

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

СКИРДА ОЛЕГ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

**МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ З РОЗРОБКОЮ ДИСКОВОГО
ПІДКОПУВАЧА**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ О. В. Скирда

Науковий керівник – _____ д-р.х.н., професор, Е. В. Потапенко
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

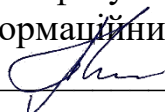
Лубни – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

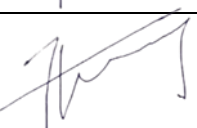
Затверджую:

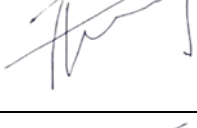
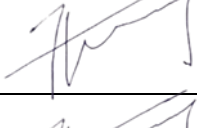
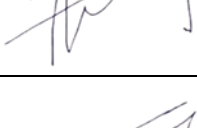
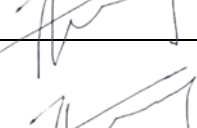
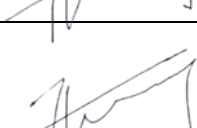
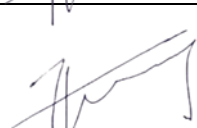
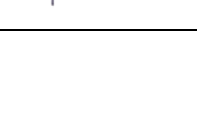
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Скирда Олег Вячеславович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Потапенко Едуард Володимирович, д-р.х.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Механізація збирання картоплі з розробкою дискового підкопувача
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	

3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	
4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Скирда О. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Потапенко Е. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
1.1 Аналіз господарської діяльності.....	8
1.2 Аналіз основних економічних показників ТОВ “Десналенд”.....	9
1.3 Забезпеченість господарства основними засобами виробництва	11
1.4 Аналіз технологій, які використовуються в господарстві за тематикою кваліфікаційної роботи.....	16
Висновки по розділу 1.....	17
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ТОВ „ДЕСНАЛЕНД”.....	19
2.1 Огляд існуючих технологій та засобів механізації для збирання картоплі	19
2.2 Розрахунок основних технологічних операцій при збиранні картоплі.....	24
2.2.1. Організація збирально-транспортних робіт при збиранні картоплі.....	24
2.2.2. Обґрунтування та вибір збирального агрегату	25
2.2.3. Розрахунок кількості автомобілів для транспортування картоплі.....	27
2.3 Розрахунок операційної карти на збирання картоплі.....	30
Висновки по розділу 2.....	37
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОГО ПІДКОПУВАЧА БУЛЬБИ	39
3.1 Огляд існуючих конструкцій базових моделей машин для збирання картоплі.....	39
3.2 Будова та технологічний процес роботи розробленого дискового підкопувача бульби картоплі.....	45
3.3 Розрахунок дискового підкопувача бульби.....	47
3.3.1 Розрахунок основних параметрів копача.....	47

3.4 Розрахунок кріплення диска до стойки.....	50
3.5 Розрахунок стояка кріплення підкопувача до рами.....	53
3.6 Розрахунок технологічної операції підкопування бульби.....	55
Висновки по розділу 3.....	58
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	59
4.1 Аналіз стану охорони праці в ТОВ “Десналенд”.....	59
4.2 Паспортизація робочого місця при збиранні картоплі	60
4.3 Розрахунок збирального агрегату на опрокидування.....	63
Висновки по розділу 4.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	67

ВСТУП

Одним з основних продуктів харчування людства є картопля, яку часто справедливо називають «другим хлібом». Згідно з фізіологічно обґрунтованими нормами споживання на кожного жителя країни повинно припадати 117 кг картоплі на рік.

Підвищення врожайності картоплі за рахунок використання нових технологій є найважливішим завданням агропромислового комплексу. Вступ України до Всесвітньої торгової організації ставить перед виробниками-аграріями нові завдання - забезпечити підвищення врожайності і зменшення ресурсозатрат до рівня, який дозволяє Українським виробникам картоплі стати конкурентоздатними на Європейському і світовому ринках [17]. Одним із головних напрямів підвищення врожайності картоплі, особливо в степовій зоні України, є освоєння нових ресурсозберігаючих технологій. Загальні завдання, що стоять перед виробниками картоплі, можна сформулювати в наступному вигляді:

- довести виробництво картоплі до 25 млн т на рік;
- підвищити врожайність картоплі з 130 до 250 ц/га [8].

При цьому в галузі механізації технології виробництва цієї культури слід вирішити наступні задачі:

- переглянути концепцію забезпечення дрібнотоварного виробника картоплі спеціальною технікою, адаптованою до умов використання на малих площах (до 20 га);
- адаптувати засоби механізації до нових високоефективних технологій виробництва картоплі [15].

В процесі виробництва картоплі найбільш трудомісткою операцією є її збирання, робота в якій пов'язана зі значними енерговитратами і витратами праці. Затрати на механізоване збирання складають 50-60 % від загальних затрат, з них близько 55 % затрат енергії припадає на викопуючі та сепаруючі робочі органи. До 60-70 % затрат праці витрачається на збиранні. Тому якість

вихідного продукту більшою мірою залежить від роботи викопувально-сепаруючих пристроїв, які є основою для забезпечення якісних показників роботи картоплезбиральних машин.

Виходячи з цього, можна стверджувати, що розробка засобів механізації для збирання картоплі є актуальною задачею. Враховуючи технічне та соціальне значення розробки нових та удосконалення існуючих конструкцій картоплезбиральних машин в цілому та викопувальних пристроїв зокрема, недостатні практичні розробки в цій галузі, темою дипломного проекту обрано розробку дискового підкопувача бульби.

Мета даної кваліфікаційної роботи – удосконалення засобів механізації, що використовуються при збиранні картоплі на сільськогосподарському підприємстві.

Предмет дослідження – технологічний процес збирання врожаю картоплі з використанням картоплезбиральних машин.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технічні засоби механізації для збирання картоплі на ТОВ «Десналенд».

Основними *задачами* під час виконання кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати об'єкт дослідження та технології, які використовуються в ТОВ «Десналенд» при збиранні врожаю картоплі;
- розрахувати механізовані технології збирання картоплі в умовах досліджуваного підприємства;
- вдосконалити існуючі конструкції базових агрегатів для збирання картоплі шляхом розробки дискового підкопувача бульби;
- розглянути питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час виконання робіт на сільськогосподарському підприємстві.

Кваліфікаційна робота викладена на 68 сторінках, вона містить 11 таблиць і 11 рисунків, а також список використаної літератури в кількості 19 джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Аналіз господарської діяльності

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю "Десналенд" Глухівського району Сумської області розташоване в Північній частині України.

Природно-кліматичне розміщення господарства впливає на успішне вирощування сільськогосподарських культур: озимих, ярових, баштанних, овочів, коренеплодів, кукурудзи, соняшника та ін. Ґрунти, що складають основний фонд для польових і кормових сівозмін, і можуть використовуватися для вирощування сільськогосподарських культур, представлені чорноземами південними залишково-слабосолонуватими важко суглинними, темно-каштановими залишково-слабосолонуватими середньо-суглинними та легкосуглинними луговими.

ТОВ "Десналенд" має декілька напрямів господарської діяльності, а саме спеціалізується на вирощуванні зернових, соняшника, кукурудзи, коренеплодів, а також по вирощуванню інших культур, в тваринництві господарство спеціалізується на виробництві м'яса і молока ВРХ, а також м'яса свиней та птиці. Стан, в якому знаходиться тваринництво повинен бути набагато кращім, хоча це господарство і є одним із кращих в районі [29].

ТОВ "Десналенд" знаходиться в зоні напівзасушливого степу в межах агрокліматичного північного району України. Середня із максимальних декадних висот снігового покриву складає 3 - 6 см. Цей район характеризується як теплий, в зимові місяці температура не знижується більш – 15⁰...20⁰С [29].

1.2. Аналіз основних економічних показників ТОВ "Десналенд"

ТОВ "Десналенд" має сільськогосподарські угіддя, загальна площа яких становить 4279 га. Земельний фонд господарства приведений в табл. 1.1 [29].

Таблиця 1.1

Землекористування господарства

Показники	По рокам		
	2023	2024	2025
Загальна земельна площа, га	5887	5195	4279
Всього с/г угідь, га	4678	4585	3271
із них:			
рілля	4131	4038	2897
пасовища	547	547	374
Ліс	64	64	64
Ставки і водойми	157	157	157
Інші землі	988	389	787

Аналізуючи земельний фонд господарства, видно, що на протязі аналізованого періоду загальна земельна площа господарства значно змінилася. Це пояснюється тим, що окремі акціонери вийшли з господарства, забравши свої земельні паї. В структурі посівних площ (табл. 1.2) за останні три роки постерігаються значні зміни: у 2023 році питому вагу посівних площ – 38,8 % - займали зернові культури, в 2024 році – 41,75 %, а в 2025 – 56,85 %, що пояснюється тим, що господарство в більшій мірі орієнтується на вирощування зернових культур.

Структура посівних площ

Культура	2023 рік		2024 рік		2025 рік	
	площа, га	до ріллі, %	площа, га	до ріллі, %	площа, га	до ріллі, %
Зернові, всього	1603	38,8	1686	41,75	1645	56,85
в тому числі:						
- озимі	1124	27,2	1370	33,92	1420	49,01
- ярі	479	11,6	316	7,82	225	7,76
Соняшник	653	15,8	400	10,89	380	13,11
Кукурудза на зерно	215	5,2	403	10,47	230	7,93
Цукровий буряк	40	0,96	40	1,3	80	2,7
Овочі	30	0,72	20	0,49	15	0,51
Картопля	40	0,96	40	1,2	50	1,3
Кормові, всього	1380	34,37	1218	30,16	457	15,77
в тому числі:						
- кукурудза на силос	851	21,57	638	15,79	187	6,45
- однорічні трави	181	4,38	272	6,74	70	2,41
- кормовий буряк	348	8,42	308	7,63	200	6,9
Всього посівів	3961	95,8	3808	94,3	2847	98,27
Пари	170	4,11	230	5,69	50	1,72
Всього землі	4131	100	4038	100	2897	100

Аналізуючи структуру посівних площ господарства можна помітити, що перше місце за об'ємом площ займають зернові культури. Це пов'язано з найбільш високою продуктивністю вирощування культур даної групи. Більш повне уявлення про ефективність господарювання можна мати, якщо розглядати структуру посівних площ у сукупності з інформацією про врожайність сільськогосподарських культур. Зведені дані про врожайність сільськогосподарських культур в ТОВ “Десналенд” представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Врожайність сільськогосподарських культур, ц/га

Сільськогосподарська культура	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Озимі зернові	38,5	38,8	40,3
Ярі зернові	33,4	35,5	38,7
Соняшник	22,7	24,8	26,2
Овочі відкритого ґрунту	226,8	263,4	270,7
Картопля	130	154	204
Цукровий буряк	385	426	467
Кукурудза на зерно	55,3	62,5	64,4
Кукурудза на силос	428	448	465
Кормовий буряк	397	439	473
Багаторічні трави			
- на сіно	21,6	23,8	31,3
- на зелений корм, сінаж	180,7	188,5	226,3

На протязі періоду, який аналізувався, видно, що врожайність всіх сільськогосподарських культур має тенденцію до поступового збільшення [37].

1.3. Забезпеченість господарства основними засобами виробництва

Важливою характеристикою господарства є розмір його виробництва, основними показниками якого є обсяг валової продукції, розміри площ сільськогосподарських угідь, поголів'я худоби, вартість фондів та середня чисельність працівників.

Забезпеченість сільськогосподарського виробництва основними засобами характеризують фондозабезпеченість та фондоозброєність праці, енергозабезпеченість та енергоозброєність праці. Узагальнюючими економічними показниками ефективності використання виробничих основних фондів в цілому являються фондовіддача та фондоємкість, норма прибутку. Розглянемо забезпеченість підприємства основними засобами та енергетичними ресурсами в табл. 1.4. Аналізуючи приведені дані можемо

спостерігати тенденцію до зниження фонду оснащеності, тобто вартості основних виробничих засобів, що припадає на 100 га сільськогосподарських угідь.

