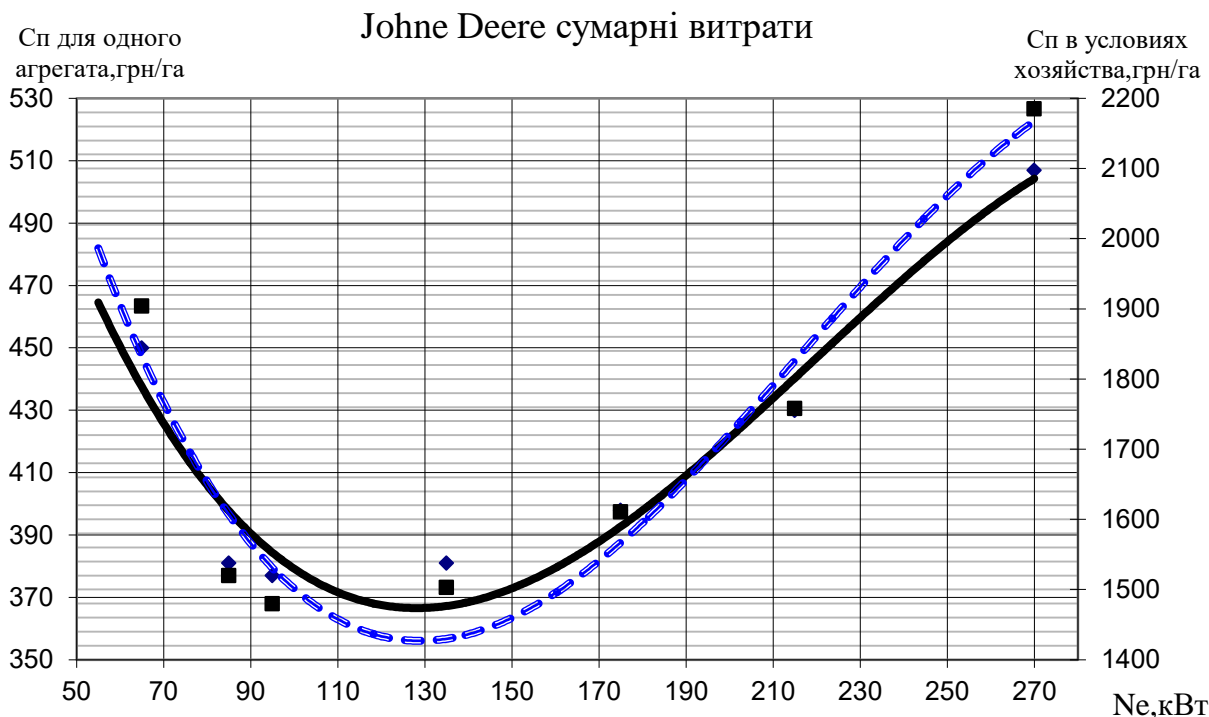


Рис.2.7 Сума витрат агрегатами на базі трактора JD

З графіка видно, що оптимальними параметрами мають агрегати, які складені на базі тракторів JD у діапазоні потужності 110...150 кВт. Відповідно оптимальним трактором є J.D. 4755 (132кВт), або його аналог.

Таблиця 2.14

Рекомендації з агрегування тракторів з оптимальними параметрами

		лушення стерень	оранка	передпосівна культивуація	посів
1	2	3	4	5	6
Цукровий буряк	строки виконання робіт	05,08-19,08	25,08-23,09	15,04-25,05	26,04-05,05
	обсяг роботи	42573	42573	42573	42573

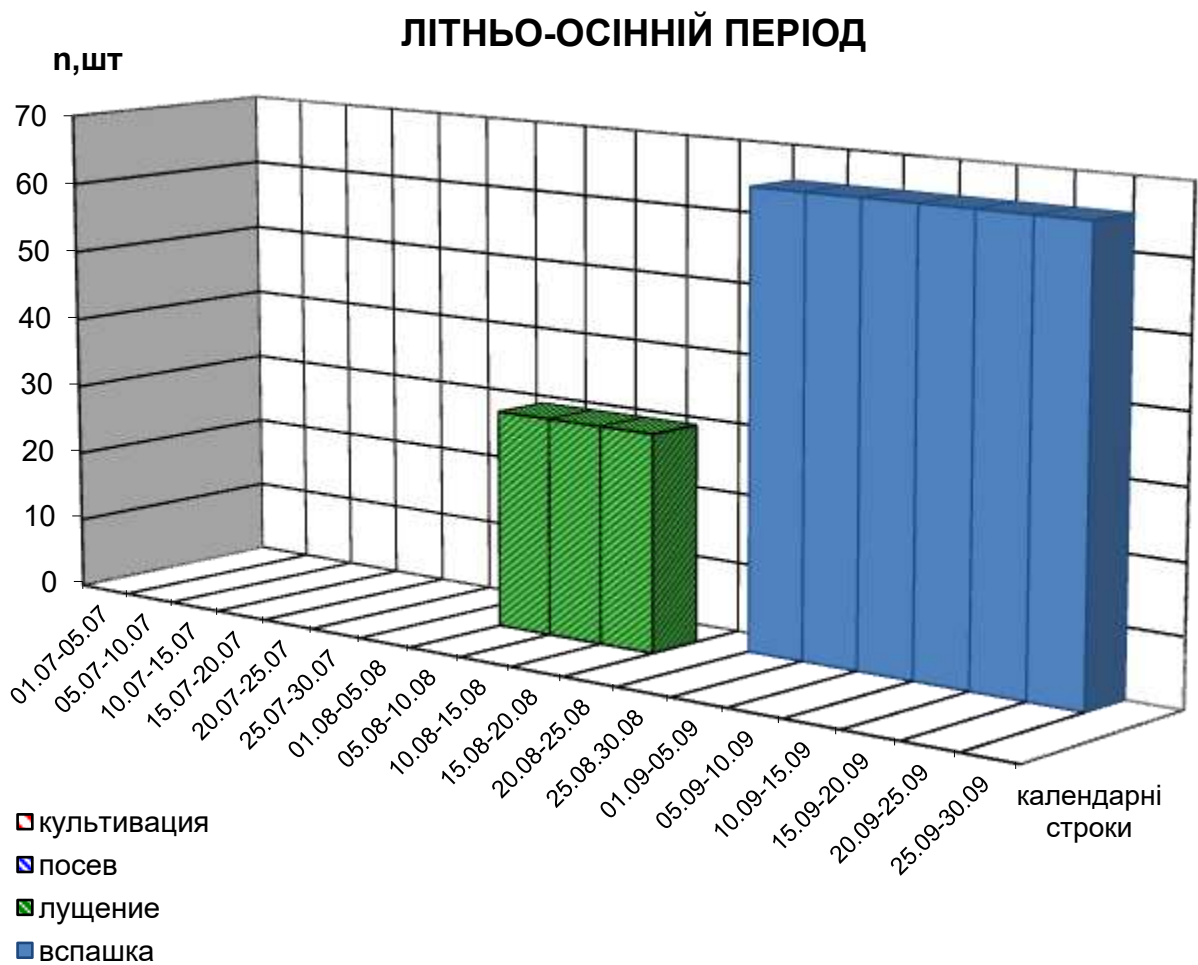
Продовження таблиці 2.14

1	2	3	4	5	6
	складагредат у	J.DEERE 4755+ ЛДГ-15 Б	J.DEERE475 5+Euro - Diamant 10 L 100, 6+1	J.DEERE4755 + Lemken Kompaktor 800	J.DEERE 4755 + Multicorn Monopil SE-24 ряд

