

Центральноукраїнський національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Микола СВІРЕНЬ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## **ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за ступенем вищої освіти «Магістр»**

на тему:

**«Механізація вирощування картоплі з удосконаленням  
картоплекопача»**

Виконав студент II курсу групи АІ-20М-1,4  
спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Олександр МОКЛЮК

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

Керівник проекту

професор, кандидат технічних наук

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

Рецензент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: МАГІСТР

Галузь знань: 20 АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

Освітньо-професійна програма: 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Микола СВІРЕНЬ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ  
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА**

**Моклюк Олександр Дмитрович**

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача»**
2. Керівник роботи: Васильковський О.М., канд. техн. наук, професор
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 10.12.2021 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: удосконалити технологію вирощування картоплі та підвищити ефективність роботи транспортера-очисника коренів

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

| Розділ | Консультант            | Підпис, дата   |                  |
|--------|------------------------|----------------|------------------|
|        |                        | Завдання видав | Завдання прийняв |
|        | Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ |                |                  |
|        |                        |                |                  |
|        |                        |                |                  |
|        |                        |                |                  |
|        |                        |                |                  |

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Пояснювальна записка                          | 01.12.2021                    |          |
|       |                                               |                               |          |
| 2     | Ілюстративна частина                          | 10.12.2021                    |          |
|       |                                               |                               |          |
| 3     | Перевірка роботи на доброчесність             | 10.12.2021                    |          |
|       |                                               |                               |          |
| 4     | Захист роботи                                 | 10-25.12.2021                 |          |

Дата видачі завдання

«10» вересня 2021 р.

Підпис керівника \_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

Завдання прийнято до виконання

«10» вересня 2021 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_ Олександр МОКЛЮК

[illegible]

## ЗМІСТ

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. Вступ                       | 6  |
| 2. Технологічна частина        | 7  |
| 3. Науково-дослідна частина    | 19 |
| 4. Охорона праці               | 38 |
| 5. Економічна частина          | 40 |
| 6. Висновки                    | 41 |
| Список використаної літератури | 46 |
| Додатки                        | 48 |

|    |      |          |       |      |               |      |
|----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|    |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 5    |

## 1. ВСТУП

Картоплярство займає важливе місце у сільськогосподарському виробництві України.

Картопля є універсальною технічною культурою. Вона може бути і продуктом харчування, і кормом для худоби, і сировиною для переробної промисловості. Бульби картоплі вміщують у собі вуглеводи у великій кількості, а також вітаміни, білки, інші поживні речовини, важливі для повноцінного раціону людей, тварин і птиці.

Картопля є дуже добрим попередником для багатьох зернових культур, що з точки зору забезпечення раціонального сівобороту в фермерських господарствах також немало важливо.

Ефективне вирощування картоплі неможливе без застосування сучасних технологій і парку якісних і надійних машин, тому їх розробка і удосконалення є завжди актуальною задачею.

В нашій магістерській роботі удосконалено технологію виробництва картоплі на невеликих посадкових площах шляхом введення в систему машин картоплекопача КСТ-1,4А, яка дозволяє збирати бульби одночасно з двох рядків, замість малопродуктивної однорядкової машини КТН-1А.

Вказана зміна дозволить підвищити продуктивність викопування картоплі, покращить умови праці робітників під час її збирання та зменшити травмування бульб активними робочими органами.

Режимні параметри копачів машини КСТ-1,4А обґрунтовані теоретично для забезпечення зниження тягового опору.

|          |                |          |       |      |                        |  |                         |       |
|----------|----------------|----------|-------|------|------------------------|--|-------------------------|-------|
|          |                |          |       |      | ДР 00. 000 ПЗ          |  |                         |       |
|          |                |          |       |      |                        |  |                         |       |
| Зм       | Арк.           | № докум. | Підп. | Дата |                        |  |                         |       |
| Розроб.  | Моклюк         |          |       |      | Магістерська<br>робота |  | Літ.                    | Аркуш |
| Перевір. | Васильковський |          |       |      |                        |  |                         | 6     |
|          |                |          |       |      |                        |  | ЦНТУ,<br>гр. АІ-20(МЗ)- |       |
| Н.контр. | Мачок          |          |       |      |                        |  |                         |       |
| Затв.    | Свірень        |          |       |      |                        |  |                         |       |

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Особливості вирощування картоплі

Картопля є не вибагливою культурою, стосовно і ґрунтів, і попередників [2, 3, 4]. З успіхом картопля вирощуватися на різних ґрунтах: від піщаних, до глинистих при забезпеченні відповідної агротехніки вирощування і достатньому забезпеченні вологою. Найвищі врожаї картоплі спостерігаються після багаторічних трав, зернових, бобових та зернобобових культур, цибулі, або сидератів.

Поганим попередником для картоплі вважається лише кукурудза, що вирощувалася на зерно із широким застосуванням гербіцидів.

### 2.2. Аналіз технології вирощування картоплі [2, 3, 4].

*Основний обробіток ґрунту.* При обробітку після зернових - лушення стерні здійснюють на глибину 8-12см з подальшим дискуванням боронами, або дискаторами. Лушення виконують дисковими лушильниками серії ЛДГ, або аналогами, які агрегують з тракторами відповідного класу. Одним з найбільш продуктивних варіантів можна вважати: трактор Т-150 з лушильником ЛДГ-15.

На ґрунтах, легких за структурою, виконують оранку плугом FINIST ПЛН 5-35, оснащеним передплужником у агрегаті з трактором ХТЗ-17221-09. Глибина оранки – 27-30 см. Після основного обробітку ґрунту здійснюють боронування зубовими, або кільчастими боронами.

*Весняний обробіток ґрунту.* Першим заходом навесні є закриття вологи, яке здійснюють культивацією машиною АК-6 з боронуванням бороною зубовою, які агрегують з трактором ХТЗ-17221-09. Даний агрозахід дозволяє утримати вологу і спрямувати її на живлення майбутнього посадкового матеріалу.

*Передпосадковий обробіток ґрунту.* Перед садінням знову проводять культивацію із боронуванням на глибину 12-15см (агрегат ХТЗ-17221-09 з культиватором АК-6).

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 7    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

Напрямок здійснення культивування повинний бути в напрямку майбутнього садіння бульб.

*Удобрювання.* Заорювання соломи з карбамідом (у співвідношенні 1 кг карбаміду на 100-120 кг соломи) забезпечує добре живлення, як і сівба і заорювання культур-сидератів.

Кращі результати удобрення картоплі є внесення суперфосфату потрібного та калімагnezію.

При низькому високій кислотності можна ґрунт вапнувати з нормою внесення 2-4т вапна на гектар поля.

Норма внесення добрив може коливатися: для калійних – 100-280 кг/га, у залежності наявної кількості калію в ґрунті, для фосфорних – 20-150 кг/га. Для гарного врожаю рослини мають бути підживлені маґнієм з нормою внесення 40-60 кг/га. Удобрення азотом (аміачна селітра та сечовина) здійснюють дозами 100-150 кг/га, причому норми понад 100 кг/га необхідно ділити 2 частини – одну з яких вносять перед посадкою, а іншу - після..

*Посадка.* Бульби картоплі необхідно садити в добре підготовлені ґрунти з температурою на глибині 10 см 6-10°С.

В залежності від величини бульб картоплі, відстань між ними повинна знаходитись в межах 20-35 см. Ширина міжрядь посадки 70 см, глибина – 7-8 см.

Садіння картоплі здійснюють саджалками СН-4Б, КСМ-4, або іншими, які агрегують з тракторами відповідного тягового класу.

*Догляд за посівами.* Перший обробіток здійснюють на 7-12-й день після садіння. Протягом вегетації картоплі проводять від 2 до 3 міжрядні обробки до появи сходів і 2-3 – після сходів, залежно від умов.

За наявності бур'янів на гребенях, необхідно здійснити їх окучування. Сходи від середньоранніх до пізньостиглих сортів присипають до 6-8 см. Для проведення окучування краще використовувати дискові робочі органи, ніж лапи-підгортачі.

Формування високооб'ємних гребенів здійснюють фрезерними культиваторами КФК-2,8

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 8    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

*Захист картоплі.* Для боротьби з колорадським жуком застосовують препарати: Актара 25 WQ в. ч.; Волатон 50% к. е.; Децис 2,5 к. е.; Конфідор 20% в. р. к.; Політрин 20% к. е.; Фюрі 10% в. е. та інші. Останнім терміном обробки 20 днів до збирання врожаю. Найбільша кількість обробок – два рази, а для Конфідору – не більше одного разу. Норми внесення робочої рідини – 300 л/га.

Для боротьби з фітофторозом застосовують препарати: Авіксіл 70% з. п. – 2,1-2,6 кг/га, Ридоміл Голд МЦ 58% з. п. – 2,5 кг/га, або ТАТТУ 55% н.с. – 3 л/га.

Обприскування здійснюють машинами ОП-2000 у агрегаті з трактором МТЗ-80.

*Збирання та зберігання.* Збирати картоплю доцільно, коли температура ґрунту + 10°C, або вище. Урожай 2-3 тижні витримують у кагатах, накритих соломною, після чого бульби сортують і закладають на тривале зберігання. Продовольчу картоплю зберігають за температури +3-5°C, а насінневу – + 1-3°C.

Збирання бульб на малих площах здійснюють тракторними картоплекопачами КТН-1 А, у агрегаті з тракторами Т-25, а за наявності великих площ – комбайнами.

### **2.3. Розробка операційно–технологічної карти збирання коренів**

В нашому випадку, коли площі, задіяні під картоплю незначні, нами застосовано картоплекопач КСТ-1,4 замість базової машини КТН-1А. Це дозволить підвищити продуктивність збирання, знизити травмування бульб робочими органами, а також покращити умови праці робітників під час її збирання.

Машину КСТ-1,4 агрегатують з просапними тракторами тягового класу 1,4 – 2 т . При ввімкненні ВВП трактора приводяться в дію активні лемішні копачі і пруткові елеватори. За допомогою гідросистеми трактора робочі органи машини опускаються в робоче положення. Копачі, що

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 9    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

здійснюють коливальний рух, підкопують ґрунт разом з картоплею і подають до швидкісного елеватора, який приймає шар з лемешів і інтенсивно його кришить. Значна частина ґрунту просівається крізь зазори (25-30мм) між прутками швидкісного елеватора, швидкість руху якого 2-2,5 м/с. Основний елеватор руйнує грудки, просіває ґрунт і передає масу, що залишилась на каскадний елеватор.

Звужувальний щиток, встановлений в кінці каскадного елеватора звужує потік бульб до 60...90 см, вкладаючи їх смугою на поверхню поля.