Таблиця 1.4

Забезпеченість господарства основними виробничими фондами

Показники	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Середньорічна вартість основних виробничих фондів, тис. грн.	21284	21320	21514
Середньорічна вартість основних фондів с/г призначення, тис. грн.	12120	12331	12517
Середньорічна вартість оборотних коштів, тис. грн.	4156	4264	4292
Середньорічна кількість робітників, люд.	299	251	126
Фондозабезпеченість, тис.грн/100 га с/г угідь	455	465	668
Енергозабезпеченість, кВт на 100 га с/г угідь	405,3	411,3	423,6
Фондоозброєність, тис.грн/люд	71,2	84,3	149,8
Енергоозброєність, кВт/люд	442,4	435,1	447
Фондоемкість	21	22	27

Обраний напрямок в спеціалізації господарства обумовлений природно-кліматичними умовами, близьке розташування до пунктів збуту продукції. Наскільки ефективно використовуються наявні основні виробничі засоби в ТОВ „Десналенд” розглянемо табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Економічна ефективність використання основних виробничих засобів

Показники	Р о к и		
	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Валова продукція, тис. грн.	728	816	835
в тому числі:			
- в рослинництві	576	683	717
- в тваринництві	152	143	122
Отримано на 1 грн. основних засобів, грн.:			
- валового доходу від сільського господарства;	0,28	0,31	0,33

- прибутку від реалізації сільськогосподарської продукції;	0,16	0,18	0,19
Фондовіддача, тис. грн	21,3	29,1	31,6
Рівень рентабельності, %	6,4	7,3	8,2

Розглянувши табл. 1.5 спостерігаємо сталу тенденцію незначного збільшення ефективності використання основних виробничих засобів. Крім цього за звітний період стабілізувався, хоч і незначний, рівень рентабельності господарства. На ефективність виробництва також впливає забезпеченість господарства робочою силою (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Забезпеченість робочою силою СТОВ "Десналенд"

Показники	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Кількість працівників всього, чол.	299	251	126
в тому числі:			
- в рослинництві	186	180	102
- в тваринництві	113	71	24
Отримано в розрахунку на 1 працівника, грн.			
- валового доходу	21,2	23,7	24,7
- чистого прибутку	1,3	2,02	2,84
Продуктивність праці, тис. грн./чол,	2,73	2,45	2,35

Забезпеченість господарства основними засобами виробництва та ефективність їх використання можна аналізувати по даним, які зведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Машинно-тракторний парк господарства

Показники	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Всього тракторів, шт	49	43	32
в тому числі: гусеничних тракторів	13	11	7
колісних тракторів	36	32	25
Автомобілів всього, шт	47	41	37
в тому числі: автобуси	2	2	2
вантажних	35	31	28
спеціальних	5	4	4

легкових	5	4	3
Картоплезбиральні комбайни, шт	1	1	1
Кукурудзозбиральні комбайни, шт	4	4	3
Зернозбиральні комбайни, шт	9	9	7

За останні роки в ТОВ “Десналенд” ослабла матеріально-технічна база, знизилась технічна оснащеність господарства, за останні роки машинно-тракторний парк майже не відновлювався. Аналізуючи машинно-тракторний парк господарства ТОВ “Десналенд” спостерігаємо, що за останні роки закріпилась тенденція зниження всього МТП господарства. Така картина пояснюється нехваткою коштів та збільшенням цін на енергетичні засоби, паливо-мастильні матеріали, а також фізичним зносом існуючої техніки. Ця причина призводить до неефективного ведення виробництва.

Перелік сільськогосподарських машин, які мають на балансі господарства приведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Перелік сільськогосподарських машин ТОВ “Десналенд”

С/г машини	Марка машин	Кількість, шт
1	2	3
Плуги	ПН-5-35	7
	ПН-3-35	5
	ПНЯ-4-42	2
Луцильники	ЛДГ-10	3
	ЛДГ-15	2
Борони	БЗТС-1,0	4
	БЗСС-1,0	4
	БСО-4А	6
	БД-7	2
	БДН-6	3
	БДТ-7	3
Культиватори	КПС-4	3
	КРН-5,6	2
	КРН-4,2	3
	КПШ-3,5	4
Сівалки	СЗС-2,1	6
	СЗТ-3,6	4

	СЗП-3,6	2
	СУПН-8	2
	ССТ-12	3
Зчіпки	СП-11	5
	СГ-21	5
Розкидувачі	1 РМГ- 4	3
	МВУ -5	2
Косарки	КПС-5Г	3
	КС-2,1	2
	КРН-2,1А	3
Жатки	ЖВС-6	2
	ЖСБ-4,2	1
	КМД-6	1
	ЖВН-6А	2
Подрібнювач	ИСУ-4	2
Причепи	2ПТС-4М	6
	2ПТС-4Л	6
	1ПТС-9	5
Косарки	КПС-5Г	3
	КС-2,1	2
	КРН-2,1А	3
Жатки	ЖВС-6	2
	ЖСБ-4,2	1
	КМД-6	1
	ЖВН-6А	2
Подрібнювач	ИСУ-4	2
Причепи	2ПТС-4М	6
	2ПТС-4Л	6
	1ПТС-9	5
	2ПТС-9	4
	2ПТС-4Л	4

На підставі приведених даних видно, як ТОВ “Десналенд” забезпечено сільськогосподарськими машинами, якщо не враховувати строк експлуатації сільськогосподарської техніки (більш 45 % мають строк амортизації більш 15-20 років). Забезпеченість тракторами та автомобілями становить близько 0,79. А як відомо, великі втрати на ремонт машин викликає значний ріст собівартості на сільськогосподарську продукцію.

1.4. Аналіз технологій, які використовуються в господарстві за тематикою кваліфікаційної роботи

Згідно обраної теми дипломного проекту, необхідно провести аналіз технології збирання картоплі в даному господарстві за останні роки та визначити існуючі недоліки або порушення. Для виконання поставленого завдання проаналізовано існуючі технології збирання даної культури та досліджені особливості цього технологічного процесу з метою виявлення порушень в обраному напрямку. В результаті проведеного аналізу встановлено, що в даному товаристві для виконання технологічного процесу збирання картоплі використовують картоплезбиральний комбайн ККУ-2 “Дружба”, який є на балансі ТОВ „Десналенд” в єдиному екземплярі. Даний комбайн напівначіпний і призначений для збирання картоплі з двох рядків, який агрегатується на полях з легкими та середніми ґрунтами, з колісними тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л за вологості ґрунтів 14...20 %, а при збиранні на перезволожених ґрунтах гусеничними Т-74, ДТ-75, обладнаними ходозменшувачами та гідроначіпними системами. Робочі органи даного комбайна приводяться в рух від ВВП трактора. При цьому ширина захвату складає 1,4 м, при робочій швидкості руху 1,8...4,0 км/год з продуктивністю 0,32...0,43 га/год. Для збирання гички картоплі перед комбайновим збиранням в господарстві застосовують косарки подрібнювачі марки КІР-1,5 продуктивність яких в звичайних умовах складає 0,3...0,5 га/г. Агрегатуються косарки з колісними тракторами класу 1,4 (МТЗ-80/82).

Виходячи з проведеного аналізу господарської діяльності підприємства, можна зробити висновок, що технологічний процес збирання картоплі знаходиться на незадовільному рівні, а в подальшому призведе тільки до погіршення ситуації. Тому запропонована розробка дискового підкопувача бульби картоплі тільки підтверджує доцільність та правильність вибору для умов даного господарства. Для того щоб в умовах ТОВ „Десналенд”

впровадити конкурентоздатний технологічний процес збирання картоплі з максимальною ефективністю і прибутковістю, необхідно обрати комплекс перспективних агротехнічних і сучасних організаційних заходів, які направлені на одержання високих врожаїв та чітко дотримуватись встановленого перспективного плану та регламенту запропонованих робіт.

Висновки по розділу 1

Проведений аналіз господарської діяльності ТОВ „Десналенд” Глухівського району Сумської області та перспективного плану розвитку галузі рослинництва дозволив зробити наступні висновки:

- ТОВ „Десналенд” можна охарактеризувати, як середнє розвинуте господарство, що спеціалізується на виробництві сільськогосподарської продукції рослинного та тваринного походження;

- основне джерело доходів господарства складає рослинницька галузь;

- виробництво картоплі для ТОВ „Десналенд” на даному етапі розвитку є перспективним видом виробничої діяльності, тому вдосконалення технології вирощування та збирання цієї культури, пошук резервів підвищення врожайності та ефективності виробництва є важливим джерелом покращення фінансово-економічного становища і гарантом подальшого розвитку;

- підвищення ефективності виробництва картоплі вимагає в першу чергу вдосконалення технології збирання цієї культури, впровадження елементів прогресивних напрямків на підставі досвіду ведучих світових аграрних підприємств;

- особливо слід відмітити проблему ефективного використання картоплезбиральних комбайнів, які в умовах засухи і важких ґрунтів різко знижують продуктивність і якість роботи;

- певну доцільність представляє пошук і впровадження технологічних і технічних засобів для збирання такої важливої культури, як картопля.

Враховуючи вищевикладене, представляється доцільним розробка кваліфікаційної роботи на тему “Механізація збирання картоплі з розробкою дискового підкопувача” для підприємства ТОВ «Десналенд».

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ТОВ „ДЕСНАЛЕНД”

2.1. Огляд існуючих технологій та засобів механізації для збирання картоплі

Збирання картоплі є дуже енергоємним процесом, під час якого машини підкопують рядки картоплі в середньому на глибину до 20 см, подрібнюють і відсівають ґрунт, відокремлюють бадилля та бульби. При збиранні картоплі послідовно виконують такі технологічні операції: збирання бадилля, підкопування картоплі, відокремлення бульб від стелонів, очищення і сортування бульб.

Бадилля збирають косарками-подрібнювачами КИР-1,5, КИР-1,5Б, які агрегуються з тракторами класу тяги 1,4. Кращих результатів отримують завдяки механічному скошуванню в поєднанні з десиктацією, тобто хімічною обробкою бадилля. Для цього використовують хлорат магнію (25...30 кг/га). За сухої погоди бадилля спочатку обробляють десиктантом, а після засихання його скошують косаркою КИР-1,5Б [16].

Спосіб збирання картоплі вибирають залежно від наявності техніки та ґрунтово-кліматичних умов.

За способом виконання технологічних операцій збирання картоплі розрізняють такі картоплезбиральні машини: картоплекопачі (роторні, елеваторні, грохотні та комбіновані), копачі-валкоутворювачі, збиральні комбайни, гичко-збиральні машини, сортувальні машини і пункти.

За способом з'єднання з енергетичним засобом (трактором) картоплезбиральні машини поділяють на причіпні, напівпричіпні, навісні та самохідні.

За кількістю рядків, що збираються, картоплезбиральні машини бувають одно-, дво-, три- і чотирирядні.

Якість збирання картоплі та продуктивність агрегату значною мірою залежать від способу збирання [25].

Картоплю збирають одно- та двофазним способами.

Однофазний спосіб збирання застосовують в умовах задовільного відсівання ґрунту на робочих органах комбайна. При цьому за одне проходження збирального агрегату, враховуючи те, що бадилля вже скошене, виконують усі технологічні операції:

- підкопування бульб (глибина підкопування більша на 2...3 см, ніж глибина залягання бульб);
- відокремлення бульб від стонів;
- очищення бульб від ґрунтових і рослинних домішок;
- вивантаження бульб у технологічний транспорт і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів;
- остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням.

Для реалізації однофазного способу збирання, як правило, використовують самохідні картоплезбиральні комбайни КПК-3, КПК-2, КСК-4-1, напівпричіпні дворядкові комбайни ККУ-2А, Е-686, ККЗ-2 (концерн «Борекс», Україна), трирядкові копачі-навантажувачі Е-684 та картоплесортувальні пункти КСП-15Б, КСП-25, К-754Ф. Напівпричіпні машини агрегуються з тракторами класу тяги 1,4 [16].

Двофазний спосіб збирання застосовують за високої вологості ґрунту, коли однофазне збирання неефективне. Він може бути роздільним або комбінованим. Цей спосіб має дві фази (стадії) збирання картоплі.

Перша стадія реалізується комплексами машин з використанням копачів-валкоутворювачів (комплекс машин МТЗ-80 + УКВ-2).

При роздільному збиранні картоплі, яке застосовують на ґрунтах з підвищеною вологістю, на першій стадії виконують такі технологічні операції:

- викопування бульб, попереднє часткове їх очищення від домішок;

- формування валка викопаних бульб з двох, чотирьох або шести рядків.

Валок формується так: викопуючи перші два рядки, копач укладає валок ззаду на вирівняну спеціальним пристроєм поверхню, а бадилля відкидає вбік на зібране поле. Під час другого (або другого і третього) проходження агрегату викопані бульби двох крайніх суміжних рядків укладають на вже утворений валок, а бадилля залишають за копачем.

При формуванні валків із чотирьох рядків при високому врожаї копач УКВ-2 рухається загінним способом, укладаючи бульби слідом за собою у валок, а бадилля вбік. При наступному проходженні агрегату бульби поперечним конвеєром подають у раніше утворений валок, а бадилля скидають слідом за копачем, тобто у валок бадилля, утворений при першому проходженні агрегату.

На полях з невисоким урожаєм вигідніше утворювати валки з шести рядків. У цьому разі копач УКВ - 2 рухається човниковим способом [23].

При першому проходженні, яке здійснюють, відступивши від краю поля на два рядки, бульби укладають слідом за копачем, а бадилля - з лівого боку, в міжряддя двох сусідніх незібраних рядків. На краю поля роблять поворот ліворуч і при зворотному русі збирають два рядки з укладеним у міжряддя бадиллям. При цьому бульби укладають у раніше утворений валок, а бадилля - слідом за копачем. За третім проходженням збирають два рядки праворуч від валка. При цьому бадилля скидають слідом за копачем, а бульби поперечним конвеєром спрямовують у валок, утворений при попередніх двох проходженнях.

Друга стадія роздільного збирання картоплі реалізується комплексом машин МТЗ-80 + ККУ-2А:

- підбирання утвореного валка бульб;
- очищення бульб від домішок;

- вивантаження бульб у кузов транспортного засобу, що рухається поряд із картоплезбиральною машиною, і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів;

- остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням на картоплесортувальних пунктах.

За двофазного способу збирання картоплі скошувати бадилля не рекомендується, оскільки у валок потрапляє багато післяжнивних решток, відокремлення яких пов'язане з великими труднощами.

При комбінованому збиранні картоплі, яке застосовують на легких ґрунтах з якісною сепарацією, на першій стадії виконують такі технологічні операції:

- викопування бульб, попереднє часткове їх очищення від домішок;
- формування валка викопаних бульб укладанням викопаних бульб у міжряддя невикопаних рядків.

Комбіноване збирання картоплі відрізняється від роздільного тим, що на першій стадії копачем-валкоутворювачем викопують бульби з двох рядків при врожайності 200...300 ц/га або з чотирьох (при меншій урожайності) суміжних рядків і укладають їх у міжряддя двох незібраних рядків, а бадилля скидають за копачем.

