

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування кормових буряків з
удосконаленням гичкозбиральної машини

Виконав здобувач вищої освіти III курсу,

групи AI-23мб-1.1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Бойко Євгеній Олегович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проєкту

доц., канд. техн. наук

_____Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____Андрій СОЛОВИХ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

[illegible]

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ	7
2. Аналіз типової технології вирощування кормових буряків з визначенням шляхів її удосконалення	8
3. Операційна технологія зрізання гички	15
4. Інженерна частина	24
5. Охорона праці	36
6. Висновки	42
Список використаної літератури	42
Додатки	45

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арх
Вм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. Вступ

Вирощування кормових буряків посідає важливе місце у системі кормовиробництва, оскільки ця культура є цінним джерелом соковитих кормів із високим вмістом поживних речовин. Забезпечення тваринництва якісними кормами безпосередньо впливає на продуктивність галузі, собівартість продукції та економічну ефективність аграрних підприємств. У сучасних умовах господарювання підвищення ефективності виробництва кормових буряків значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів, зокрема операцій збирання та обробки гички [1,4].

Однією з найскладніших і найвідповідальніших операцій у технології вирощування кормових буряків є збирання гички. Від якості виконання цього процесу залежить не лише вихід основної продукції – коренеплодів, але й можливість подальшого використання гички як корму чи органічної речовини для заорювання. Недосконалість існуючих технічних засобів призводить до значних втрат, пошкодження коренеплодів, підвищення енергозатрат та зниження продуктивності праці.

Особливе місце серед машин для збирання гички займає гичкозбиральна машина МГ-6, яка знайшла свою нішу в системі машин для буряківництва. Незважаючи на достатню надійність та простоту конструкції, вона має ряд недоліків, пов'язаних із нерівномірністю зрізу гички, недостатньою якістю подрібнення, низькою ланцюгових передач механізму приводу тощо. Це обумовлює необхідність її технічного вдосконалення з урахуванням сучасних вимог до ефективності та якості виконання технологічних операцій.

Актуальність даної роботи полягає у потребі підвищення ефективності механізованого збирання кормових буряків шляхом удосконалення конструкції гичкозбиральної машини МГ-6.

					МВКБ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бойко				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш
Перевірив	Мачок							7
Н.контр	Мачок						ЦНТУ гр. АІ-23мб-1.1	
Затвер.	Васильковський							

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розробка технічних рішень щодо модернізації гичкозбиральної машини МГ-6 з метою підвищення її надійності. Для досягнення поставленої мети передбачається проаналізувати існуючі технології вирощування та збирання кормових буряків, дослідити конструкцію базової машини, виявити її недоліки та запропонувати шляхи їх усунення.

Таким чином, удосконалення процесів механізації вирощування кормових буряків є важливим напрямом розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва, що сприятиме підвищенню його конкурентоспроможності та сталому розвитку аграрного сектору.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2. Аналіз типової технології вирощування кормових буряків з визначенням шляхів її удосконалення.

2.1. Господарське значення кормових буряків та гички.

Кормові буряки є важливою сільськогосподарською культурою, що відіграє значну роль у розвитку тваринництва та забезпеченні кормової бази господарств. Вони належать до соковитих кормів і характеризуються високою поживною цінністю та доброю поїданістю усіма видами сільськогосподарських тварин. Завдяки високому вмісту легкоперетравних вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів кормові буряки сприяють підвищенню продуктивності тварин і поліпшенню якості продукції тваринництва [20,21,22,23,25].

Важливою перевагою культури є її висока енергетична цінність: 100кг коренеплодів забезпечують у середньому 12–14 кормових одиниць і містять до 1,1 кг перетравного протеїну. Крім того, гичка буряків також має значну кормову цінність і може використовуватися у свіжому вигляді або для силосування, що підвищує ефективність використання всієї рослини. Включення кормових буряків у раціон сприяє кращому засвоєнню грубих кормів і позитивно впливає на фізіологічний стан тварин, особливо в перехідний період від пасовищного до стійлового утримання [21].

З господарської точки зору кормові буряки відзначаються високою врожайністю та значним виходом кормових одиниць з одиниці площі. За сприятливих умов урожай коренеплодів може перевищувати 800–1000 ц/га, що забезпечує більший збір поживних речовин порівняно з багатьма іншими культурами. Це робить їх економічно вигідною культурою для господарств різних форм власності.

Крім кормового значення, буряки мають важливе агротехнічне значення. Вони сприяють очищенню полів від бур'янів, добре реагують на внесення органічних і мінеральних добрив та є цінним попередником у сівозміні для багатьох сільськогосподарських культур.

Отже, кормові буряки є універсальною культурою, яка поєднує високу продуктивність, поживну цінність і агротехнічні переваги, що зумовлює їх важливе місце в сучасному аграрному виробництві [20,21,22,23,25].

2.2. Біологічні особливості культури.

Кормові буряки є дворічною рослиною родини лободових (Amaranthaceae), яка в перший рік формує розетку листків і потовщений коренеплід, а на другий – квітконосні пагони та насіння. Рослина характеризується добре розвиненою стрижневою кореневою системою, що проникає на глибину понад 1,0–1,5 м, завдяки чому здатна ефективно використовувати вологу й поживні речовини з нижніх шарів ґрунту [21,25].

Кормові буряки належать до холодостійких культур: насіння починає проростати за температури $+3...+5^{\circ}\text{C}$, а сходи витримують короткочасні приморозки до -3°C . Оптимальна температура для росту становить $+15...+20^{\circ}\text{C}$. Рослина є вологолюбною, особливо в період інтенсивного наростання коренеплоду, однак відзначається відносною посухостійкістю завдяки потужній кореневій системі.

Важливою біологічною особливістю є підвищена вимогливість до родючості ґрунтів і забезпеченості елементами живлення. Кормові буряки добре реагують на внесення органічних і мінеральних добрив. Вони належать до рослин довгого дня, що впливає на формування генеративних органів у другий рік розвитку [20,21,25].

2.3. Місце в сівозміні.

Кормові буряки у сівозміні займають важливе місце як високопродуктивна просапна культура. Їх доцільно розміщувати після озимих зернових, зернобобових або однорічних трав, що залишають поле чистим від бур'янів і добре забезпеченим поживними речовинами. Самі буряки є добрим попередником для ярих зернових і технічних культур, оскільки сприяють розпушенню ґрунту та зменшенню його засміченості. Повертати культуру на попереднє місце рекомендується не раніше ніж через 3–4 роки, щоб уникнути накопичення хвороб і шкідників [21,25].

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2.4. Система удобрення.

Система удобрення кормових буряків повинна бути науково обґрунтованою та враховувати особливості ґрунтово-кліматичних умов, попередників і рівень запланованої врожайності. Культура характеризується високим виносом поживних речовин, тому потребує значних доз добрив. Основу удобрення становить внесення органічних добрив, насамперед гною в нормі $30-40\text{ т/га}$, який покращує агрофізичні властивості ґрунту, активізує мікробіологічні процеси та підвищує вологозабезпеченість [12].

Мінеральні добрива застосовують диференційовано. Фосфорні та калійні добрива доцільно вносити під основний обробіток ґрунту, що сприяє формуванню потужної кореневої системи, підвищує стійкість рослин до посухи та хвороб. Азот відіграє визначальну роль у формуванні врожаю, однак його вносять частинами: перед сівбою і в період вегетації у вигляді підживлень. Це дозволяє уникнути надмірного накопичення нітратів і забезпечити рівномірний розвиток рослин.

На кислих ґрунтах обов'язковим елементом системи є вапнування, яке нормалізує реакцію середовища та підвищує доступність поживних елементів. Значну роль відіграють і мікродобрива, особливо бор, нестача якого призводить до ураження рослин серцевинною гниллю. У комплексі такі заходи забезпечують формування високого та якісного врожаю кормових буряків.

