

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Обґрунтування вирощування кукурудзи з удосконаленням
механічного висівного апарата сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-20M(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Гуляницький Антон Геннадійович

« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту доцент, канд. техн. наук

_____ Петро ЛУЗАН

« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____ Олег БЕВЗ

м. Кропивницький

1. ВСТУП

Кукурудза - одна з найпоширеніших культур у світовому рослинництві, займає третє місце після пшениці і рису, посівна площа постійно зростає і становить більше 140 млн. га.

Найбільше кукурудзу вирощують США – майже 30 млн. га, Китай - 26 млн. га, Бразилія – 13 млн. га, Мексика – 7,7 млн. га, Індія – 6 млн. га. В Європі посівна площа становить більше 10 млн. га, а найбільше її вирощують в Румунії – понад 3 млн. га, Франції – 1,7 млн. га, Угорщині – 1,0 млн. га. Завдяки створенню ранньостиглих гібридів, зона вирощування кукурудзи розширюється на північ.

Кукурудза - одна з найцінніших сільськогосподарських культур, яка за врожайністю зерна перевищує всі інші зернові культури. До 20% зерна використовується на продовольчі цілі, 15-20% – технічні і 60-65% – на фуражні. За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. Один кілограм зерна кукурудзи містить – 1,34 кормової одиниці (78 г перетравного протеїну). У зерні кукурудзи 65-70% вуглеводів, 9-12% білків, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини. Містяться вітаміни А, В1, В2, В6, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи.

За врожайністю зеленої маси кукурудза перевищує майже всі кормові культури. Один центнер силосу, виготовленого з кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості, відповідає 0,22-0,24 к.о., а воскової – 0,28-0,32 к.о. Вміст перетравного протеїну – 1,4-1,8 кг. Силос кукурудзи має добру перетравність і дієтичні властивості, багатий на каротин.

Кукурудза має важливе значення в зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленою масою, багатою на вуглеводи та каротин. Качани, засилосовані у восковій або молочно-восковій стиглості – цінний концентрований корм. В одному центнері його міститься до 40 к.о. (2,6 кг протеїну). Листостеблова маса, що залишається після збирання кукурудзи на зерно, є добрим грубим кормом, який за поживністю майже не поступається ячмінній та вівсяній соломі.

Зерно кукурудзи використовується на продовольчі цілі. З нього виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із 100 кг зерна одержують 37-40 л спирту, що на 3-5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз). Із стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, одержують целюлозу і папір.

Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення. При дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток. Важливим елементом біологізації рослинництва є заорювання листостеблової маси при збиранні і вивезенні з поля лише зерна кукурудзи. Приорювання 7 т листостеблової маси рівноцінно за надходженням елементів живлення внесенню 20-25 т гною. Кукурудза – добрий попередник для зернобобових, ярих зернових культур; гірший для озимих зернових, оскільки після неї важче якісно підготувати ґрунт до сівби.

Високу врожайність просапних культур забезпечує рівномірний розподіл рослин по довжині рядка через рівні проміжки по одній рослині, що досягається застосуванням дискового висівного апарату для точного висіву каліброваного і некаліброваного насіння, який закладений у конструкцію сівалки ССТ-12В. Не дивлячись на те, що на заміну механічним висівним апаратам приходять пневматичні, такі висівні апарати ще не вичерпали всі свої можливості і за простотою конструкції заслуговують на увагу, та при незначних удосконаленнях ще можуть довго використовуватися для сівби просапних культур.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування кукурудзи.

Інтенсивна технологія вирощування і збирання кукурудзи передбачає: розміщення після кращих попередників; використання високопродуктивних гібридів; забезпечення рослин елементами живлення під запланований урожай; виконання всіх робіт в оптимальні строки; інтегровану систему захисту посівів від хвороб і шкідників; сувору технологічну дисципліну; впровадження прогресивних форм організації праці. Дотримуючись вище приведених вимог можна постійно отримувати 60-70 ц/га зерна.

В степовій зоні України кукурудзу на зерно розміщують після озимої пшениці, кукурудзи на силос, зернобобових культур. Дуже ефективно кукурудзу висівати поблизу тваринницьких ферм. При цьому значно знижуються затрати праці на транспортні операції як зеленої маси так і органічних добрив.

Однак при беззмінному вирощуванні кукурудзи збільшується небезпека враження цієї культури хворобами. З появою перших ознак захворювання, навіть при відповідних заходах боротьби, беззмінну сівбу переривають.

При розміщенні кукурудзи по кукурудзі високоякісний обробіток ґрунту забезпечують низьким зрізанням стебел (не вище 12 см) під час збирання; лушчінням дисковими знаряддями перед оранкою; глибокою оранкою плугами з передплужниками.

Кукурудзу слід сіяти інкрустованим насінням тільки І класу в найкращі строки для даного сорту. Норма висіву повинна бути стійкою. Залежно від мети та умов вирощування кукурудзи кількість насіння, що висівається на 1 га, становить на зерно 90-100 тис., на силос – 140-150 тис. шт. Поодинокі зерна повинні розміщуватися в рядку на однакових відстанях (відхилення не більше 10% розрахункового інтервалу). В заданому інтервалі з допустимими відхиленнями має бути не менше 90% насіння. Насіння висівають у щільне ложе у вологий шар ґрунту. Глибина загортання насіння на важких ґрунтах 4-5 см, в степових 5-6 см. Глибина передпосівного обробітку ґрунту повинна відповідати глибині сівби або бути на 1-2 см меншою, пошкодження насіння – не перевищувати 1-5%. Спосіб сівби пунктирний з шириною міжрядь 0,7 м, на силос – 0,45 м. Рядки мають бути прямолінійними, а посів при необхідності

закоткований. Мінеральні добрива при нормі від 50 до 200 кг/га повинні розміщуватися на 2-3 см нижче від насіння, із зменшенням на 3-5 см вбік від рядка. Сіють кукурудзу при швидкості сівалки 6-10 км/год.

Під кукурудзу восени слід внести необхідну норму органічних та мінеральних добрив. Якщо мінеральні добрива не внесені в повній мірі восени, одночасно з гербіцидами. Навесні також вносять аміачну воду на глибину 12-14 см. Ефективна дія гербіцидів на бур'яни досягається при високій вирівняності поля, рівномірному розподілу і якісному перемішуванню їх із землею. Тому навесні при настанні фізичної стиглості ґрунту необхідно провести вирівнювання зябу волокушами ВПФ-2,5 на зчіпці СП-11, С-18, причіпними вирівнювачами ВП-8А, начіпними ВПН-5,6А, шлейф-боронами ШБ-2,5А, культиваторами УСМК-5,4В та КПС-4, комбінованими знаряддями під кутом 45° до оранки.

На сильно грудкуватому зябу в окремих випадках доцільне повторне вирівнювання в перпендикулярному напрямі. Вирівнювання ґрунту є обов'язковим заходом. Безпосередньо перед сівбою рівномірно без перекриття і огріхів на поверхню ґрунту наносять гербіциди і заробляють їх на глибину 10-12 см.

Кращі результати мають при поєднанні операції обприскування і заробляння гербіцидів у ґрунт. Використовують комбіновані агрегати, які складаються з дискових борін БДТ-7, БД-10 лушпильників ЛДГ-10А.

Недопустимо вносити гербіциди в перезволожений ґрунт, оскільки дискові знаряддя тоді погано їх перемішують.

Можливе і окреме внесення гербіцидів з наступним зароблянням буряковими культиваторами УСМК-5,4В з посівними або спіральними боронами чи паровими культиваторами КПС-4, дообладнаними вирівнювальною дошкою і роторами від культиватора УСМК-5.4. Як правило, агрегати для внесення гербіцидів комплектують маркерами або слідопоказчиками.

Розрив між внесенням і зароблянням гербіцидів у ґрунт не повинен перевищувати 10-15 хв. Вносити краще у тиху, без опадів погоду.

Після внесення і заробляння гербіцидів у ґрунт проводять передпосівну культивацію з метою розпушування ґрунту і створення щільного ложа на глибину загортання насіння. Для передпосівної підготовки ґрунту застосовують культиватори УСМК-5,4В, КПЗ-9,7, КПШ-8 або пружинні борони БП-8.

Сіють кукурудзу пневматичними сівалками СУПН-8А, УПС-12, або СПЧ-6ФС. Сівалки регулюють так, щоб на час збирання врожаю забезпечувалась густота рослин на гектарі у Степу 30-40 тис. шт./га, Лісостепу – 40-55, Поліссі – 55-65, на зрошенні 60-80 тис. шт. З урахуванням польової схожості і втрат частини рослин з різних причин норму висіву насіння збільшують на 25-30% порівняно з вказаною густотою.