Друга стадія комбінованого збирання картоплі реалізується комплексом машин МТЗ-80 + ККУ-2А:

- викопування бульб з двох залишених рядків з одночасним підбиранням утвореного валка;
- очищення бульб від домішок;
- вивантаження бульб у кузов транспортного засобу, що рухається поряд з картоплезбиральною машиною, і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів;
- остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням на картоплесортувальних пунктах.

Потім комбайном викопують бульби з двох незібраних рядків і підбирають разом укладені в міжряддя бульби.

Для реалізації одно- і двофазного способів збирання застосовують потокову та потоково-перевалочну технологію збирання.

Потокова технологія збирання картоплі передбачає вивантаження бульб із комбайна в саморозвантажувальні транспортні засоби з подальшим відвезенням бульб до сортувального пункту, до їх вивантажують у його приймальний бункер. Тут картоплю відокремлюють від домішок ґрунту, бадилля, каміння тощо, відбирають дуже пошкоджені, гнилі та уражені хворобами бульби, а також розподіляють картоплю на фракції за розмірами. Відсортовану картоплю подають конвеєрами в транспортні засоби або сховища [16].

За потоково-перевалочної технології зібрану комбайнами картоплю відвозять саморозвантажувальними транспортними засобами на майданчики, розвантажують її в тимчасові кагати і залишають на 10 - 12 днів. За цей час шкірка на бульбах стає грубішою, завдяки чому при сортуванні зменшуються пошкодження в 2 - 3 рази. Крім того, за цей час виявляються пошкоджені комбайном та уражені хворобами бульби, які відбирають на сортувальних пунктах. Вантажать картоплю із тимчасових кагатів екскаватором типу 30-2621, обладнаним ковшем для коренебульбоплодів.

Під час технологічного процесу збирання важливе місце займають операції по закладці продукції на зберігання. Значне забруднення коренів землею та зеленою масою, а також їх пошкодження приводить до втрат під час зберігання, особливо в зимовий та весняні періоди [24].

2.2. Розрахунок основних технологічних операцій при збиранні картоплі

2.2.1. Організація збирально-транспортних робіт при збиранні картоплі.

Виробниче використання збиральних агрегатів і транспортних засобів передбачаємо груповим методом. Найбільш прогресивною формою організації потокового збирання картоплі, а також високоефективного використання техніки являються збиральні комплекси, які забезпечують збільшення середньодобового виробітку одного комбайну в 1,2-1,5 рази, скорочення строків збирання і зменшення втрат.

Збиральний комплекс для потокового збирання і транспортування картоплі за своїм складом повинен мати наступні ланки: підготовки полів до збирання, комбайно-тракторні, транспортувальні, післязбиральної обробки ґрунту, технічного обслуговування застосовуваної техніки, а також групу контролю якості виконаних робіт. Основу збирального комплексу складають ланки по збиранню та транспортуванню картоплі. Збиральний загін може мати 2 такі ланки, за якими закріплений трактор, картоплезбиральний комбайн, а також необхідна кількість транспортних засобів для перевезення картоплі. При цьому важливою умовою високопродуктивної роботи комбайнів являється виявлення необхідної кількості транспортних засобів, розрахунок оптимальних маршрутів їх переміщення [3].

Ланки технічного обслуговування виділяють агрегат АТО-А, ремонтну майстерню типу МПР-3901, заправний агрегат МЗ-3905. В ланку входять майстер-наладчик, слюсар, газоелектрозварник, слюсар-електрик, два шофери. Керує ланкою майстер-наладчик. При наявності в господарстві диспетчерської служби і відповідних засобів зв'язку, одну з машин обладнують радіостанцією. Ланка технічного обслуговування

проводить змінне і періодичне технічне обслуговування комбайнів і тракторів, усунення несправностей і поломок [9].

Технологія збирання картоплі передбачає виконання наступних операцій: викопування бульб; очищення бульб від ґрунту, відокремлення гички; транспортування картоплі; закладання її на зберігання. Під час вирощування картоплі найбільш затратною і трудомісткою операцією є збирання. Затрати праці на неї складають 35-40 % всіх трудових і грошових затрат. Для зменшення затрат і проведення збирання якісно в оптимальні терміни необхідно добре підготувати поле, збиральну техніку, використати прогресивну технологію з врахуванням виробничих умов і дотриманням агротехнічних вимог. Крім того, необхідно максимально зменшити затрати ручної праці шляхом часткової механізації окремих технологічних операцій. Закупляти дорогу високопродуктивну техніку доцільно тільки за умови наявності достатньої кількості посівних площ. Використання даної техніки у невеликих господарствах де наявні незначні площі недоцільно [15].

2.2.2. Обґрунтування та вибір збирального агрегату.

Визначаємо загальний опір комбайно-тракторного агрегату $R_{агр}$:

$$R_{агр} = k_v \cdot b_p + G_M \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

де k_v - питомий опір причіпного картоплезбирального комбайну ККУ-2А при робочій швидкості трактора, кН/м :

$$k_v = k_0 \cdot \left[1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (2.2)$$

де k_0 питомий опір, кН/м, при швидкості холостого ходу $V_0 = 5$ км/год,

$$k_0 = 2,5;$$

ΔC - темп збільшення питомого опору на 1 км/год $\Delta C = 2...3$ %;
приймаємо $\Delta C = 2,5$ %;

V_p - робоча швидкість агрегату, км/год:

$$V_p = V_T \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.3)$$

де V_T - теоретична швидкість руху агрегату на вибраній передачі, км/год, яку, згідно рекомендацій, приймаємо $V_T = 4,6$ км/год

δ - коефіцієнт буксування рушіїв трактору, %; $\delta = 15$ %;

$$V_p = 4,6 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 3,91$$

b_p - ширина захвату причіпного картоплезбирального комбайну, м:

$$b_p = \beta \cdot B_K, \quad (2.4)$$

де B_K - конструкційна ширина захвату, $B_K = 1,2$ м;

β - коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 1$;

$$b_p = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ м};$$

G_m - вага картоплезбирального комбайну, кН/м:

$$G_m = m \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (2.5)$$

де m - вага картоплезбирального комбайну, кг, $m = 1000$ кг:

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,8$ м/с²;

$$G_m = 1000 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 9,8 \text{ кН},$$

Розраховуємо:

$$k_v = 3 \cdot \left[1 + (6,4 - 5) \cdot \frac{2,5}{100}\right] = 3,1;$$

$$R_{azp} = 3,1 \cdot 4,2 + 9,8 \cdot \frac{4}{100} = 13,4 \text{ кН}.$$

Перевіряємо вірність вибору складу агрегату, робочих передач визначенням коефіцієнту використання тягового зусилля трактору η_T , що для прийнятого трактору МТЗ – 80А повинен бути в межах 86...95 %:

$$\eta_T = \frac{R_{a2p}}{P_{тяг}}, \quad (2.6)$$

де $P_{тяг}$ - тягове зусилля трактора, кН;

для прийнятої 6-ї передачі:

$$\eta_T = \frac{13,4}{14} = 0,95 \%$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактору складає 0,95 %, а це означає що умова виконується.

$$E = 2,8 R_0 + 0,5l + e, \quad (2.7)$$

де R_0 - радіус повороту агрегату при заданій швидкості руху, м:

$$R_0 = 0,8 \cdot B; \quad (2.8)$$

$$R_0 = 0,8 \cdot 4,2 = 3,36 \text{ м};$$

$$E = 2,8 \cdot 3,36 + 0,53 + 0,44 = 10,3 \text{ м};$$

2.2.3. Розрахунок кількості автомобілів для транспортування картоплі

Визначимо відстань, яку необхідно пройти для повного заповнення вантажного кузова за формулою:

$$\ell = \frac{Q_\kappa \cdot \lambda}{B_p \cdot Y_\kappa} \cdot 10^4. \quad (2.9)$$

де λ - коефіцієнт заповнення, $\lambda = 0,9$;

Q_κ - вантажність автомобіля, $Q_\kappa = 8 \text{ т}$;

Y_κ - врожайність картоплі, $Y_\kappa = 2 \text{ т/га}$.

$$\ell = \frac{8 \cdot 0,9}{2,7 \cdot 2} \cdot 10^4 = 740 \text{ м}.$$

Кількість робочих ходів комбайна:

$$K_p = \frac{740}{800} = 0.92.$$

Визначимо середній час заповнення кузова, який дорівнює:

$$T'_{\text{цк}} = t_{\text{зан}} + K_p \cdot t_{\text{пов}} + t_{\text{зам}}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{зан}}$ - час заповнення кузова, хв.;

$t_{\text{пов}}$ - час повороту, хв.; $t_{\text{пов}} = 3 \text{ хв.}$;

$t_{\text{зам}}$ - час зміни, хв.; $t_{\text{зам}} = 1$.

$$t_{\text{зан}} = \frac{\ell \cdot 60}{10^3 \cdot V_{\text{к}}} = \frac{740 \cdot 60}{10^3 \cdot 6} = 7,4 \text{ хв.}; \quad (2.11)$$

$$T'_{\text{цк}} = 7,4 + 0,92 \cdot 3 + 1 = 11,16 \text{ хв.}$$

Час повного циклу відвезення картоплі визначаємо по формулі:

$$t_{\text{ца}} = t_{\text{д}} + t_{\text{м}}. \quad (2.12)$$

де $t_{\text{д}}$ - час доставки вантажу і назад (з вантажем і без вантажу);

$t_{\text{м}}$ - технологічний час

$$t_{\text{м}} = 3 + 5 + 5 = 13 \text{ хв.};$$

$$t_{\text{д}} = 15 \left(\frac{60}{40} + \frac{60}{60} \right) = 7,5 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{ца}} = 7,5 + 13 = 20,5 \text{ хв.}$$

Визначимо необхідну кількість автомобілів по формулі через продуктивність агрегату:

$$P_a = \frac{T_{\text{ца}}}{T'_{\text{цк}}}. \quad (2.13)$$

$$P_a = \frac{20,5}{10,62} \approx 2 \text{ шт.}$$

В результаті проведених розрахунків – слід мати для перевезення картоплі 2 автомобілі середньою вантажопідйомністю 8 т (типу КАМАЗ 5320). У випадку використання автомобілів меншої вантажності необхідно вносити корективи, а саме: кількість автомобілів збільшується відповідно до наступного співвідношення:

$$n_x = n_a \frac{Q_a}{Q_x}, \quad (2.14)$$

де n_x – кількість автомобілів при фактичній вантажності Q_x ;

n_a – кількість автомобілів при вантажності Q_a .

За даними розрахунків будуємо номограму та графік узгодження робіт збирально-транспортного комплексу для збирання картоплі. Для практичних розрахунків та аналізу необхідної кількості транспортних засобів при перевезенні картоплі використовується номограма, яка дозволяє з помилкою не більш 5 % визначати швидкість та час руху транспорту для перевезення, тривалість циклу транспортної одиниці, продуктивність, загальну кількість транспортних одиниць в залежності від відповідних показників та встановлювати економічний ефект в порівнянні різних агрегатів [27]. По номограмі визначаємо:

- в першому квадраті - швидкість руху транспортного засобу в залежності від типу дороги та пройденої відстані;
- в другому квадраті - час руху транспорту з поля до місця зберігання та навпаки;
- в третьому – тривалість циклу транспортної одиниці;
- в четвертому та п'ятому – продуктивність збиральної техніки;
- в шостому – загальну кількість транспортних одиниць в залежності від кількості збиральної техніки.

Дана номограма дозволяє дуже швидко і без довготривалих розкладів отримати потрібний показник.

2.3. Розрахунок операційної карти на збирання картоплі

Для збирання картоплі комплектуємо агрегат в складі трактора МТЗ-80А та причіпного картоплезбирального комбайну ККУ-2А. Перед початком збиральних робіт поле оглядають, перешкоди і зайві предмети прибирають, велике каміння або перешкоди відмічають позначками. За 10-15 днів до початку робіт автогрейдером необхідно вирівняти всі під'їзні польові дороги.

До роботи на агрегаті допускаються особи не молодше 17 років, які мають посвідчення на керування агрегатом. Технічний стан агрегату повинен відповідати вимогам безпеки; робочі органи відрегульовані. Рухомі та обертові частини агрегату повинні бути огорожені захисними кожухами, що забезпечують безпеку робітників. Поле для роботи агрегату повинно бути завчасно підготовлено. З'єднання машини, що агрегатується з трактором, повинно бути надійним. Керування гідросистемою проводиться тільки із кабіни трактора. Заглиблення робочих органів проводиться перед початком руху агрегату [16].

Визначимо показники роботи агрегату в полі і підготовки його роботи.

Визначаємо кінематичні параметри агрегату та показники використання робочих і холостих ходів.