2.6. Потреба господарства в тракторах і в сільськогосподарській техніці

Для визначення потреби господарства в тракторах і сільськогосподарській техніці необхідно побудувати графік використання машин. У якості наближеного критерію оптимальності приймається мінімально-необхідне число тракторів кожної марки

$$n_{ti} \rightarrow \min \quad (2.59)$$



ВЕСНЯНО-ЛІТНІЙ ПЕРІОД

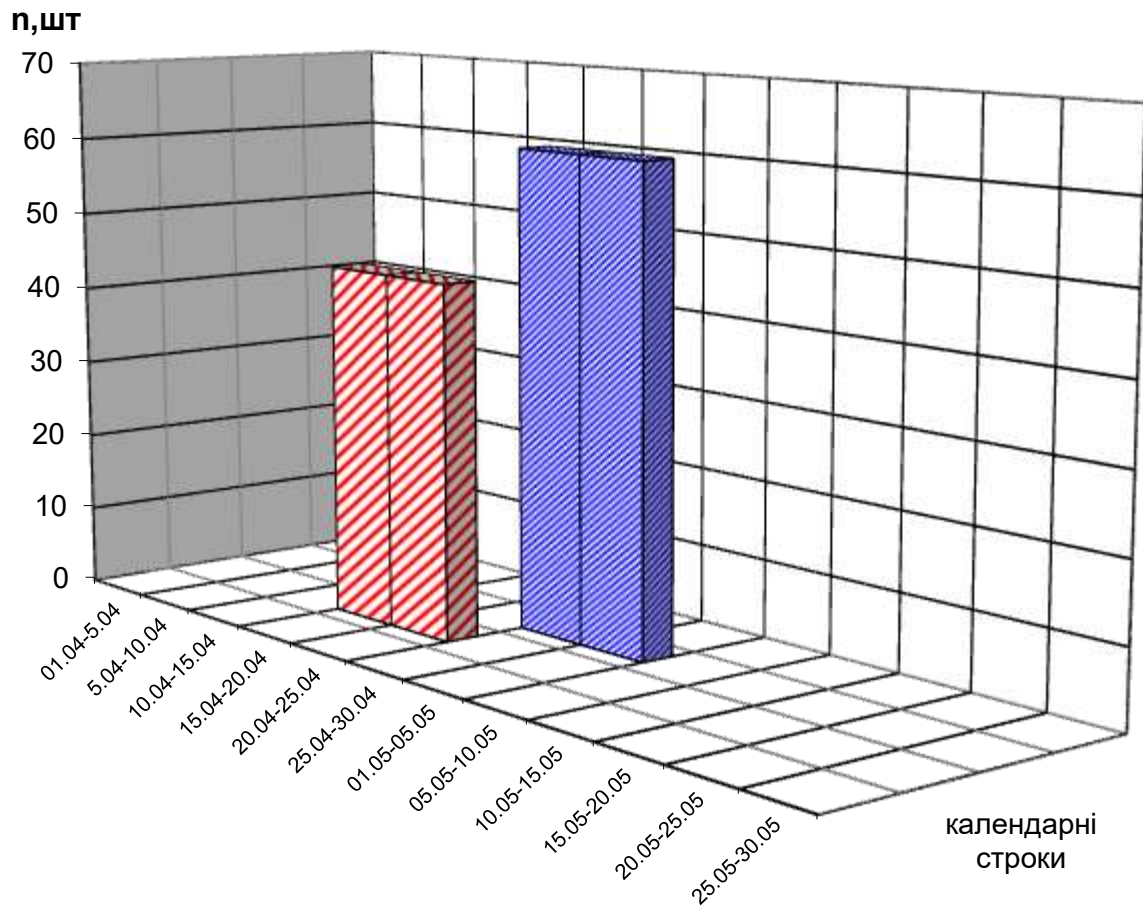


Рис.2.8 Завантаження тракторів по місяцях

Таблиця 2.15

Потреба господарства ТОВ «Україна 2001» у тракторах і
сільськогосподарській техніці

Вид операції	Марка трактора	Кількість	Марка машини	Кількість
1.Оранка	JOHNE DEERE 4755 (або сучасніший аналог)	65	Euro - Diamant 10 L 100, 6+1	65
2.Культивация			Lemken Компактор 800	45
3.Посів			Multicorn Monopil SE- 24 ряд	61
4.Дискування			ЛДГ-15 Б	31

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Влаштування і технічна характеристика луцильника ЛДВ – 3,0

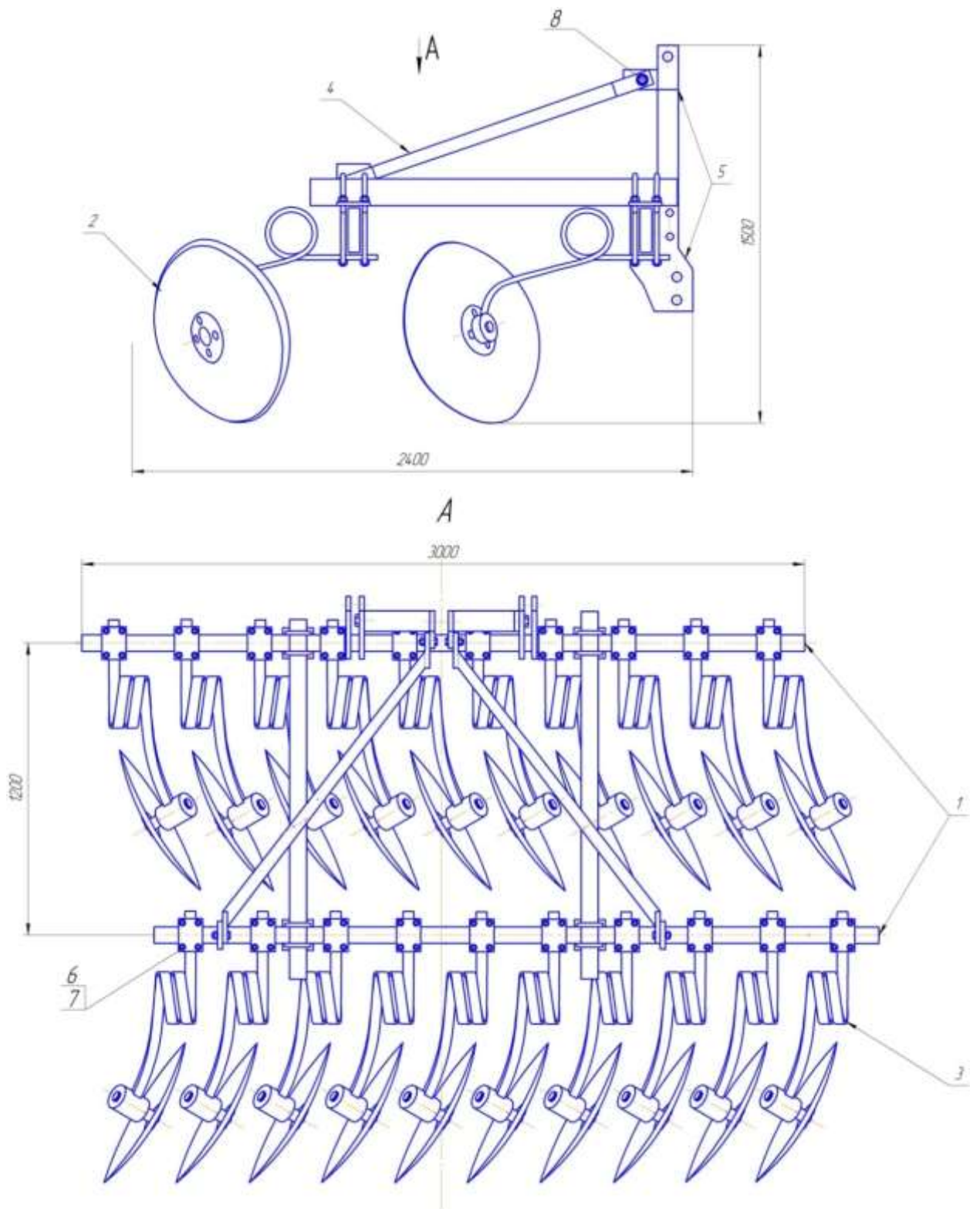
При проведенні сільськогосподарських робіт відбувається зношування техніки, а так само можливий вихід з ладу робочих органів агрегату в результаті зовнішніх впливів робочого середовища. Тому в сучасному сільськогосподарському машинобудуванні складається тенденція до зниження ризику виникнення подібних ситуацій.