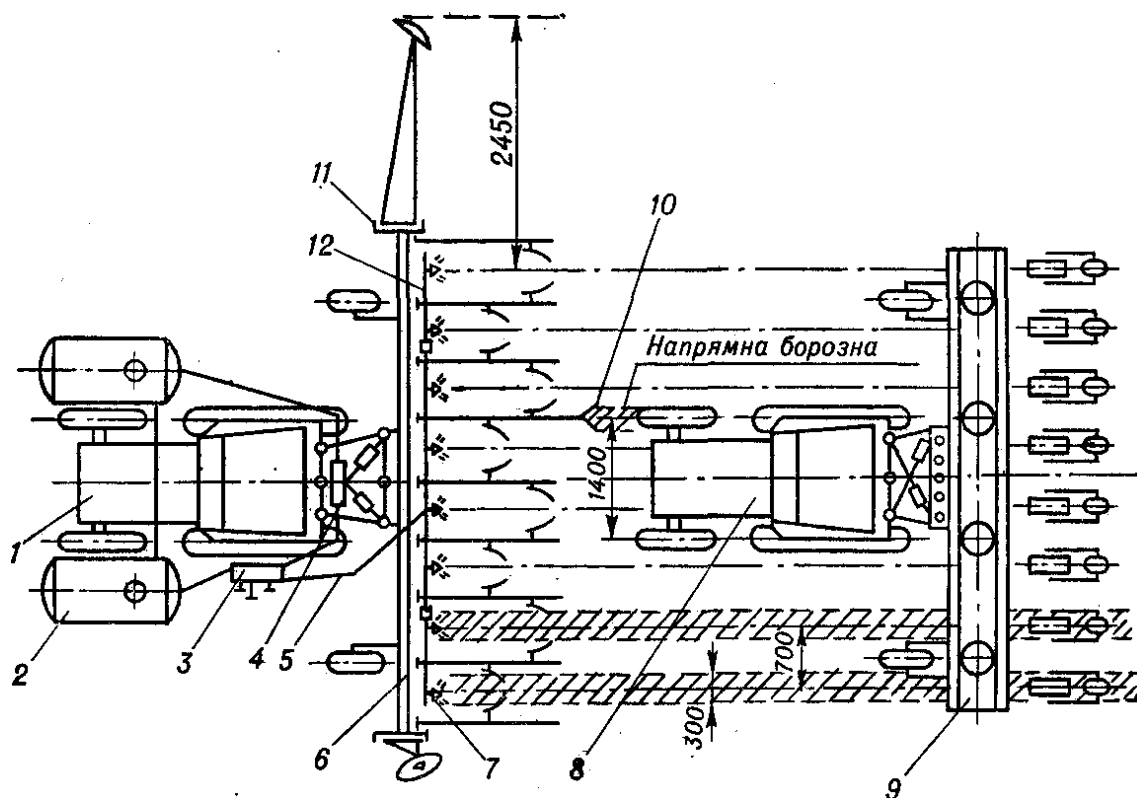


Рис. 2.1. Схема агрегатів для стрічкового внесення і загортання гербіцидів у ґрунт з наступним висівом кукурудзи у стрічки: 1, 8 – трактори; 2 – місткість обприскувача; 3 – пульт керування обприскувача; 4 – насос; 5 – рукави гідросистеми обприскувача; 6 – культиватор; 7 – розпилювач; 9 – сівалка; 10 – борозноутворювач; 11 – маркер; 12 – штанга обприскувача

Після посіву поле прикотковують кільчасто-шпоровими котками для поліпшення контакту з ним насіння і прискорення появи сходів.

Кукурудзу на силос збирають на початку воскової стиглості кормозбиральними комбайнами «Полісся-3000», КСК-100А, Е-281С, Е-282, КПИ-2,4.

Кукурудзу на зерно збирають за такими технологічними схемами (рис. 2.2): з очищенням качанів комбайнами КСКУ-6А з наступним їх доочищенням, сушінням і закладанням на зберігання за допомогою машин ОП-15П, ТАУ-0,75, ТПК-20 або комплекту обладнання механізованих пунктів ПМУ-15, ПП-10. З

обмолотом зернозбиральними комбайнами СК-5М і РСМ-10 з приставками відповідно ППК-4 і КМД-6, подрібненням вологого зерна або зерно-стрижневої сумішки.

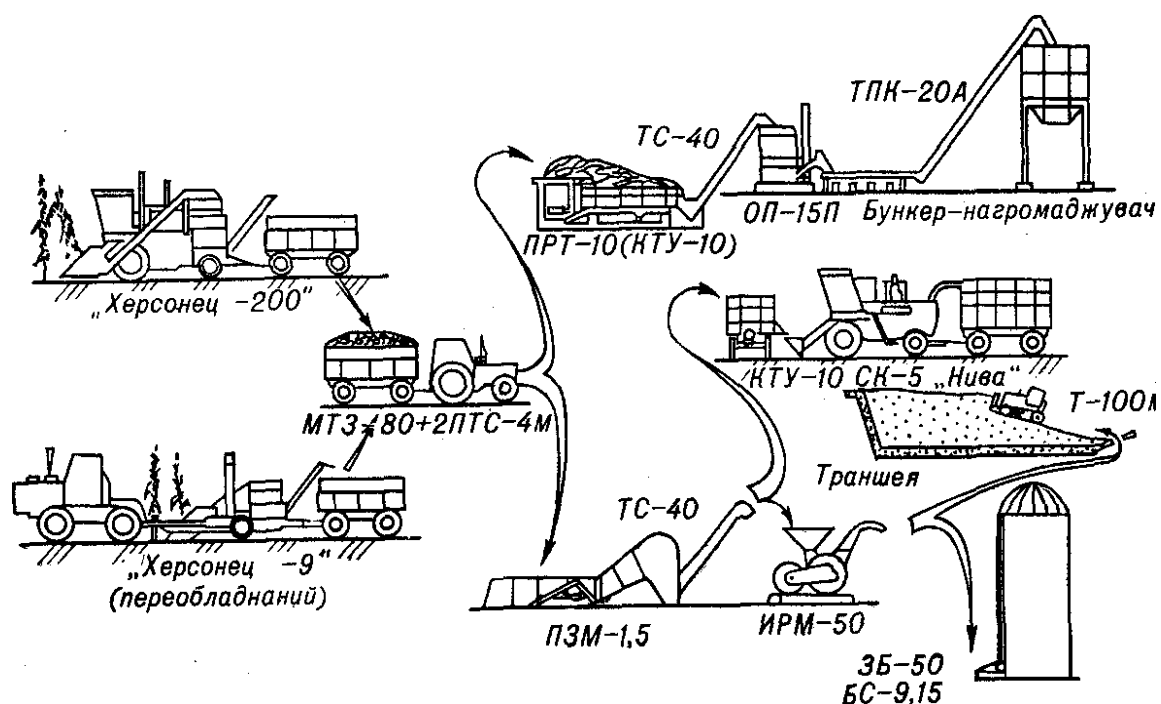


Рис. 2.2. Технологічні схеми збирання і післязбиральної обробки неочищених качанів кукурудзи

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування кукурудзи.

Дослідження проведені в інституті зернових культур НААН України показують, що урожайність кукурудзи, посіяної за схемою, наближеною до квадрата, краще ніж за звичайної сівби [4].

Розміщення кукурудзи на полі за індивідуальної площі живлення, наближеної до квадрату 45х45 см, порівняно з конфігурацією 70х29 см, покращує засвоєння поживних речовин і вологи кореневою системою та покращує надходження їх до надземних органів культури, що позитивно впливає на продуктивність кукурудзи: кількість качанів, масу 1000 насінин та врожайність. Схема посіву з відстанню між рядами 45 см дає змогу підвищити рентабельність з 93 до 122%. Застосування такої технології можливе при використанні сівалок, які забезпечують ширину сівби з міжряддям 45 см.

2.3. Розрахунки машинного машинно-тракторного агрегату.

Для сівби кукурудзи складають в основному односівалкові агрегати на тязі тракторів класу 1,4-2,0. При вирощуванні кукурудзи на зерно в даній магістерській

роботі пропонується для сівби кукурудзи застосувати удосконалену сівалку ССТ-12В з пристроєм для висіву насіння кукурудзи, яка може висівати насіння з міжряддям 45 см, чим можна забезпечити приріс врожайності, як було описано в раніше.

Розрахунок виконуємо в наступній послідовності.

Розрахунки виконаємо для наступної характеристики поля: ґрунти важкі, величина підйому 3% , питомий опір ґрунту – 1,8 кН/м. Вибираємо трактор МТЗ-80 з сівалкою ССТ-12В. Допустима агротехнічна швидкість $V_p=7\ldots9$ км/год, маса трактора $G_{тр}=31,5$ кН, сівалки $G_m=8,9$ кН.