2.5. Обробіток ґрунту.

Під час вирощування кормових буряків система обробітку ґрунту включає поетапне проведення основного та поверхневого обробітку у встановлені агротехнічні строки. Такі заходи спрямовані на формування оптимальних умов для росту й розвитку коренеплодів. Після збирання попередника стерню обробляють важкими дисковими боронами БДВ-4,2, які працюють у складі агрегату з трактором ХТЗ-16131. Наступним етапом є проведення оранки плугом ПЛ 6-35 із використанням того самого трактора. Далі здійснюють комплекс операцій поверхневого обробітку, необхідних для підготовки ґрунту до сівби та забезпечення належного догляду за посівами (табл. 2.1).

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Операції передпосівного і післяпосівного обробітку

Операція	Трактор	Сільськогосподарське знаряддя
Ранньовесняне рихлення ґрунту	ХТЗ-17021	Борона БЗСС-1,0, Зчіпка СГ-21
Поверхнєве вирівнювання ґрунту	Т-150	Шлейф-борона ШБ-2,5, зчіпка СП-16
Передпосівне розпушування	ХТЗ-17021	Зчіпка СГ-21, Борона БЗСС-1,0
Передпосівна культивация	МТЗ-82	УСМК-5,4
Передпосівне прикочування	МТЗ-82	Коток гладкий водоналивний ЗКВГ-1,4
Досходове розпушування	Т-70С	Борона ЗОР-0,7, Зчіпка СП-11
Післясходове розпушування	Т-70С	Борона ЗОР-0,7, Зчіпка СП-11
Три послідовні міжрядні культивация	МТЗ-82	Культиватор УСМК-5,4

2.6. Підготовка насіння до сівби. Сівба.

Підготовка насіння кормових буряків до сівби є важливим етапом формування високого врожаю. Використовують вирівняне за розміром і масою насіння з високою схожістю [12,23]. Перед висівом його очищають від домішок і калібрують для забезпечення рівномірних сходів. Обов'язковим заходом є протруювання, яке захищає від збудників хвороб і ґрунтових шкідників. У деяких випадках застосовують інкрустацію або дражування, що покращує посівні властивості та полегшує точний висів. За потреби насіння обробляють мікроелементами і стимуляторами росту. Висів здійснюють за допомогою сівалки УПС-12, яку агрегують із трактором КИЙ-14102.

2.7. Догляд за посівами.

Догляд за посівами кормових буряків включає проведення трьох міжрядних обробітків, які відрізняються між собою глибиною розпушування ґрунту. Перший обробіток здійснюють на невелику глибину (2,5–3 см), щоб не пошкодити молоді рослини та забезпечити доступ повітря до кореневої системи. Другий виконують глибше (3–4 см), оскільки рослини вже зміцніли і потребують кращого аераційного режиму. Третій обробіток проводять на найбільшу глибину

(6–8см), що сприяє активному росту коренеплодів. Таким чином, зі збільшенням розмірів рослин відповідно зростає і глибина обробітку ґрунту.

Як під час передпосівної підготовки ґрунту, так і в період догляду за посівами застосовують гербіцид Волатон [12]. Його вносять у визначеній нормі, дотримуючись агротехнічних вимог. Робочий розчин готують за допомогою агрегату МПР-3200, який агрегатується з трактором КИЙ-14102. Для внесення препарату використовують обприскувач ОП-2000-2-01, що забезпечує рівномірне покриття площі.

2.8. Збирання урожаю.

Збирання врожаю кормових буряків за традиційною технологією здійснюється у дві послідовні фази, що забезпечує ефективність та зменшує втрати продукції. На першому етапі проводять видалення гички – надземної частини рослин. Цю операцію виконують за допомогою гичкозбиральної машини БМ-6Б у поєднанні з трактором МТЗ-82, що дозволяє швидко та якісно очистити поле від рослинних решток. Другий етап передбачає безпосереднє викопування коренеплодів, яке здійснюється самохідним бурякозбиральним комбайном МКК-6. Такий підхід дає змогу максимально зберегти цілісність коренеплодів і мінімізувати їх пошкодження.

Після викопування буряки та гичку транспортують до краю поля за допомогою причепів 2ПТС-4, агрегованих із тракторами ЮМЗ-6Л. Надалі, за умови сприятливої погоди, бурти коренеплодів підбирають навантажувачем СПС-4,2, який завантажує їх у транспортні засоби для подальшого перевезення до місць зберігання або переробних підприємств. Така організація робіт забезпечує раціональне використання техніки та збереження якості врожаю.

2.9. Обґрунтування вибору гичкозбирального агрегату.

Існуюча у виробництві кормових буряків гичкозбиральна машина БМ-6Б вичерпала свій ресурс, як фізичний так і моральний. Крім того, вона характеризується високою енергоємністю, матеріалоємністю, складністю конструкції, та низькою надійністю. Певною перевагою даної машини є наявність в її конструкції дискового гичкорізального апарату. Це чи не

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

найкращий гичкоріз з існуючих за якістю виконання технологічного процесу [1,17,18]. Але він досить складний за будовою та потребує достатньо багато часу для підготовки до роботи. Причому, кожний із шести апаратів потрібно налаштовувати індивідуально.

Альтернативою даній машині є сучасна гичкозбиральна машина МГ-6. Як і більшість аналогів, а також складних самохідних бурякозбиральних комбайнів вона оснащена роторним гичкорізом і має набагато простішу конструкцію, і агрегатується з просапними тракторами того ж тягового класу. Тому, замість застарілого агрегату МТЗ-80 + БМ-6Б пропонуємо впровадити агрегат МГ-6 + КИЙ-14102

Висновки по розділу. У результаті аналізу технології вирощування кормових буряків встановлено доцільність удосконалення процесу збирання шляхом застосування сучасного агрегату МГ-6 + КИЙ-14102. Це повинно забезпечити підвищення продуктивності, спрощення технічного обслуговування та зниження експлуатаційних витрат.

.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3. Операційна технологія зрізання гички.

3.1. Умови роботи.

Попередньо слід зауважити, обидва агрегати відносять до тягово-приводних.

Для розрахунку проєктного агрегату скористаємось методичними рекомендаціями [9,11].

В основу розрахунків покладемо такі вихідні дані

- трактор КИЙ-14102, гичкозбиральна машина МГ-6.
- маса трактора – $G_{mp} = 46,8 кН$;
- маса машини МГ-6 – $G_m = 13,2 кН$;
- коефіцієнт опору перекочуванню на пухкому ґрунті – $f = 0,18$;
- значення величини буксування - $\delta = 13,5\%$;
- кут нахилу схилу - $i = 1,5^\circ$
- робоча швидкість - $V = 4-6 км / год$;
- ККД ВВП трактора - $\eta_{ВВП} = 0,94$
- показник питомої потужності для привода робочих органів (гичкоріза та шнека) - $N_n = 2,48 кВт \cdot c / кг$;
- урожайність коренеплодів – $Q = 560 ц / га$
- урожайність гички – $Q = 202 ц / га$

3.2. Розрахунок гичкозбирального агрегату.

Дієздатність агрегату може бути забезпечена за умови [9,11]

$$N_{np} \prec N_{ВВП} \quad (3.1)$$

де N_{np} - потужність двигуна затрачена на привод ротора і шнека, $кВт$;

$N_{ВВП}$ - потужність яку надає ВВП, $кВт$

$$N_{np} = N_n \cdot q \quad (3.2)$$

q - секундне поступання гички до гичкорізу, $кг / с$;

$$q = B_p \cdot V_p \cdot Q \quad (3.3)$$

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

де B_p - ширина захвату, м;

$$B_p = 2,7 \text{ м}$$

V_p - робоча швидкість;

Q - урожайність гички ($Q = 2,2 \text{ кг} / \text{м}^2$);

Приймаємо, що трактор працюватиме на V передачі, для якої $V_m = 7,95 \text{ км} / \text{год}$ [9,11].