У даному розділі дипломної роботи запропоновано модернізація луцильного агрегату, шляхом розробки запобіжного механізму, що дозволяє продовжити термін служби робочих органів – дисків.

Модернізований прецизійний луцильник містить навісну або причіпну раму, на яку встановлюється ґрунтообробне знаряддя, які утворюються, щонайменше, однією батареєю неприводних обертових луцильних дисків (2). Кожен диск має щонайменше один кут розкриття. Диски встановлені незалежно з можливістю коливання кожного відносно несучої рами (1) за допомогою запобіжного пристрою (3), який, в разі дії на диск (2) сили більшої заданої величини, забезпечує можливість вивільнення диска (2) у вертикальному напрямку, а при силі, меншій зазначеної величини, повернення диска в робоче положення. Кожен луцильний диск (2) являє собою увігнутий диск, який зв'язаний з рамою (1) за допомогою гвинтової пружини (3), яка утворює щонайменше один - півтора витка, зі створенням на рівні пружини зони перекриття, причому один кінець пружини призначений для з'єднання з рамою (1) безпосередньо, інший кінець пружини (3) призначений для з'єднання з матчиною диска і розташований з увігнутої сторони диска, а пружина орієнтована так, що виток (витки) зазначеної пружини стягується шляхом намотування, коли діюча на диск сила більше

					<i>ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

заданої величини, що дає можливість вертикального відводу диска шляхом підйому. [17]



3.2. Визначення тягового опору однієї секції знаряддя

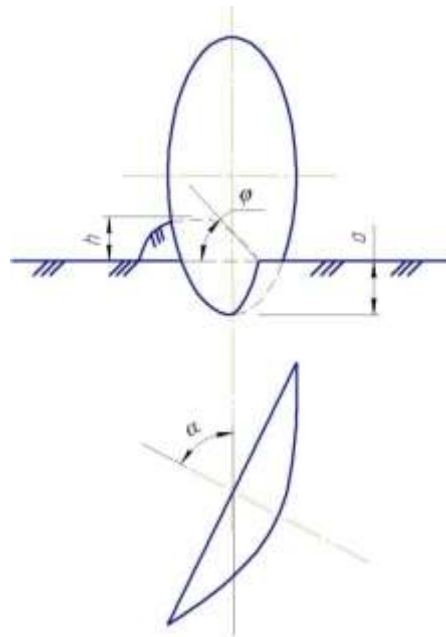


Рис. 3.2. Схема робочого процесу диска луцильника

Для визначення тягового опору необхідно визначити площу сегмента $S_{\text{сег}}$ (рис. 3.2). [3]

Площа сегмента визначається за формулою:

$$S_{\text{сег}} = \frac{2}{3} \cdot D_a \cdot \sin \alpha \cdot a = \frac{4}{3} \cdot a \cdot \sqrt{a \cdot (D - a)} \cdot \sin \alpha \quad (3.1)$$

де, a – глибина закладення дисків;

α – кут атаки;

D – діаметр диска.

З іншого боку значення S визначається за формулою: [3]

$$S_{\text{сег}} = \frac{1}{4} \cdot h \cdot h_a, \quad (3.2)$$

						Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	

Так як кут $\varphi = 45^\circ$, - кут утворення природнього скосу [2], то трикутник рівнобедрений і $h=0.5h_0$, але $h=h_{гр}-a$.

де, $h_{гр}$ – висота гребеня, що утворюється, від дна борозни, $h_{гр} = 5-8$ см – по агротехнічних вимогах. [7]

Враховуючи осідання ґрунту в гребені, величину h слід брати в 1,3 – 1,5 рази більшу в порівнянні з необхідною.

Тоді

$$S_{сер} = 1 \cdot 1,3h \cdot 1 - 2h = \frac{3,384}{4} \cdot (8 - a)^2$$

З рівняння (3.1) і (3.2) одержимо

$$\frac{4}{3} \cdot a \cdot \sqrt{a \cdot (D - a)} \cdot \sin \alpha = \frac{3,384}{4} \cdot (8 - a)^2$$

Кут α рівний $15^\circ - 25^\circ$ [7]

$\sin 20^\circ = 0,34$; $D = 450$ мм.

Підставивши всі знайдені величини у формулу (3.3) одержимо:

Глибина ходу диска – 8 см.

Обчислимо площу сегмента:

$$S_{сер} = \frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \sqrt{8 \cdot (45 - 8)} \cdot 0,34 = 62,45 \text{ см}^2$$

Тяговий опір диска визначається за формулою:

$$R_x = RS_{сер} \quad (3.3)$$

$$R_x = 15,5 \cdot 62,45 = 968 \text{ Н}$$

Для визначення R_y і R_x , можуть бути використані наступні співвідношення:

$$R_y = RR_x \quad (3.4)$$

$$R = m \cdot r_x \quad (3.5)$$

де, $n = 0,76 \dots 1,24$; $m = 0,37 \dots 0,76$ [7].

Сферичний диск при роботі сприймає на себе дію елементарних сил опору ґрунту, що виникають на лезі диска, фасках і робочій поверхні. Ці сили можуть бути приведені до двох пересічних сил. Одна із цих сил R_1 лежить у вертикальній площині й проходить приблизно через вісь обертання дисків. Інша R_2 – паралельно осі обертання дисків і перебуває на відстані - a від дна борозни. Від двох пересічних сил доцільно перейти до характеристики трьох сил: R_x , R_y , R_z .

$$\begin{aligned} \text{Тоді} \quad R_y &= 0,80 \cdot 968 = 775 \text{ Н,} \\ R_z &= 0,5 \cdot 968 = 484 \text{ Н.} \end{aligned}$$

3.3. Розрахунки опору агрегату

Загальний вид рівняння [3]

$$R = K \cdot S = k \cdot a \cdot b \quad (3.6)$$

де, k – питомий опір знаряддя, кН/м^2 (кПа);

a – глибина обробки, м;

b – ширина захвата агрегату, м.

$$R_{\text{арп}} = 2(R_d \cdot n_d) \quad (3.7)$$

$$R_d = k \cdot a \cdot b \quad (3.8)$$

де k – 35 – 55 кПа – для дискового знаряддя;

a – 0,08 м;

b – 0,153 м.

Одержуємо:

$$R_{\text{арп}} = 2(k \cdot a \cdot b \cdot n_d) = 2 \cdot 40 \cdot 0,08 \cdot 0,153 \cdot 10 = 9,7 \text{ кН.}$$

Вибираємо трактор класу тяги - 10кН.