Радіус повороту агрегату:

$$R = R_0 \cdot K_R, \quad (2.15)$$

де R_0 – радіус повороту при швидкості руху 5 км/год;

K_R – коефіцієнт пропорційності, відносно швидкості повороту.

$$R = 0,9 \cdot 2,7 \cdot 1,06 = 2,58 \text{ м.}$$

Кінематична довжина агрегату, як сума кінематичних довжин трактора l_m та машини l_M , тобто:

$$l_k = l_m + l_M, \quad (2.16)$$

де l_m – кінематична довжина трактора, м;

l_M – кінематична довжина картоплюсиральної машини, м,

$$l_k = 1,2 + 1,0 = 2,2 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату:

$$d_k \approx \frac{B_k}{2} \approx \frac{2,7}{2} = 1,35 \text{ м.} \quad (2.17)$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = (0,1 \dots 0,2) l_k - \text{для начіпних агрегатів}; \quad (2.18)$$

$$e = 0,1 \cdot 1,35 = 0,135 \text{ м.}$$

Приймаємо, що агрегат по полю рухається човниковим способом, а тип повороту – петльовий, заднім ходом, відкритий. Тоді, мінімальна ширина поворотної смуги буде дорівнювати:

$$E_{\min} = 1,1R + e + d_k; \quad (2.19)$$

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 2,58 + 0,135 + 1,35 = 4,323 \text{ м.}$$

Враховуючи, що поворотна суга не пов'язана з шириною захвату агрегату, оскільки обробляється вручну, то тоді приймаємо фактичну ширину поворотної смуги рівну $E_\phi = 5 \text{ м.}$

Тоді довжина робочого ходу буде:

$$L_p = L - 2E_\phi, \quad (2.20)$$

де L_p – довжина поля, м,

$$L_p = 250 - 2 \cdot 5 = 240 \text{ м.}$$

Довжина холостого повороту:

$$l_x = 5,5R + 2e, \quad (2.21)$$

$$l_x = 5,5 \cdot 2,58 + 2 \cdot 0,135 = 14,46 \text{ м.}$$

Тоді кількість робочих ходів n_p і холостих n_x на полі буде дорівнювати:

$$n_p = \frac{C}{B_{agr}}, \quad (2.22)$$

$$n_x = \frac{C}{B_{agr}} - 1 = n_p - 1, \quad (2.23)$$

де C – ширина поля, м;

B_{agr} – ширина захвату агрегату, м,

$$n_p = \frac{200}{2,7} = 74,07;$$

$$n_x = 74,07 - 1 = 73,07.$$

Приймаємо: $n_p = 74$, $n_x = 73$.

Визначасмо показники роботи агрегату на загоні.

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p n_p}{L_p n_p + l_x n_x}, \quad (2.24)$$

$$\varphi = \frac{240 \cdot 74}{240 \cdot 74 + 14,46 \cdot 73} = 0,94.$$

Тривалість циклу роботи агрегату на загоні:

$$t_{\text{ц}} = t_{p\text{ц}} + t_{x\text{ц}} = \frac{2L_p}{V_p 60} + \frac{2l_x}{V_x 60}, \quad (2.25)$$

де $t_{p\text{ц}}$; $t_{x\text{ц}}$ – затрати часу за цикл відповідно на робочий хід і повороти, хв;

V_p – робоча швидкість руху агрегату, м/с;

V_x – швидкість руху агрегату на поворотах, м/с,

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 240}{2,55 \cdot 60} + \frac{2 \cdot 14,46}{1,9 \cdot 60} = 3,14 + 0,25 = 3,39 \text{ хв.}$$

Кількість циклів агрегату за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{отд}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.26)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість часу зміни, хв;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв;

$T_{\text{отд}}$ – час регламентованих внутрізмінних перерв на відпочинок, хв.

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{ето}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{пнк}} + T_{\text{пн}}, \quad (2.27)$$

де $T_{\text{ето}}$ – час на технічне обслуговування агрегату, хв;

$T_{\text{пн}}$ – час на підготовку агрегату до переїздів, хв;

$T_{\text{пнк}}$ – час на переїзди на початку і в кінці зміни, хв;

$T_{\text{пн}}$ – час на одержання наряду і здачу роботи, хв.

$$T_{\text{пз}} = 31 + 3 + 35 + 10 = 79 \text{ хв.}$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 79 - 40}{3,39} = 88,79.$$

Приймаємо $n_{\text{ц}} = 89$.

Чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_u \cdot n_u, \quad (2.28)$$

$$T_p = 3,39 \cdot 89 = 301,71 \text{ хв.}$$

Дійсний час зміни:

$$T_{cd} = t_u \cdot n_u + T_{nz} + T_{omd}, \quad (2.29)$$

$$T_{cd} = 3,39 \cdot 89 + 79 + 40 = 420,71 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{cd}}, \quad (2.30)$$

$$\tau = \frac{301,71}{420,71} = 0,72.$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p T_{зм} \tau, \quad (2.31)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 9,2 \cdot 0,72 \cdot 7 = 10,52 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину чистого часу:

$$W_{годч} = \frac{W_{зм}}{T_p} = \frac{10,52}{5,03} = 1,09 \text{ га/год.} \quad (2.32)$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$W_{годзм} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} = \frac{12,52}{7} = 1,79 \text{ га/год.}$$

Визначимо експлуатаційні затрати роботи агрегату.

Погектарна витрата палива:

$$Q = \frac{G_{mp}T_p + G_{mx}T_x + G_{mo}T_o}{W_{зм}}, \quad (2.33)$$

де G_{mp} ; G_{mx} ; G_{mo} – середня годинна витрата палива, кг/год, відповідно при робочому ході, при холостому русі і при зупинках трактора з працюючим двигуном;

T_x – загальний час на повороти і переїзди, год;

T_o – час на зупинки з працюючим двигуном за зміну, год.

$$T_x = t_{хц} \cdot n_{ц} + T_{нпн}, \quad (2.34)$$

$$T_x = 0,25 \cdot 89 + 35 = 57,25 \text{ хв} = 0,95 \text{ год.}$$

$$T_o = T_{омд} + 0,5T_{емо} + T_{нп} + T_{пн},$$

$$T_o = 40 + 0,5 \cdot 31 + 3 + 10 = 68,5 \text{ хв} = 1,14 \text{ год.}$$

$$Q = \frac{14,9 \cdot 5,03 + 6 \cdot 0,95 + 1,14 \cdot 1,4}{12,52} = 6,57 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи:

$$H = \frac{m \cdot T_{сд}}{W_{зм}}, \quad (2.35)$$

де m – загальна кількість робітників, що обслуговують агрегат;

$$H = \frac{(1 + 12) \cdot 7,01}{12,52} = 7,28 \text{ люд-год/га.}$$

Питомі затрати на амортизацію трактора МТЗ-80А:

$$S_{ат} = \frac{(a_{рт} + a_{кт} + a_{тот})B_{т}}{100 \cdot T_p \cdot W_{год}}, \quad (2.36)$$

де $a_{рт}$, $a_{кт}$, $a_{тот}$ – норми річних відрахувань відповідно на реновацію, капітальний ремонт, ТО та поточний ремонт, %;

$B_{т}$ – балансова вартість трактора, грн;

$T_{р}$ – річне завантаження трактора, год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год,

$$S_{ам} = \frac{(12,5 + 4 + 22) \cdot 95000}{100 \cdot 1200 \cdot 1,79} = 17,03 \text{ грн/га.}$$

Питомі затрати на амортизацію:

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{том}) B_{м}}{100 \cdot T_{рм} \cdot W_{год}}, \quad (2.37)$$

де $a_{рм}$, $a_{том}$ – норми річних відрахувань відповідно на реновацію та технічне обслуговування і поточний ремонт, %;

$T_{рм}$ – річне завантаження машини, год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год,

$$S_{ам} = \frac{(14,2 + 12) \cdot 25000}{100 \cdot 300 \cdot 1,79} = 12,2 \text{ грн/га.}$$

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$S_{пм} = Q \cdot Ц_{пм} \quad (2.38)$$

де Q – погектарна витрата палива на даній роботі, кг/га;

$Ц_{пм}$ – ціна комплексна 1 кг палива, $Ц_{пм} = 9,57$ грн,

$$S_{пм} = 9,57 \cdot 4,2 = 40,194 \text{ грн/га.}$$

Питомі затрати на основну зарплату:

$$S_{зп} = \frac{k_1 (m_{тр} f_1 + m_{д} f_{д})}{W_{зм}}, \quad (2.39)$$

де $m_{тр}$, $m_{д}$ – відповідно число механізаторів і допоміжних робітників;

k_1 – коефіцієнт доплати за якість роботи.

$$S_{зп} = \frac{1,1 \cdot (35 + 12 \cdot 28)}{12,52} = 32,6 \text{ грн/га.}$$

Сумарні прямі експлуатаційні затрати на одиницю виконаної роботи:

$$S_o = S_{ат} + S_{ам} + S_{пм} + S_{зп}, \quad (2.40)$$

$$S_o = 17,03 + 12,2 + 40,194 + 32,6 = 102,024 \text{ грн/га.}$$

Приведені затрати на роботу агрегату:

$$S_{пр} = S_o + \frac{E_k}{W_{годзм}} \cdot \left(\frac{B_{т}}{T_{р}} + \frac{B_{м}}{T_{рм}} \right), \quad (2.41)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k = 0,15$;

$$S_{пр} = 102,024 + \frac{0,15}{1,79} \cdot \left(\frac{95000}{1200} + \frac{25000}{300} \right) = 323,24 \text{ грн/га.}$$

На підставі отриманих даних розробляється операційна карта на збирання картоплі запропонованим агрегатом МТЗ-80А + причіпний картоплезбиральний комбайн ККУ-2А в умовах даного господарства.

Висновки по розділу 2

У другому розділі приведено розрахунок основних технологічних операцій при збиранні картоплі. Для цього комплектується агрегат в складі трактора МТЗ-80А та причіпного картоплезбирального комбайну ККУ-2А. Визначено показники роботи агрегату в полі і підготовки його до роботи.

Визначено також кінематичні параметри агрегату та показники використання робочих і холостих ходів. На підставі отриманих даних розроблено операційну карту на збирання картоплі запропонованим агрегатом МТЗ-80А + причіпний картоплезбиральний комбайн ККУ-2А в умовах даного господарства.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОГО ПІДКОПУВАЧА БУЛЬБИ

3.1. Огляд існуючих конструкцій базових моделей машин для збирання картоплі

Для збирання картоплі в сучасній практиці використовуються картоплекопачі або картоплезбиральні комбайни. Картоплекопачі призначені для підкопування рядків картоплі, сепарації викопаного вороху (руйнування, подрібнення викопаного шару, часткового відокремлення домішок від бульб) та укладання відокремлення бульб на поверхню поля у валок.

Картоплекопач КСТ-1,4А (рис. 3.1) призначений для викопування двох рядків картоплі, сепарації викопаного ґрунту та укладання бульб на поверхню поля у валок. Він працює на всіх типах ґрунтів за вологості 10...27 %. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 1,9...6,5 км/год, продуктивність до 0,9 га/год, маса 1320 кг. Агрегатується з тракторами тягового класу тяги 1,4, робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора [16].

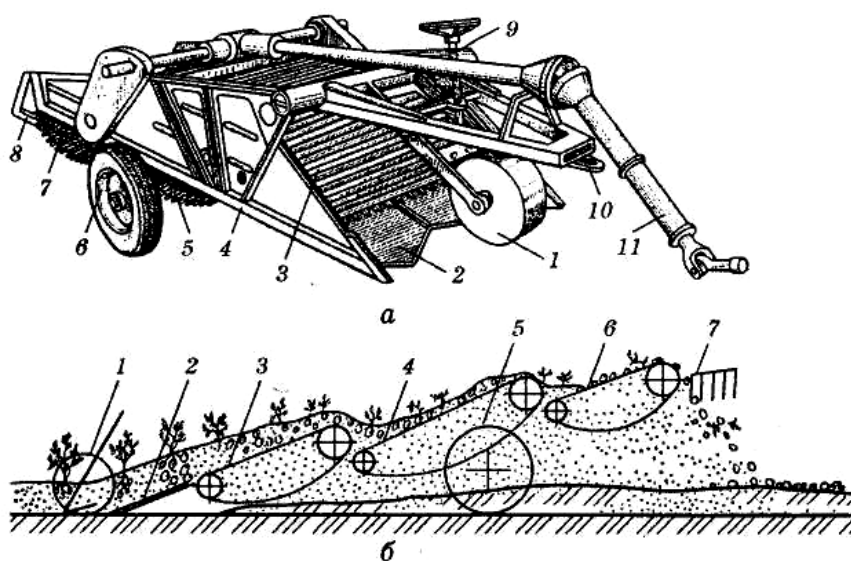


Рис. 3.1. Картоплекопач КСТ-1,4А

Картоплекопач елеваторного типу складається з рами 4, одного копіювального металевго 1 та двох опорних пневматичних 6 коліс, двох лемешів 2, швидкісного 3, основного 5 та каскадного 7 конвеєрів, двох звужувальних щитків 8, причіпного пристрою 10, механізмів приводу робочих органів 11 та регулювання глибини ходу лемешів. Лемеші 2 активного типу призначені для підкопування шару бульб, часткового руйнування підкопаного шару та передачі викопаного вороху на швидкісний конвеєр 5. Вони мають трапецієподібну форму з відкидними клапанами, які встановлені в задній частині кожного лемеша та шарнірно з'єднані з рамою 4. Швидкісний конвеєр 3 пруткового типу призначений для розпушення, руйнування та сепарації викопаного шару ґрунту та подавання його на основний конвеєр 5, верхня гілка якого приводиться в коливальний рух за рахунок еліптичних зірочок, де ґрунт інтенсивно просіюється крізь прутки конвеєра. Каскадний конвеєр 7 призначений для остаточної сепарації викопаного вороху картоплі та скидання його на поверхню поля, тобто утворення валка картоплі звужувальними щитками 8. Для зменшення пошкодження бульб кожний другий пруток конвеєра прогумований.

Картоплекопач-валкоутворювач УКВ-2 призначений для збирання картоплі комбінованим та роздільним способами з двох рядків: підкопування шару ґрунту, сепарації домішок викопаного вороху та формування валка викопаних бульб на поверхні поля. Картоплекопач напівпричіпний, агрегатується з тракторами класу тяги 1,4. Робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 2,8...6,0 км/год, продуктивність до 0,4 га/год, маса 2521 кг. Копач-валкоутворювач має основну раму, ходові пневматичні та опорні 1 колеса (рис. 3.2), лемеші 3 з активними боковинами 2, основний конвеєр 4 зі струшувачами 5, два балони-грудкоподрібнювачі 6, грохот з першим 7 та другим 9 решетами,

ложеутворювач 8, поперечний конвеєр 10, бадиллєвідокремлювальні тростини 11, бадиллєвідокремлювальну гірку 12, гідросистему та механізм приводу робочих органів. Лемеші 3 мають плоску п'ятикутну форму з активними коливальними боковинами, передня частина загострена, а в задній шарнірно встановлені клапани, які запобігають заклинюванню сторонніх предметів між лемешем і основним конвеєром 4. Між лемешами і боковинами залишають вільний простір. Активні боковини усувають звантаження рослинних домішок на лемешах [16].