Урахувавши буксування, визначимо

$$V_p^{IV} = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) = 6,97 \left(1 - \frac{13,5}{100} \right) = 6,02 \text{ км} / \text{год} = 1,67 \text{ м} / \text{с} \quad (3.4)$$

Тоді

$$q = 2,7 \cdot 1,67 \cdot 2,2 = 9,9 \text{ кг} / \text{с}$$

Тоді

$$N_{np} = 2,48 \cdot 9,9 = 24,5 \text{ Вт}$$

Потужність, яку здатний передати ВВП

$$N_{ВВП} = N_e \cdot \eta_{ВВП} - \frac{(R_{коч.тр.} + R_{коч.м.}) V_p \eta_{ВВП}}{3,6 \eta_{тр.} \cdot \eta_o} \quad (3.5)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна,

$$N_e = 77,2 \text{ кВт}$$

$\eta_{тр.}$ - ККД трансмісії трактора, $\eta_{тр.} = 0,92$

η_o - коефіцієнт буксування, $\eta_o = 0,865$

$R_{коч.тр.}, R_{коч.м.}$ - опори на переміщення по пухкому полю трактора і машини, кН .

$$R_{коч.тр.} = G_{тр.} (f + i) = 46,8 \cdot (0,18 + 0,015) = 9,1 \text{ кН} \quad (3.6)$$

$$R_{коч.м.} = G_m (f + i) = 13,2 \cdot (0,18 + 0,015) = 2,57 \text{ кН} \quad (3.7)$$

Тоді

$$N_{ВВП} = 77,2 \cdot 0,94 - \frac{(9,1 + 2,57) \cdot 6,02 \cdot 0,94}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,865} = 51,9 \text{ кВт}$$

Бачимо, що вище зазначена умова виконується, тобто $24,5 \text{ кВт} < 51,9 \text{ кВт}$.

Умова роботоздатності даного агрегату забезпечується

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Змінна продуктивність запропонованого агрегату, $га / зм$ [9,11]

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (3.8)$$

де T_p – змінний робочий час.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (3.9)$$

$T_{зм} = 7 год$ – час зміни.

$\tau = 0,61$ – коефіцієнт використання часу зміни;

Тоді

$$T_p = 7 \cdot 0,61 = 4,3 год$$

Тоді

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 6,02 \cdot 4,3 = 7,0 га / зм$$

Витрати пального, $кг / га$ [9]

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}} \quad (3.10)$$

де $Q_{зм}$ - витрати палива протягом зміни, $кг$

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z \quad (3.11)$$

де - Q_p, Q_x, Q_z - витрати палива під час виконання робочих, холостих проходів та на зупинках.

Тут

$$Q_p = 10,8 кг / год, Q_x = 3,9 кг / год, Q_z = 0,9 кг / год$$

T_p, t_x, t_z - час витрачений на робочі, холості ходи і зупинки.

$$t_x = t_z = \frac{T_z - T_p}{2}, год \quad (3.12)$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 4,3}{2} = 1,35 год$$

Тоді

$$Q_{зм} = 10,8 \cdot 4,3 + 3,9 \cdot 1,35 + 0,9 \cdot 1,35 = 52,94 кг / зм$$

Погектарні витрати

$$Q_{га} = \frac{52,94}{7,0} = 7,56 кг / га$$

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Відповідну методику розрахунку використаємо до базового варіанту агрегату.

Вихідні дані [9,11]:

- трактор МТЗ-80, машина гичкозбиральна БМ-6Б.
- вага машини БМ-6Б - $G_m = 30300H$;
- вага трактора МТЗ-80 - $G_{mp} = 37700H$
- робоча швидкість - $V = 5-9 км / год$;
- показник питомої потужності для привода робочих органів БМ – 6Б –

$$N_n = 2,6 кВт \cdot c / кг ;$$

Трактор буде працювати на III передачі, для неї $V_m^{III} = 7,24 км / год$.

з урахуванням буксування робоча швидкість визначиться

$$V_p^{III} = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) = 7,24 \left(1 - \frac{14,5}{100} \right) = 6,19 км / год = 1,72 м / с$$

Тут $\delta = 14,5\%$ - коефіцієнт буксування.

Подача гички за секунду

$$q = 2,7 \cdot 1,72 \cdot 2,2 = 10,2 кг / с$$

З урахуванням зазначеного

$$N_{np} = 2,6 \cdot 10,2 = 26,5 кВт$$

Опори перекочування складових агрегату

$$R_{коч.тр.} = G_{mp} (f + i) = 37,7 \cdot (0,18 + 0,015) = 7,4 кН$$

$$R_{коч.м.} = G_m (f + i) = 30,3 \cdot (0,18 + 0,015) = 5,9 кН$$

де $i = 0,04$ - величина ухилу схилу

Тоді

$$N_{ВП} = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(7,4 + 5,9) \cdot 6,19 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,865} = 28,4 кВт$$

Бачимо, $26,5 кН < 28,4 кН$ – даний результат вказує на те, що агрегат може виконувати свої функції.

Змінна продуктивність даного агрегату.

Для даного агрегату $\tau = 0,58$. Таке значення можна пояснити тривалістю налагоджувальних робіт та тривалістю сервісних робіт.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Тоді

$$T_p = 7 \cdot 0,58 = 4,06 \text{ год}$$

Змінна продуктивність дорівнюватиме

$$W_{зм}^6 = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 6,19 \cdot 4,06 = 6,78 \text{ га / зм}$$

Витрати пального, кг / га [9,11]

$$Q_p = 15,4 \text{ кг / год}, Q_x = 9,7 \text{ кг / год}, Q_z = 1,9 \text{ кг / год}$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 4,06}{2} = 1,47 \text{ год}$$

Тоді

$$Q_{зм} = 15,4 \cdot 4,06 + 9,7 \cdot 1,47 + 1,9 \cdot 1,47 = 79,6 \text{ кг / зм}$$

Погектарні витрати палива

$$Q_{га} = \frac{79,6}{6,78} = 11,74 \text{ кг / га}$$

Використання агрегату на базі гичкозбиральної машини МГ-6 забезпечує вищу продуктивність порівняно з базовою моделлю на $0,22 \text{ га / зм}$. Завдяки зниженню витрат пального на $26,7 \text{ кг / зм}$ та зменшенню питомих експлуатаційних витрат, впровадження даного технічного рішення у виробничий процес є економічно обґрунтованим та перспективним.

3.3. Розрахунок операційної карти на зрізання гички з головок коренеплодів кормових буряків.

Характеристика поля:

- площа $S = 100 \text{ га}$
- довжина загінки $L = 985 \text{ м}$
- нахил ухилу поля $\alpha = 1,5^\circ$.

Склад агрегату:

- трактор *КІЙ* – 14102
- гичкозбиральна машина – *МГ* – 6.

Оптимальна ширина загінки [9,11].

$$C_{опт} = \sqrt{8 \cdot R^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_p} \quad (3.13)$$

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де R - радіус повороту, $м$

$B_p = 2,7м$ - ширина захвату;

L_p - довжина робочого ходу, $м$

$$L_p = L - 2E \quad (3.14)$$

де E - ширина поворотної смуги, $м$.

Згідно з методичними рекомендаціями [9,11], ширина поворотної смуги для гичкозбирального агрегату визначається як чотирикратна ширина захвату бурякової сівалки (зокрема моделі УПС-12, що передбачена технологічною картою)

З урахуванням зазначеного

$$E = 4 \cdot b_c = 4 \cdot 5,4 = 21,6м \quad (3.15)$$

де $b_c = 5,4м$ - ширина захвату сівалки УПС-12.