Фактичний коефіцієнт використання сили тяги трактора:

$$n_{\phi} = \frac{R_{agr}}{P_{кр}} \quad (3.9)$$

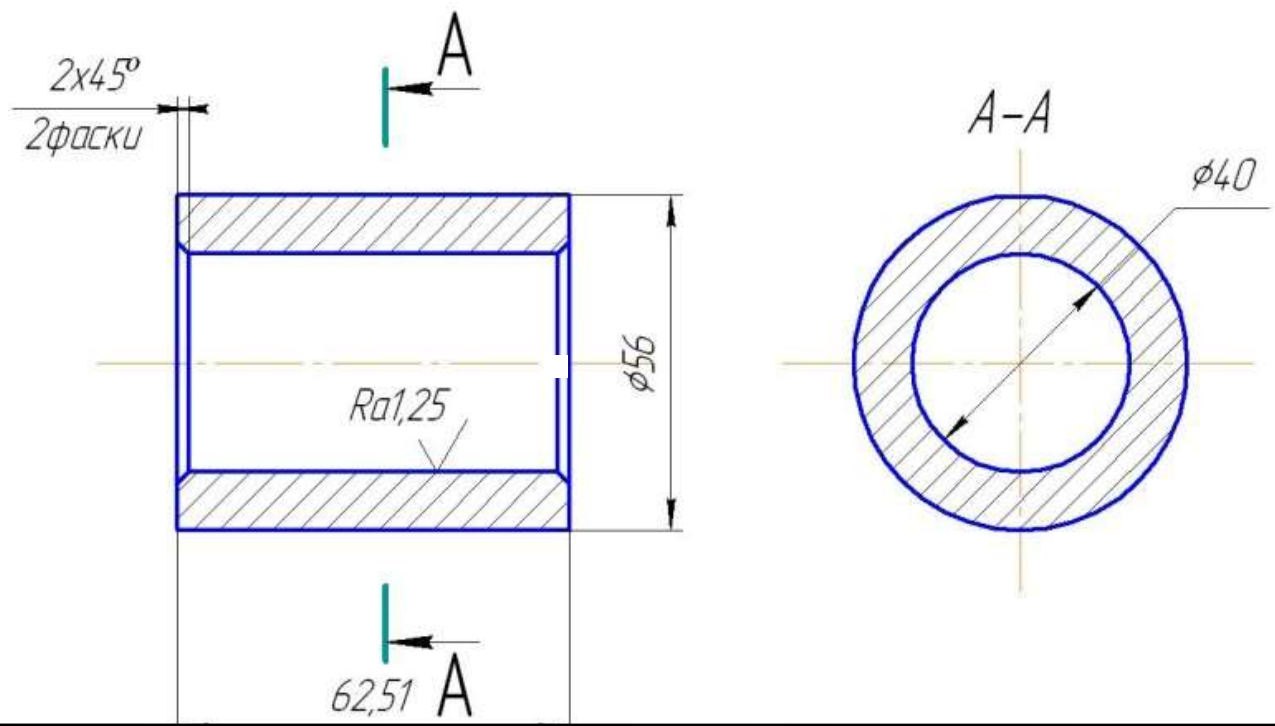
$$n = 0,97 \geq \eta_{реком}$$

де, $\eta_{реком}$ для МТЗ-80 на середніх важкості роботи = 0,93.

3.4. Розробка операційної карти на виготовлення деталі

3.4.1. Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі – втулка

Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі – втулка. [4, 5, 6, 7]



ДПАУ 25.01.00.00.000 ПЗ

Рис. 3.3 Ескіз деталі – втулка

Вихідні дані:

1. Робоче креслення деталі,
2. Матеріал Ст3,
3. Заготовка – прут діаметром 60 мм.

Технологічний процес виготовлення деталі.[24]

Токарська операція:

1. Закріпити заготовку з вильотом 70 см.
2. Центрувати заготовку.
3. Точити поверхню з діаметра 60 мм до 56 мм на довжину 62мм.
4. Свердлити отвір діаметром 40 мм на довжину 65 мм.
5. Зняти фаски 2x45°.
6. Перезакріпити, підрізати торець.

Після складання плану операцій вибираємо й визначаємо всі параметри, необхідні для складання технологічної карти в наступній послідовності:

1. Вибираємо допоміжний інструмент.
2. Вибираємо різальний інструмент.
3. Вибираємо вимірювальний інструмент.
4. Визначаємо розрахунковий діаметр d_p .
5. Визначаємо розрахункову довжину різання l_p
6. Визначаємо глибину різання t .
7. Підраховуємо число проходів i .
8. Вибираємо подачу S .
9. Вибираємо швидкість різання V .

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Підраховуємо число обертів n .
11. Підраховуємо основний час T_o .
12. Вибираємо допоміжний час T_6 .

У якості параметра розрахунків і вибору цих параметрів розглянемо 4-й перехід операції:

1. Вибираємо допоміжний інструмент – немає.
2. Вибираємо різальний інструмент – різець прохідною упорний, оснащений пластиною твердого сплаву T15K6.
3. Вибираємо вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-1.
4. Визначаємо розрахунковий діаметр d_p – визначається найбільшим діаметром обробки $d_p = 60$ мм.
5. Визначаємо розрахункову довжину різання l_p – рівняється довжині ходу інструмента $l_p = 62$ мм.
6. Визначаємо глибину різання $t = 1$ мм.
7. Підраховуємо число проходів $i=2$, тому що $(60-56)/2=2$.
8. Вибираємо подачу $S=0,19$ (напівчистова обробка).
9. Вибираємо швидкість різання $V = 80$ м/хв (при обробці сталей твердосплавним різцем в умовах ремонтної майстерні).

10. Підраховуємо число обертів шпинделя n :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 60} = 425 \text{ про/хв.}$$

11. Підраховуємо основний час T_o :

$$n = \frac{l}{n \cdot S} \cdot i, \quad (3.11)$$

$$n = \frac{62}{425 \cdot 0.19} \cdot 2 \approx 2 \text{ мін}$$

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ				

12. Вибираємо допоміжний час $T_e \approx 0,2\text{хв.}$ [5]

3.4.2. Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі – опорна пластина [8]