#### *Агротехнічні вимоги до збирання картоплі*

До збирання картоплі пред'являють наступні агротехнічні вимоги:

- повнота викопування бульб повинна становити не менше 98%, втрати цілих бульб до 1,5%;
- загальні втрати – до 2 % (бульби, що мають масу 20 г і менше у втрати не входять);
- вміст бадилля у воросі відрізаного і невідрізаного від них, а також часток черешків має становити до 1,5% від маси картоплі;
- при збиранні бадилля картоплі повнота зрізування має складати не менше 80%, висота зрізу бадилля над поверхнею ґрунту або вершиною гребеня – не перевищувати 20 см.
- картоплезбиральні машини повинні викопувати не менш як 97-98% бульб картоплі, відокремлювати їх від землі, бадилля та рослинних решток.
- забрудненість гички землею не вище 1 % від їх загальної маси.

#### *Обґрунтування вибору засобу агрегування*

Робочі органи картоплекопача КСТ-1,4 приводяться в дію від вала відбору потужності трактора. Підйом та опускання у робоче положення сошників здійснюється гідравлічною системою.

Виходячи з вище вказаного, вибір трактора для агрегування з картоплекопачем необхідно проводити за тяговим зусиллям.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 10   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

Максимально можлива ширина захвату збирального агрегату розраховується за формулою

$$B_a = \frac{P_m \cdot \kappa}{x_m} = \frac{14,0 \cdot 0,85}{6,3} = 1,88 \text{ м.}$$

де  $P = 14,0 \text{ кН}$  – сила тяги на гаку трактора МТЗ-80;

$\kappa = 0,85$  – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора;

$x_m = 6,3 \text{ кН/м}$  – питомий тяговий опір картоплекопача.

Оскільки можлива ширина захвату більша фактичної, то остаточно обираємо засіб агрегування трактор МТЗ-80.

#### *Розрахунок збирального агрегату*

Проведемо порівняльний розрахунок робочих режимів збиральних агрегатів базової технології та модернізованої.

Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на збиранні рух агрегату допускається в межах  $5 \dots 7,5 \text{ км/год.}$  Такому діапазону швидкостей відповідають наступні передачі:

**Т-25** - 1 передача ( $5,4 \text{ км/год.}$ ) – базовий варіант;

**МТЗ-80** – 3 передача ( $7,24 \text{ км/год.}$ ) – модернізований варіант.

Визначаємо тягове зусилля тракторів на відповідних передачах з урахуванням конкретних умов.

Визначаємо змінну продуктивність

$$W_{zm} = 0,1 B_p V_p T_p,$$

де  $B_p$  – робоча ширина агрегату;

$V_p$  – робоча швидкість.

Робочий час зміни визначаємо за формулою

$$T_p = T_{zm} \cdot \tau,$$

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 11   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

де  $T=7$  год. – час зміни;

$\tau=0,82$  – коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,82 = 5,74 \text{ год.}$$

Тоді

$$W_{зм}^{\bar{}} = 0,1 \cdot 0,7 \cdot 5,4 \cdot 5,74 = 2,16 \text{ га/зм,}$$

$$W_{зм}^{\text{м}} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 7,24 \cdot 5,74 = 5,81 \text{ га/зм.}$$

Розраховуємо витрати палива

$$Q_{\text{за}} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

де  $Q_{зм}$  – витрати палива за зміну.

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z,$$

де  $Q_p, Q_x, Q_z$  – годинна витрата палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном:

$Q_p^{\bar{}}=4,9$  кг/год.,  $Q_p^{\text{м}}=15,1$  кг/год. – годинна витрата палива за час робочих ходів у базовому і модернізованому варіанті, відповідно;

$Q_x^{\bar{}}=3,6$  кг/год.,  $Q_x^{\text{м}}=9,2$  кг/год – годинна витрата палива під час холостих ходів у базовому і модернізованому варіанті, відповідно;

$Q_z^{\bar{}}=1,0$  кг/год.,  $Q_z^{\text{м}}=1,7$  кг/год. – годинна витрата палива на зупинках з працюючим двигуном у базовому і модернізованому варіанті, відповідно.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 12   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

$t_x, t_z$  – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, для сівби приймаємо  $t_x=t_z$ .

Розрахуємо витрати палива з урахуванням знайдених величин:

$$Q_{ga}^{\delta} = \frac{4,9 \cdot 5,74 + 3,6 \cdot 0,63 + 1,0 \cdot 0,63}{2,28} = 13,6 \text{ кг/га,}$$

$$Q_{ga}^m = \frac{15,1 \cdot 5,74 + 9,2 \cdot 0,63 + 1,7 \cdot 0,63}{5,81} = 16,1 \text{ кг/га.}$$

Результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що збиральний агрегат у складі трактора МТЗ-80 і машини КСТ-1,4 матиме значно більшу продуктивність ніж посівний агрегат у складі трактора Т-25 і машини КТН-1А, однак, дещо більшу питому витрату палива.

#### *Підготовка агрегату до роботи*

Усі операції, що пов'язані з налагодженням і підготовкою до роботи, повинні виконуватись тільки на регульовальному майданчику. Перевіряють правильність її складання агрегату «трактор-машина», комплектність машини, правильність розташування основних і допоміжних робочих органів, вузлів, механізмів та їх технічний стан і надійність закріплення. Крім того, проводять змащення деталей, що цього вимагають, згідно інструкції.

В механізмах приводу коливальних лемішних копачів перевіряють відсутність люфту, а також контролюють ступінь гостроти (заточування) лез лемешів.

У механізмах передач контролюють силу натягу ланцюгів і величину їх зношення. Перекошування ланцюгів не повинні перевищувати 2 мм. Величину їх натягу визначають величиною прогину неробочої вітки.

Змащувати не рекомендовано: відкриті ланцюги механізму передач, а також зубці зірочок їх приводу.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 13   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

Приєднання гідросистеми картоплекопача і трактора здійснюють шляхом з'єднання (вкручування) отвору гідроциліндра з індексом «П» сповільнюючого клапана, після чого приєднати маслопроводи високого тиску до штуцерів гідроциліндрів.

Регулювання глибини ходу лемішів здійснюють за допомогою гвинтових регуляторів.

Після опускання лемішів у робоче положення, важіль гідравлічного розподільника трактора має бути у нейтральному (плаваючому) положенні.

### ***Розробка операційної технологічної карти на збирання картоплі***

Виконуємо розрахунки показників організації виконання операції.

Визначимо величину поворотної смуги.

При петлевому способі повороту

$$E = 3R_{min} + L_a$$

де  $R_{min}$  – мінімальний радіус повороту трактора МТЗ-80 з картоплекопачем КСТ-1,4.

$$R_{min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 1,4 = 2,38 \text{ м,}$$

де  $B = 1,4$  м – ширина захвату машини.

$L_a$  - кінематична довжина агрегата, м

$$L_a = L_{mp} + L_m,$$

де  $L_{mp} = 0,94$  м – кінематична довжина трактора,

$L_m = 2,2$  м – кінематична довжина картоплекопача.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 14   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

$$L_a=0,94+2,2=3,14 \text{ м};$$

Таким чином, ширина поворотної смуги становитиме:

$$E=3 \cdot 2,38+3,14= 10,28 \text{ м.}$$

Беремо ширину поворотної смуги кратну ширині захвату

$$E=K \cdot B_p,$$

де  $K = \frac{E}{B_p}$  - заокруглюємо до цілого числа

$$K = \frac{10,28}{1,4} = 8$$

$$E=8 \cdot 1,4=11,2 \text{ м.}$$

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_y = \frac{12L_p}{10^2 \cdot v_p} + 2t_n,$$

де  $L_p=777,6 \text{ м}$ — робоча довжина загінки;

$t_n=0,25\text{--}0,5 \text{ хв}$  — час повороту в кінці загінки.

$$L_p = L-2E = 800-2 \cdot 11,2=777,6 \text{ м}$$

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 15   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 777,6}{10^2 \cdot 7,24} + 2 \cdot 0,5 = 13,9 \text{ хв.} = 0,23 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл за формулою:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

де  $B_p, v_p, T_{\text{ц}}, \tau$  – використовуємо з попередніх розрахунків.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 7,24 \cdot 0,23 \cdot 0,85 = 0,21 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}.$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{5,81}{0,21} = 27,6 \text{ цикл./зм.}$$

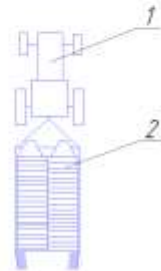
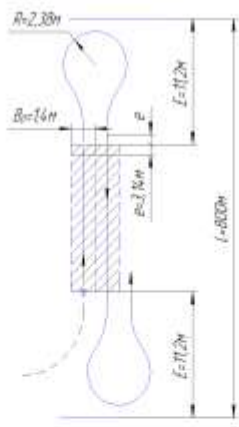
Приймаємо 28 циклів за зміну.

Визначимо змінні витрати палива

$$Q_{\text{зм}} = W_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} \cdot Q_{\text{га}} = 0,21 \cdot 28 \cdot 16,1 = 94,6 \text{ кг/зм}$$

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 16   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