Тоді

$$L_p = 985 - 2 \cdot 21,6 = 941,8м$$

За рекомендаціями [9,11] мінімальний радіус повороту агрегату складе

$$R_{\min} = 3,4b_c = 3,4 \cdot 5,4 = 18,4м$$

З урахуванням отриманого, оптимальна ширина загінки

$$C_{opt} = \sqrt{8 \cdot 18,4^2 + 2 \cdot 2,7 \cdot 941,8} = 88,3м$$

З огляду на кратність відносно ширини захвату оптимальна ширина загінки складе

$$C_{opt} = 86,4м$$

Тривалість одного циклу

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \text{хв} \quad (3.16)$$

$t_n = 1,5 \dots 2,0 \text{хв}$ - час повороту агрегату на краю загінки;

Тобто

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 941,8}{10^2 \cdot 6,02} + 2 \cdot 1,5 = 21,8 \text{хв} = 0,37 \text{год}$$

Технічна продуктивність за цикл

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \text{га} / \text{ц} \quad (3.17)$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 5,93 \cdot 0,36 \cdot 0,66 = 0,38 \text{га} / \text{ц}$$

Кількість циклів за одну зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{7,0}{0,38} = 18,4 \text{ц} / \text{зм}$$

Оптимальне значення кількості рядків в загінці, n

$$n = \frac{C_{\text{онт}}}{b} = \frac{10^4 \cdot W_{\text{зм}}}{L \cdot b} = \frac{10^4 \cdot 7,0}{985 \cdot 0,45} = 158 \text{рядків} \quad (3.18)$$

$b = 0,45 \text{м}$ - ширина міжрядь;

Відповідно до рекомендацій [9,11] обираємо $n = 240$ рядків.

Спосіб руху – човниковий.

Число робочих ходів

$$n_{\text{рх}} = \frac{n}{n_{\text{м}}} \quad (3.19)$$

де $n_{\text{рх}}$ - число робочих ходів;

$n_{\text{м}} = 6$ - число рядків в яке одночасно обробляє машина.

Тоді

$$n_{\text{рх}} = \frac{240}{6} = 40 \text{ робочих ходів.}$$

3.4. Підготовка агрегату до роботи.

Підготовка гичкозбирального агрегату, починається з ретельного технічного огляду всіх вузлів і механізмів. Перед виїздом у поле перевіряють рівень пального, мастила та охолоджувальної рідини в двигуні трактора. Особливу увагу приділяють справності гідравлічної системи, рульового керування та гальм. Після цього здійснюють агрегування трактора з гичкозбиральною машиною, надійно закріплюючи причіпний пристрій і під'єднуючи карданний вал.

Наступним етапом є регулювання робочих органів машини відповідно до висоти та густоти рослин. Ножі мають бути добре загостреними й установленними на однаковому рівні, щоб забезпечити якісне зрізання гички без

пошкодження коренеплодів. Також перевіряють натяг приводних ланцюгів, справність підшипникових опор ротора і шнеку.

Після завершення налаштувань проводять пробний запуск агрегату на невеликій ділянці поля. Під час роботи контролюють рівномірність зрізу гички, роботу всіх механізмів та відсутність сторонніх шумів. Лише після ретельної перевірки агрегат допускають до повноцінної експлуатації [9].

3.5. Підготовка поля до роботи.

Перед початком роботи гичкозбирального агрегату поле ретельно готують для забезпечення якісного зрізання гички та безперебійної роботи техніки. Насамперед перевіряють стан посівів і визначають ступінь стиглості коренеплодів. Поле очищають від каміння, рослинних решток та сторонніх предметів, які можуть пошкодити робочі органи машини. Особливу увагу приділяють вирівнюванню поверхні ґрунту, оскільки нерівності ускладнюють рух агрегату та знижують якість збирання. За потреби проводять попереднє підкошування бур'янів на краях поля. Також перевіряють ширину міжрядь і відповідність її параметрам техніки. Виконують необхідні розміточні роботи [9].

3.6. Робота агрегату в загінці.

Під час роботи в загінці гичкозбиральний агрегат рухається вздовж рядків коренеплодів, забезпечуючи безперервне зрізання гички. Машина входить у загінку зі встановленою та сталою швидкістю, після чого робочі органи підрізають і подають подрібнену рослинну масу на вивантажувальний шнек. Зрізана гичка відводиться за межі ширини захвату і розміщується на полі. На поворотних смугах агрегат переводять в транспортне положення, виконують розворот і продовжують роботу наступним проходом із дотриманням ширини захвату [9].

3.7. Контроль за якістю виконання збирання.

Контроль якості роботи гичкозбирального агрегату здійснюють безпосередньо під час збирання. Перевіряють висоту та рівномірність зрізу гички, відсутність пошкоджень коренеплодів і втрат рослинної маси. Оглядають

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

очищені рядки та визначають кількість незрізаних залишків. Також контролюють роботу ножів ротора, шнека і швидкість руху агрегату. У разі виявлення недоліків проводять додаткове регулювання робочих органів для покращення якості збирання [9,11].

Висновки по розділу. У результаті виконаних розрахунків і технологічного аналізу встановлено, що запропонований гичкозбиральний агрегат на базі машини МГ-6 забезпечує стабільну та ефективну роботу в польових умовах. Використання даного агрегату дозволяє підвищити продуктивність збирання, зменшити витрати пального та покращити якість зрізання гички, що підтверджує доцільність його впровадження у виробництво.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4. Інженерна частина.

4.1. Стан питання про машину.

4.1.1. Призначення машини.

Гичкозбиральна машина МГ-6 завдяки нескладній будові та доступній вартості широко використовується в господарствах різних форм власності. Машина призначена для зрізання і подрібнення гички цукрових, кормових буряків під час двофазного або трифазного способу збирання врожаю. За потреби агрегат може додатково оснащуватися пристроєм для доочищення головок коренеплодів.

4.1.2. Будова і робота машини МГ-6.

Конструкція машини включає раму, на якій розміщені основні вузли: приводний механізм, ротор із робочими молотками, шнек для відведення гички, опорно – регулювальні колеса та причіпний механізм. До складу приводу входять редуктор, ланцюгові передачі, запобіжні та обгінна муфти.

Передавання крутного моменту від валу відбору потужності трактора до робочих органів здійснюється через приводну систему. Редуктор забезпечує збільшення частоти обертання і передає рух валу із запобіжною муфтою, яка захищає механізми від перевантажень. Обгінна муфта запобігає пошкодженню редуктора та ланцюгових передач під час інерційного руху ротора. Обертання до ротора і шнека подається ланцюговими передачами.

Ротор із закріпленими молотками встановлений у підшипникових вузлах на корпусі машини. Молотки (ножі) зрізають гичку та спрямовують її до шнека. Опорно – регулювальні колеса дають можливість встановлювати потрібну висоту зрізу. Переведення агрегату з робочого режиму в транспортний здійснюється за допомогою гідравлічної системи трактора. Шнек забезпечує транспортування зрізаної рослинної маси за межі машини.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

4.1.3. Технічна характеристика машини.

Таблиця 4.1

Технічна характеристика

№п/п	Параметр	Один. виміру	Значення
1.	Модель	МГ – 6	
2.	Тяговий клас трактору, κH	14, 20	
3.	Спосіб з'єднання	напівпричіпна	
4.	Ширина захвату	m	2,7
5.	Продуктивність	$га / год$	1,1...1,6
6.	Кут нахилу ухилу, max	$град$	7
7.	Робоча швидкість	$км / год$	5...7
8.	Обслуговуючий персонал	$чол$	1
9.	Маса, не більше	$кг$	1300

4.1.4. Аналіз недоліків та заходи спрямовані на удосконалення конструкції машини.

На базовій машині привод шнека здійснювався ланцюговою передачею, що створює додатковий шум при роботі машини. Крім того, підвищена запиленість в зоні роботи призводить до швидкого виходу з ладу шарнірів ланцюга, що веде за собою необхідність його заміни.