На основі агротехнічної швидкості, користуючись технічною характеристикою тракторів, визначаємо робочі передачі, на яких може виконуватись сівба і відповідні цим передачам типові зусилля на гаку.

$$\begin{aligned} V_m^{III} &= 7,24 \text{ км/год}; & P_{н.гак}^{III} &= 14,0 \text{ кН}; \\ V_m^{IV} &= 8,90 \text{ км/год}; & P_{н.гак}^{IV} &= 14,0 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому

$$P_{гак} = P_{н.гак} - G_{тр}i, \quad (2.1)$$

де $P_{н.гак}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН;

$G_{тр}$ – маса трактора, кН;

i – величина підйому, ($i=0,03$).

Отже,

$$P_{гак}^{III} = 14,0 - 31,05 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН};$$

$$P_{гак}^{IV} = 14,0 - 31,05 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН}.$$

Знаходимо максимальну ширину захвату на III і IV передачах

$$B_{max} = \frac{P_{гак}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір сівалки, кН/м ($K=1,8$ кН/м;

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м.

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i = \frac{8,9}{5,6} 0,03 = 0,05 \text{ кН/м}.$$

Отже,

$$B_{max}^{III} = \frac{13,1}{1,8 + 0,05} = 7,08 \text{ м};$$

$$B_{max}^{IV} = \frac{13,1}{1,8 + 0,05} = 7,08 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті:

$$n_k = \frac{B_{max}}{B_k}, \quad (2.3)$$

$$n_k^{III} = \frac{7,08}{5,6} = 1,26;$$

$$n_k^{IV} = \frac{7,08}{5,6} = 1,26$$

де B_k - ширина захвату однієї сівалки, ($B_k=5,4$ м). Приймаємо на III і IV передачах по одній сівалці.

Визначаємо тяговий опір агрегатів:

$$R = (K + R_i) B_k n_k \quad (2.4)$$

$$R_{aep}^{III} = (1,8 + 0,05) 5,4 \cdot 1 = 10,36 \text{ кН};$$

$$R_{aep}^{IV} = (1,8 + 0,05) 5,4 \cdot 1 = 10,36 \text{ кН.}$$

6. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta_{mз} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}}, \quad (2.5)$$

$$\eta_{mз}^{III} = \frac{10,36}{13,1} = 0,79;$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{10,36}{13,1} = 0,79.$$

7. Визначаємо змінну продуктивність, га/зм

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (2.6)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

$$B_p = B_k \beta$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, м, ($B_k=5,4$ м);

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату ($\beta=1,0$).

Отже,

$$B_p = 5,4 \cdot 1,0 = 5,4 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.7)$$

де V_m – теоретична швидкість агрегату;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta=12\%$).

Отже,

$$V_p^{III} = 7,24 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год};$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,83 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год.

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

де T_{zm} – час зміни, ($T_{zm}=7$ год);

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год};$$

$$W_{zm}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм};$$

$$W_{zm}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,83 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм}.$$

Визначаємо витрати палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{ga} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}}, \quad (2.8)$$

де Q_{zm} – витрати палива за зміну, кг/зм;

W_{zm} – змінна продуктивність, га/зм.

Отже,

де Q_{zm} – витрати палива за зміну, кг;

W_{zm} – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

$$Q_{zm} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z, \quad (2.9)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_z – відповідно годинні витрати палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год.;

t_x ; t_z – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, год.

Для наших розрахунків приймаємо $t_x = t_z$, тоді

$$t_x = t_3 = \frac{T_{3M} - T_p}{2}, \quad (2.10)$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

При $\eta_{m3}^{III} = 0,94$ (III передача) $Q_p = 36,7$; $Q_x = 21,9$; $Q_3 = 5$, а при $\eta_{m3}^{IV} = 0,97$ (IV передача) $Q_p = 32,0$; $Q_x = 20,0$; $Q_3 = 5$.

Тоді витрати палива на 1 га

$$Q_{ga}^{III} = \frac{36,7 \cdot 5,6 + 21,9 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,7}{8,52} = 26,3 \text{ кг/га;}$$

$$Q_{ga}^{IV} = \frac{32 \cdot 5,6 + 20 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,7}{7,72} = 25,47 \text{ кг/га.}$$

Аналізуючи виконані розрахунки, беремо агрегат, що складається з трактора МТЗ-80 і сівалки ССТ-12В, більш ефективно агрегат буде працювати на IV передачі, додатковою буде III.

2.4. Розробка операційно-технологічної карти виконання сівби.

Операційна технологічна карта являє собою комплекс організаційно-технічних правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій.

При підготовці трактора до сівби слід установити колеса на необхідну колію. Колія трактора розкосів механізму начіпки – 51,5 см, а верхньої тяги – 60-63 см. Розкоси з нижніми тягами з'єднують через повздовжні отвори.

Підготовка сівалки включає розстановку висівних секцій на задане міжряддя, установку висівних апаратів на норму висіву насіння та добрив, установку вильоту маркерів, доукомплектування сівалки боронами чи іншими пристроями для вирівнювання поля.

У кабіні трактора встановлюють прилад контролю висіву та рівня насіння в банках, а на сівалці – датчики та блоки універсальної системи контролю.

Виліт маркера – відстань від середини крайнього рядка до опорної кромки леза диска (рис. 2.3) розраховуємо для водіння трактора по сліду маркера. У цьому випадку виліт правого маркера, мм, визначимо за формулою

$$M_n = \frac{A - C}{2} + b_{cm}, \quad (2.11)$$

а виліт лівого маркера, мм, за формулою

$$M_n = \frac{A+C}{2} + b_{cm}, \quad (2.12)$$

де $A = B - b$ мм, $b = b_{cm}$ – ширина міжрядь, мм.

$$A = 5,6 - 0,7 = 4,9 \text{ м.}$$

Тоді

$$M_n = \frac{4,9 - 1,4}{2} + 0,7 = 2,45 \text{ м.}$$

$$M_l = \frac{4,9 + 1,4}{2} + 0,7 = 3,85 \text{ м.}$$

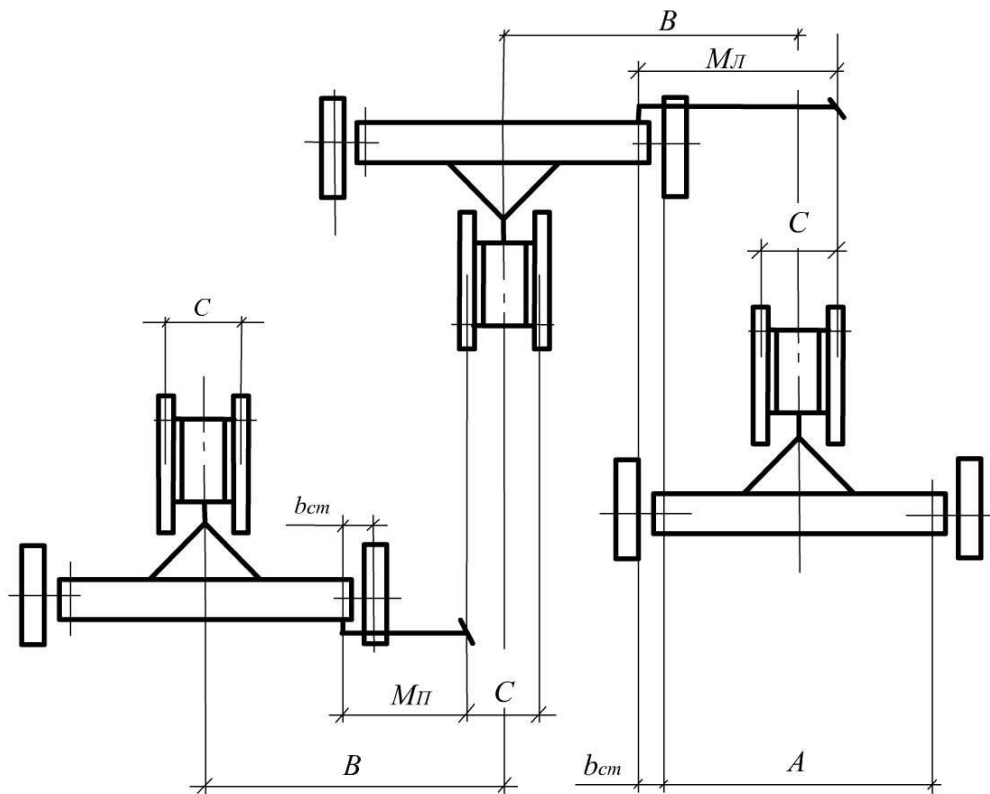


Рис. 2.3. Схема до визначення вильоту маркерів

Для підготовки поля слід оглянути його з метою усунення перешкод, що негативно впливають на якість виконання операції і продуктивність агрегатів, а також вибрати напрям і спосіб руху. До початку сівби кукурудзи провішують лінію першого проходу посівного агрегату. Віхи встановлюють від краю, рівній половині ширини захвату агрегату. Виводять посівний агрегат на лінію першого проходу. На ходу трактора плавно опускають сівалку в робоче положення, включають в роботу маркер.