## Операційно-технологічна карта на проведення збирання картоплі

| Назва груп показників                      | Параметри, вимоги, нормативи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Схеми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Умови роботи                               | Площа поля – 100 га; довжина гонів – 800 м; величина підйому – до 3°.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Схема поля</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Агротехнічні вимоги                        | Ширина міжряддя 70 см.<br>Глибина викопування до 22 см.<br>Втрати бульб не більше 15%.<br>Падіння викопування 98%.<br>Пошкодження бульб не більше 5%.<br>Якість очищення бульб від ґрунту не менше 80%.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Склад агрегату і підготовка його до роботи | Трактор МТЗ-80+машина КСТ-14.<br>робоча ширина захвату – 1,4 м;<br>мінімальний радіус повороту – 2,38 м;<br>кінематична довжина агрегату – 3,14 м.<br>Підготовка агрегату:<br>1. Провести щозмінний технічний огляд агрегату<br>2. Відрегулювати глибину підкопування (22 см).<br>3. Відрегулювати колеса по ширині міжрядь;<br>4. Від'єднати опорну тягу;<br>5. Перевірити працездатність механізму приводу;<br>6. Перевірити працездатність гідравлічної системи.                           | <p>Склад агрегату</p>  <p>1 – трактор МТЗ-80; 2 – картоплекопач КСТ-14</p>                                                                                                                                                                                                        |
| Підготовка поля                            | Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути.<br>Ширина поворотної смуги – 11,2 м                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Схема руху одного циклу</p>  <p> <math>L</math> – довжина гонів,<br/> <math>L_p</math> – робоча довжина загінки,<br/> <math>E</math> – ширина поворотної смуги,<br/> <math>e</math> – довжина виїзду агрегату,<br/> <math>B_p</math> – ширина захвату агрегату.         </p> |
| Спосіб руху                                | Спосіб руху – гонівий, човником                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Швидкість руху                             | Робоча передача – III;<br>робоча швидкість – $V_p = 7,24$ км/год.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Показники організації процесу              | 1. Продуктивність технологічна – 1,01 га/год.<br>2. Технічна продуктивність за цикл – 0,21 га/цикл.<br>3. Змінна продуктивність агрегату – 5,8 га/зм.<br>4. Кількість циклів за зміну – 28 цикл/зм.<br>5. Витрати палива на 1 га – 16,1 кг/га.<br>6. Витрати палива за зміну – 94,6 кг/зм.                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Контроль за якістю                         | 1. Виконати 15–25 замірів глибини обробітку по діагоналі загінки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перевищувати $22 \pm 1$ см.<br>2. Не допускаються огріхи і не викопані ділянки.<br>3. В разі значного засипання бульб ґрунтом – необхідно зменшити швидкість руху.<br>4. У випадку перерізаня бульб лемішними копаками – збільшити глибину підкопування.<br>5. Пошкодження бульб робочими органами копака визначають спочатку візуально, а остаточно – хімічним аналізом. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Витрати палива на проведення збирання всього урожаю картоплі (100 га) становитимуть

$$Q_{100} = 100 \cdot Q_{ga} = 100 \cdot 16,1 = 1610 \text{ кг.}$$

Виконані розрахунки розрахунково – пояснювальної записки заносимо до операційно-технологічної карти (табл. 2.1), а також виносимо у графічу частину магістерської роботи.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 18   |

### 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Огляд конструкцій машин для збирання картоплі

Машини для збирання картоплі розділяють на два класи: картоплекопачі і комбайни.

Картоплекопачі призначені для збирання картоплі на невеликих площах, агрегатуються з тракторами, викопують бульби, як правило, з 1 – 2 рядків і розміщують викопані бульби на поверхні поля, формуючи смуги до 90 см. Для подальшого збирання використовують немеханізовану працю найманих робітників.

Комбайни – більш складні і дорогі машини, які зазвичай є самохідними, мають повністю механізований процес роботи від викопування до навантаження очищених бульб у транспортні засоби. Комбайни більш широкозахватні, набагато продуктивніші за копачі, але внаслідок великої вартості, їх рентабельне застосування можливе на значних площах у господарствах, орієнтованих на картоплярство.

Найбільш простими картоплекопачами, що застосовуються у фермерських господарствах є машини типу КТН-1А (рис. 3.1). Вони агрегатуються з малими тракторами Т-25 і викопують всього один рядок.



Рис. 3.1. Картоплекопач КТН-1А

Пасивний лемішний копач підкопує бульби і подає до активного ротора з гребінками, які розбивають грудки, виділяючи бульби і відкидають останні у бік від машини. Привід ротора здійснюється від ВВП трактора через сповільнюючий редуктор. Недоліками зазначеної машини є пошкодження бульб під час прямого контакту з металевими гребінками, а також значне розкидання бульб.

Уникнення недоліків картоплекопача КТН-1А вдалося у конструкції машини КТТ-1-50 (рис. 3.2).

Машина КТТ-1-50 також є начіпною і агрегатується з тракторами типу Т-25, однак, основним сепаруючим робочим органом є активний прутковий елеватор, що приводиться в дію від ВВП. Підкопування бульб здійснюється коритоподібним пасивним лемішем і, після сепарації ґрунту на прутковому транспортері-сепараторі, бульби розміщуються у смузі, позаду агрегату, що полегшує їх збирання.



Рис. 3.2. Картоплекопач КТТ-1-50

Недоліком машини КТТ-1-50 недостатньо якісне очищення бульб від налиплого ґрунту і залишків бадилля. Цей недолік обумовлено відсутністю відносного руху бульб картоплі на прутковому транспортері.

Більш складною і досконалою конструкцією картоплекопача є начіпна двохрядна машина КТН-2В (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Картоплекопач КТН-2В

Картоплекопач КТН-2В призначений для викопування бульб картоплі, часткового очищення від ґрунту і укладання на поверхню поля. Машину використовують на легких та середніх ґрунтах з вологістю до 27 % і засміченістю камінням 8 т/га. Агрегатують машину з тракторами типу ЮМЗ-6, МТЗ-50, МТЗ-80/82 тощо.

Привід пруткового транспортера-сепаратора здійснюється від ВВП трактора.

Недоліком машини є недосконале очищення бульб від налиплого ґрунту і бадилля.

Кращі показники якості роботи демонструє напівпричіпний картоплекопач КСТ-1,4А (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Картоплекопач КСТ-1,4 А

Двохрядна машина КСТ-1,4 А, на відміну від попередників, оснащена активними лемішними копачами, які підкопують ґрунт і, уже на цьому етапі руйнують грудки. Три елеватори-сепаратори очищують бульби картоплі від вільного і налиплого ґрунту, вкладаючи бульби у смугу за агрегатом.

Картоплекопач КСТ-1,4А агрегується з тракторами тягового класу 1,4 і вище. Привід робочих органів – активних копачів і елеваторів здійснюється від ВВП трактора, за заглиблення копачів – за допомогою гідравлічної системи.

Значно більш продуктивними машинами для збирання бульб картоплі є спеціалізовані картоплезбиральні комбайни, які переважно є самохідними. Однак, зустрічаються причіпні комбайни, що агрегуються з важкими потужними тракторами (рис. 3.5).

Комбайни здійснюють весь комплекс робіт: зрізання (або видалення) бадилля, викопування бульб картоплі, очищення бульб від вільного і налиплого ґрунту, подрібнення грудок ґрунту, накопичення бульб у бункері і їх вивантаження у транспортні засоби.

Принцип роботи комбайнів наведено на узагальненій схемі (рис. 3.8).

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 22   |



Рис. 3.5. Причіпний картоплезбиральний комбайн ROPA



Рис. 3.6. Картоплезбиральний комбайн DEWULF KWATRO



Рис. 3.7. Картоплезбиральний комбайн Planter

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
|     |      |          |       |      |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |

МР 00. 000 ПЗ

Арк.

23

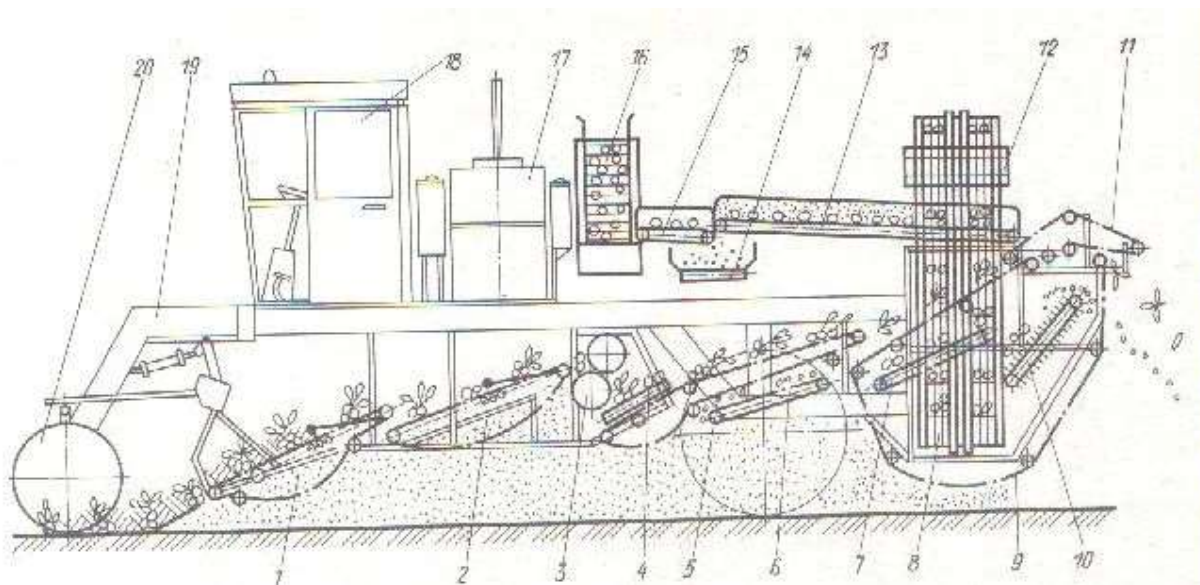


Рис. 3.8. Картоплезбиральний комбайн:

1- приймальний транспортер-сепаратор; 2- основний транспортер-сепаратор; 3- балонний грудкоподрібнювач; 4- поперечний транспортер; 5- доочисний транспортер; 6- виносний транспортер; 7- проміжний транспортер; 8- барабанний ковшовий транспортер; 9- рідкопрутковий транспортер; 10- гірка видалювача бадилля; 11- притискне полотно; 12- гірка; 13- перебиральний стіл; 14- транспортер домішок; 15- транспортер завантажувача; 16- вивантажувальний транспортер; 17- силова установка; 18- кабіна; 19- рама; 20- ведучий міст.

Для звичайних фермерських господарств, не орієнтованих на виробництво суто картоплі, оптимальним є використання двохрядних картоплекопачів, що агрегатуються з середніми тракторами, які є в наявності в будь-яких господарствах.

Основним недоліком більшості картоплекопачів є недостатня якість очищення бульб від налиплого ґрунту. Підвищення якості очищення можна досягти збільшенням площ транспортерів-сепараторів, активізацією руху бульб відносно сепарувальних поверхонь тощо. Однак, збільшення площ транспортерів призводить до збільшення габаритів і маси машини, а активізація руху – до ускладнення механізму приводу картоплекопачів.

На нашу думку, досягти потрібного ефекту можна сумістивши процес викопування з сепарацією, за рахунок створення оригінального копача.

### 3.3. Опис об'єкту досліджень

Картоплекопач напівначіпний КСТ-1,4 А (рис. 3.9) має наступні технічні дані (табл. 3.1).