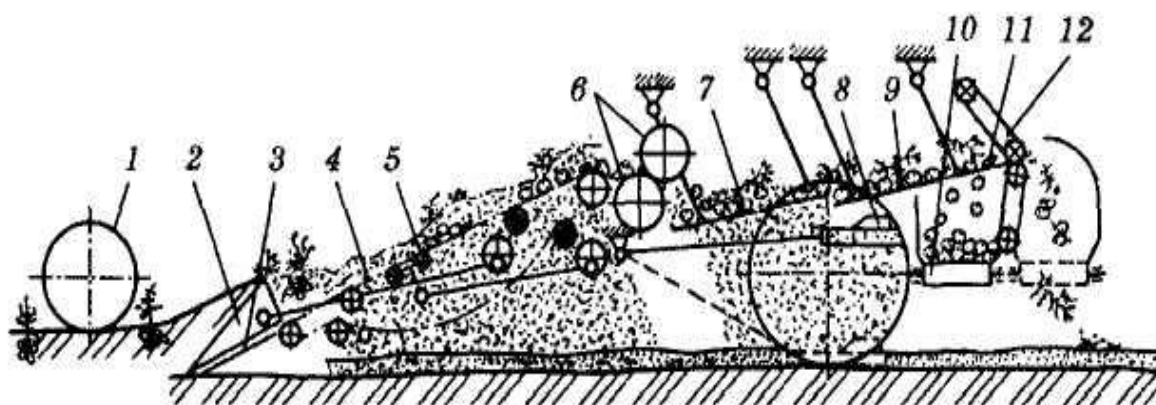


Рис. 3.2. Конструктивно-технологічна схема картоплекопача-валкоутворювача УКВ-2

Основний конвеєр 4 пруткового типу обладнаний активними струшувачами 5, які є еліптичними зірочками й інтенсифікують процес просіювання ґрунту в зазори між прутками конвеєра. Швидкість руху полотна конвеєра 1,54 м/с. Грудкоподрібнювач 6 виконаний у вигляді двох розміщених один над одним циліндричних пневматичних балонів, які мають різну кутову швидкість обертання як за напрямком, так і за значенням.

Основні машини для збирання картоплі - дворядний уніфікований комбайн ККУ-2А (ККУ-2 «Дружба»), КПК-3 (КПК-2), Е-684, Е-686, КСК-4-1. Напівначіпний картоплезбиральний комбайн ККУ-2А (рис. 3.3) призначений для збирання картоплі з двох рядків на полях з легкими та

середніми ґрунтами, агрегатується з колісними тракторами тягового класу 1,4 за вологості ґрунтів 14 – 20 %, а при збиранні на перезволожених – гусеничними тягового класу 3, обладнаними ходозменшувачами та гідроначіпними системами. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість руху 1,8 – 4,0 км/год, продуктивність 0,32 – 0,43 га/год [16].

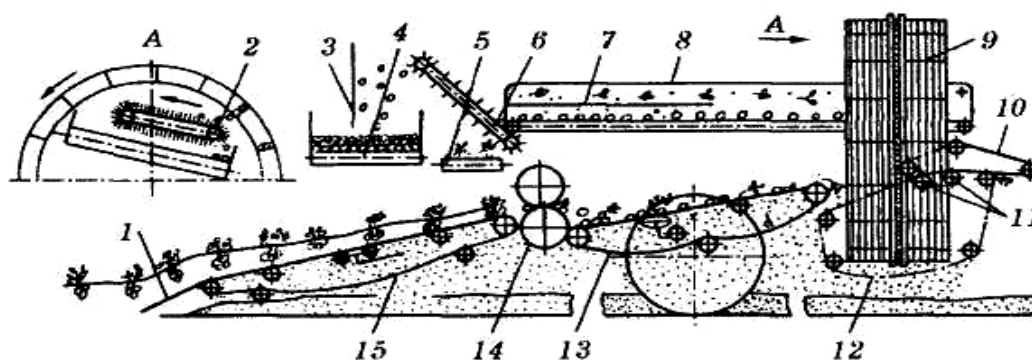


Рис. 3.3. Конструктивно-технологічна схема комбайна ККУ-2А

Основні складові частини комбайна – активний леміш 1, основний 15 та другий 13 сепарувальні конвеєри з механізмом струшування, грудкоподрібнювач 14, бадилле-відокремлювач, барабанний конвеєр 9, гірка 2, перебиральний стіл 8, конвеєри завантаження 6 бункера 4 та домішок 5, рама, опорні та ходові колеса, механізм передач, гідравлічний механізм підймання бункера, механізм заглиблення лемеша, а також площадки для комбайнера і перебиральників картоплі. Технологічний процес роботи картоплезбирального комбайну ККУ-2А представлений на рис. 3.4.

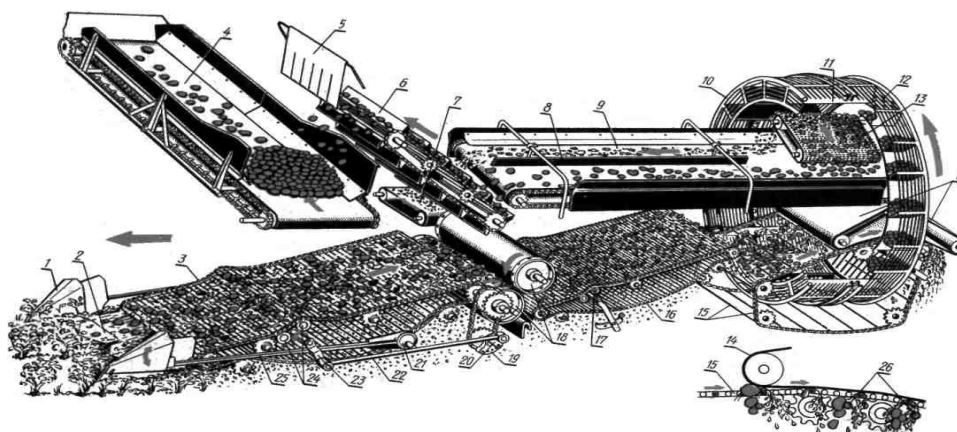


Рис. 3.4. Технологічний процес роботи комбайну ККУ-2А

Картоплезбиральний комбайн КПК-3 призначений для збирання трьох рядків картоплі прямим комбайнуванням (однофазним способом) з міжряддям 70 см, посаджених гребневим способом на легких, середніх і важких перезволожених ґрунтах. Комбайн напівпричіпний, агрегатується з тракторами класу тяги 1,4; 2 і 3. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 2,1 м, робоча швидкість 2,0...6,0 км/год, продуктивність 0,44...0,8 га/год, маса 6000 кг [16]. Конструктивну схему картоплезбирального комбайна КПК-3 наведено на рис. 3.5.

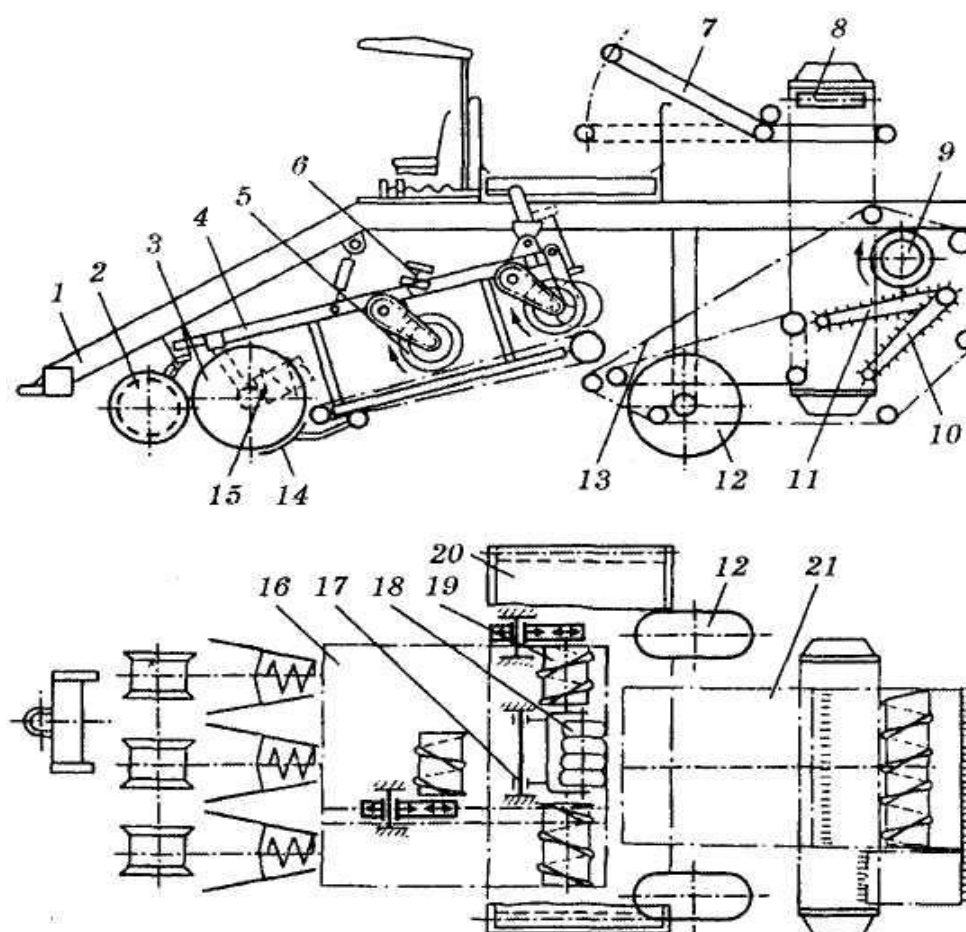


Рис. 3.5. Конструктивна схема комбайна КПК-3

Комбайн складається з рами 1, трьох копіювальних котків 2, які стискають гребені рядків, викопувальних дискових копачів 3, підкопувальних лемешів 14, поздовжніх шнеків 15, першого 16 і другого 21 сепарувальних конвеєрів, сепараторів шнекового типу середнього 5, заднього 9 і бокових 19 шнеків, грудкоподрібнювача 18, рідкопруткового конвеєра 13,

задньої основної 11 і вузької 10 пальчастих гірок, ківшового конвеєра 8, конвеєра завантаження 7 бункера 20, регулювальних механізмів 6 і 17, бадиллєвтягувального валика, гідросистеми, приводу, площадки для комбайнера. Робочі органи комбайна змонтовані на рамі 1, яка спирається на ходові колеса 12. Комбайн КПК-3 уніфікований з комбайном КПК-2 і відрізняється від нього тим, що підкопувальні робочі органи 2, 3 і 14 встановлені для підкопування трьох рядків замість двох, а перший сепарувальний конвеєр 16 має більшу ширину.

Картоплезбиральний комбайн Е-684 (рис. 3.6). Копач-навантажувач призначений для збирання прямим комбайнуванням картоплі, посадженої з міжряддям 70 см. Комбайн трирядний, напівначіпний, агрегується з тракторами класу тяги 1,4. Робочі органи комбайна приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 2,1 м, робоча швидкість до 6,0 км/год, продуктивність до 1,0 га/год, маса 4200 кг [16].

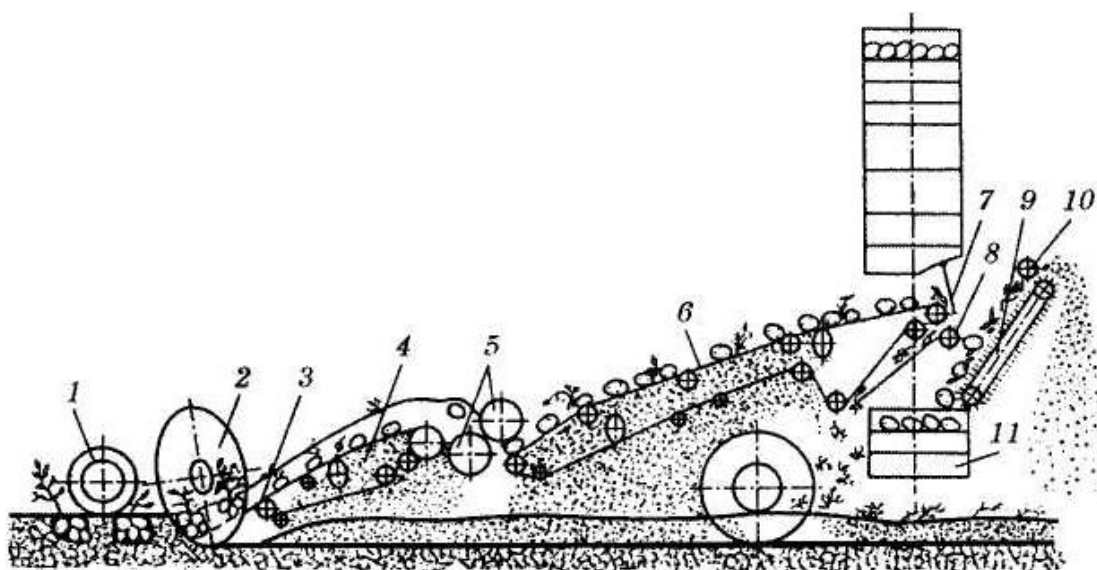


Рис. 3.6. Конструктивно-технологічна схема комбайна Е-684

Комбайн Е-684 складається з рами, на якій змонтовано ходову частину з пневматичною гальмовою системою, опорно-копіювальні котки і, дискові бокові 2 та плоскі основні 3 лемеші, перший 4 та другий 6

сепарувальні конвеєри, балони-грудкоподрібнювачі 5, напрямні пальці 7, бадиллевідокремлювальний валик 8, виносну пальчасту гірку 9, бульбовідбійний валик 10 і вивантажувальний елеватор 11.