При першому проході посівний агрегат направляють по віхах, орієнтуючись по візирній лінії. Спосіб руху агрегату на сівбі кукурудзи човниковий. Для гонових способів руху, на кінцях загінок необхідно залишити

смуги для холостих заїздів. Орієнтовно величину поворотної смуги визначаємо за формулою

$$E = 3R_{\min} + \ell_a, \quad (2.13)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м, (для посівних агрегатів $R_{\min} = 1,7B$);

B – ширина захвату агрегату, м.

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 5,6 = 9,52 \text{ м.}$$

ℓ_a – кінематична довжина агрегату, м.

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою

$$\ell_a = \ell_m + \ell_{\text{м}},$$

ℓ_m – кінематична довжина трактора, м, ($\ell_m = 0,94$ м);

$\ell_{\text{м}}$ – кінематична довжина машини, м, ($\ell_{\text{м}} = 1,1$ м).

$$\ell_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 9,52 + 2,04 = 30,6 \text{ м.}$$

Вибираємо ширину поворотної смуги кратну ширині захвату

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.14)$$

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

$$K = \frac{30,6}{5,6} = 5,46.$$

$$E = 6 \cdot 5,6 = 33,6 \text{ м.}$$

Поворотні смуги відмічають вішками з наступним нарізанням борозен.

Визначаємо ширину загінки за формулою

$$C = \frac{10^4 (2 \dots 3) W_{\text{зм}}}{L}, \quad (2.15)$$

де $W_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність агрегату, га/зм;

L – довжина загінки, м, ($L = 800$ м);

(2...3) – тривалість роботи в загінках, в змінах.

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 24,4}{800} = 610 \text{ м.}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів за формулою

$$k = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.16)$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки, холостого ходу, м.

Для загінкових способів руху робочу довжину загінки визначаємо за формулою

$$L_p = L - 2E. \quad (2.17)$$

$$L_p = 800 - 2 \cdot 33,6 = 732,8 \text{ м.}$$

Довжину холостого ходу визначаємо за формулою

$$L_x = 6R_{min} + 2 \cdot \ell. \quad (2.18)$$

де ℓ – довжина виїзду агрегату, м.

Довжину виїзду агрегату визначимо за формулою

$$\ell = 0,2\ell_{\kappa} = 0,2 \cdot 2,04 = 0,41 \text{ м.}$$

Тоді:

$$L_x = 6 \cdot 9,52 = 57,1 \text{ м.}$$

$$K = \frac{732,8}{732,8 + 57,1} = 0,93.$$

Для першого проходу агрегату вздовж довгої сторони поля на відстані від його меж, яка дорівнює половині ширини захвату агрегату, через 100–200 м встановлюють віхи на одній лінії. Уздовж поперечних сторін поля відбивають поворотні смуги шириною розрахованою раніше.

Під час сівби періодично (два-три рази за зміну) перевіряють норму висіву насіння і добрив, а також глибину їх загортання в ґрунт. Для цього на відрізках довжиною 1 м кожного з 8-ми рядків підраховують кількість висіяного насіння. Норму висіву добрив перевіряють, заміряючи площі, засіяні сівалкою за час повного висіву добрив із тукових бункерів. Два-три рази за зміну на кінцях і середині поля заміряють величину стикових міжрядь, відхилення яких від заданої величини не повинно перевищувати 2,5 см. Після закінчення сівби на основному масиві засівають поворотні смуги. При цьому контрольна лінія, на якій включали і виключали робочі органи сівалок, має входити в зону обсіву.

Способи визначення показників в якості та їх оцінка в балах наведені в табл. 2.1.

В операційній технологічній карті зазначаємо умови роботи і агротехнічні вимоги, порядок підготовки агрегату і поля до роботи, спосіб руху і швидкісний режим, продуктивність агрегату, витрату палива і контроль за якістю.

Таблиця 2.1

Контроль та оцінка якості сівби кукурудзи

Найменування показників	Спосіб визначення	Нормативи	Балів
Відхилення від глибини загортання насіння	Протягом зміни 2-3 рази в трьох місцях по діагоналі ділянки на 8 рядках кукурудзи за допомогою лопатки зняти ґрунт над насінням на відрізках рядка завдовжки 20-80см і заміряти лінійкою глибину загортання насіння	$\pm 0,5$ ± 1 більше ± 1	2 1 0
Відхилення від заданої норми висіву, %	Протягом зміни 2-3 рази в трьох місцях по діагоналі ділянки на відрізках довжиною 1м кожного і 8 рядків	до ± 10 до ± 15 більше ± 15	2 1 0
Відхилення від заданої ширини стикового міжряддя	Протягом зміни 2-3 рази в 4-5 місцях на довжині рядка 50м на кінцях і посередині гонів заміряти ширину міжрядь	до ± 25 до ± 5 більше ± 5	2 1 0
Відхилення від прямолінійності сівби, см	Протягом зміни 2-3 рази в 4-5 місцях по діагоналі ділянки на відрізках рядка довжиною 50м заміряти «відхилення від осевої» лінії рядка	до 5 до ± 8 більше ± 8	2 1 0

Виконуємо розрахунки показників організації виконання операції.
Визначаємо тривалість одного циклу за формулою

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 V_p} + 2t_n, \quad (2.19)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

t_n – час повороту в кінці загінки, хв, ($t_n = 1, 2 \dots 2$ хв).

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 732,8}{10^2 \cdot 7,8} = 11,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл за формулою

$$W_{\text{ц}} = 0.1 B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (2.20)$$

де B_p, V_p, τ – використовуємо із попередніх розрахунків;

$T_{\text{ц}}$ – час циклу, год, ($T_{\text{ц}}=0,19$ год).

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,8 \cdot 0,19 \cdot 0,8 = 0,664 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо за формулою

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}. \quad (2.21)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{24,4}{0,664} = 36,7.$$

На основі проведених розрахунків розробляємо операційно-технологічну карту на сівбу кукурудзи.

2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.

Аналіз технологій вирощування кукурудзи показав, що розміщення насіння на полі за індивідуальної площі живлення, наближеної до квадрату 45х45 см, порівняно з конфігурацією 70х29 см, покращує засвоєння поживних речовин і води кореневою системою та покращує надходження їх до надземних органів культури, що позитивно впливає на продуктивність кукурудзи: кількість качанів, масу 1000 насінин та врожайність. Схема посіву з відстанню між рядами 45 см дає змогу підвищити рентабельність з 93 до 122%. Застосування такої технології можливе при використанні сівалок, які забезпечують ширину сівби з міжряддям 45 см. Для такої технології може бути використана удосконалена сівалка ССТ-12В. Проведені технологічні розрахунки підтвердили доцільність її застосування.

Мета дослідження: підвищення ефективності вирощування зерна кукурудзи шляхом зміни схеми сівби і обґрунтування параметрів висівного апарата сівалки.

Задачі дослідження:

1. Обґрунтувати можливі напрями удосконалення технології вирощування кукурудзи та технічного забезпечення для її сівби.
2. Обґрунтувати параметри висівного диска сівалки.
3. Розрахувати економічну ефективність від впровадження результатів роботи.

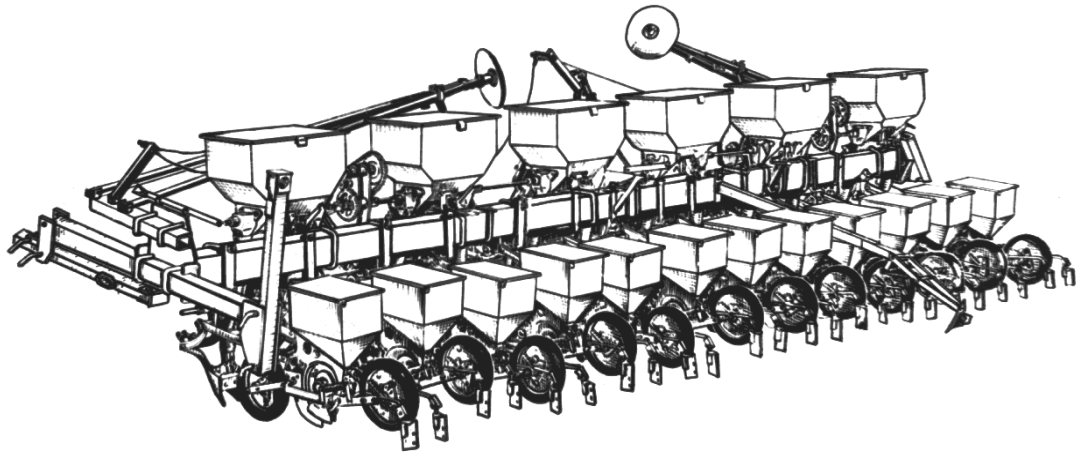
Об'єкт дослідження – технологічний процес вирощування кукурудзи.