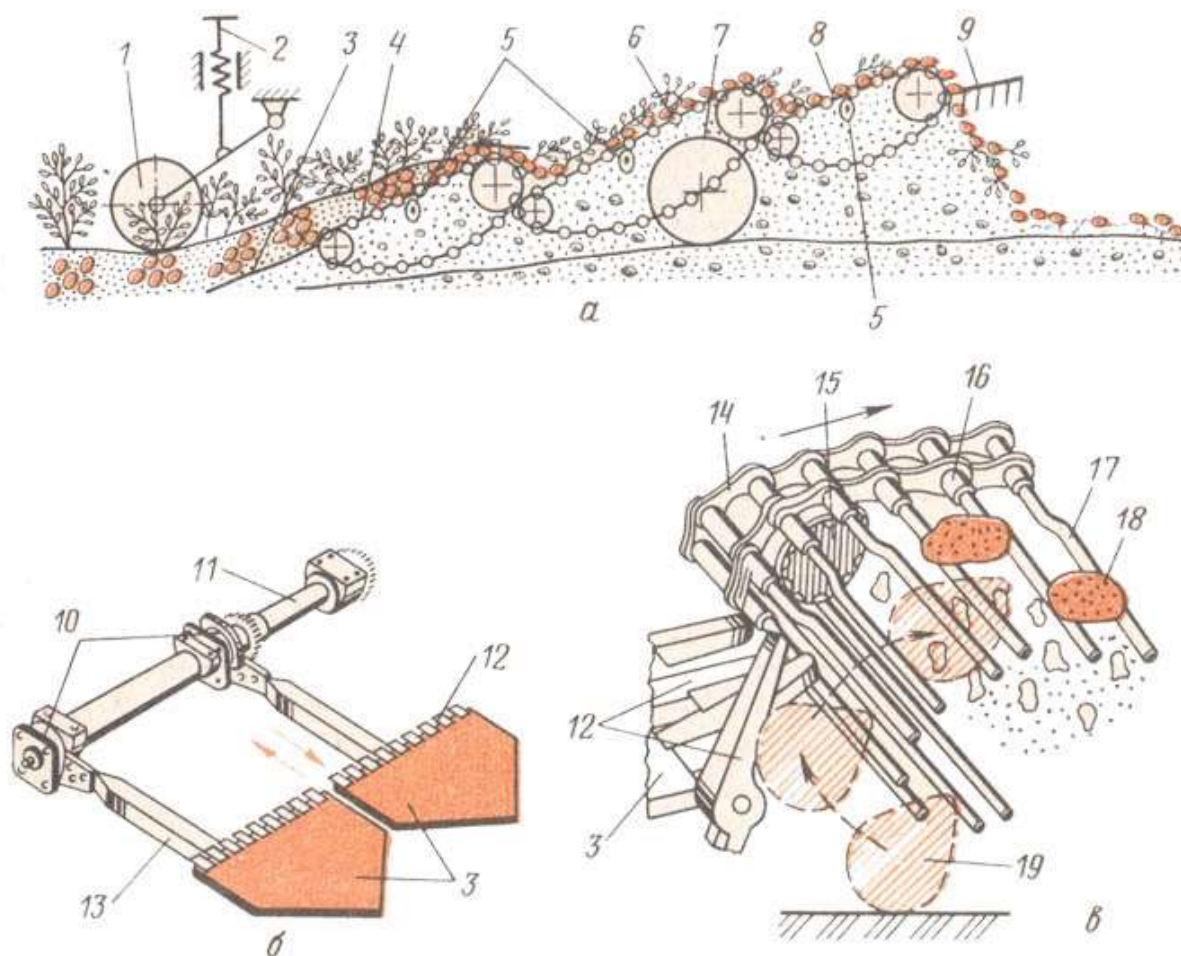


Рис. 3.9. Картоплекопач КСТ-1,4 (функціональна схема):

1- ходове колесо, 2- механізм регулювання глибини підкопування; 3- активні лемішні копачі; 4- швидкісний елеватор; 5- еліптичні зірочки струшувачі; 6- основний транспортер-сепаратор; 7- опорне колесо; 8- каскадний елеватор; 9- гребінчастий щиток-звужувач потоку; 10- ексцентрики (коливальний механізм); 11- вал приводу копачів; 12- відкидні пальці; 13- шатуни; 14- приводний ланцюг; 15- привідна зірочка; 16- кронштейн кріплення прутків; 17- пруток; 18- бульба картоплі; 19- каміння.

Таблиця 3.1.

## Технічна характеристика копача КСТ-1,4А

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| Робоча швидкість, км / год.          | 1,93 – 9,0         |
| Ширина захвату, м                    | 1,4                |
| Глибина підкопування, см             | 22                 |
| Дорожній просвіт, мм                 | 300                |
| Транспортна швидкість, км / год., до | 30                 |
| Агрегатується з тракторами, кл       | 1,4                |
| Габаритні розміри Д×Ш×В, мм          | 5000 × 1830 × 1200 |
| Маса, кг                             | 1090               |

Картоплекопач КСТ-1,4А обладнано активними лемішними копачами, приймальним (швидкісним), основним та каскадним елеваторами-сепараторами пруткового типу, опорними і ходовими колесами. Лемішні копачі коливаються на підвісах, шарнірно приєднаних до рами. Амплітуда коливань – 14мм з регульованою швидкістю – 8,3; 9,4 і 10,5 с<sup>-1</sup>. Кутову швидкість коливань регулюють заміною зірочок редуктора.

Активні леміші кришать підкопаний шар ґрунту, менше залипають і знижують загальний тяговий опір. Завдяки наявності активних копачів, машину КСТ-1,4 А використовують для збирання на важких ґрунтах.

Відкидні пальці, встановлені на лемішних копачах, утворюють решітку для просівання ґрунту і запобігають застрягання каменів між лемішем і швидкісним елеватором.

Верхні гілки елеваторів струшуються еліптичними зірочками.

Суміжні прутки елеваторів зігнуті в протилежні боки, утворюючи кишені, які запобігають скочуванню бульб. Прутки каскадного транспортера-сепаратора покриті гумою для запобігання пошкодження.

Ширину смуги викидання бульб на поверхню поля регулюють поворотом щитків.

Приводяться в дію основні робочі органи від ВВП трактора посередництвом карданної передачі.

Глибину ходу лемешів регулюють ходовим колесом за допомогою гвинтового механізму в межах 10-22 см.

За допомогою картоплекопача можна збирати не тільки картоплю, а й інші коренеплоди, сході з картоплею за своїми властивостями і характеристиками.

### 3.4. Технологічні розрахунки

Пропускна здатність визначається за формулою

$$Q = \frac{B \cdot V \cdot Y}{360}, \text{ кг/с}$$

де  $B=1,4$  м - ширина захвата агрегату, м;

$V=7,24$  км/год. - робоча швидкість агрегату;

$Y=100\dots 200$  ц/га – теоретична урожайність бульб картоплі.

З урахуванням заданих величин пропускна здатність картоплекопача становитиме

$$Q = \frac{1,4 \cdot 7,24 \cdot 200}{360} = 5,63 \text{ кг/с}$$

Технологічна продуктивність збирального агрегату розраховується як

$$W_T = 0,1 \cdot B \cdot V = W_T = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 7,24 = 1,01 \text{ га/год}$$

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 27   |

Оперативна продуктивність визначається за виразом

$$W_{оп} = W_T \cdot \eta = 1,01 \cdot 0,9 = 0,91 \text{ га/год}$$

де  $\eta=0,9$  коефіцієнт, що враховує втрати часу з реальними паузами, зупинками, що необхідні для виконання допоміжних операцій.

Експлуатаційна продуктивність пов'язана з технологічною рівнянням

$$W_E = W_T \cdot K_E = 1,01 \cdot 0,78 = 0,79 \text{ га/год.}$$

де  $K_E=0,79$  - коефіцієнт використання експлуатаційного часу.

*Розрахунок лемішних копачів.*

Плоскі лемішні копачі знайшли найбільшого застосування у картоплезбиральних машинах. Вони можуть бути пасивними або активними. Активні (коливальні) лемеші застосовують з метою зменшення тягового опору агрегату.

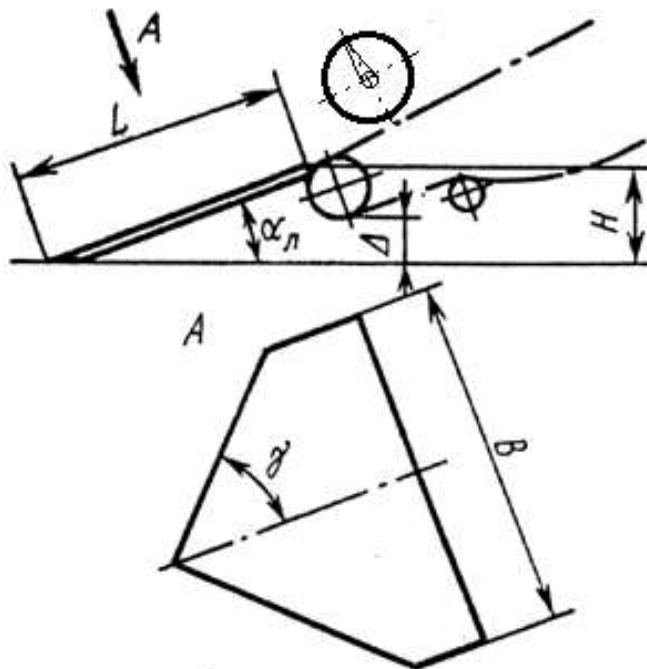


Рис. 3.10. Основні параметри лемішного копача.

Основними параметрами плоского лемеша (рис. 3.10) є кут скосу леза  $\gamma$ , кут встановлення до горизонту  $\alpha_{\text{л}}$ , довжина лемеша  $L$  і ширина  $B$ .

Кут скосу леза приймають конструктивно у діапазоні  $\gamma = 45 \dots 50^\circ$ .

Довжина лемеша залежить від висоти, на яку потрібно підняти шар ґрунту з бульбами для його переходу на сусідній робочий орган і кута встановлення копача до горизонту.

Довжина лемеша (рис. 3.10) визначається за виразом:

$$L = \frac{H}{\sin \alpha_{\text{л}}}$$

де  $H = 0,2 \dots 0,3$  м - потрібна висота підйому ґрунту;

$\alpha_{\text{л}} = 15 \dots 20^\circ$  - кут встановлення копача до горизонту.

Таким чином, довжина копача становитиме

$$L = \frac{0,25}{\sin 20} = 0,73 \text{ м}$$

Приймаємо конструктивно  $L = 0,75$  м.