Незважаючи на велику кількість різних картоплезбиральних машин і комбайнів, збирання картоплі залишається однією із самих енерго і трудомістких операцій. Для одержання, чистих клубнів необхідно відділити велику кількість ґрунту (біля 95 % бульбоносної маси, що сходить з лемеша картоплезбирального комбайну).

3.2. Будова та технологічний процес роботи розроблюваного дискового підкопувача бульби картоплі

Розроблений дисковий підкопувач призначений для викопування бульби і вкладання на поверхню поля після зрізання гички. Запропонований підкопувач складається (рис. 3.7) з рами, як у культиватора КОН-2,8, до якої кріпляться копачі 2, дискового типу, за допомогою стовпів 3.

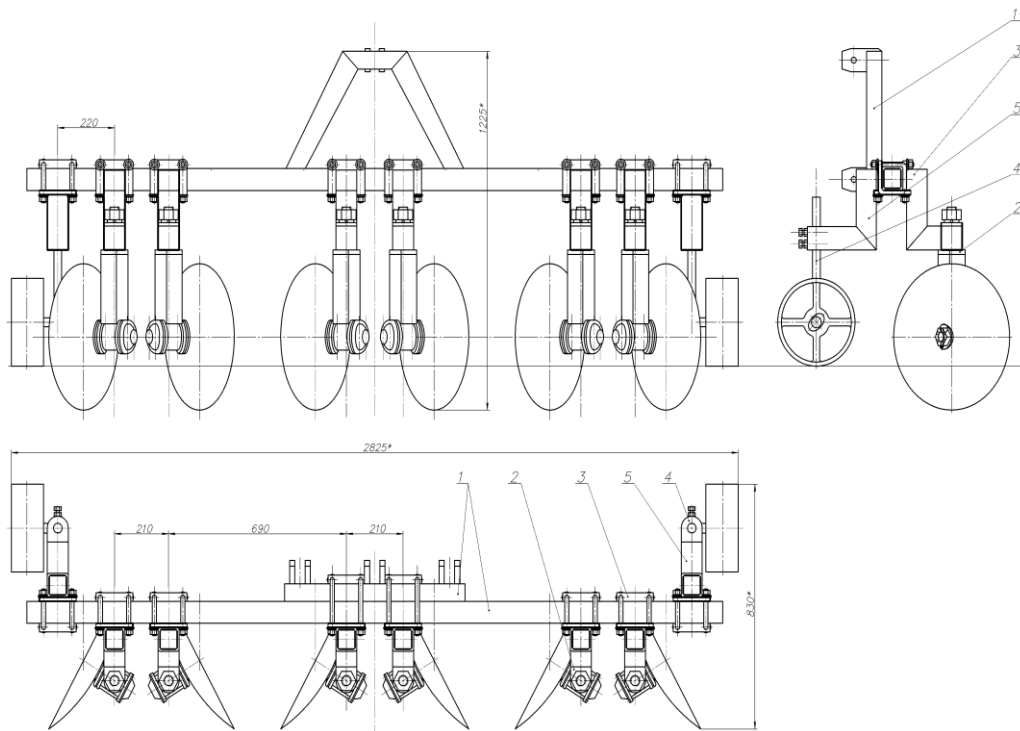


Рис. 3.7. Загальна схема запропонованого дискового копача бульби

Рама підкопувача опирається на колеса 4, що кріпляться на стовпи 5. На рамі розташовано шість копачів з шириною міжрядь 45 см, але переміщення копачів вздовж рами ми можемо змінювати ширину розміщення робочих органів для необхідної ширини міжряддя.

Копач складається з диску 11, що являє собою сферичний диск, дискової борони діаметром 510 мм, товщиною 4 мм та радіусом кривизни диску 600 мм (рис. 3.8).

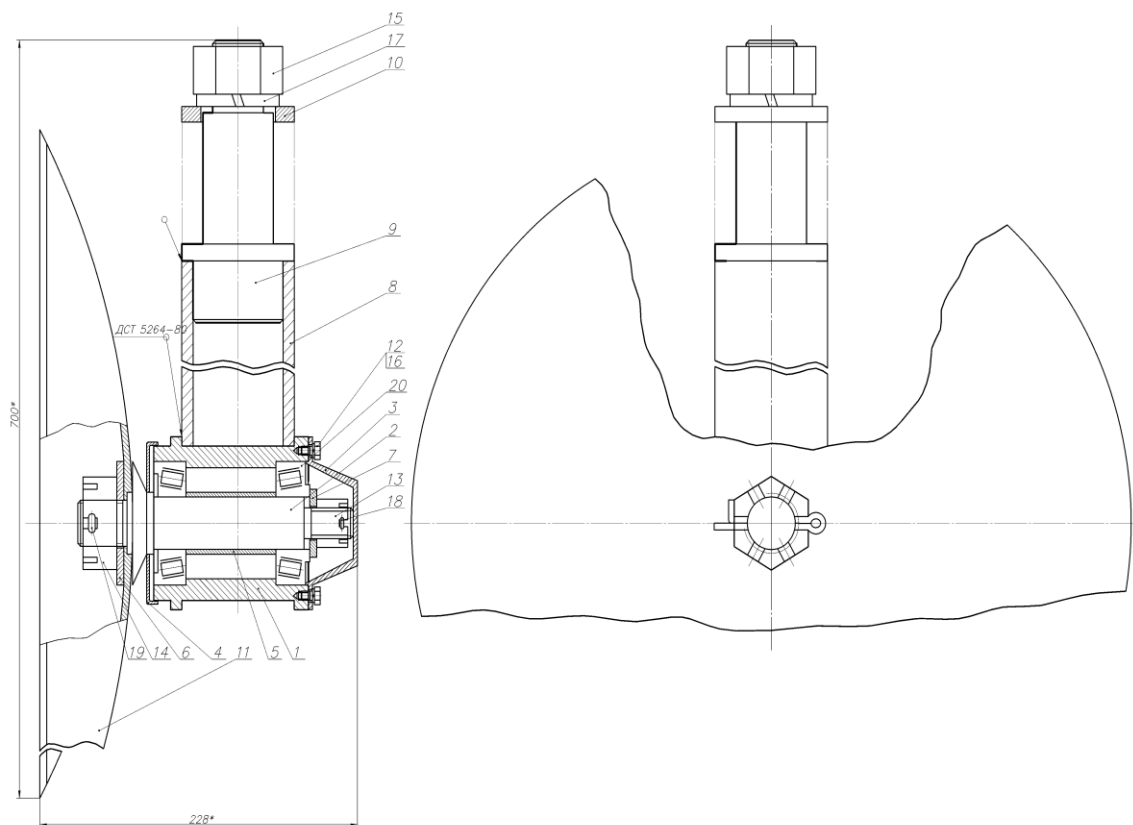


Рис. 3.8. Робочий орган підкопувача бульби

Даний диск кріпиться на маточині 1, що у свою чергу на підшипниках монтується на вісі 2, яка консольно закріплена до вертикальної балки, яка шарнірно кріпиться на вертикальному стовпі. Стовп копача складається з кутника 4, який кріпиться до рами за допомогою скоби 5 і до приварений стояк 3 з подовжувачем 2, до якого шарнірно кріпиться сам копач. Диск копача розташований до рядка під кутом, який можна змінювати. Даний кут називають кутом атаки, зміна

якого впливає на якісний процес роботи, чим більший кут атаки тим глибше і більш інтенсивніше підкопується шар ґрунту.

Розроблений дисковий підкопувач бульби обробляє одночасно шість рядків. Тобто тракторист заїжджає в міжряддя і рухається вздовж рядків опустивши дану конструкцію в робоче положення. Попередньо проводиться підготовка агрегату до роботи, для цього на рівній площадці переміщенням опорних коліс встановлюємо необхідну глибину викопування. Обертанням стояка копача в подовжувачі стовпа встановлюємо кут атаки, що залежить від типу ґрунту. В процесі роботи можна змінити глибину та кут атаки диска. Під час регулювання глибини необхідно слідкувати за горизонтальністю рами, оскільки глибина ходу робочих органів змінюється за допомогою двох опорних коліс.

3.3. Розрахунок дискового підкопувача бульби

3.3.1 Розрахунок основних параметрів копача.

Основним робочим органом є диск, який встановлений під кутом. Для компоновки запропонованого агрегату, особливо точки кріплення диска до рами необхідно розрахувати зміщення осі органів кріплення відносно вісі рядка. Схема для розрахунку наведена на рис. 3.9.

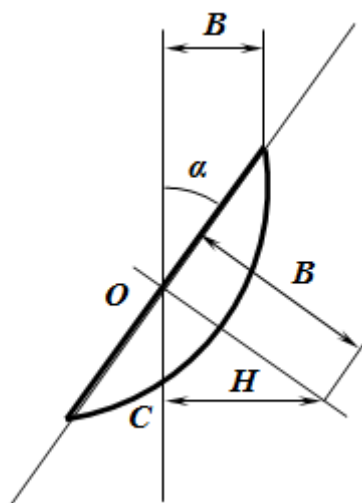


Рис. 3.9. Схема розташування диска під час роботи

Кут атаки диска для встановлення оптимального режиму виконання змінюється в межах від 20° до 40° . Вихідний розрахунковий кут атаки $\alpha = 30^\circ$. На нашу думку, розміщення диску під таким кутом дозволить дотримуватись заданої ширини захвату диска при максимальних діаметрах бульби картоплі.

Зміщення точки В кріплення до стояка визначається за формулою:

$$H = \ell_1 \cos \alpha ; \quad (3.1)$$

де H – зміщення вісі стояка кріплення диска, м;

ℓ_1 – довжина ступиці обертання диска, м;

α – кут атаки диска, град.

Довжину ступиці приймаємо з конструктивних міркувань 0,14 м, а кут атаки α приймаємо 20, 25, 30, 35 та 40° градусів.

$$H_{20} = 0,14 \cos 20 = 0,131 \text{ м};$$

$$H_{25} = 0,14 \cos 25 = 0,127 \text{ м};$$

$$H_{35} = 0,14 \cos 35 = 0,115 \text{ м};$$

$$H_{40} = 0,14 \cos 40 = 0,107 \text{ м}.$$

Щоб прийняти величину даного зміщення постійно, бо під час роботи ми не зможемо міняти точку кріплення через трудомісткість даного процесу, визначаємо відхилення від зміни кута α .

$$\Delta H = (H_{40} - H_{20}), \quad (3.2)$$

де ΔH – коливання величини зміщення вісі кріплення в залежності від кута α , м,

H_{40}, H_{20} – відповідно зміщення осі стояка при куті атаки 40° та 20° .

$$\Delta H = 0,131 - 0,107 = 0,244 \text{ м}.$$

З технічних міркувань приймаємо:

$$H_{роз} = H_{20} - \frac{\Delta H}{2}, \quad (3.3)$$

де $H_{роз}$ - зміщення, що є розрахункове і буде використовуватися під час викопування,

$$H_{роз} = 0,131 - \frac{0,244}{2} = 0,119 \text{ м.}$$

Приймаємо відстань зміщення осі обертання стояка копача рівну $H = 0,12$ м, якщо перерахувати кут атаки він буде становити $\alpha = 31^\circ$.

3.3.2. Визначення опору диска на робочий процес

Розглянемо схему (рис. 3.10) диска і визначимо ширину захвату в залежності від глибини ходу диска.

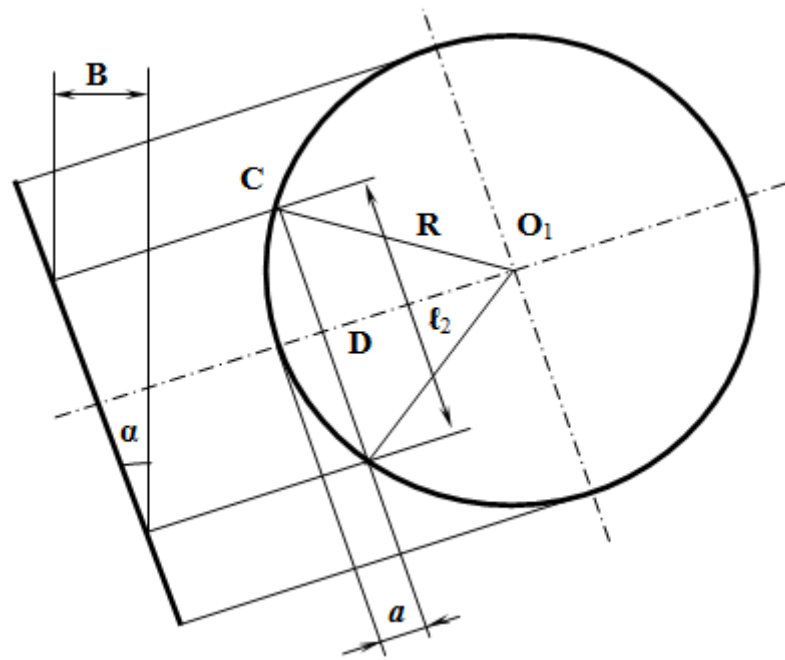


Рис. 3.10. Схема для розрахунку параметрів диска:

a - глибина обробітку, м

Визначимо довжину хорди диска в залежності від глибини ходу робочого органу. З $\triangle O_1DC$ запишемо:

$$\left(\frac{\partial_2}{2}\right)^2 = R^2 - (R-a)^2 ;$$

$$l_1 = 2 \sqrt{R^2 - (R-a)^2} ; \quad (3.4)$$

де l_2 – довжина хорди, що утворюється від глибини ходу, м;

R – радіус диска, м;

$$l_{2 \max} = 2 \sqrt{0,255^2 - (0,255 - 0,2)^2} = 0,498 \text{ м};$$

$$l_{2 \min} = 2 \sqrt{0,255^2 - (0,255 - 0,1)^2} = 0,405 \text{ м};$$

$$l_{2 \text{сеп}} = 2 \sqrt{0,255^2 - (0,255 - 0,15)^2} = 0,465 \text{ м}.$$

Тоді ширина захвата диска буде дорівнювати:

$$B = l_{\text{сеп}} \sin \alpha ; \quad (3.5)$$

$$B = 0,465 \sin 10^\circ = 0,239 \text{ м}.$$

Отже опір диска буде рівний:

$$P_{\Delta} = B_{\Delta} k, \quad (3.6)$$

де B_{Δ} – ширина захвату одного диску, м;

k – питомий опір диска $k = 3 \text{ кН/м}$.

$$P_{\Delta} = 0,239 \cdot 8 = 1,9 \text{ кН}.$$

Дана сила буде діяти на диск.