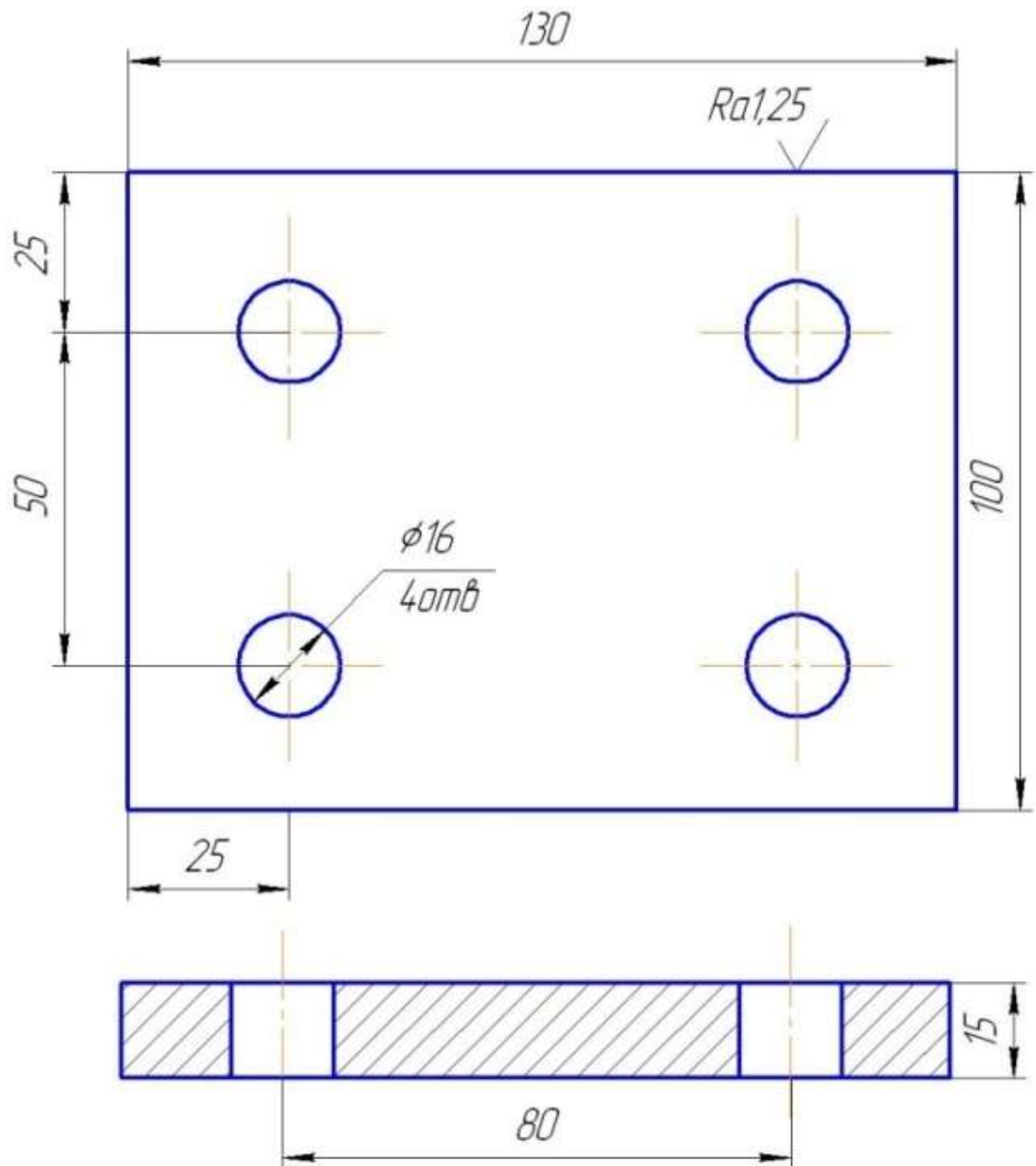


Рис. 3.4 Ескіз деталі – опорна пластина

Вихідні дані:

1. Робоче креслення.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ					

2. Заготовка – аркуш, $\delta = 15\text{мм}$.
3. Матеріал – Ст3 ГОСТ 380-2005.

Технологічний процес розбиваємо на наступні операції:

1. Заготівельна.
2. Фрезерна.
3. Слюсарна.
4. Свердлильна.
5. Слюсарна.

Становимо план кожної операції:

1. Заготівельна. Виконується на розрізному верстаті моделі 4812М і складається з одного переходу.

Відрізати пластину в розмір 104 x 134 мм.

2. Фрезерна. Виконується на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Н12 і складається з одного переходу.

3. Фрезерувати послідовно 4 грані в розмір 100x130 мм.

4. Слюсарна. Виконується на слюсарному верстаті.

5. Розмітити положення 4-х отворів.

6. Накернити по розмітці.

7. Свердлильна. Виконується на вертикально-свердлильному верстаті 2А125.

8. Свердлити послідовно 4-е отвору діаметром 16 мм.

9. Слюсарна. Виконується на слюсарному верстаті.

10. Притупити всі гострі крайки. [5]

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

3.5. Перевірка на міцність елементів конструкції луцильника [5]

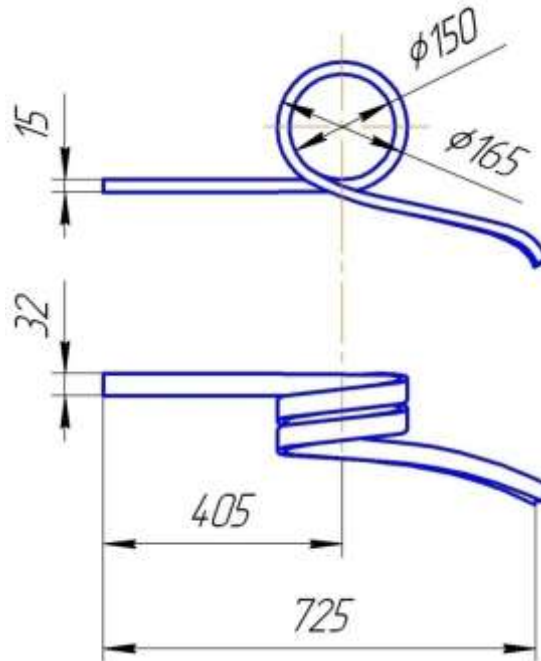


Рис. 3.5 Пружина запобіжна

Вихідні дані:

Найбільший робочий крутний момент $M_2 = 192400 \text{ Н}\cdot\text{мм}$, найбільший робочий кут закручування $\alpha_2 = 49^\circ$, пружина класу 1, розряду 3.

Допустиме напруження на згин:

$$[\sigma_{\text{изг}}] = 1,25[\tau_3] \quad (3.12)$$

$[\tau_3] = 800 \text{ МПа}$, для сталі Ст85. [2]

Коефіцієнт форми перетину й кривизни витків:

$$K = \frac{4c-1}{4c-4}, \quad (3.13)$$

де $c=8$ індекс пружини. [3]

Діаметр смуги:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_2 \cdot K}{\pi \cdot [\sigma_{из}]}} \quad (3.14)$$

Діаметр пружини:

$$D = c \cdot d, \quad (3.15)$$

$$D_1 = D + d, \quad (3.16)$$

$$D_2 = D - d, \quad (3.17)$$

Перевірочний розрахунок пружини на міцність:

$$\sigma_2 = \frac{32 \cdot M_2 \cdot K}{\pi \cdot d^3}, \quad (3.18)$$

Число робочих витків:

$$n = \frac{1000 \cdot M \cdot \alpha_2}{1,8 \cdot c \cdot [\sigma_{из}]}, \quad (3.19)$$

Граничний кут закручування:

$$\alpha_3 = 1,25 \cdot \alpha_2, \quad (3.20)$$

Довжина розгорнутої пружини:

$$l = 3,2 \cdot D_o \cdot n + l, \quad (3.21)$$

Шаг пружини:

$$t = d + \sigma, \quad (3.22)$$

Результат розрахунків:

Матеріал: сталь Ст85.

Клас: 2

Розряд: 3,

Відносний інерційний зазор: 0,05.

Зовнішній діаметр пружини: $d=165$ мм,

Ширина смуги: $h=15$ мм,

Число робочих витків: $n=2,01$

Момент сили попереднього закручування: $M_o=192400$ Н•мм,

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Момент сили пружини при максимальній деформації: $M_3=209209 \text{ Н}\cdot\text{мм}$,

Кут закручування пружини при робочій деформації: $\Theta_1=17,1^\circ$,

Кут закручування пружини при максимальній деформації: $\Theta_3=29,4^\circ$,

Максимальні напруження при згині: $\sigma_{\text{max}}=684 \text{ МПа}$,

Допустиме напруження при згині: $[\sigma] = 883 \text{ МПа}$,

Модуль зрушення матеріалу: $G=78500$,

Маса пружини: $3,457 \text{ кг}$,

Довжина розгорнутої пружини: 1530 мм ,

Твердість пружини: $18910,8 \text{ Н/мм}$,

Витривалість пружини: 2000 циклів .