Ширину плоского лемеша (рис. 3.11) розраховують за формулою:

$$B = b + 2 \cdot \delta + 2 \cdot (h - h_{\text{к}}) \cdot \text{ctg} \varphi_0$$

де  $b = 240 \dots 300$  мм – ширина залягання бульб у гнізді;

$\delta = 30 \dots 50$  мм – зміщення осі рядка відносно осі лемеша через відхилення центра гнізда кущів від середньої лінії рядка та неточності водіння збирального агрегату по рядках;

$h$  – глибина підкопування картоплі;

$h_k = 60 \dots 100$  мм – глибина залягання крайніх по ширині гнізда бульб;

$\varphi_0 = 46 \text{—} 50^\circ$  – кут природного укосу ґрунту

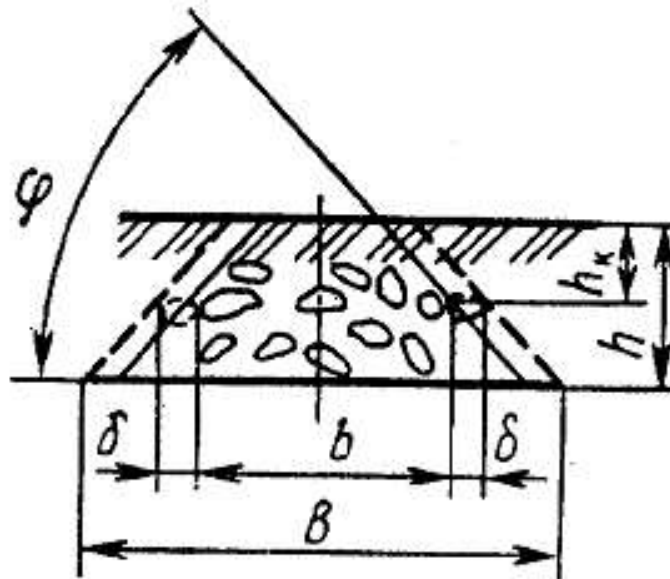


Рис. 3.11. Схема гнізда картоплі до розрахунку параметрів лемішного копача.

Таким чином, ширина лемішного копача становитиме:

$$B = 0,3 + 2 \cdot 0,08 + 2 \cdot (0,22 - 0,08) \cdot \text{ctg} 50 = 0,694 \text{ м.}$$

Приймаємо конструктивно  $B = 0,7$  м.

З метою підвищення інтенсифікації процесу відділення ґрунту в процесі переміщення шару до швидкісного транспортера пропонуємо тильну частину лемеша виготовити у вигляді пруткового полотна (рис.3.12), яке, здійснюючи разом з лезом коливальні рухи дозволить активно вивільняти бульби картоплі вже на початковому етапі обробки.

Активні лемішні копачі (рис. 3.13) застосовуються з метою зниження загального тягового опору. Вони являють собою площину (леміш) 1, яка закріплена на підвісках 2 і приводиться у рух кривошипно-шатунним механізмом.

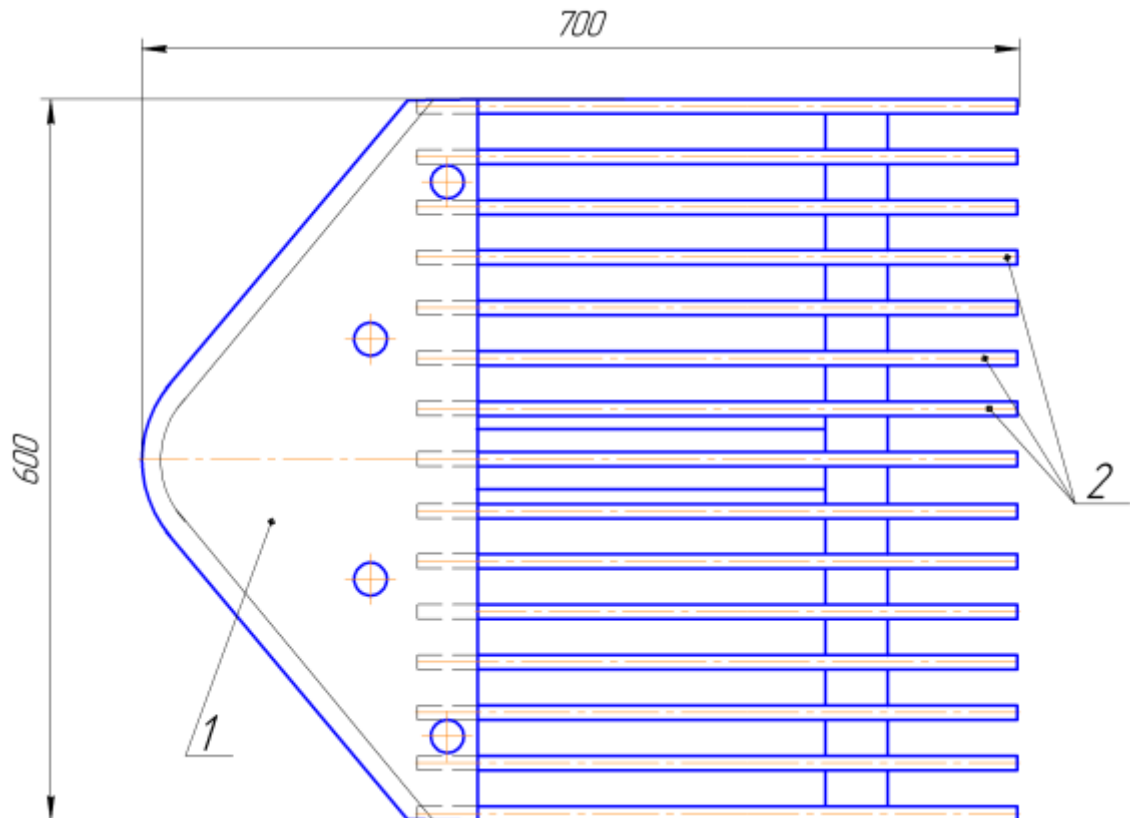


Рис. 3.12. Удосконалений лемішний копач машини КСТ-1,4А:

1- лезо лемеша; 2- пруткова поверхня лемеша.

Тяговий опір активного лемеша значно залежить від значень параметрів його коливань. Теоретичне розглядання роботи цього органу ґрунтується на тому, що рух уперед і різання ґрунту відбуваються тоді, коли шар ґрунту, який знаходиться на лемеші, будучи підкинутим уверх, знаходиться у повітрі і не тисне на леміш, тобто  $P_{ui} = 0$ . У цьому випадку тяговий опір буде становити  $P = P_p$ :

У випадку коли значення параметрів коливання робочого органу не забезпечує вказаної вище умови роботи, то тяговий опір зросте, оскільки буде відбуватись удар шару ґрунту об леміш.

$$P = P_p + P_{ui} + P_{y\partial},$$

де  $P_{y\partial}$ - опір від удару шару ґрунту об леміш.

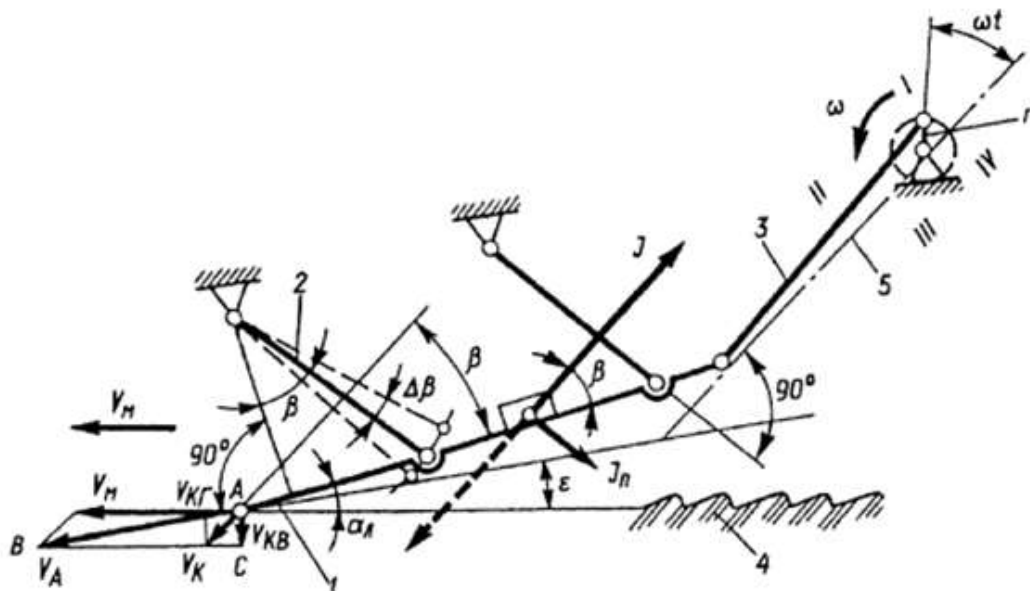


Рис. 3.13. Розрахункова схема активного лемішного копача:

1- лезо копача; 2- підвіска; 3- шатун; 4- профіль дна, утворений копачем; 5- лінія коливання.

Зниження тягового опору лемешів порівняно з пасивними можливе лише при виконанні умови

$$\varepsilon \leq \alpha_n,$$

де  $\varepsilon$  - змінний кут нахилу швидкості лемеша переміщення леза  $V_A$  (точки  $A$ ) до горизонту;

$\alpha_n = 20^\circ$  - кут нахилу леза до горизонту.

Якщо кут  $\varepsilon$  більший кута,  $\alpha_n$ , то леміш буде вдавлюватися у ґрунт.

Максимальне значення кута  $\varepsilon$  визначається з рівняння

$$\varepsilon = \arctg \frac{V_{KB}}{V_M + V_{KG}}$$

де  $V_{KB}$  - максимальне значення вертикальної складової швидкості коливання лемеша;  $V_M$  - швидкість машини;  $V_{KG}$  - максимальне значення горизонтальної складової швидкості коливання лемеша.

Складові швидкості коливання лемешів виражаються системою рівнянь

$$V_{KB} = \omega \cdot r \cdot \sin(\alpha_l + \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$V_{KT} = \omega \cdot r \cdot \cos(\alpha_l + \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

де  $\omega = 10$  рад/с - кутова швидкість кривошипу, рад/с;

$r = 0,08$  м – радіус кривошипу;

$\beta = 5^\circ$  - кут відхилення підвісок;

$\omega \cdot t$  - кут, що визначає положення кривошипу у часі, рад.

Швидкості  $V_{KB}$  і  $V_{KT}$  у часі циклічно змінюються. Таким чином, прослідкуємо за їх зміною за допомогою програми Mathcad і розглянемо закономірності їх зміни протягом двох секунд.

На рис. 3.14. наведені графіки залежності складових зазначених швидкостей.

Для визначення максимального значення кута напрямку коливань  $\varepsilon$ , підставимо їх значення до формули і, аналогічно, визначимо закономірність його зміни (рис. 3.15).