3.4. Розрахунок кріплення диска до стойки

Даний розрахунок полягає в розрахунку клемового з'єднання, оскільки утримання диска під заданим кутом до напрямку руху агрегату здійснюється за рахунок сили тертя, що виникає між тертьовою парою,

стояком ступиці і з'єднувача кутника. Під час роботи диска буде виникати момент, що намагається розвернути диск навколо вісі обертання стояка диска.

Крутний момент, що розвертає буде рівний:

$$M_{кр} = P_{\Delta} h_2, \quad (3.7)$$

де h_2 - плече дії сили P_{Δ} , м.

Отже:

$$h_2 = \ell_1 \cos \alpha = 0,14 \cdot \cos 31^\circ = 0,12 \text{ м},$$

$$M_{кр} = 1900 \cdot 0,12 = 228 \text{ Нм}.$$

Відповідно, центральна гайка повинна затискати стояк диска так, щоб створити момент від сил тертя більший $M_{кр}$.

Запишемо умову:

$$M_{кр} < f \cdot N \cdot z \frac{d_{f0}}{2}, \quad (3.8)$$

де f – коефіцієнт тертя метал по металу, $f = 0,2$;

N – нормальна сила від затягування гайки, Н ;

z – кількість гайок;

d_{fm} - діаметр по якому діє сила тертя, м.

$$d_{fr} = \frac{d_{шз} + d_{шв}}{2}, \quad (3.9)$$

де $d_{шз}$ – зовнішній діаметр притисної шайби, м;

$d_{шв}$ – внутрішній діаметр притисної шайби, м.

$$d_{fmp} = \frac{0,08 + 0,05}{2} = 0,065 \text{ м}.$$

З рівняння (3.9) знайдемо нормальну силу N , а отже і силу затягування гайки P :

$$P = N = \frac{2M_{кр}}{d_{fm} \cdot f \cdot z}, \quad (3.10)$$

$$P = \frac{2 \cdot 228}{0,065 \cdot 0,1 \cdot 1} = 7015 \text{ Н.}$$

Тобто ми повинні створити зусилля затискання $P = 7015 \text{ кН}$.

Розрахуємо різьбовий хвостовик стояка копача виходячи з допустимих напружень на розтяг:

$$d_1 = \sqrt{\frac{5,2P}{\pi[\sigma_p]}}, \quad (3.11)$$

де d_1 - внутрішній діаметр різьби, м;

$\pi[\sigma_p]$ - допустимі напруження розтягу, для сталі 40, $[\sigma_p] = 150 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Отже

$$d_1 = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 70154}{3,14 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0278 \text{ м} = 27,8 \text{ мм.}$$

Тобто приймаємо різьбу хвостовика М 36×3.

Тоді внутрішній діаметр різьби буде рівний $d_1 = 28 \text{ мм}$, і умова міцності буде виконуватись [9].

Проведемо розрахунок різьби на міцність по напруженню зрізу і зминання:

$$\tau_{zp} = \frac{P}{\pi d_2 \cdot z \cdot k \cdot s} \leq [\tau_{zp}], \quad (3.12)$$

$$\sigma_{zm} = \frac{4P}{\pi(d_1^2 - d_2^2)z} \leq [\sigma_{zm}], \quad (3.13)$$

де τ_{zp} - розрахункове напруження на зріз різьби, МПа;

$\sigma_{зм}$ - розрахункове напруження на зжимання між витками різьби, МПа;

z – число витків, що сприймає навантаження, МПа;

k - коефіцієнт повноти різьби, для гайок, $k = 0,88$;

d_2 - внутрішній діаметр різьби, для М36 $d_2 = 0,029$ м;

d_1 - зовнішній діаметр даної різьби, $d_1 = 0,036$ м;

$[\tau_{зр}]$ – допустимі напруження на зріз (сталь 45 $[\tau_{зр}] = 80$ МПа);

$[\sigma_{зм}]$ – допустимі напруження на зжимання (для сталі 45 $[\sigma_{зм}] = 120$ МПа).

$$\tau_{зр} = \frac{70154}{3,14 \cdot 0,028 \cdot 7 \cdot 0,88 \cdot 0,004} = 32,4 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{зм} = \frac{70154 \cdot 4}{3,14 \cdot (0,036^2 - 0,028^2) \cdot 7} = 24,9 \text{ МПа}.$$

Тобто умова міцності $[\tau_{зр}] > \tau_{зр}$ і $[\sigma_{зм}] > \sigma_{зм}$ виконується.

3.5. Розрахунок стояка кріплення підкопувача до рами

На стояк діє сила реакції ґрунту під час виконання робочого процесу диском (рис. 3.11). Тобто на балку буде діяти згинальний момент, що розраховується за формулою [13]:

$$M_{зг} = P_{\Delta} \cdot h, \quad (3.14)$$

де h_3 - плече дії сили опору ґрунту відносно рами культиватора, м;

$$M_{зг} = 1900 \cdot 0,7 = 1330 \text{ Нм}.$$

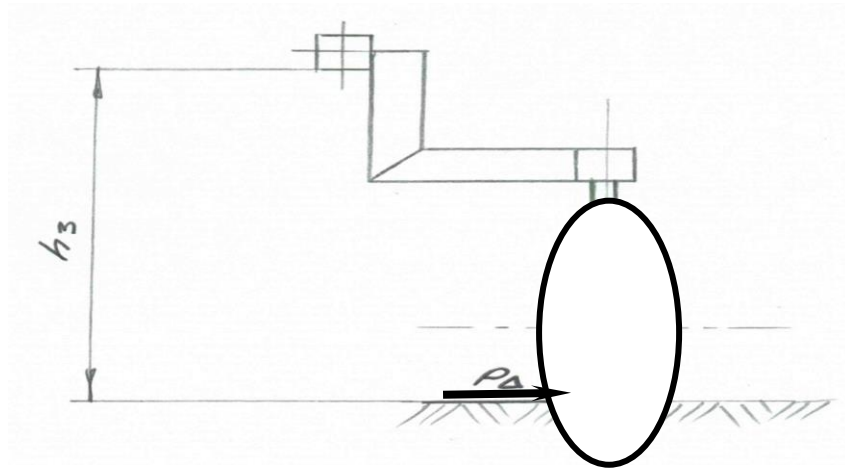


Рис. 3.11. Схема для розрахунку стояка кріплення копача.

Згідно умови міцності на згин [20]:

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{M_{\text{зг}}}{W_x} \leq [\sigma_{\text{зг}}], \quad (3.15)$$

де $\sigma_{\text{зг}}$ - напруження згину, що виникають в балці в небезпечному січені, що буде знаходитися для консольної балки біля бруса рами, Па;

$[\sigma_{\text{зг}}]$ - допустиме напруження згину, для сталі Ст 3 з якої виготовлена балка $[\sigma_{\text{зг}}] = 110 \cdot 10^6 \text{ Па}$;

W_x - момент опору поперечного перерізу, м^3 .

Оскільки балка є квадратного січення запишемо :

$$W_x = W_y = \frac{4}{3} B^2 \cdot S, \quad (3.16)$$

де B – сторона квадратного прокату труби, м;

S - товщина стінки труби, м.

$$W_x = W_y = \frac{4}{3} 0,08 \cdot 0,008 = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Отже

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{378}{6,8 \cdot 10^{-5}} = 19,6 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Тобто умова міцності виконується, отже розміри трубоквдрата з якого виготовляється стояк вибрані вірно.

3.6. Розрахунок технологічної операції підкопування бульби

Основні робочі органи підкопувача є сферичні диски борони, тому основні технологічні параметри для розрахунку приймаємо як для дискової борони. Інтервал робочих швидкостей для роботи з дисковою бороною з врахуванням руху трактора в міжряддях приймаємо 5,0...9,5 км/год [15].

З тягової характеристики трактора МТЗ-80 це відповідає третій передачі (5,7 км/год), четвертій передачі (7,0 км/год) і 5-ій передачі (9,2 км/год).

Сумарний опір агрегату буде дорівнювати:

$$R_{a2p} = R_m + G_m \frac{i}{100}, \quad (3.17)$$

де R_m – опір машини, кН;

G_m – вага машини, кН;

i – кут нахилу місцевості, %.

$$R_m = k_0 \left(1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta c}{100} \right) \cdot n_\delta \cdot B_\delta, \quad (3.18)$$

де k_0 – питомий опір машин при швидкості $V_o = 5$ км/год;

V_p – робоча швидкість агрегату на вибраній передачі, м/с;

Δc – темп наростання тягового опору, $\Delta c = 3$ %;

n_δ – кількість дисків $n_\delta = 4$;

B_δ – ширина захвату одного диску, $B_\delta = 0,24$ м.

Розрахуємо даний опір агрегату на різних передачах, що входять в інтервал швидкостей.

На 3 передачі:

$$R_{м3} = 2,6 \left(1 + (1,58 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 0,24 = 3,76 \text{ кН.}$$

На 4 передачі:

$$R_{м4} = 2,6 \left(1 + (1,94 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 0,24 = 3,8 \text{ кН.}$$

На 5 передачі:

$$R_{м5} = 2,6 \left(1 + (2,55 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 0,24 = 3,87 \text{ кН.}$$

Тоді загальний опір агрегату на вибраних передачах:

$$R_{аг3} = 3,76 + 12 \frac{3}{100} = 4,12 \text{ кН.}$$

$$R_{аг4} = 3,8 + 12 \frac{3}{100} = 4,16 \text{ кН.}$$

$$R_{аг5} = 3,87 + 12 \frac{3}{100} = 4,23 \text{ кН.}$$

Ширина агрегату з врахуванням того, що одночасно буде оброблено шість рядків з шириною міжрядь 0,45 м, буде дорівнювати:

$$B_{агp} = n_p B_p, \text{ ,} \quad (3.19)$$

де B_p – ширина міжрядь, м;

n_p – кількість рядків, що одночасно викопуються.

$$B_{агp} = 6 \cdot 0,45 = 2,7 \text{ м.}$$

Виходячи з тягової характеристики трактора МТЗ-80, бачимо, що сила тяги на всіх передачах є більша від опору агрегату, тобто виконується умова: $P_{кн} > R_{агp}$, вибираємо необхідну швидкість з двох умов: швидкість

має бути найбільша, щоб була вища продуктивність агрегату, і щоб коефіцієнт використання тягового зусилля трактора був найвищий і не перевищував 0,95.

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраних передачах:

$$\xi = \frac{R_{azp}}{P_{\kappa\eta} - G_m \frac{i}{100}}, \quad (3.20)$$

де G_m – вага трактора, кН.

Тоді коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\xi_{p3} = \frac{4,12}{14,3 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,31 .$$

$$\xi_{p4} = \frac{4,16}{14,1 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,32 .$$

$$\xi_{p5} = \frac{4,23}{12,2 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,376 .$$

Виходячи з даних розрахунків для трактора МТЗ-80 вибираємо 5 передачу для якої $V_p = 9,2$ км/год (2,55 м/с); $P_{\kappa\eta} = 12,2$ кН, $N_{ен} = 31,0$ кВт, а витрати палива на вибраній передачі 14,9 кг/год, на даній передачі коефіцієнт використання тягового зусилля буде становити 0,376.

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна:

$$\eta_{ед} = \frac{N_{кр}}{N_{ен}}, \quad (3.21)$$

де $N_{кр}$ – гакова потужність трактора, кВт,

$$N_{кр} = \frac{R_{азр.} \cdot V_p}{3,6} = \frac{4,23 \cdot 9,2}{3,6} = 10,81 \text{ кВт.} \quad (3.22)$$

$$\eta_{ед} = \frac{10,81}{31,0} = 0,35.$$

Потужність двигуна використовується на 35 %.

Висновки по розділу 3

У розділі проведено огляд існуючих конструкцій базових моделей машин для збирання картоплі. З'ясовано їх недоліки та переваги.

Розроблено дисковий підкопувач, який дозволяє повністю замінити ручну працю на механізовану під час збирання картоплі на площах 30...45 гектарів, коли використання високопродуктивних картоплезбиральних машин є неефективне.

Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри запропонованого підкопувача бульби: зміщення вісі обертання стояка підкопувача відносно поздовжньої осі, що проходить через центр обертання диска рівне 0,12 м, для забезпечення кута атаки 31^0 ; що є достатньо для якісного підкопування на різних ґрунтах; сумарний опір диска буде становити 1,9 кН; різьба хвостовика має бути М 36×3, що необхідно для створення зусилля затискання клемового з'єднання величиною 70,15 кН; стояк виготовляється з трубоквдрату 80×80 при товщині стінки 4 мм.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз стану охорони праці в ТОВ “Десналенд”

Відповідальність за організацію охорони праці та забезпеченість нормальних умов праці в ТОВ “Десналенд” несе інженер по охороні праці. В господарстві проводяться інструктажі та навчання безпечним методам роботи працівників. Виконуються правила техніки безпеки на виробничих дільницях та безпосередньо на робочих місцях в майстернях та на фермах, а також бригадах на потрібному рівні. Показники стану виробничого травматизму в СТОВ “Десналенд” за останні три роки наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Стан виробничого травматизму в ТОВ “Десналенд”

Показник	Позначення	Роки		
		2023	2024	2025
1. Середня чисельність працюючих за рік	Р	299	251	126
2. Число випадків з втратою працездатності більше 1 дня	T1	1	1	1
3. Число нещасних випадків з смертельним наслідком	Tс	-	-	-
4. Число робочих днів, втрачених у зв'язку з травматизмом	Д	26	18	30
5. Коефіцієнт частоти травматизму	$K_{\text{ч}} = \frac{T1 \cdot 10^3}{P}$	3,34	3,98	7,93
6. Коефіцієнт важкості травматизму	$K_{\text{в}} = \frac{D}{T1}$	26	18	30
7. Коефіцієнт непрацездатності	$K_{\text{н}} = \frac{D \cdot 10^3}{P}$	106,1	73,1	124,5
8. Матеріальні наслідки нещасних випадків	грн	1578	2360	2630
9. Витрачено на заходи по охороні праці на одного працюючого	грн/чол	409,5	509,1	700,4

Аналізуючи річні звіти можна зробити висновок, що в завантаженні періоди в сівозмін організована 2-х змінна робота на тракторах, на роботах пов'язаних з агрохімікатами. Однак в дійсності люди працюють інколи по 10-12 годин на добу, а в день відпочивають. При роботі з агрохімікатами порушується робочий день. Замість 6 годин роботи, робітники працюють по 8-10 годин.

В господарстві є велика кількість виробничих приміщень. Всі приміщення в господарстві добре обладнані, мають природну та механічну вентиляцію. Керівництво господарства приділяє увагу розведенню мікрофлори на виробничих ділянках, оскільки зелені насадження позитивно впливають на людину та підвищують продуктивність праці. Видача спецодягу, індивідуальних спецзасобів захисту в господарстві проводиться не регулярно. Видається спецодяг лише робітникам, які пов'язані з агрохімікатами. Не в повній мірі організована видача індивідуальних засобів захисту, аптечок, прання спецодягу.

4.2. Паспортизація робочого місця при збиранні картоплі

Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, в якій представлені фактори безпеки по трьох напрямках факторів небезпеки: трудовому, санітарно-гігієнічному та технічному. Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил; обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії з шкідливими умовами праці, підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги залежно від умов праці. У карті умов праці може ставитися завдання знаходження

показника безпеки (навчальний варіант) або атестації робочого місця. Карта умов праці на робочому місці становить основу санітарно-технічного паспорту виробничої ділянки [25].

До санітарно-технічного паспорта ділянки входить збірна інформація з карт умов праці на робочих місцях, додаткова характеристика засобів колективного користування (будівлі, побутові й допоміжні приміщення, засоби колективного захисту, під'їзні шляхи).

Паспорт господарства складається з паспортів ділянок і містить додаткову характеристику засобів загальногосподарського користування, об'єкти колективного захисту. Кожний головний спеціаліст господарства організує обстеження умов праці і стан технічної безпеки у підпорядкованій йому галузі. Значно зменшити об'єми робіт при паспортизації можна шляхом групування типових робочих місць. На кожне типове робоче місце складається карта умов праці, в яку заносяться трудові, санітарно-гігієнічні і фактори технічної безпеки [25].

За гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік факторів умов праці на робочому місці, для яких з нормативних документів встановлюють гранично допустимий рівень або гранично допустиму концентрацію (ГДР, ГДК), які заносяться в гр. 1, 2, 3.

Коефіцієнт нормозабезпеченості визначаємо за формулою:

$$K_n = 1 \pm \frac{A_{\text{ф}} - A_n}{A_n} \quad (4.1)$$

де $A_{\text{ф}}$ – фактичне значення фактора умов праці;

A_n – гранично допустимий рівень або концентрація.

Коефіцієнт небезпечності від дії фактора можна визначити з виразу:

$$K_{\text{дф}} = K_n \cdot T_{\text{дф}}, \quad (4.2)$$

де $T_{\text{дф}}$ – час дії фактора у частках тривалості зміни.

Коефіцієнт небезпечності від усіх факторів визначається з виразу:

$$K = \frac{K_{\partial\phi}}{n}, \quad (4.3)$$

де n – кількість факторів умов праці.

Складаємо карту умов праці робочого місця при збиранні картоплі на підставі розрахунків за формулами (табл. 4.2)

Таблиця 4.2

Карта умов праці при збиранні картоплі

Фактори умов праці	Нормативне значення фактора		Фактичне значення фактора умов праці, A_v	Коефіцієнт нормозабезпечення, K_n	Час дії фактора		Коефіцієнт небезпечності	
	Гранично допустимий рівень або концентрація (ГРД, ГДК), A_n	Нормативний документ			в годинах	частках до довготривалості зміни, T_{df}	від дії фактора, K_{df}	від усіх факторів K
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Рівень шуму	80 дБ	ГОСТ 12.1.003-83	110 дБ	0,625	8	0,8	0,5	0,05
2. Пил								
2.1. Ґрунтовий пил	10 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88	55 мг/м ³	-3,5	8	0,8	-2,8	-0,028
2.2. Пил рослинного походження	6 мг/м ³		11 мг/м ³	0,17	8	0,8	0,136	0,0136
3. Вібрація	0,65 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	ДСТУ 2300-93	0,85 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	0,693	8	0,8	0,55	0,055
4. Температура повітря (липень-серпень)	Відкриті території гранично допустимий +25,8 ⁰ С	1*	+38 ⁰ С	0,527	8	0,8	0,42	0,042
5. Пари нафтопродукті в (мастил, бензину, масла)	100 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-86	107 мг/м ³	0,93	8	0,8	0,744	0,074

6. Робоча поза	Вільна	1*	Перебування у фіксованій позі більше 50% часу зміни.	1	8	0,8	0,8	0,08
7. Всього								0,046

4.3. Розрахунок збирального агрегату на опрокидування

В процесі технічної експертизи виникає потреба розрахувати швидкості руху машин і радіуси повороту, при яких виникає занос або перекидання, перекидаючу силу та інші показники. Під час руху збирального агрегату по криволінійній ділянці та по пологим схилам виникає відцентрова сила P_B , яка діє на нього у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знизити швидкість, то внаслідок бокового ковзання коліс (занос) може статися перекидання. Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на трактор відносно точки перекидання [23]:

$$P_B \cdot h_{Ц} = G_K \cdot \frac{B}{2}; \quad (4.1)$$

де P_B – відцентрова сила, яка діє агрегат;

$h_{Ц}$ – висота центру ваги, м;

G_K – вага агрегату, кг;

B – ширина колії, м.

У цей момент відцентрову силу визначимо за формулою:

$$P_B = \frac{G_K \cdot v^2}{g \cdot R}; \quad (4.2)$$

де v^2 – швидкість руху, м/с;

R – радіус повороту, м.

$$P_B = \frac{12700 \cdot 5,5}{9,8 \cdot 8,9} = 4404,6.$$

Тоді швидкість руху збирального агрегату на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити за формулою:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2 \cdot h_{\text{Ц}}}}, \quad (4.3)$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{2,8 \cdot 8,9}{2 \cdot 2}} = 2,5 \text{ м/с}.$$

Якщо агрегат рухається по дорозі (полю) з поперечним нахилом, то з умови рівноваги сил, які діють на нього відносно вісі, що проходить через точки правих коліс, можна записати:

$$\Sigma R \cdot B + G_k \cdot h_{\text{ц}} \cdot \sin \beta - G_k \cdot \frac{B}{2} \cdot \cos \beta = 0, \quad (4.4)$$

де ΣR – сума нормальних реакцій на колесах, кг.

На початку перекидання нормальні реакції на колесах дорівнюють нулю. Тоді буде спостерігатись рівність:

$$\text{tg } \beta = \frac{B}{2 \cdot h_{\text{ц}}}. \quad (4.5)$$

Тангенс кута нахилу дороги характеризує статичну стійкість агрегату і залежить від ширини колії і висоти розміщення центра ваги. Стійкість характеризується коефіцієнтом статичної стійкості:

$$K_C = \frac{B}{2 \cdot h_{\text{ц}}}, \quad (4.6)$$

$$K_C = \frac{2,8}{2 \cdot 2} = 0,7.$$

За довідниковими даними коефіцієнт статичної стійкості не повинен перевищувати 0,92 [23], тому в нашому випадку після проведених розрахунків стійкість запропонованого збирального агрегату забезпечена.

Висновки по розділу 4

У розділі наведено карта умов праці працівників при збиранні картоплі. З'ясовано, що в процесі технічної експлуатації агрегатів для збирання картоплі виникає потреба розрахувати швидкості руху машин і радіуси повороту, при яких виникає занос або перекидання, перекидаючи силу та інші показники. У розділі проводиться розрахунок збирального агрегату на опрокидування. З'ясовано, що за довідниковими даними коефіцієнт статичної стійкості не повинен перевищувати 0,92 [23], тому в нашому випадку після проведених розрахунків стійкість запропонованого збирального агрегату забезпечена.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведеного аналізу господарсько-економічних умов виробництва ТОВ „Десналенд” Глухівського району Сумської області було виявлено, що технічна база господарства вимагає як найповнішого оновлення, а організація виробництва – реструктуризації для підвищення своєї функціональної ефективності.

2. В другому розділі була розрахована механізована технологія збирання картоплі, яка повинна забезпечити врожайність на рівні 200 ц/га за рахунок чіткого дотримання технологічної дисципліни, ефективного використання збиральної техніки. Особлива увага приділена вибору та обґрунтуванню оптимального складу МТА під час збиральних робіт. Має місце екологічний аспект технології, що зокрема проявляється у мінімізації шкідливого впливу технологічних процесів як на фізико-механічні так і на хіміко-біологічні властивості ґрунту.

3. В третьому розділі розроблена конструкція дискового підкопувача бульби, яка передбачає встановлення модернізованих робочих органів, що дозволить підвищити якість процесу вигортання картоплі на поверхню та зменшити затрати ручної праці. Пропонується виконати дисковий підкопувач його на рамі культиватора КРН-4,2, внаслідок цього можна збирати 6 рядів картоплі. Враховуючи агротехнічні вимоги, для зменшення травмованості рослин, в якості викопувачів органів пропонується встановити диски. Враховуючи, що диски мають суцільну площину, вони набагато менше травмують бульби під час викопування. Виконані розрахунки дозволили обрати оптимальні технологічні та кінематичні параметри і режими роботи запропонованої конструкції підкопувача, з урахуванням її експлуатаційної надійності.

4. В четвертому розділі, присвяченому питанням охорони праці розглянуто стан умов праці при виконанні робіт під час збирання картоплі та розроблені конкретні заходи щодо його покращення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. зб. / за ред. П. Т. Саблука та ін. К.: ІАЕ УААН, 2010. Вип. 6. 763 с.
2. Булгаков В. М. Методика оцінки ступеня пошкодження коренеплодів коренезбиральною машиною / В. М. Булгаков, О. Б. Павелчак, Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. Том 7. Київ: НАУ. 2000. С. 14–19.
3. Буряк В. М. Основи агротехніки. Полтава: ПДАА, 2020.
4. Вільсон О. Г. Охорона праці: навчально-методичний посібник. 2002. 251 с.
5. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини. К.: Вища школа, 2004. 514 с.
6. Гарькавий А. Д. Як перейти на виробництво конкурентноспроможної продукції на селі. *Вісник інженерної академії України*. 2008. №3. С. 97–99.
7. Дробота В. І. та ін. Бізнес-план розвитку сільськогосподарського підприємства. К.: Мета, 2003. 336 с.
8. Івашина М. Б. Машиновикористання в землеробстві. Немішаєв: НМЦ, 2003. 160 с.
9. Лінник М. К. Напрямки технічної політики в сільськогосподарському виробництві та шляхи їх вирішення. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ: НАУ. 2009. № 9. С. 56–58.
10. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа, 1994. 258 с.
11. Мельник І. І. Машиновикористання в рослинництві. К.: Кондор, 2004. 286 с.

12. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 100 с.

13. Осіпов М. М. Моделі прийняття рішень при випробуваннях техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. Том IX. Київ: НАУ. 2010. 315 с.

14. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: Екологічно обґрунтовані структури. Полтава: Інтерграфіка, 2002. 288 с.

15. Річні звіти ТОВ “Десналенд” Глухівського району Сумської області за 2023, 2024, 2025 роки.

16. Фортуна В. Й., Миронюк С. К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. К.: Вища школа, 1991. 316 с.

17. Хайліс Г. А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г. А. Хайліс, А. Ю. Горбовий, З. О. Гошко та ін. Луцьк: ЛДТУ, 2011. 268 с.

18. Ярош Ю. М., Трусов Б. А. Технологія виробництва сільськогосподарської продукції. К.: Український центр духовної культури, 2005. 524 с.