Предмет дослідження – конструктивні та технологічні параметри сівалки з механічним висівним апаратом.

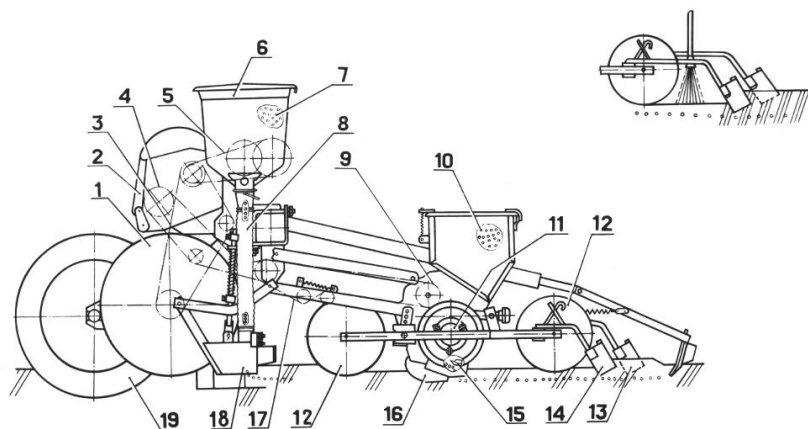
3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.

Сівалка (рис. 3.1) призначена для сівби звичайного каліброваного та дражованого насіння цукрових буряків з одночасним внесенням мінеральних добрив та зароблянням їх у ґрунт.



а) загальний вигляд



б) схема технологічна

Рис. 3.1. Сівалка ССТ-12В: 1 – опорно-приводне колесо, 2 – ланцюгова коробка передач, 3, 4, 5 – ланцюги приводу; 6 – туковисівний апарат АТП-2, 7 – туки; 8 – тукопровід; 9 – привод висівного апарата для насіння, 10 – насіння буряків, 11 – висівний диск, 12 – прикочувальні котки, 13, 14 – загортачі, 15 – висіваючий апарат для насіння, 16, 18 – сошники, 17 – паралелограмна підвіска, 19 – диск щілиноутворювача

Сівалка є начіпною машиною, до рами якої прикріплені колеса з механізмом передач, секції робочих органів з висівними апаратами, сошниками, загортачами та прикотуючими котками, туковисівні апарати та тукові сошники.

Висівний апарат сівалки (рис. 3.2) складається з алюмінієвого корпусу, в якому на вісі встановлена зубчатка з прикріпленим на ній висівним диском, відображувача насіння цукрових буряків роликового типу і важільного для насіння кукурудзи. В нижній частині висівного апарата встановлено виштовхувач. Насіння, яке знаходиться у висівному бункері, заповнює чарунки висівного диска і направляється до місця скидання. Ролик або скидач видаляють зайве насіння над чарунками. В нижній частині апарата насіння з чарунок одне за одним скидається примусово виштовхувачем на ущільнене ложе борозни, яку утворив насіннєвий сошник. Борозна з укладеним насінням закривається ґрунтом.

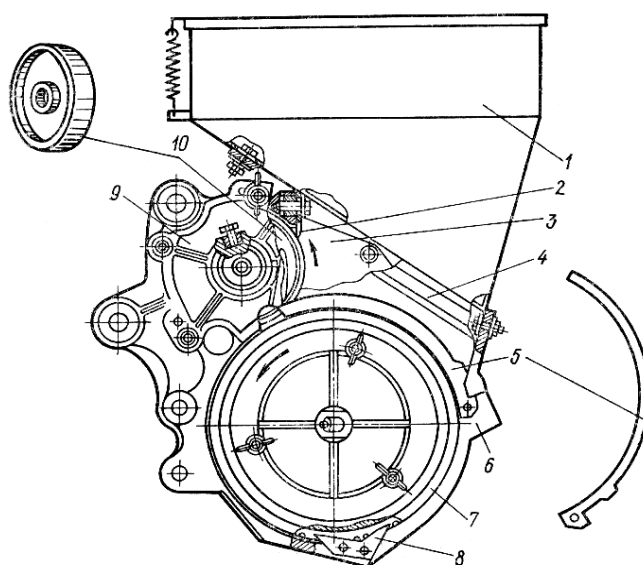


Рис. 3.2. Дисківий висівний апарат сівалки ССТ-12В: 1 – бункер, 2 – чистик, 3 – накладка, 4, 9 – кришки, 5 – сектор, 6 – корпус, 7 – висівний диск, 8 – виштовхувач, 10 – відбивач насіння буряків

Одними з перших конструкцій механічних висівних апаратів для просапних сівалок були апарати з горизонтальними дисками, наприклад, висівні апарати кукурудзяних сівалок фірми «Джон Дір» (США) та вітчизняні СКНК-8 та СКНК-8 (рис. 3.3). Висівні диски з такими чарунками забезпечують значно вищу точність насіння.

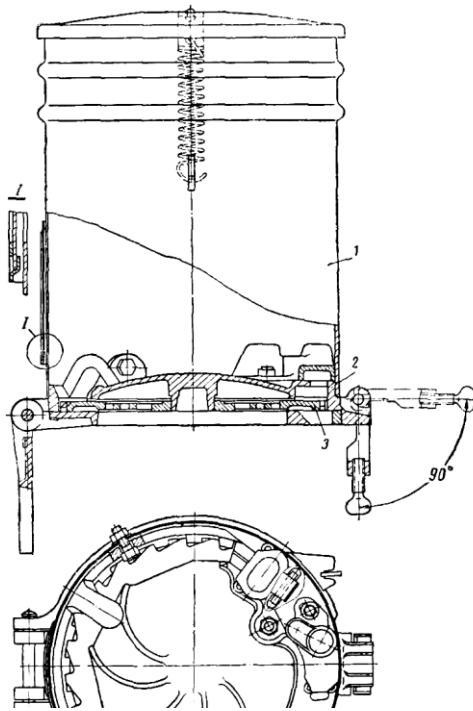


Рис. 3.3. Висівний апарат кукурудзяної сівалки СКНК:

1 – бункер; 2 – дно; 3 – диск

В останні роки для висіву насіння просапних культур використовуються як механічні, так і пневматичні висівні апарати. Після цього почали застосовувати пневмо-механічні висівні апарати. Найпоширенішою в Європі є конструкція апарату фірми «SOCAM», (Франція), а потім, з відповідними конструктивними відмінностями, такий апарат було встановлено на сівалках «Пневмазем» (Франція), СПЧ-6 (Румунія) та СУПН-8 (Україна). Пневмомеханічний апарат – конструкція, у якій для відбирання насіння із загальної маси використовують рухомий висівний диск з присмоктуючими отворами.

До принципових недоліків пневматичних висівних апаратів, що погіршують роботу, слід віднести перш за все складність конструктивного виготовлення при простій технологічній схемі. Це перш за все не належна якість складання, регулювання та експлуатація сівалки.

Другим недоліком конструкції є наявність відкритих отворів, що присмоктують насіння на початку роботи сівалки. Великі втрати вакууму через ці отвори різко погіршують умови присмоктування насіння, що веде до просівів на початку заїмки. Тобто незаповнені отвори, нерівності на поверхнях кришки і прокладки висівного диска, що контактують, ведуть до постійного коливання розрідження.

Розглянемо деякі з механічних висівних апаратів для просапних культур зарубіжних виробників.

Найбільше розповсюдження одержали висівні апарати з вертикальним диском. Апарати такого типу використовуються на сівалках фірм Rau, Fährse (ФРН), Webb (Англія) та ряду інших. Апарат складається з корпусу, в середині якого розташований висівний диск. По периферії диска розташовані один або декілька рядів глухих комірок. По центру рядів комірок прорізані кільцеві канавки, в які входять плоскі клинові виштовхувачі, встановлені в нижній частині корпусу. Над диском розташований зчісуючий ролик, який обертається на зустріч диску. Ролик видаляє з комірок зайве насіння і створює додатковий рух насіння над диском, що покращує його потрапляння в комірки.