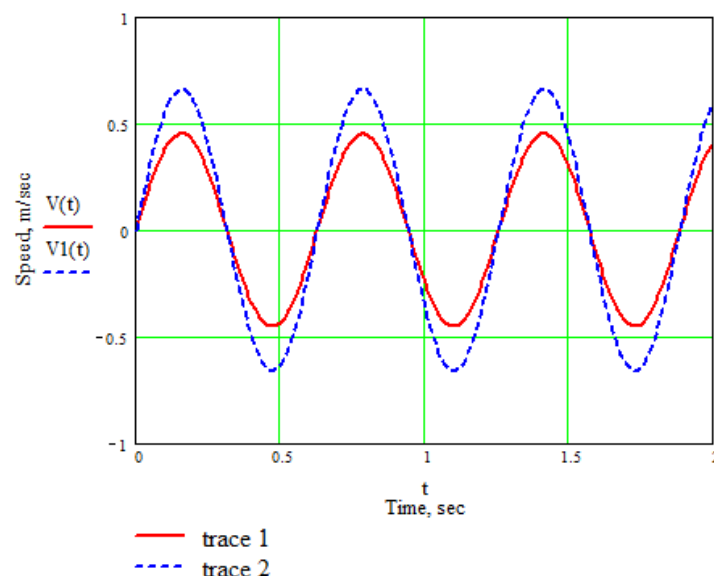


Рис. 3.14. Залежності зміни складових швидкостей від часу:

trace 1 -  $V_{KB}$ ; trace 2 -  $V_{KT}$

З графіку (рис. 3.15) видно, що кут напрямку коливань  $\varepsilon$  змінюється в широких межах. З урахуванням всіх складових, максимальне його значення не перевищує  $10^\circ$ . Таким чином, умова  $\varepsilon \leq \alpha_d$ , при якій забезпечується зниження тягового опору машини виконується.

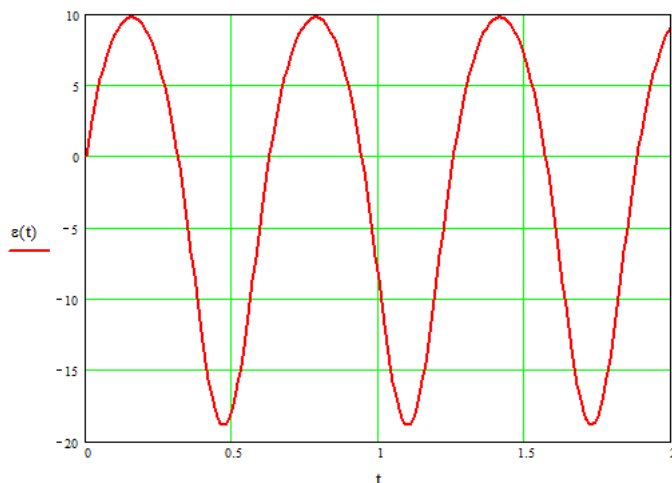


Рис. 3.15. Залежність зміни кута напрямку коливань  $\varepsilon$  від часу.

#### *Розрахунок швидкісного елеватора.*

Швидкісний елеватор (рис.3.16) – це транспортер, що приймає викопаний лемешами ворох ґрунту з бульбами картоплі. Особливістю роботи є те, що швидкість його руху більша від швидкості руху агрегату, що сприяє інтенсифікації внутрішньосходових процесів, розшарування вороху і ефективному просіюванню часток ґрунту.

Основними конструктивними параметрами транспортера-сепаратора є швидкість полотна  $V_{\varepsilon}$ , кут нахилу його до горизонту  $\alpha$  та міжцентрова відстань  $A$ .

Швидкість руху полотна приймають за умов, що його швидкість має бути більшою ніж швидкість машини та, водночас, упередження травмування бульб картоплі  $V_{\varepsilon} = 3 \dots 4$  м/с.

Приймаємо  $V_{\varepsilon} = 3,5$  м/с.

Кут нахилу полотна до горизонту приймаємо за умови запобігання скочуванню бульб  $\alpha = 20^\circ$ .

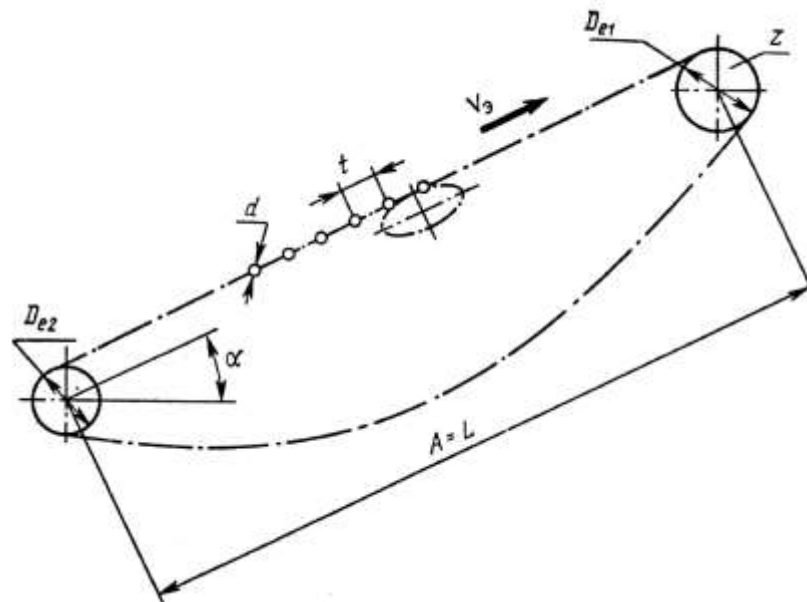


Рис. 3.16. Схема швидкісного транспортера-сепаратора.

Міжцентрова відстань  $A$  визначається за формулою

$$A = \frac{Q}{q \cdot B}$$

де  $Q = 80 \dots 120$  кг/с – подача вороху на транспортер;

$q = 50 \dots 60$  кг/м<sup>2</sup> – допустиме навантаження на одиницю площі;

$B = 1,2$  м – ширина полотна транспортера.

Таким чином, міжцентрова відстань становитиме:

$$A = \frac{100}{55 \cdot 1,2} = 1,15 \text{ м.}$$

Приймаємо  $A = 1,2$  м

Висота підйому становитиме:

$$H = A \cdot \sin \alpha = 1,2 \cdot \sin 20 = 0,41 \text{ м}$$

$\alpha_{\text{макс}} = 20^\circ$  - кут встановлення елеватора до горизонту.

Дальність польоту бульб картоплі при сході з елеватора розраховується за формулою:

$$l = \frac{2V_n(V_{\text{э}} - V_n \operatorname{tg} \alpha)}{g \cos \alpha}$$

де  $V_n, V_{\text{э}}$  – відповідно, початкова швидкість польоту частки т швидкість елеватора, м/с.

$$l = \frac{2 \cdot 2,8(3,5 - 2,8 \operatorname{tg} 20)}{9,81 \cos 20} = 1,51 \text{ м.}$$

Діаметр прутків швидкісного транспортера приймаємо 16 мм.

Крок прутків – 36 мм.

*Розрахунок основного елеватора.*

Розрахунок основного елеватора здійснюємо аналогічно швидкісному.

Швидкість руху полотна обираємо за умови, що вільний ґрунт на 80% відсепарувався на швидкісному елеваторі. Приймаємо  $V_{\text{э}} = 1,5$  м/с.

Кут нахилу полотна до горизонту приймаємо за умови запобігання скочуванню бульб  $\alpha = 20^\circ$ .

Міжцентрова відстань  $A$  визначається за формулою

$$A = \frac{Q}{q \cdot B}$$

де  $Q = 20 \dots 40$  кг/с – подача вороху на основний елеватор;

$q = 10 \dots 20$  кг/м<sup>2</sup> – допустиме навантаження на одиницю площі;

$B = 1,2$  м – ширина полотна транспортера.

Таким чином, міжцентрова відстань становитиме:

$$A = \frac{30}{15 \cdot 1,2} = 1,66 \text{ м.}$$

Приймаємо  $A = 1,7$  м

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 36   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

Висота підйому становитиме:

$$H = A \cdot \sin \alpha = 1,7 \cdot \sin 20 = 0,58 \text{ м}$$

Дальність польоту бульб картоплі при сході з елеватора розраховується за формулою:

$$l = \frac{2V_n(V_{\text{э}} - V_n \operatorname{tg} \alpha)}{g \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 1,2(1,5 - 1,2 \operatorname{tg} 20)}{9,81 \cos 20} = 0,27 \text{ м}$$

де  $V_n, V_{\text{э}}$  – відповідно, початкова швидкість польоту частки т швидкість елеватора, м/с.

Параметри прутків основного елеватора приймаємо аналогічні до швидкісного.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 37   |

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

На модернізованому картоплезбиральному агрегаті (трактор МТЗ-80 і машина КСТ-1,4А) для обслуговуючого персоналу можуть мати місце наступні небезпечні та шкідливі фактори:

- рухомі механізми (карданно-телескопічний вал приводу робочих органів, ланцюгові передачі приводу, очисник картоплі та ін.);
- підвищений рівень шуму і (або) вібрацій що утворюються внаслідок роботи двигуна трактора та деталей вузлів картоплекопача;
- підвищений рівень запилення робочого місця;
- наявність гострих крайок у конструкції картоплекопача та трактора;
- наявність гарячих деталей у механізмі випуску трактора;
- небезпека від ураження рідиною, що знаходиться в гідросистемі трактора і копача;
- можливе перевертання збирального агрегату на схилах;
- невідповідність мікроклімату робочої зони в польових умовах;
- пожежонебезпека.

#### *Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці під час роботи картоплекопача*

Рухомі механізми трактора і машини КСТ-1,4А повинні бути надійно огорожені, особливо в зонах можливого контакту.

Для зниження рівня вібрації, кабіна трактора встановлена на амортизаторах. Захист очей від прямих сонячних променів досягається встановленням у кабіні трактора протисонячного козирка.

Картоплезбиральний агрегат повинен бути укомплектованим аптечкою першої медичної допомоги, термосом для питної води (об'ємом не менш ніж 3 літри), регульованим люстерком заднього вигляду

Рівень звуку зовнішнього шуму не повинен перевищувати 85 дБ. У іншому випадку, необхідно користуватися «берушами».

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 38   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

Розташування вузлів картоплекопача повинне забезпечувати доступність для огляду при збиранні картоплі і транспортуванні:

- простору в зоні огляду;
- конструкції (переднього колеса), і рядків картоплі по яких здійснюється водіння агрегату;
- органів, що потребують візуального контролю при збиранні;
- елементів конструкцій агрегату, які служать для їх стиковки.