Розрахунки виконувалися за допомогою комп'ютерної програми «Компас-3D V10 – SPRING».

Базуючись на вище наведених розрахунках можна зробити висновок, що пружина даної конструкції витримає виникаючі при роботі напруження й забезпечить необхідні умови роботи луцильника.

					<i>ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Розрахунки стійкості руху агрегатів на полях ТОВ «Україна 2001» в процесі оранки [9, 10]

При роботі агрегату John Deere 6620 + ПОН-3-4-35 на оранці наприкінці гонів, коли агрегат рухається на схилі, який рівний 3° і плуг відривається від землі можлива поява втрати зчеплення ведучих коліс із ґрунтом, що приводить до аварійної ситуації. Тому виникає необхідність розрахунків поздовжньої стійкості агрегату в заданих умовах.

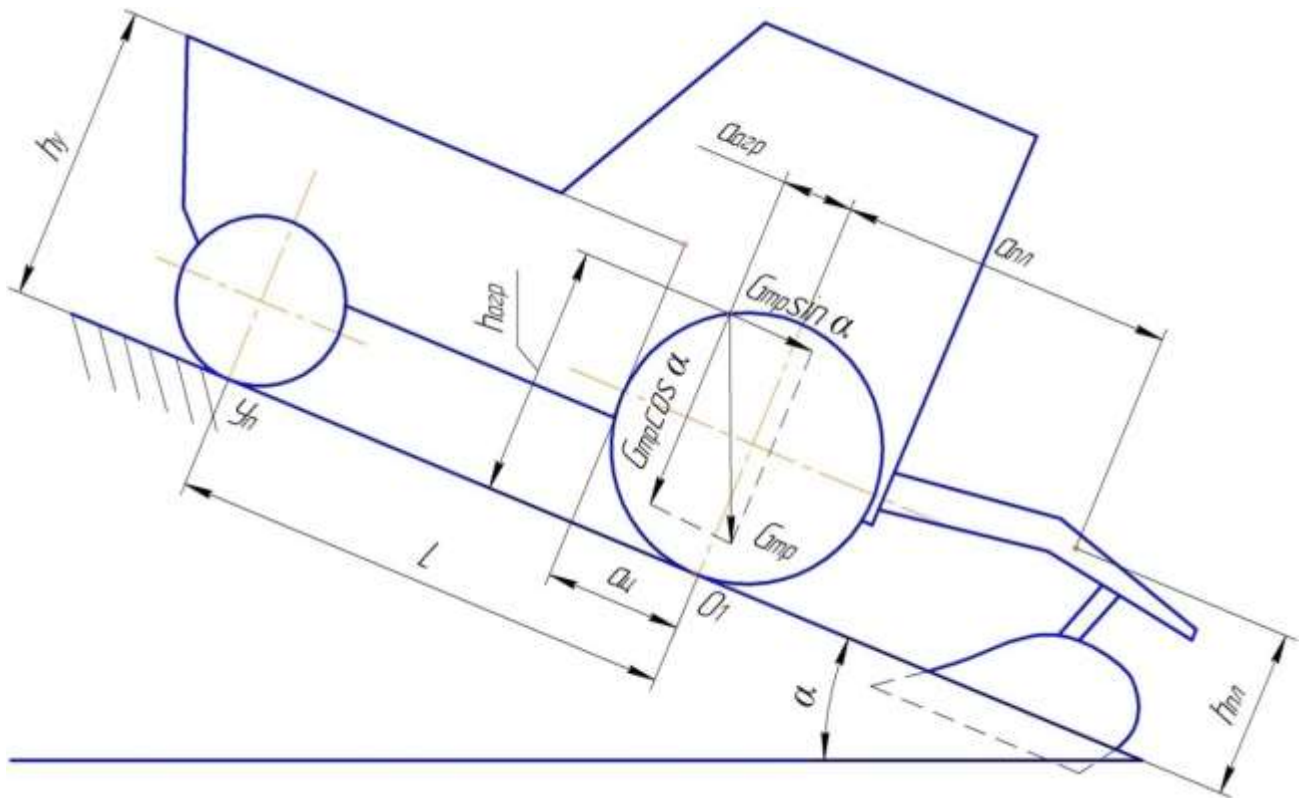


Рис. 4.1 Схема агрегату

$$h_u = 0,98 \text{ м};$$

$$h_{nl} = 0,60 \text{ м}.$$

$$h_{agr} = \frac{5900 \cdot 9,8 \cdot 0,98 + (1000 + 100) \cdot 9,8 \cdot 0,60}{(5900 + 1000 + 100) \cdot 9,8} = 0,90 \text{ м};$$

Тоді за умовою не перекидання нерівність можна визначити

$$5900 \cdot 9,8 \cdot \cos 5^\circ \cdot 0,66 \geq 5900 \cdot 9,8 \cdot \sin 5^\circ \cdot 0,90$$

$38015,8 \geq 4535,4$, умова не перекидання виконується .

Граничний кут перекидання:

$$\tan \alpha = \frac{G_{гр}}{P_j + G_{agr}} \cdot \frac{a_{agr}}{h_{agr}} \quad (4.7)$$

Ухвалюємо, що агрегат рухається без прискорення. Тоді $P_j = 0$.

$$\tan \alpha = \frac{5900 \cdot 9,8}{(5900 + 1000 + 100) \cdot 9,8} \cdot \frac{0,66}{0,90} = 0,61$$
$$\alpha = 31^\circ$$

						Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Техніко-економічна оцінка розробки

Для техніко-економічної оцінки необхідно визначити витрати на виготовлення конструкції, очікувану річну економію від зниження собівартості продукції після її впровадження у виробництво, строк окупності капіталовкладень, річний економічний ефект, а так само інші показники.

Витрати на виготовлення одного робочого органа конструкції можуть бути підраховані по формулі [2]:

$$C_{\text{виг}} = C_{\text{кд}} + C_{\text{од}} + C_{\text{пд}} + C_{\text{сб}} + N_{\text{п}}, \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де, $C_{\text{виг}}$ – повні витрати на виготовлення конструкції, грн.

$C_{\text{кд}}$ – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.

$C_{\text{од}}$ – витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.

$C_{\text{пд}}$ – ціна покупних деталей і виробів, грн.

$C_{\text{сб}}$ – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на складанні конструкцій, грн.

$N_{\text{п}}$ – накладні витрати на виготовлення даної конструкції, грн.

Вартість виготовлення корпусних деталей не розраховується тому що зміни в конструкції стосуються тільки робочих органів.

Витрати на виготовлення оригінальних деталей визначають:

$$C_{\text{од}} = Z_{\text{о}} + Z_{\text{д}} + Z_{\text{с}} + C_{\text{м}}, \text{ грн}, \quad (5.2)$$

де, $Z_{\text{о}}$ - основна заробітна плата виробничих робітників, грн.

$Z_{\text{д}}$ - додаткова заробітна плата виробничих робочих зайнятих на виготовлення деталей, грн.

$Z_{\text{с}}$ – нарахування на соціальні потреби, грн.

$C_{\text{м}}$ – вартість матеріалу заготовок, для виготовлення оригінальних деталей, грн. (добуток маси деталі на ціну матеріалу за кг.)(17, табл. 2)

$$Z_{\text{о}} = C_{\text{ч}} \cdot T \cdot K_{\text{д}}, \quad (5.3)$$

де, $C_{\text{ч}}$ – середньочасова тарифна ставка, грн/год;

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

T – трудомісткість виготовлення деталі, чол-год.;

K_d – коефіцієнт, що враховує доплати за понаднормові й інші роботи (1,025...1,003).