Для підвищення надійності машини пропонуємо на приводі вивантажувального шнека встановити клинопасову передачу. Така конструкція дозволить зменшити масу, підвищити надійність машини, покращити умови праці.

4.2. Технологічні розрахунки.

4.2.1. Кінематичний розрахунок.

Обчислимо частоти обертання валів. Розрахунок проведемо для базової машини, щоб в подальшому можна було спроектувати клинопасову передачу, яка забезпечила б відповідний кінематичний режим. Скористаємося кінематичною схемою базової машини (рис. 4.1).

$$\omega_{II} = \frac{3,14 \cdot 889,4}{30} = 93,0c^{-1}$$

$$\omega_{III} = \frac{3,14 \cdot 889,4}{30} = 93,0c^{-1}$$

$$\omega_{VI} = \frac{3,14 \cdot 444,7}{30} = 46,5c^{-1}$$

4.2.2. Силовий аналіз механізму передач.

Так як привод ротора і шнека на машині здійснюється від ВВП трактора, то за основу розрахунків візьмемо значення потужності, яку може передати його ВВП отримане вище – $N_{BВП} = 51,9кВт$.

Потужність, яку передають вали механізму приводу [6,14].

$$N_I = N_{BВП} = 51,9кВт$$

$$N_{II} = N_I \cdot \eta_{нк}^4 \cdot \eta_m^3 \cdot \eta_{зн} = 51,9 \cdot 0,99^4 \cdot 0,98^3 \cdot 0,97 = 45,5кВт \quad (4.2)$$

де $\eta_{нк} = 0,99$ - ККД підшипників кочення;

$\eta_m = 0,98$ - ККД муфти.

$\eta_{зн} = 0,97$ - ККД зубчастої передачі;

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_{лн}^2 \cdot \eta_{ом} = 45,5 \cdot 0,92^2 \cdot 0,93 = 35,8кВт$$

де $\eta_{лн} = 0,92$ - ККД ланцюгової передачі;

$\eta_{ом} = 0,93$ – ККД обгінної муфти.

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{нк}^2 \cdot \eta_{лн} = 35,8 \cdot 0,99^2 \cdot 0,92 = 32,3кВт$$

Крутні моменти на тих же валах [6,14]

$$T_I = N_{BВП} = \frac{N_I}{\omega_I} = \frac{10^3 \cdot 51,9}{56,5} = 918,6Нм \quad (4.3)$$

$$T_{II} = \frac{N_{II}}{\omega_{II}} = \frac{10^3 \cdot 45,5}{93,0} = 489,2Нм$$

$$T_{III} = \frac{N_{III}}{\omega_{III}} = \frac{10^3 \cdot 35,8}{93,0} = 384,9Нм$$

$$T_{IV} = \frac{N_{IV}}{\omega_{IV}} = \frac{10^3 \cdot 32,3}{46,5} = 694,6Нм$$

4.2.3. Розрахунок приводної клинопасової передачі

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Введення в конструкцію клинопасової передачі викличе зміни в кінематичній схемі (рис. 4.2).

Як зазначалось раніше, замість ланцюгової передачі на приводі шнека ми пропонуємо використати клинопасову передачу. Відповідно до кінематичних розрахунків потужність на ведучому валу передачі складає $N_{IV} = 32,3 \text{ кВт}$. Але, завод – виробник, що для його приводу достатньо забезпечити потужність $N_{IV} = 3,7 \text{ кВт}$.

Таким чином, для забезпечення компактності та надійності передачі для виконання відповідних розрахунків задамося вихідними наступними даними:

- передана потужність $N_I = N_{IV} = 3,7 \text{ кВт}$;
- кутова швидкість шківів ведучого $\omega_I = 93,0 \text{ с}^{-1}$;
- кутова швидкість шківів веденого $\omega_{II} = 46,5 \text{ с}^{-1}$;
- діаметр ведучого валу $d_{e1} = 45 \text{ мм}$ та діаметр веденого валу $d_{e2} = 40 \text{ мм}$

Передаточне число клинопасової передачі [6,14]

$$u = \frac{\omega_I}{\omega_{II}} = \frac{93,0}{46,5} = 2,0, \quad (4.4)$$

Використаємо для приводу клинові паси рекомендовані для використання в сільськогосподарських машин згідно ГОСТ 1284.2–89.

Для зазначеної передачі призначаємо клинові паси нормального перерізу, кордтканеві (ГОСТ 1284.2–89) перерізом Б [8].

Обчислюємо діаметри шківів.

Діаметр меншого шківів візьмемо відповідно рекомендаціям ГОСТ 1284.3-96, $d_1 = 0,125 \text{ м}$, тоді діаметр більшого шківів при відносному ковзанні паса $\xi = 0,02$ розрахуємо з виразу [6,14]:

$$d_2 = u \cdot d_1 \cdot (1 - \xi), \quad (4.5)$$

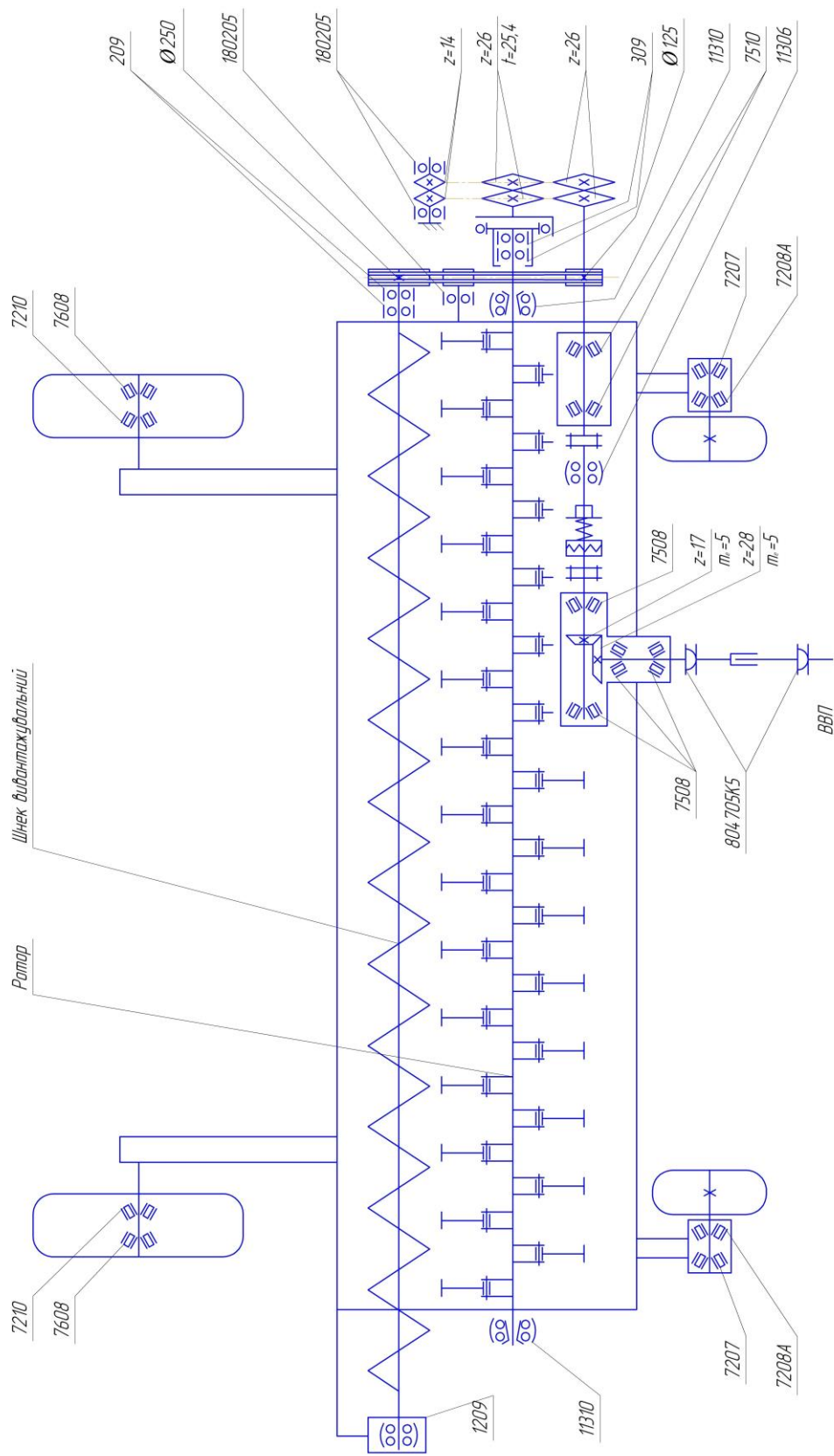


Рис. 4.2. Кінематична схема модернізованої машини.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