Кути огляду крізь вікна кабіни не менше значень, передбачених ГОСТ12.2.019-86.

### ***Заходи із дотримання безпечних умов праці на агрегаті.***

На основі аналізу на збиральному проведені наступні заходи.

Гідросистема картоплекопача з'єднується з гідросистемою трактора за допомогою розривних муфт, що запобігають розбризкування мастила.

У важкодоступних місцях машини КСТ-1,4 застосовано одноразове змінне або сезонне змащення підшипників.

Картоплекопач комплектується інструментами для регулювання і ремонту.

Розташування основних робочих органів і механізмів забезпечує безпечний доступ до них.

Допустимий рівень шуму на робочому місці не більше вимог ГОСТ 12.2.019.

Кольорове оформлення машини КСТ-1,4А відповідає вимогам.

Кути поперечної стійкості для картоплекопача з трактором МТЗ-80 не менше 30°. Картоплекопач без трактора зберігає стійкість при застосуванні зусиль 200 Н і більше.

Для транспортування дорогами загального призначення в темний час, картоплекопач обладнаний світлоповертачами.

Переведення машини в робоче та транспортне положення здійснюються з робочого місця тракториста.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 39   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічний ефект від змін у технології досягається за рахунок збільшення продуктивності запропонованого агрегату, зменшенні витрат часу на виконання збиральної операції.

Розрахункова змінна продуктивність для базового та модернізованого агрегату, складає:

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 0,7 \cdot 5,4 \cdot 5,74 = 2,16 \text{ га/зм},$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 7,24 \cdot 5,74 = 5,81 \text{ га/зм}.$$

Розрахункова витрата палива, відповідно:

$$Q_{га}^{\delta} = \frac{4,9 \cdot 5,74 + 3,6 \cdot 0,63 + 1,0 \cdot 0,63}{2,28} = 13,6 \text{ кг/га},$$

$$Q_{га}^M = \frac{15,1 \cdot 5,74 + 9,2 \cdot 0,63 + 1,7 \cdot 0,63}{5,81} = 16,1 \text{ кг/га}.$$

Згідно з розрахунками, витрати палива у модернізованому варіанті на 2,5 кг/га (18%) вищі, що на всю площу (40 га) становить 100 кг дизелю.

Кількість робочих змін на збирання всієї площі (40 га) складає відповідно:

$$T = \frac{40}{W_{зм}^{\delta}} = \frac{40}{2,16} = 18,5; \quad T = \frac{40}{W_{зм}^M} = \frac{40}{5,81} = 6,9$$

Отримані дані говорять про необхідність застосування двох базових агрегатів, або їх двозмінної роботи, оскільки базова технологія не забезпечує 10-денного строку, що відводиться на збиральну операцію. Останнє, у купі з використанням ручною праці при збиранні бульб робить базову технологію дуже затратною, не дивлячись на економію палива.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 40   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

## ВИСНОВКИ

В ході удосконалення технології вирощування продовольчої картоплі нами здійснено заміну базового агрегату у складі трактора Т-25 і картоплекопача КТН-1А на модернізований, у складі трактора МТЗ-80 з машиною КСТ-1,4А. Заміна агрегату дозволила підвищити продуктивність збиральної операції і покращити умови праці під час подальшого ручного збирання бульб.

Нами розраховано основні показники операції і розроблено операційно-технологічну карту на збиральну операцію запропонованим агрегатом.

У науково-дослідній частині роботи нами проведено аналіз конструкцій машин для збирання картоплі. Виявлено їх переваги та недоліки. Сформовано гіпотезу і удосконалено конструкцію копача шляхом виконання його тильної частини у вигляді пруткового решета. Це дозволило вже на етапі викопування відсепаровувати вільний ґрунт, знижуючи навантаження на решту елеваторів. Крім того, нами теоретично обґрунтовані параметри коливань активних лемішів для забезпечення умов зниження тягового опору машини.

Основні розробки, що виконані у науково-дослідній частині наведені у графічній частині роботи.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори, діючі на організм обслуговуючого персоналу і запропоновано комплекс заходів щодо запобігання їх негативного впливу.

У економічному розділі наведені показники, що доводять доцільність запропонованих змін і, з урахуванням чого можна вважати, що зміни проведені у технології є доцільними.

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 41   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності «Агроінженерія» / Укл. Васильковський О.М., Петренко Д.І., Васильковська К.В., Лещенко С.М., Мороз С.М. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 41 с.
2. <https://growex.ua/ua/blog/tekhnologiya-vyrashchivaniya-kartofelya>
3. [https://ikar.in.ua/potato\\_intresting/technology/](https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/)
4. <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-vyroshhuvannya-nasinnyevoyi-kartopli/>
5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи. Розділ "Експлуатація сільськогосподарських машин". Кіровоград, 1996.
6. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт з курсу "Механізація, електрифікація, автоматизація с.-г. виробництва". Розділ "Експлуатація машино-тракторного парку". КДТУ, 1999.
7. Пособие механизатора по эксплуатации машинно-тракторного парка. М.: Агропромиздат, 1985.
8. <http://agrotm.ru/kopatel-kartofelya-ktn-2v.html>
9. [http://cxm.karelia.ru/machins/ktn\\_2v/](http://cxm.karelia.ru/machins/ktn_2v/)
10. <https://vpl.org.ua/news/18-19-11-21-04-2020/>
11. [https://agsolco.com/ua/kartofeleuborochnyy\\_kombayn\\_akpil\\_kartoffel/](https://agsolco.com/ua/kartofeleuborochnyy_kombayn_akpil_kartoffel/)
12. <https://agrosaloon.ru/catalogue/cat/samohodnyy-4-ryadnyy-kombayn-dewulf-kwat/>
13. [https://metallischekiy-portal.ru/articles/selxoz/selxoztexnika\\_dla\\_uborki\\_korneplodov\\_i\\_ovoshei](https://metallischekiy-portal.ru/articles/selxoz/selxoztexnika_dla_uborki_korneplodov_i_ovoshei)
14. [http://atagos.com.ua/photo/uborka\\_kartofelya/](http://atagos.com.ua/photo/uborka_kartofelya/)
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Проектування машин для збирання технічних культур" для студентів спеціальності 8.090215 – "Машини та обладнання сільськогосподарського

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МП 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               | 42   |

виробництва” / Укл. О.М.Васильковський, М.І.Васильковський, В.В.Амосов, С.М.Мороз. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – 85 с.

16. Картофелекопатель скоростной тракторный КСТ-1,4 А. Инструкция по эксплуатации и техническое описание. – «Лидсельмаш», 2011,-42 с.

17. Сисолін П. В., Сало В. М., Рибак Т. І. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва». Кн. 2. Машини для рілництва. – К. : Урожай, 2002. - 364 с.

18. Бендера І. М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців напряму "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк, П. В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. - Кам'янець-Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. - 639 с.

19. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.

20. Зорькин П.Г. Организация охраны труда в сельском хозяйстве. Под общей ред. В.Д.Груздова. -М.: Колос, 1976.-254 с.

21. Козлов Л.И. Охрана труда в сельском хозяйстве. - Минск, Урожай, 1972.-314 с.

22. Резников Л.А. и др. Основы проектирования и расчет СХМ. – М.: Агропромиздат, 1991.

ДОДАТКИ

|     |      |          |       |      |               |      |
|-----|------|----------|-------|------|---------------|------|
|     |      |          |       |      | МР 00. 000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |       |      |               | 44   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |               |      |

| Формат        |               | Зона      | Поз.           | Обозначение   | Наименование  | Кол.                      | Примечание |  |
|---------------|---------------|-----------|----------------|---------------|---------------|---------------------------|------------|--|
| Справ. №      | Перв. примен. |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               |           |                |               |               | <u>Документація</u>       |            |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               | A1        |                |               | MP 00.010     | Копач                     |            |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               |           |                |               |               | <u>Складальні одиниці</u> |            |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               |           | 1              |               | MP 00.010.010 | Шатун                     | 1          |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               |           |                |               |               | <u>Деталі</u>             |            |  |
| Взаєм. інв. № | Відп. і дата  |           |                | 2             | MP 00.010.401 | Леміш                     | 1          |  |
|               |               |           |                | 3             | MP00.010.402  | Кронштейн                 | 1          |  |
|               |               |           |                | 4             | MP 00.010.403 | Постіль                   | 1          |  |
|               |               |           |                | 5             | MP00.010.404  | Пластина                  | 1          |  |
|               |               |           |                | 6             | MP 00.010.605 | Пруток                    | 15         |  |
|               |               |           |                | 7             | MP 00.010.406 | Опора                     | 8          |  |
|               |               |           |                | 8             | MP 00.010.407 | Опора                     | 7          |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
| Інв. № подл.  | Відп. і дата  |           |                |               |               | MP 00.010                 |            |  |
|               |               | Ізм. Лист | № докум.       | Підп.         | Дата          |                           |            |  |
|               |               | Разроб.   | Маклюк         |               |               |                           |            |  |
|               |               | Проб.     | Василькобський |               |               |                           |            |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |
|               |               | Н.контр.  | Мачок          |               |               |                           |            |  |
|               |               |           |                | Копач         | Лист.         | Лист                      | Листов     |  |
|               |               |           |                |               |               | 1                         | 2          |  |
|               |               |           |                | ЦНТУ,         |               |                           |            |  |
|               |               |           |                | гр. АІ-20(МЗ) |               |                           |            |  |
|               |               |           |                |               |               |                           |            |  |

[illegible]

# **Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача**

Виконав:

студент групи AI-20(МЗ)

Олександр Моклюк

Керівник:

професор кафедри СГМ

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

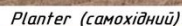
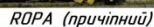
## MP 00001 T4

[illegible]

## MP 00.001 H4



## MP 00.001 H4



| Найменування               | Копач | Комбайн |
|----------------------------|-------|---------|
| Викопування                | +     | +       |
| Сепарація вільного ґрунту  | +     | +       |
| Сепарація налиплого ґрунту | $\pm$ | +       |
| Сепарація бадилля          | $\pm$ | +       |
| Накопичення дубль у дункер | -     | +       |
| Вивантаження у причіп      | -     | +       |
| Потреба у ручній праці     | +     | -       |

[illegible]

## 111 000 000 000

The diagram shows a mechanism with a slider block 1 moving vertically along a guide 4. A lever 2 is pivoted at point 2 and has a horizontal arm 3 of length  $J$  connected to the slider at point 1. The lever 2 is at an angle  $\beta$  to the vertical. The horizontal arm 3 is at an angle  $\beta$  to the horizontal. The slider block 1 has a vertical velocity  $V_H$  and a horizontal velocity  $V_H$ . The lever 2 has an angular velocity  $\omega$  and a moment  $\omega t$ . The lever 2 is pivoted at point 2, which is at a distance  $\epsilon$  from the vertical guide 4. The lever 2 is pivoted at point 2, which is at a distance  $\epsilon$  from the vertical guide 4. The lever 2 is pivoted at point 2, which is at a distance  $\epsilon$  from the vertical guide 4.