Для впорядкування розрахунків і зручності записи. Дані по всіх оригінальних деталях зводимо в таблицю.

Таблиця 5.1

Витрати на виготовлення оригінальних деталей.

Найменування й кількість деталей	маса деталі, кг	Ціна матеріалу, грн./кг.	Вартість матеріалу, грн.	Трудомісткість, люд.год.	Сч, грн	З _о , грн.
Пружина запобіжна	3,467	29,70	102,97	4,5	39,1	175,95
Драбина (2шт.)	0,310	17,85	5,54	1,5		40,60
Втулка	0,320	22,30	7,14	2,0		78,20
Опорна пластина	0,560	25,70	14,39	1,1		43,01
Разом	4,657		130,04	9,1		355,81

$$Z_d = Z_o \cdot R_d / 100, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де, R_d – відсоток додаткової оплати й премій робітником (приймається рівним 10%).

$$Z_d = 355,81 \cdot 0,10 = 35,58 \text{ грн.}$$

$$Z_c = (Z_o + Z_d) \cdot R_c, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де, R_c – відсоток відрахувань на соціальні потреби (ухвалюється рівним 26%).

$$Z_c = (355,81 + 35,58) \cdot 0,26 = 101,76 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ч}} = 130,04 \text{ грн. (таблиця 5.1, разом графа 4)}$$

$$C_{\text{од}} = 355,81 + 35,58 + 101,76 + 130,04 = 623,19 \text{ грн.}$$

Вартість покупних деталей

Найменування	Ціна, грн	Кількість, шт	Вартість, грн
Фрикційні вкладиші	50	1	50,00
Кільце стопорне ОСТ 92-8969-78 зовнішнє	9,60	1	9,60
Гайка М16 ГОСТ 5928-70	15	4	60,00
Шайба 16 65 ГОСТ 6402-70	4,22	4	16,88

$$C_{\text{пд}} = 136,48 \text{ грн}$$

Повну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих на складанні одного робочого органа конструкції, визначаємо по формулі [2]

$$C_{\text{сб}} = Z_o + Z_d + Z_c, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де, Z_o , Z_d – основна й додаткова заробітна плата робітників, зайнятих на складанні;

Z_c – нарахування на соціальні потреби.

Трудомісткість складання конструкції

$$T_{\text{сб}} = B * t, \text{ люд.-год.} \quad (5.7)$$

де, B - коефіцієнт, що враховує співвідношення між повним і оперативним часом складання, $B=1,08$.

t – сумарна трудомісткість складання складових частин конструкції, люд.год.

Трудомісткість складальних робіт (17, табл.5):

Зварювальні роботи – 0,25 люд.год.

Загортання гайок (4 шт.) – 0,07 люд.год

Постановка шайб (4 шт.) – 0,014 люд.год

Постановка стопорних кілець – 0,008

Разом: 0,34 люд.год.

$$T_{\text{сб}} = 1,08 * 0,34 = 0,37 \text{ люд.год.}$$

Основна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на складанні одного робочого органа конструкції [2]:

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$E_{\phi} = \frac{\Delta\Pi}{\Delta K} = \frac{(Z_{\text{EKC}1\text{y}} - Z_{\text{EKC}2\text{y}}) \cdot W_{\text{r}2}}{K_2 - K_1}, \text{ грн.} \quad (5.21)$$

$$E_{\phi} = \frac{\Delta\Pi}{\Delta K} = \frac{(155,02 - 149,52) \cdot W_{\text{r}2}}{420100 - 404300} = 0,34, \text{ грн.}$$

в) строк окупності:

$$T_{\text{окф}} = \frac{1}{E_{\phi}}, \quad (5.22)$$

$$T_{\text{окф}} = \frac{1}{0,34} = 2,9 \text{ роки,}$$

Таблиця 5.4

Результати розрахунків

Показник	Од. виміру	Варіант		Зрад. показ.(економія "+", перевитрата "-"), %
		Базовий	Новий	
Питомі експлуатаційні витрати, $Z_{\text{ексy}}$	грн./га	155,02	149,52	+3,5
У тому числі:				
Паливно-мастильні матеріали, $Z_{\text{пмму}}$:	грн./га	40,8	40,8	
Металоємність, M_{e}	кг/га	4,8	4,9	-2,1
Витрати праці, Тру	чол.-год/га	0,23	0,23	-
Річний економічний ефект, E_{r}	грн.	-	2340	-
Фактичний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, E_{ϕ}	грн./га	-	0,34	-
Строк окупності додаткових кап. вкладень, $T_{\text{окф}}$	рік	-	2,9	-

Вивід: По даних розрахунках ми чітко бачимо, що завдяки збільшенню терміну служби агрегату, ми одержуємо зниження амортизаційних, ремонтних і ТО витрат, що у свою чергу впливає на собівартість одержуваної продукції й на прибуток у цілому.

5.2. Економічна ефективність використання базового й нового складів агрегатів у господарстві

Для вирощування цукрового буряка в господарстві в цей час використовують наступні склади агрегатів:

Таблиця 5.5

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Состав і кількість агрегатів у ТОВ «Україна 2001»

Назва операції	Состав агрегату	Число агрегатів, шт.
Лущення стерень	1 МТЗ-1221 + 1 ЛДГ-10 + 1 Хутро.	65
Оранка	1 FENDT-930 + 1 Euro-Diamant 10 L 100, 8+1 + 1 Хутро. (6 р.)	45
Передпосівна культивация	1 FENDT-930 + 1 Lemken Kompaktor 800 + 1 Хутро. (5 р.)	46
Посів	1 МТЗ-80 + 1 Multicorn + 1 Хутро. + 1 Вс.раб. (2 р.)	81

Пропонуємо використовувати оптимальний склад тракторів, який був визначений у другому розділі даного дипломного проекту:

Таблиця 5.6

Состав і кількість агрегатів, пропонованих у даному дипломному проекті

Назва операції	Состав агрегату	Число агрегатів, шт.
Лущення стерень	J. DEERE 4755+ЛДГ-15 Б	31
Оранка	J. DEE4755+Euro - Diamant 10 L 100, 6+1	65
Передпосівна культивация	J. DEERE4755 + 1 Lemken Kompaktor 800	45
Посів	J. DEERE 4755 + Multicorn Monopil SE-24 ряд	61

Техніко-економічна характеристика складу агрегату по базовому й новому варіанту представлено в таблиці 5.5. Дані техніко-економічної характеристики об'єктів беруться з каталогів «Сільськогосподарська техніка», «Машини для механізації рослинництва й тваринництва» і ін.

Таблиця 5.7

Техніко-економічна характеристика складу агрегату

Показник	J. DEE4755	FENDT-930	МТЗ-80

У нашому випадку МТА складається із трактора, який використовується для виконання різних видів робіт і машин застосовувані тільки для однієї операції – посіву, культивуації, луцення й оранки, тому вартість цих агрегатів повністю включаються в капіталовкладення при розрахунках економічного ефекту, а вартість трактора - частково:

$$K_{\text{тр}} = \frac{B_{\text{СТтр}} \cdot t_{\text{оп}}}{T_{\text{ч}}}, \text{ грн.} \quad (5.35)$$

б) Розрахунки фактичного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень:

$$E_{\phi} = \frac{\Delta\Pi}{\Delta K} = \frac{(З_{\text{ЭКС1у}} - З_{\text{ЭКС2у}}) \cdot W_{\text{Г2}}}{K_2 - K_1}. \quad (5.36)$$

$$E_{\phi} \geq E_{\text{н}} \quad (5.37)$$

де, $\Delta\Pi$ - приріст прибутки від впровадження нової техніки, грн.;

ΔK - додаткові капітальні вкладення, спрямовані на впровадження нової техніки, грн.