Фірма David Thomas розробила конструкцію висівного апарату, в якому поєднала сприятливі умови для заповнення комірок висівного диска з ефектом «нульової швидкості». Апарат включає корпус, всередині якого на валах закріплено висівні диски, один з яких (забірний) має комірки на циліндричній поверхні, а інший (транспортуючий) – має пластини (рис. 3.4)

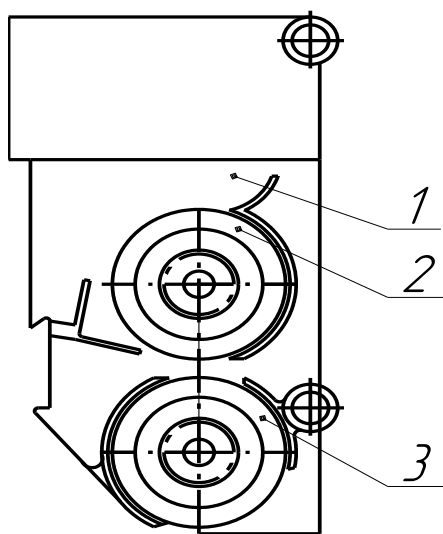


Рис. 3.4. Висівний апарат сівалки фірми David Thomas: 1 – корпус;
2 – забірний диск; 3 – транспортуючий диск

Під час руху сівалки насіння з бункеру самопливом надходить у забірну камеру, де захоплюється комірками диска дозатора і передається на поверхню транспортуючого диска, який переносить насіння в зону скидання.

Існує декілька технічних рішень, які принципово відрізняються від використаних фірмою David Thomas, але аналогічним за застосуванням. Наприклад, у висівному апараті сівалки Unicorn фірми F. Kleine (ФРН)

дозуючий і транспортуючий диск розташовані концентрично на одній осі, (рис. 3.5).

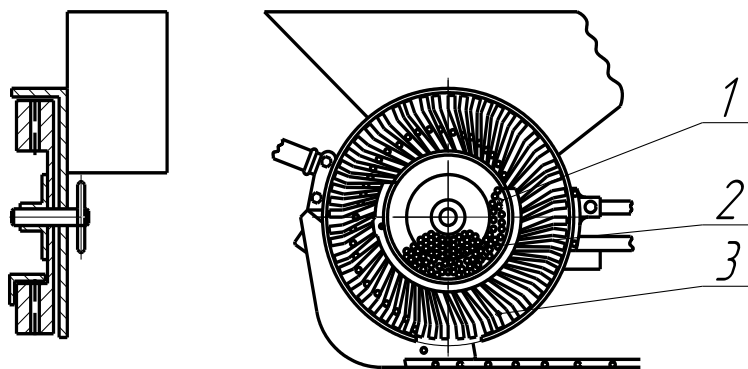


Рис. 3.5. Висівний апарат сівалки Unicorn: 1 – дозуючий диск; 2 – накопичувальна камера; 3 – транспортуючий диск.

На сівалці Monosem-502 фірми Ribouleau встановлено апарат з вертикальним диском та комірками, розташованими на його внутрішній поверхні (рис. 3.6). Заповнення комірок насіння відбувається під дією відцентрової сили при швидкому обертанні висівного диска.

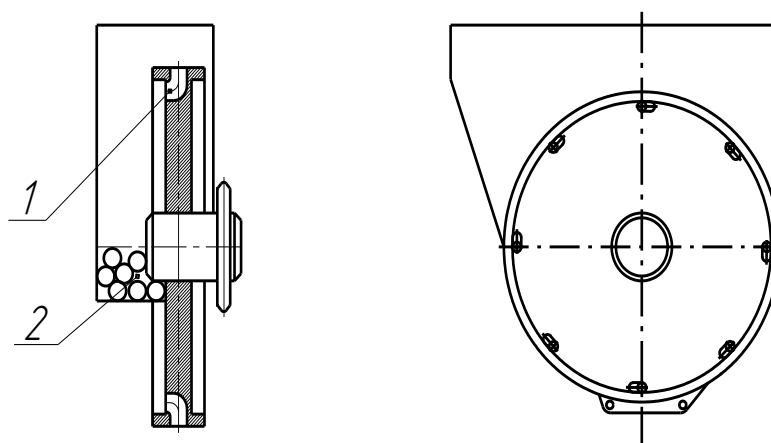


Рис. 3.6. Висівний апарат сівалки Monosem-502: 1 – комірки; 2 – накопичувальна камера

Висівний апарат сівалки Monosem-502 має кращі показники по якості розподілу дражованого насіння цукрового буряку у порівнянні з пневматичними сівалками та апаратами централізованого висіву.

Представляє інтерес висівний апарат з похилим диском німецької фірми Schmotzer, (рис. 3.7). Насіння надходить по похилому дну бункера в забірну камеру з розташованим під кутом дозуючим диском.

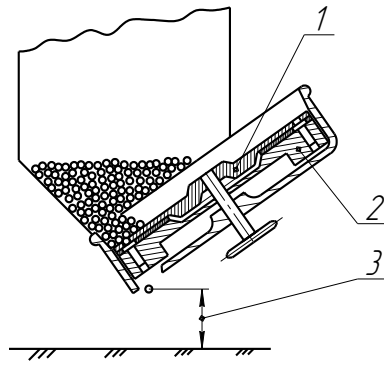


Рис. 3.7. Висівний апарат сівалки Schmotzer: 1 – похилий диск-дозатор;
2 – транспортуючий диск; 3 – висота падіння насіння

Висівний апарат сівалки Nibex шведської фірми Overume Bruk ложкового типу (рис. 3.8) представляє собою алюмінієвий корпус з насіннєвим бункером, змонтованим над сошником. З правого боку корпусу є прозора зйомна кришка, за якою встановлений пластмасовий висівний диск, що має набір ложечок і обертається у вертикальній площині.

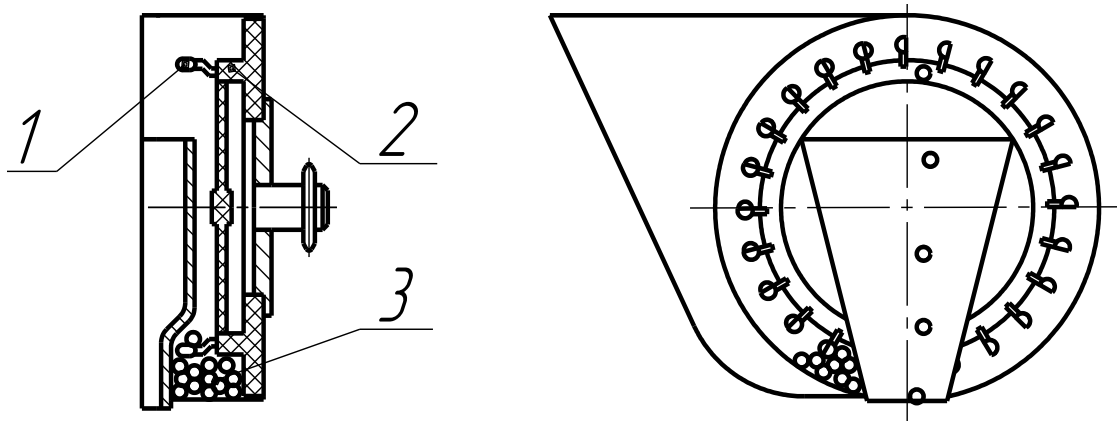


Рис. 3.8. Висіваючий апарат сівалки Nibex:

1 – висівні ложечки; 2 – диск; 3 – накопичувальна камера

Існуючі висівні апарати точного висіву з вертикальним комірковим диском потребують значних затрат часу на зміну норми висіву, на перехід до іншої фракції насіння. Однак, при їх удосконаленні вони можуть виконувати сівбу у відповідності з агротехнічними вимогами з високими економічними показниками. Тому, на нашу думку найбільш перспективною для удосконалення є сівалка ССТ-12В, (рис. 3.1-3.2)

3.2. Технологічний розрахунок висівного апарату для висіву насіння кукурудзи.

Для визначення розмірів чарунок диска висівного апарату для висіву насіння кукурудзи (рис. 3.9) розглянемо западання насіння в чарунки. Западання

насіння в чарунки може відбуватися тільки при наявності відносного переміщення їх по поверхні висівного диска.

Для того, щоб потрапити в чарунки насіння повинно пройти шлях C за час t , тобто $C = V_d t = L - \frac{l}{2}$ та опуститись за цей час у чарунку на величину $-\frac{a}{2} = 0,5gt^2$, де V_d – колова швидкість чарунки, м/с; L – довжина чарунки, мм; g – прискорення вільного падіння, м/с²; l – довжина насіння, мм; a – максимальна ширина насіння, мм.