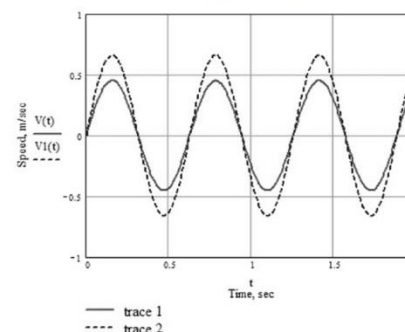
*Умова зниження тягового опору*

$$\varepsilon \leq \alpha,$$

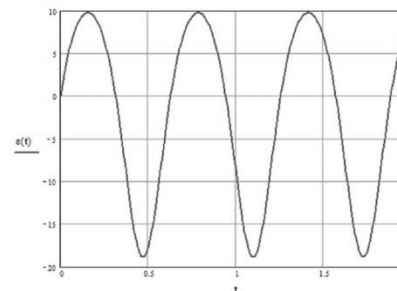
*Максимальне значення кута:*

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \frac{V_{KB}}{V_M + V_{KT}}$$

*Складові швидкості визначимо з рівнянь:*



*Зміна кута коливань леміша в часі*



$$V_{KB} = \omega \cdot r \cdot \sin(\alpha_1 + \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$V_{KT} = \omega \cdot r \cdot \cos(\alpha_3 + \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

де  $\omega = 10$  рад/с - кутова швидкість кривошипу, рад/с;

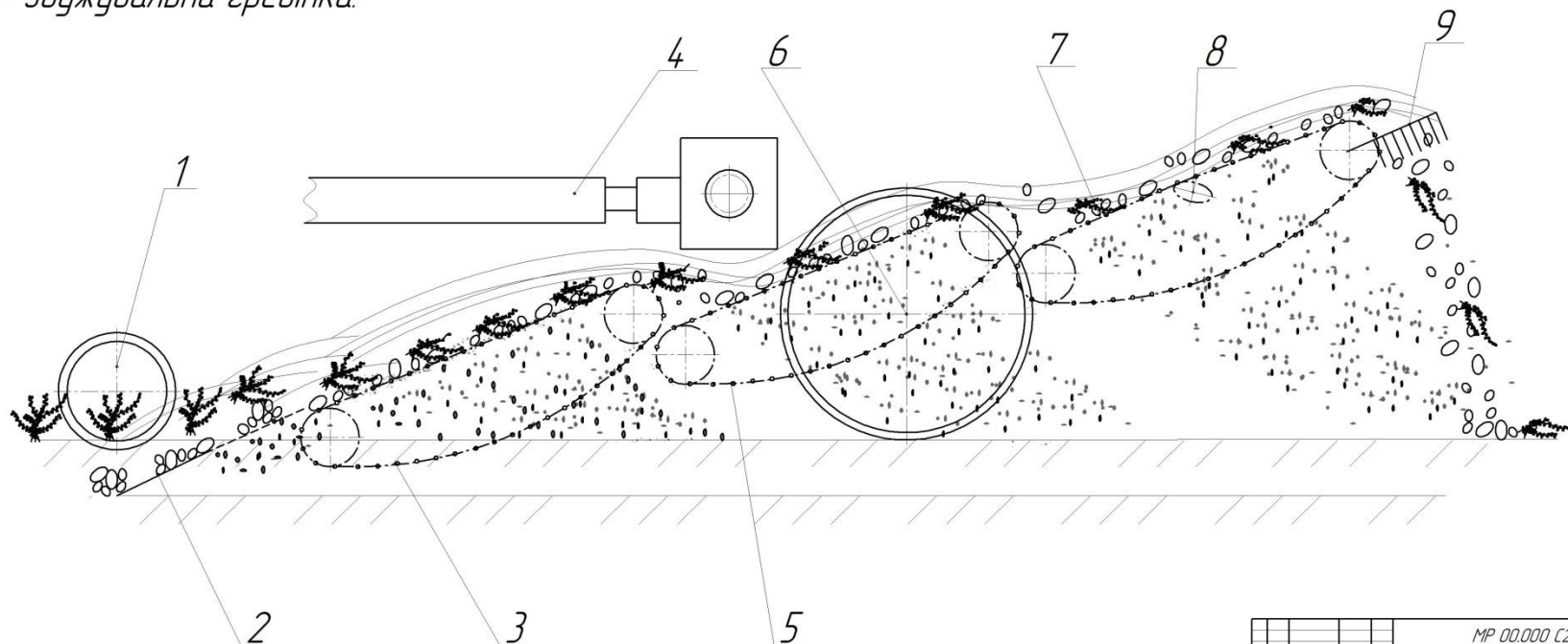
$r=0,08$  м – радіус кривошину;

 $\beta = 5^\circ$  - кут відхилення підвісок;

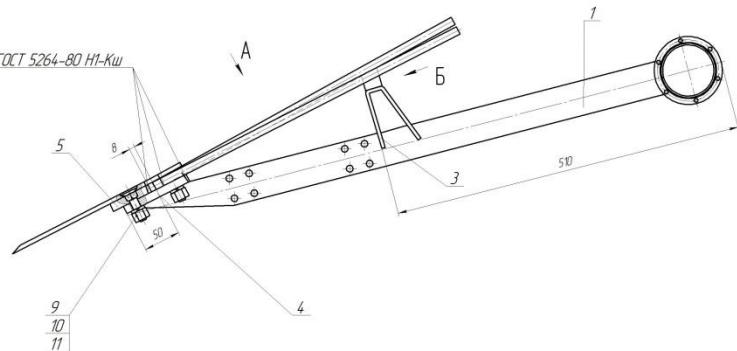
$\omega \cdot t$  – кут, що визначає положення кривошипів у часі, рад.

[illegible]

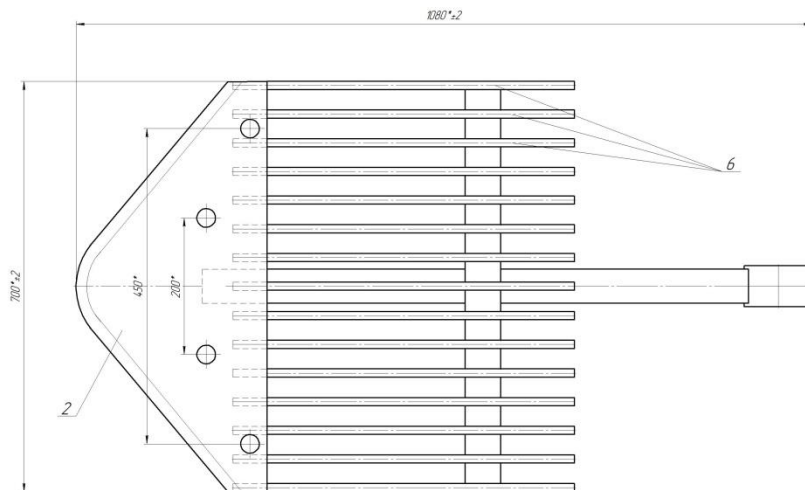
- 1 – ходове колесо;
- 2 – активний лемішний копач;
- 3 – швидкісний транспортер-сепаратор;
- 4 – механізм приводу робочих органів;
- 5 – основний транспортер-сепаратор;
- 6 – опорне колесо;
- 7 – каскадний транспортер-сепаратор;
- 8 – еліптична зірочка-струшувач;
- 9 – звужувальна гребінка.

[illegible]

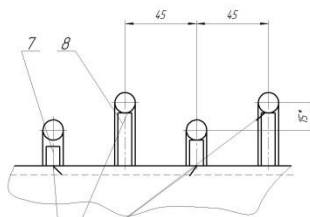
ГОСТ 5264-80 Н1-Кш



A-O



Б (1:1)

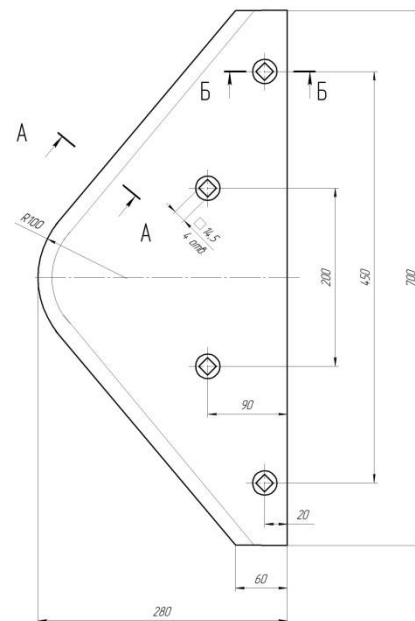


ГОСТ 5264-80 Н1-Кш

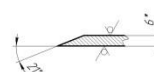
1 Непоказан граничный допуск по ± IT 17/2  
2 \*Размеры для дощечек

|              |    |              |     |                  |   |
|--------------|----|--------------|-----|------------------|---|
| МР 00.010.СБ |    | Копач        |     | Сборочный чертеж |   |
| Лист         | 36 | Всего        | 125 | Деталь           | 1 |
| Исполнитель  | —  | Проверен     | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |
| Спецификация | —  | Спецификация | —   | Деталь           | 1 |

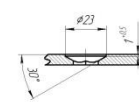
МР 00.010.СБ

 $\sqrt{Ra\ 12,5\ (\sqrt{1})}$ 

A-A (1:1)



Б-Б (1:1)



- 1 Термообработка лека - нормализация НРС 48, 52
- 2 Допускается наплавка лека твердым сплавом "свармил"
- 3 Непоказан граничный допуск по ± IT 17/2
- 4 Гостри края притуплены
- 5 Непоказан радиус скругления 1 мм
- 6 \*Размеры для дощечек

|               |     |              |    |        |   |
|---------------|-----|--------------|----|--------|---|
| МР 00.010.401 |     | Леміш        |    | Лист   |   |
| Лист          | 8,8 | Всего        | 11 | Деталь | 1 |
| Исполнитель   | —   | Проверен     | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |
| Спецификация  | —   | Спецификация | —  | Деталь | 1 |

Лекта 65-4-280 ГОСТ 2283-79

ЦИПЧ 23 АИ-20ПЧЭИ

Копировать