в) строк окупності:

$$T_{\text{окф}} = \frac{1}{E_{\phi}}, \quad (5.38)$$

Отримані результати зведемо в таблицю 5.8

Таблиця 5.8

Витрати на оброблення цукрового буряка при базовому составі агрегатів

Назва операції	Луцення стерень	Оранка	Передпосівна культивуація	Посів	РАЗОМ
1	2	3	4	5	6
Дата початку	5.08	25.08	15.04	26.04	-
Дата закінчення	19.08	23.09	25.05	5.05	-
Тривалість, днів	15	30	10	10	-
Состав агрегату	1 МТЗ-1221 + 1 ЛДГ-10 + 1 МЕХ.	1 FENDT-930 + 1 Euro-Dia mant 10 L 100, 8+1 + 1	1 FENDT-930 + 1 Lemken Компактор 800 + 1 МЕХ.	1 МТЗ-80 + 1 Multicorn + 1 Хутро. (4 р.) + 1 Вс.роб.	-

ДПА/ 25.01.00.00.000 ПЗ

Лист

66

		МЕХ.			
Число агрегатів, шт.	65	45	46	81	-
Тривалість зміни, година.	7	7	7	7	-
Число змін	1,43	2	2	2	-
Годинна продуктивність	4.43	1.71	6.71	1.51	-
Обсяг робіт	42573	42573	42573	42573	-
Вид використовуваного палива	дизельне	дизельне	дизельне	дизельне	-
Годинна витрата палива	14.61	51.43	47	6.36	-
Загальна витрата палива	140404.4	1280427	298201.3	179314.1	-
Кількість нормозмін	21	79	20	50	-
Витрати праці механізаторів., чол-год	9610.158	24896.49	6344.709	28194.04	-
Тарифний фонд з.п. механізаторів, грн.	470897.7	1219928	310890.8	1381508	3383225
Відрахування на ТО й ремонт, грн.	24000	200000	237400	44000	505400
Відрахування на амортизацію, грн.	42000	350000	415450	77000	884450
Вартість палива, грн.	1887035	17208933	4007826	2409981	25513775
Разом витрат, грн.	2423933	18978861	4971567	3912489	30286850

Таблиця 5.9

Витрати на оброблення цукрового буряка при розробленому составі агрегатів

Назва операції	Луцання стерень	Оранка	Передпосівна культивация	Посів	РАЗОМ
1	2	3	4	5	6
Дата початку	5.08	25.08	15.04	26.04	-
Дата закінчення	19.08	23.09	25.05	5.05	-
Тривалість, днів	15	30	10	10	-
Состав агрегату	J. DEERE 4755+ЛДГ-15 Б	J. DEE4755+Euro - Diamant 10 L 100, 6+1	J. DEERE4755 + 1 Lemken Kompaktor 800	J. DEERE 4755 + Multicorn Monopil SE-24 ряд	-
Число агрегатів, шт.	31	65	45	61	-
Тривалість зміни, година.	7	7	7	7	-
Число змін	1,43	2	2	2	-
Годинна продуктивність	7,4	1,6	6,8	4,9	-
Обсяг робіт	42573	42573	42573	42573	-

Висновок: З урахуванням річного наробітку на представлених видах робіт, питомі експлуатаційні витрати в умовах господарства ТОВ "Україна 2001" знизилися на 45%.

При впровадженні нового проекту в умови господарства, а не первісна закупівля даної техніки, річний економічний ефект буде досить високим і пов'язаний зі більшим обсягом оброблюваних земель і відносно низькими експлуатаційними витратами для нового складу агрегату.

Високий економічний ефект виникає за рахунок більшої річної завантаженості трактора Johne Deere 4755 в умовах господарства.

У випадку переоснащення господарства запропонованою технікою ефективність капітальних вкладень у господарстві виправдовує себе, тому що коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_f=0,2$, що рівно нормативному, це приводить до строку окупності додаткових капітальних вкладень на впровадження нової техніки $T_{окф}=6$ років.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують економічну доцільність застосування нового складу агрегату на базі трактора Johne Deere 4755 на пропонованих роботах в умові господарства.

ВИСНОВОК

У даному дипломному проекті:

1. Розроблені інтенсивні технології оброблення цукрового буряка для господарства й обґрунтована річна зайнятість тракторів на основних видах робіт.

2. Обґрунтовані параметри, режими роботи, показники використання агрегатів на окремих видах робіт: на оранці Johne Deere 4755+ Euro - Diamant 10 L 100, 6+1, на посіві Johne Deere 4755+ Multicorn Monopil SE-24 ряд, на лущенні Johne Deere 4755+ ЛДГ-15Б, на культивації Johne Deere 4755+ Lemken Компактор 800.

3. Обґрунтовані параметри трактора на комплексі робіт. Розроблені рекомендації з агрегування оптимального трактора Johne Deere 4755. Визначена потреба господарства в тракторах і сільськогосподарській техніці.

4. Розроблено захисний механізм дисків луцильника, який складається із пружини, 2-х кріпильних хомутів, опорної пластини й втулки. Запобіжна пружина дозволяє витримувати навантаження до 883 МПа, має вільний кут закручування до 13°. Вона дозволяє продовжити термін служби робочого органа й агрегату в цілому.

5. Проведені розрахунки: поздовжня стійкість агрегату Johne Deere 6620+ПОН-4-35, граничний кут перекидання $\alpha=31^\circ$.

6. Вартість переустаткування луцильного агрегату становить 15786,4 грн., строк окупності складе – 2,9 років, річний економічний ефект – 2340 грн.

7. Економічний ефект при новому составі агрегату в умовах господарства склав 13730453 грн., строк окупності при заміні парку 6 років.

					<i>ДПА/ 25.01.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ЛІТРАТУРИ

1. Річні звіти ТОВ «Україна 2001 за 2020-2024р.
2. Зангиев, А.А., Скороходов А.Н., Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка/ А.А. Зангиев. - М.: 2001. - 68с.
3. Розрахунок і конструювання типових деталей і вузлів сільськогосподарських машин : навч. посіб. / М.С. Стечишин, А.В. Мартинюк, М.В. Лукянюк [та ін.]. – Хмельницький : ХНУ, 2020. – 231с.
4. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3–х т.: Т. 1./ В.П. Анурьев. – 8-е. изд., перераб. и доп.- м.: Машиностроение, 2001. – 920 с. 1982. - 19 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3–х т.: Т. 2./ В.П. Анурьев. – 8-е. изд., перераб. и доп.- м.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
6. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3–х т.: Т. 3./ В.П. Анурьев. – 8-е. изд., перераб. и доп.- м.: Машиностроение, 2001. – 864 с.
7. Белецкий, Д.Г. Справочник токаря – универсала / Д.Г. Белецкий, В.Г. Моисеев, М.Г. Шереметов.- М.: Машиностроение,1987.- 560 с.
8. Карпенков, В.Ф. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2. / В.Ф. Карпенков, Л.Г. Баграмов, В.Н. Байкалова и др. – М.: «КолосС», 2006. – 453 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
9. Некрасов, С.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учебник и учеб. пособие для студ. вузов / С.С. Некрасов, И.Л. Приходько, Л.Г. Баграмов.- М.: КолоС, 2005. - 360 с.
10. Сапронов, Ю.Г. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для студ. сред. проф. образ. / Ю.Г. Сапронов, А.Б. Сыса, В.В. Шахбазян.- М.: Академия,2003. – 320 с.

					ДПАІ 25.01.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6