29

$$d_2 = 2 \cdot 0,125 \cdot (1 - 0,02) = 0,245 \text{ м}$$

Приймаємо $d_2 = 0,250 \text{ м}$, він відповідає вимогам ГОСТ 1284.3-80.

Фактичне передаточне число передачі

$$u = \frac{d_2}{d_1} = \frac{250}{125} = 2,0$$

Швидкість паса

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{93 \cdot 125 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,8 \text{ м/с}$$

Призначаємо орієнтовно міжосьову відстань передачі [6,14]

$$a = 1,5(d_1 + d_2) = 1,5(125 + 250) = 562,5 \text{ мм}, \quad (4.6)$$

Розрахункова довжина паса

$$l = 2 \cdot a + \pi \cdot (d_2 + d_1) / 2 + (d_2 - d_1)^2 / (4 \cdot a), \quad (4.7)$$

$$l = 2 \cdot 562,5 + 3,14 \cdot (125 + 250) / 2 + (250 - 125)^2 / (4 \cdot 562,5) = 1720 \text{ мм}$$

За ГОСТ 1284.3-80 призначаємо пас перерізу Б з внутрішньою довжиною $l_g = 1800 \text{ мм}$.

Тоді дійсна міжосьова відстань дорівнюватиме:

$$a = \frac{2 \cdot l_g - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{[2 \cdot l_g - \pi \cdot (d_1 + d_2)]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2}}{8}, \quad (4.8)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1800 - 3,14 \cdot (125 + 250) + \sqrt{[2 \cdot 1800 - 3,14 \cdot (125 + 250)]^2 - 8 \cdot (250 - 125)^2}}{8} = 602 \text{ мм}$$

Визначаємо кут охоплення пасом шківів меншого діаметра:

$$\alpha = 180 - \frac{57 \cdot (d_2 - d_1)}{a} = 180 - \frac{57(250 - 125)}{602} = 169^\circ, \quad (4.9)$$

Для клинопасової передачі рекомендовано [6,14] приймати $\alpha \geq 120^\circ$.

Зазначена умова виконується.

Обчислимо швидкість паса:

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2}, \quad (4.10)$$

$$V = \frac{93 \cdot 125 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,81 \text{ м/с}$$

Число пасів Z визначимо з позиції тягових можливостей.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Потужність, яку можна передати одним пасом при $V=5,81\text{м/с}$ складає $P_0 = 2,7\text{кВт}$ [12].

$$Z \leq \frac{K_d \cdot P_1}{P_0 \cdot K_\alpha \cdot K_e \cdot K_z}, \quad (4.11)$$

де $P_1 = 3,7$ кВт – потужність, яку передає ведучий шків;

$K_d = 1,25$ – коефіцієнт, який враховує вплив кута обхвата пасом меншого шківа;

$K_e = 1,01$ – коефіцієнт, який враховує довжину паса;

$K_z = 0,95$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність розподілу навантажень.

Тоді:

$$Z = \frac{1,25 \cdot 3,7}{2,7 \cdot 0,98 \cdot 1,01 \cdot 0,95} = 1,84$$

Приймаємо $Z = 2$.

Перевіряємо пас на довговічність з урахуванням частоти пробігів за одну секунду

$$\eta_n = \frac{V}{l} \leq [\eta_n], \quad (4.12)$$

де η_n – дійсна частота пробігів паса, с^{-1} ,

$[\eta_n] \leq 12 \text{ с}^{-1}$ – допустима частота пробігів паса.

$$\eta_n = \frac{5,81 \cdot 10^3}{1800} = 3,2 \text{ с}^{-1},$$

що майже в чотири рази менше $[\eta_n] = 12 \text{ с}^{-1}$.

Обчислимо розміри шківів, враховуючи, що їх виготовлено з чавуну СЧ 15 ГОСТ 1412-85.

Розміри канавок для пасів приймаємо по ГОСТ 20898-88 (рис. 4.3) для обох шківів: $b = 4,2\text{мм}$; $h = 10,8\text{мм}$ $e = 19\text{мм}$, $f = 12,5\text{мм}$, $k = 7,5\text{мм}$ [6,14]

Ширина ободу для обох шківів

$$M = (z - 1)e + 2f = (2 - 1)19 + 2 \cdot 12,5 = 44\text{мм}$$

Зовнішній d_z і внутрішній d_e діаметри шківів:

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

— меншого шківa:

$$d_{31} = d_1 + 2 \cdot b, \quad (4.13)$$

$$d_{31} = 125 + 2 \cdot 4,2 = 133,4 \text{ мм}$$

$$d_{61} = d_1 + 2 \cdot h, \quad (4.14)$$

$$d_{61} = 125 - 2 \cdot 10,8 = 103,4 \text{ мм}$$

— більшого шківa:

$$d_{32} = d_2 + 2 \cdot b, \quad (4.15)$$

$$d_{32} = 250 + 2 \cdot 4,2 = 258,4 \text{ мм}$$

$$d_{62} = d_2 + 2 \cdot h, \quad (4.16)$$

$$d_{62} = 250 + 2 \cdot 10,8 = 271,6 \text{ мм}$$

Товщина ободів обох шківів дорівнює $K = 0,006 \text{ м}$

Так як діаметри обох шківів менші 300 мм то проєктуємо їх без використання спиць, а суцільним диском.

Товщина диска ведучого шківa визначиться

$$\delta_1 = (1,2 - 1,5) \cdot (0,005d_1 + 3) = (1,2 - 1,5) \times \\ \times (0,005 \cdot 125 + 3) \approx 6 \text{ мм} \quad (4.17)$$

Товщина диска веденого шківa

$$\delta_2 = (1,2 - 1,5) \cdot (0,005d_1 + 3) = (1,2 - 1,5) \times \\ \times (0,005 \cdot 250 + 3) \approx 12 \text{ мм}$$

Розміри маточин шківів [6,14].

Для ведучого шківa.

Внутрішній діаметр маточини співпадає з діаметром вала контрприводу –

$$d_{61} = 45 \text{ мм}.$$

Зовнішній діаметр d_e^3 та її довжина l визначиться:

$$d_{e1}^3 = 2 \cdot d_{61}, \quad (4.18)$$

$$d_{e1}^3 = 2 \cdot 45 = 90 \text{ мм}$$

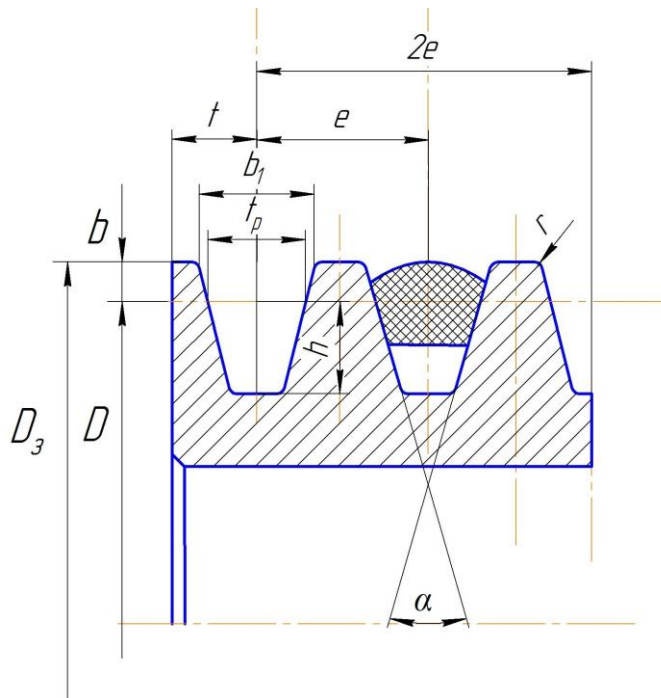


Рис.4.3. Параметри шківа.