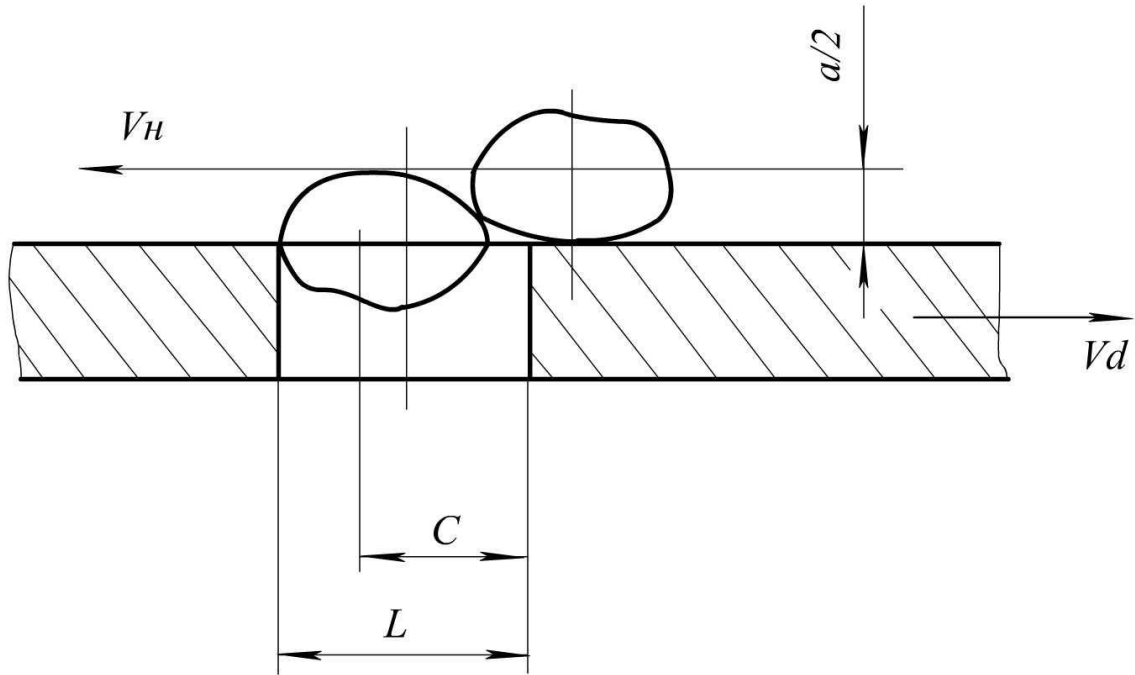


Рис. 3.9. Схема западання насіння в чарунки

Виконаємо розрахунки для найбільш розповсюдженої фракції насіння кукурудзи. Визначаємо час, за який насінина опуститься в чарунку за формулою

$$t = \sqrt{\frac{a/2}{0,5g}}, \quad (3.1)$$

$$t = \sqrt{\frac{0,007/2}{0,5 \cdot 9,81}} = 0,0265 \text{ с.}$$

Визначаємо необхідну довжину чарунки за формулою

$$L = V_d \cdot t + \frac{l}{2} \quad (3.2)$$

З досліджень [13] встановлено, що максимальна швидкість V_0 має бути не більшою 0,35 м/с. Тоді

$$L = 0,35 \cdot 0,0265 + \frac{0,01}{2} = 0,0142 \text{ м} = 14,2 \text{ мм.}$$

Для цієї фракції кукурудзи приймаємо чарунку круглого діаметру 7 мм та розміром канавки 5 мм. Виконуємо перевірку вибраної швидкості при даних розмірах чарунок за формулою

$$V_d \leq \left(L - 2 \frac{l}{3} \right) \sqrt{g/a}. \quad (3.3)$$

$$V_d = \left(0,013 - 2 \frac{0,01}{3} \right) \sqrt{\frac{9,8}{0,007}} = 0,23 \text{ м/с,}$$

що значно менше, ніж гранично допустима швидкість [13].

3.3. Розрахунок відображувача насіння.

Відображувач насіння роликового типу, який використовується при сівбі цукрових буряків, не забезпечує необхідної якості роботи, тому вибираємо відображувач важільного типу, який не пошкоджує насіння кукурудзи.

При ковзанні по диску і заповнених чарунках край зубця повинен переміщувати масу насіння відносно диска в сторону, протилежну його обертанню. Ковзання насіння по диску в цьому випадку обумовлено кутом між передньою гранню зубця відображувача і площиною диска, який повинен бути більше кута тертя:

$$\gamma > 2\varphi \quad (3.4)$$

де γ – кут защемлення, град;

φ – кут тертя, град.

Якщо $\gamma > \varphi$, то сили $N_\tau - F_{\max}$ та N_v , або N та $F_{\max}$ дають підсумкову R і момент її дорівнює Rh . Для того, щоб насіння не було пошкоджене, повинна виконуватись рівність $R \cdot h = Q \cdot L$.

Таким чином, для нормальної роботи відображувача необхідно забезпечити такі умови

$$\gamma > \varphi, Rh > QL.$$

Визначимо значення сили R , яка є рівнодіючою сил N та F .

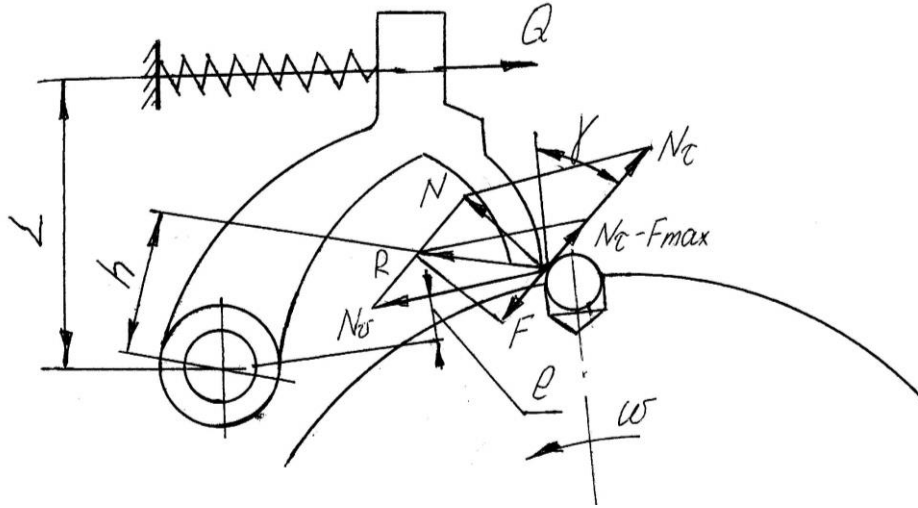


Рис. 4.2. Схема до визначення параметрів важільного відображувача

$$F = \frac{mV_d^2}{r_d} \sin \gamma, \quad (3.5)$$

де r_d – радіус висівного диска, м.

$$F = \frac{0,00028 \cdot 0,35^2}{0,11} \cdot \sin 37^\circ = 0,182 \text{ кг} = 1,8 \text{ Н.}$$

Силу нормальної реакції насіння N визначаємо за формулою

$$N = \frac{F}{f}, \quad (3.6)$$

де f – коефіцієнт тертя, (для кукурудзи $f = 0,43$).

Тоді

$$N = \frac{1,8}{0,43} = 4,18 \text{ Н.}$$

Рівнодіючу R визначаємо за формулою

$$R = \sqrt{F^2 + N^2} = \sqrt{1,8^2 + 4,18^2} = 4,54.$$

Знаходимо силу Q , під дією якої повинна працювати притискна пружина, за формулою

$$P_2 = Q = \frac{Rh}{L}. \quad (3.7)$$

$$P_2 = Q = \frac{4,54 \cdot 0,7}{0,9} = 3,56 \text{ Н.}$$

Визначаємо граничну силу P_3 за формулою

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - 0,25} \quad (3.8)$$

$$P_3 = \frac{3,53}{1 - 0,25} = 4,7 \text{ Н.}$$

За ГОСТ(ДСТУ) 13766-68 для притискання відображувача приймаємо пружину І класу з параметрами: $P_3 = 0,475$ кг; $d = 0,4$ мм; $D = 5$ мм; $z_1 = 0,549$ кг/мм; $f_3 = 0,865$ мм. З конструктивних особливостей висівного апарата хід пружини приймаємо 15 мм, а $P_1 = 0,02$ кг. Тоді жорсткість пружини

$$z = \frac{P_3 - P_1}{h}, \quad (3.9)$$

де h – хід пружини, мм, ($h = 15$ мм).

$$z = \frac{0,475 - 0,02}{0,015} = 0,303 \text{ кг/м} = 3,03 \text{ Н/м}$$

3.4. Розрахунок виштовхувача насіння.