Довжина маточини

$$L_{m1} = (1,2 - 2)d_{e1} = 1,2 \cdot 45 = 54 \text{ мм}, \quad (4.19)$$

Для веденого шківа.

Внутрішній діаметр маточини відповідає діаметру вала контрприводу і дорівнює $d_{e2} = 40 \text{ мм}$.

Зовнішній діаметр маточини d_e^3 та її довжину l визначаємо за формулами:

$$d_{e1}^3 = 2 \cdot d_{e1}, \quad (4.20)$$

$$d_{e1}^3 = 2 \cdot 40 = 80 \text{ мм}$$

Довжина маточини

$$L_{m1} = (1,2 - 2)d_{e1} = 1,2 \cdot 40 = 48 \text{ мм}, \quad (4.21)$$

Обчислимо зусилля, що діє на вал контрприводу від пасової передачі

$$Q = 2\sigma_0 z F \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (4.22)$$

де $\sigma_0 = 1,2 \text{ н/мм}^2$ – напруження в пасу в процесі роботи;

$F = 138 \text{ мм}^2$ – площа поперечного перерізу пасу.

тоді

$$Q = 2 \cdot 0,12 \cdot 2 \cdot 138 \cdot \sin \frac{169^\circ}{2} = 65,9 \text{ кЗс} = 659 \text{ Н}$$

Обчислимо колове зусилля [6,14]

$$R = 102 \frac{N_1}{V} \quad (4.23)$$

$$R = 102 \frac{3,7}{5,81} = 64,9 \text{ кЗс} = 649 \text{ Н}$$

4.3. Розрахунок деталей на міцність.

4.3.1. Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання

«шків – вал»

Для передачі крутного моменту до валу шнека застосуємо шпонку призматичну.

При діаметрі валу $d_g = 45 \text{ мм}$ параметри шпонки $b \times h = 12 \times 8 \text{ мм}$.

Довжину шпонки призначаємо відповідно до розрахованих розмірах маточини $l = 50 \text{ мм}$ так як маточина має довжину 54 мм .

Матеріал шпонки – *Сталь 45 ГОСТ 1050–88*, для якої $[\sigma_{зм}] = 80 \text{ МПа}$ $[\sigma_{зм}] = 80 \text{ МПа}$.

Максимальний крутний момент, який повинна передати шпонка визначиться

$$M_k = T_{II} = 489,2 \text{ Нм}$$

Найбільш небезпечним для шпонок і шпонкових пазів є змін від крутного моменту.

Умова міцності при цьому має вигляд [6,14]:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot M_k}{d_g \cdot l_p \cdot h} \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.24)$$

$$\text{де } l_p = l - b = 50 - 12 = 38 \text{ мм}$$

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 489,2}{45 \cdot 10^{-3} \cdot 0,038 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 64,3 \text{ МПа}$$

Так як $\sigma_{зм} = 64,3 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 80 \text{ МПа}$

Умова міцності виконується.

Висновки по розділу. За результатами аналізу конструкції гичкозбиральної машини МГ-6 встановлено основні недоліки механізму приводу

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

шнека та запропоновано його модернізацію шляхом заміни ланцюгової передачі на клинопасову. Проведені кінематичні, силові та міцнісні розрахунки підтвердили працездатність і надійність удосконаленої конструкції.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

5. Охорона праці.

5.1. Аналіз умов праці при механізованому вирощуванні кормових буряків.

Механізоване вирощування кормових буряків є технологічно складним процесом, який охоплює весь комплекс агротехнічних операцій – від підготовки ґрунту до збирання врожаю. У ланцюжку цих операцій особливе місце займає збирання гички, яке виконується агрегатом у складі трактора КИЙ 14102 та гичкозбиральної машини МГ-6. Специфіка виконання даної операції полягає в тривалій роботі механізатора в умовах підвищеного запилення, вібрації та шуму, а також у безпосередній близькості до рухомих робочих органів машини [8,19].

При роботі на агрегаті на механізатора діють шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що класифікуються за чотирма групами: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні [19].

До фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться: рухомі робочі органи гичкозбиральної машини (ротор, шнек); підвищений рівень вібрації від двигуна та ходової системи трактора; підвищений рівень шуму; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; несприятливі мікрокліматичні умови (підвищена температура у кабіні, пряма сонячна радіація).

Хімічні фактори пов'язані з викидами відпрацьованих газів дизельного двигуна трактора, що містять оксид вуглецю, діоксид азоту, вуглеводні та тверді частинки. Концентрація цих речовин у зоні дихання тракториста не повинна перевищувати встановлених гранично допустимих концентрацій [16,19].

Психофізіологічні фактори включають: нервово-емоційне напруження внаслідок необхідності постійного контролю за якістю виконання технологічного процесу; фізичне навантаження при тривалому перебуванні у вимушеній позі; монотонність праці [16,19].

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

5.2. Заходи з безпеки при виконанні технологічного процесу

До роботи на агрегаті допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії, пройшли медичний огляд і не мають медичних протипоказань, а також пройшли вступний і первинний інструктажі з охорони праці на робочому місці. [8,16,19].

Перед початком роботи машиніст зобов'язаний: перевірити технічний стан агрегату (рівень моторного масла, охолоджуючої рідини, палива, тиск у шинах); переконатися у наявності та справності всіх захисних кожухів і огорожень; перевірити регулювання робочих органів гичкозбиральної машини відповідно до агротехнічних вимог; впевнитись у справності системи освітлення та попереджувальної сигналізації.

Під час роботи забороняється: знімати або відкривати захисні пристрої при працюючих механізмах; допускати сторонніх осіб у зону роботи агрегату; залишати агрегат без нагляду при працюючому двигуні; здійснювати технічне обслуговування, регулювання та ремонт агрегату при працюючому двигуні. Зупинку агрегату для усунення технічних несправностей дозволяється проводити лише після повної зупинки всіх рухомих органів машини [8,16,19].

При роботі в умовах підвищеної запиленості (вміст пилу понад 4 мг/м³) механізатор зобов'язаний використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання – респіратор типу ШБ-1 «Пелюсток» або аналогічний. При рівні шуму поза кабіною більше 80 дБА обов'язковим є застосування навушників або вушних вкладок (беруш) відповідно [7].

5.3. Пожежна безпека

Пожежна безпека при роботі агрегату забезпечується відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні [15]. Основними потенційними джерелами займання на агрегаті є: дизельне паливо та моторне масло при їх витоку; гаряча поверхня випускного колектора двигуна (температура до 600°C); несправна електропроводка.

На агрегаті встановлений вогнегасник порошковий ВП-5 відповідно до вимог НАПБ Б.03.001-2004. Вогнегасник розміщується у легкодоступному місці

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

в кабіні трактора і перевіряється перед початком кожної зміни. Не дозволяється залишати агрегат з непрацюючим двигуном поблизу скирт соломи, сіна та інших легкозаймистих матеріалів [15].

Під час збирання гички існує ризик загоряння рослинних решток, що намотуються на рухомі органи машини. Для запобігання цьому необхідно регулярно (не рідше ніж через кожні 2 години роботи) очищати рухомі органи від намотаних рослинних матеріалів при непрацюючому двигуні та зупинених робочих органах машини.

5.4. Ергономіка робочого місця тракториста

Органи управління трактором і приводом робочих органів гичкозбиральної машини розташовані в зоні досяжності рук машиніста без зміни робочої пози. Сидіння оснащене системою амортизації для зниження вібронавантаження на тіло оператора.

Оглядовість з кабіни трактора на робочі органи гичкозбиральної машини забезпечує контроль технологічного процесу без необхідності покидати кабіну. Дзеркала заднього виду забезпечують огляд зони позаду агрегату в межах не менше 50 м [10,16].

5.5. Надання першої допомоги при нещасних випадках

Кожен механізатор, що працює на агрегаті, повинен знати правила надання першої допомоги при можливих травмах і нещасних випадках.

При отриманні механічної травми від рухомих органів машини необхідно: негайно вимкнути двигун і заглушити всі рухомі органи; викликати швидку допомогу за номером 103 або організувати транспортування потерпілого до найближчого медичного закладу; до прибуття медичного персоналу надати першу допомогу: зупинити кровотечу (джгут, давляча пов'язка), зафіксувати ушкоджену кінцівку, при необхідності провести знеболювання препаратами з аптечки першої допомоги.

Медична аптечка першої допомоги встановлюється в кабіні трактора. Аптечка перевіряється щомісячно особою, відповідальною за охорону праці у

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

підрозділі. Прострочені медичні препарати підлягають заміні за рахунок роботодавця [19].

5.6. Охорона навколишнього середовища

При проведенні механізованих робіт з вирощування та збирання гички кормових буряків необхідно дотримуватися вимог природоохоронного законодавства України [19].

Технічне обслуговування двигуна проводиться у встановлені строки, що забезпечує роботу паливної системи в оптимальному режимі і мінімізує токсичність вихлопу.

Заправлення паливом і мастильними матеріалами здійснюється виключно на спеціально обладнаних майданчиках із твердим покриттям та нафтовловлювачами. Відпрацьовані мастильні матеріали збираються в спеціальні ємності та передаються на утилізацію спеціалізованим підприємствам [19].

Висновки по розділу. Таким чином, виконання всього комплексу заходів з охорони праці та безпеки виробництва при роботі агрегату забезпечить безпечні умови праці для механізатора, збереження техніки та мінімальний негативний вплив на навколишнє природне середовище.

6. Висновки.

При виконанні кваліфікаційної роботи було проведено критичний аналіз технології вирощування та механізованого збирання кормових буряків із обґрунтуванням шляхів підвищення ефективності виконання технологічних операцій. Встановлено, що кормові буряки залишаються важливою складовою кормової бази тваринництва завдяки високій урожайності, значній поживній цінності коренеплодів і гички, а також гарним агротехнічним властивостям культури. Однією з найбільш відповідальних операцій у технології вирощування є зрізання гички, від якого значною мірою залежить якість подальшого викопування коренеплодів та загальна ефективність збирання врожаю, якість отриманої продукції.

У роботі проаналізовано існуючі технічні засоби для збирання гички кормових буряків, зокрема машину БМ-6Б та сучасну гичкозбиральну машину МГ-6. Встановлено, що базова машина БМ-6Б характеризується значною матеріалоемністю, складністю конструкції та підвищеними експлуатаційними витратами. Альтернативним рішенням запропоновано використання агрегату на базі машини МГ-6 та трактора КИЙ-14102, що дозволяє підвищити продуктивність виконання технологічного процесу, знизити витрати пального та спростити технічне обслуговування.

У процесі виконання роботи удосконалено операційну технологію зрізання гички, розраховано операційну карту, проведено розрахунок параметрів гичкозбирального агрегату, визначено його продуктивність, витрати пального та показники ефективності роботи. Результати розрахунків підтвердили працездатність і доцільність використання запропонованого агрегату в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. Встановлено, що застосування машини МГ-6 забезпечує зменшення експлуатаційних витрат і покращення якості зрізання гички порівняно з базовим варіантом.

В інженерній частині роботи запропоновано модернізацію механізму приводу вивантажувального шнека шляхом заміни ланцюгової передачі на

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

клинопасову. Виконані кінематичні та силові розрахунки підтвердили працездатність запропонованої конструкції. Використання клинопасової передачі дозволяє підвищити надійність механізму, знизити рівень шуму, зменшити зношування деталей та покращити умови праці механізатора.

У роботі розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки при експлуатації гичкозбирального агрегату. Запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, зниження впливу шкідливих виробничих факторів та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Список використаної літератури.

1. Волоха М.Н. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань [монографія] / М.П. Волоха.- Київ: Центр учбової літератури, 2015. – 220 с.

2. Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін.. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.

3. Боженко В.О. Сільськогосподарські машини та їх використання: Навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2009. 420 с.

4. Впровадження нової бурякозбиральної техніки – шлях підвищення рентабельності виробництва / [Я.Ю. Вовк, Я.М. Сало, М.П. Волоха та ін.] // Цукрові буряки. - 2005. - №6(48). – С.17–19

5. Графічні символи: Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць градського призначення: ДСТУ ISO 3864-1:2005.– [Чинний від 2005-05-25].– К: Держстандарт України, 2006. 25 с.

6. Деталі машин. Розрахунок та конструювання [Текст] : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов [та ін.]. Київ : Талком, 2014. 684 с.

7. ДСТУ ISO 4872:2015. Акустика. Вимірювання шуму, що випромінюється будівельним обладнанням, призначеним для зовнішнього використання. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 28 с.

8. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою.

9. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімот та ін.; За ред. В. Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

10. Машина бурякозбиральні. Загальні технічні умови: ДСТУ 2285 – 93 (ГОСТ 7496 - 93). - [Чинний від 1995. 01. 01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 28 с. - (Національний стандарт України)

11. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с.

12. Основи агрономії: Навчальний посібник / Левицька Ю.М., Шевніков М.Я., Бакума А.В. – К.: Аграрна освіта, 2008.

13. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. / І.І. Ріпка, Я.В. Семен, О.М. Крупич, І.М. Бендера, А.В. Рудь –Львів: ЛНАУ, 2013. –224 с.

14. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник.-К.: Вища шк., 1993.-556 с.

15. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ: МВС України, 2014. – 98 с.

16. Правила охорони праці під час виробництва і зберігання продукції рослинництва: НПАОП 01.1-1.07-14. – Київ: Держгірпромнагляд, 2014. – 62 с.

17. Сільськогосподарські машини : підручник / Войтюк Д.Г. та ін. К.: "Агроосвіта", 2015. 679 с.

18. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. закл. із спец. “Машини та обладн. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2002.-364 с.

19. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський. – К.: «Урожай», 1991. – 136 с.

20. Буряки кормові. URL: <https://sadyba.com/siderati-ta-kormovi-kulturi/buryaki-kormovi>.

21.Значення та біологічні особливості кормового буряку. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/znachennya-ta-biologichni-osoblyvosti-kormovogo-buryaku>.

22. Кормові коренеплоди. URL: https://buklib.net/books/30543/?utm_source=chatgpt.com.

23. Культура буряк кормовий (особливості вирощування та зберігання) URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/buryak-kormoviy>.

24. Машини для збирання цукрових буряків: конструкції та сучасні вимоги. URL: <https://propozitsiya.com/ua/mashini-dlya-zbirannya-cukrovih-buryakiv-konstrukciyi-ta-suchasni-vimogi>.

25. Опис та характеристика рослини буряк кормовий URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/buryak-kormoviy>.

ДОДАТКИ

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		