Виштовхувач насіння кукурудзи має кромку робочої поверхні у вигляді параболічної кривої, яка є траєкторією вільного падіння насінини. Рівняння цієї кривої має вигляд:

$$y = \frac{gx^2}{2R^2w^2 \cos^2 \gamma} + tg\gamma x, \quad (3.10)$$

де R – радіус диска, м, ($R = 0,11$ м); γ – кут між вертикальною лінією та лінією, яка з'єднує центр висівного диска з точкою викидання з чарунки, ($\gamma = 10^\circ$); w – кутова швидкість диска, ($w = 2,5 \text{ с}^{-1}$); g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Підставляючи у формулу (3.10) ряд значень x від 0 до 30 мм через 5 мм, отримаємо ряд значень y . Дані розрахунків зводимо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати розрахунків параметрів виштовхувача

x	0	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,03
y	0	0,008	0,012	0,016	0,019	0,023	0,029

За отриманими значеннями будуємо контур виштовхувача.

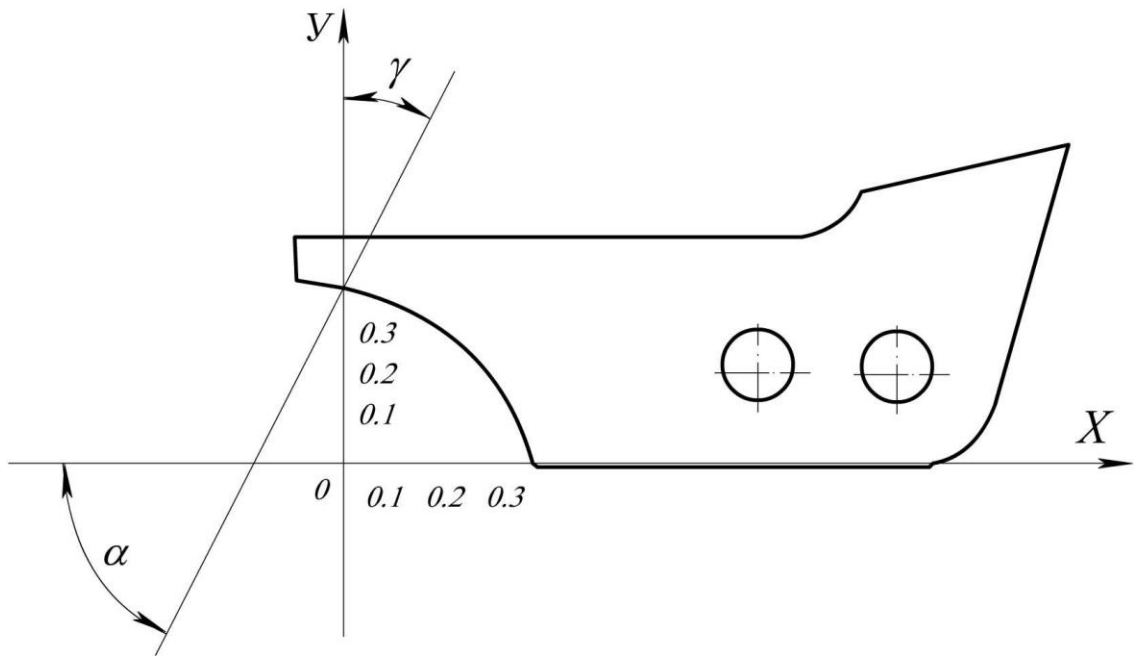


Рис. 3.3. Схема до визначення параметрів виштовхувача насіння.

Робоча грань, яка нахилена під кутом α повинна виштовхувати насіння. Під час обертання диска на насіння діють сили нормального тиску N зі сторони стінки чарунки та виштовхувача. Із-за наявності сил тертя $N \tan \varphi$ сили тиску діють не по нормалі, а відхилені від неї на кут тертя φ . Тоді насіння буде виштовхуватись при умові $\alpha > 2\varphi$. Для кукурудзи φ складає 37° , а кут α конструктивно дорівнює 80° . Таким чином умова виштовхування насіння виконується.

3.4. Визначення раціонального об'єму бункера.

Раціональний об'єм бункера для висіву насіння кукурудзи визначаємо за формулою

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (3.11)$$

де K_3 – коефіцієнт, який враховує необхідний запас посівного матеріалу у випадку зупинки під чергове заправлення.

K – кількість сошників, які живляться з одного бункера;

L – шлях сівалки від заправки до заправки, який характеризується розмірами поля, м;

$$L = m \cdot L_2, \quad (3.12)$$

де m – кількість гонів, які необхідно засіяти за одну заправку (для того, щоб заправка виконувалась з однієї сторони поля, m повинно бути парним числом); L_2 – довжина поля, м, ($L_2 = 600$ м);

$$L = 600 \cdot 6 = 3600 \text{ м} = 3,6 \text{ км.}$$

де b – ширина міжряддя, м;

Q – норма висіву, кг/га;

γ – об'ємна маса посівного матеріалу, кг/м³.

Норму висіву насіння в кг/га визначаємо за формулою

$$Q = \frac{Mg_a}{10^6}, \quad (3.13)$$

де M – кількість висіяного насіння, шт./га; g_a – абсолютна маса 1000 шт. насіння.

$$Q = \frac{150000 \cdot 280}{10^6} = 4,2 \text{ кг від заправки до заправки.}$$

Норма висіву Q визначена для господарської норми сівби $M=150000$ шт./га, при абсолютній масі 1000 шт. насіння 280 г.

Визначаємо об'єм бункерів

$$V_6 = \frac{1,1 \cdot 1 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 4,2}{10^4 \cdot 1} = 116,4 \text{ дм}^3$$

Таких бункерів для кукурудзи 8, тоді об'єм одного бункера

$$V_{16} = \frac{V_6}{n} = \frac{116,4}{8} = 14,55 \text{ дм}^3$$

Так, як ми розробляємо пристрій до бурякової сівалки, то об'єму її бункера, який складає 22 дм³ достатній для якісної роботи при сівбі кукурудзи.

3.5. Визначення площі вихідного отвору бункера.

Форма та розміри вихідного отвору бункера визначаються конструкцією апарата та його продуктивністю. Тому форма та розміри вихідного вікна в місті приєднання бункера до висівного апарата повинна бути такою, щоб продуктивність висипання матеріалу через цей отвір не була меншою за максимальну продуктивність апарата, а також щоб забезпечувалась безперервність висіву матеріалу без заторів.

Витрати зерна через отвір у бункері мають бути більшими за максимальну продуктивність апарата, тобто

$$q_v > \frac{q_o \cdot n_a}{60\gamma} \quad (3.14)$$

де q_v – витрати зерна через отвір у бункері за зв'язаного режиму висипання зернового потоку, кг;

$$q_v = \frac{14,77 \cdot K_{nl} \cdot \lambda_1 \cdot \lambda \cdot S \cdot r_{36}^{0,25}}{f^{0,5}} \quad (3.15)$$

де q_o – вагова кількість насіння, висіяного за один оберт висівного диска, кг;

n_a – частота обертання висівного диска, об/хв;

γ – об'ємна маса висівного матеріалу, кг/м³;

K_{nl} – коефіцієнт ущільнення витікаючого потоку (для кукурудзи $K_{nl}=1,1$);

λ – коефіцієнт витрат зерна (для кукурудзи $\lambda_1 = 0,98$);

f – коефіцієнт внутрішнього тертя посівного матеріалу;

r_{36} – зведений радіус отвору, $r_{36} = 2r_{зідр.}$;

$$r_{зідр.} = \frac{F_{жс}}{P} \quad (3.16)$$

де $F_{жс}$ – жива площа перетину, м²; P – периметр отвору, м; S – площа отвору, м²;

$$S = 50,24 \cdot b \cdot c \quad (3.17)$$

де b – товщина насіння, мм; c – ширина насіння, мм.

Підставляючи отримані величини у формулу (3.15) отримаємо

$$q_v = \frac{14,77 \cdot K_{nl} \cdot \lambda_1 \cdot \lambda \cdot 50,24 \cdot b \cdot c \cdot \left(\frac{2F_{жс}}{P} \right)^{0,25}}{f^{0,5}} \quad (3.18)$$

За один оберт висівного апарата висівається 36 зерен кукурудзи, їх вага складе 10 г, з розрахунку, що вага 1000 шт. – 280 г. Частоту обертання висіваючого апарата визначимо з максимальної норми висіву кукурудзи 150 тис. шт./га за формулою

$$n_a = 6 \cdot 10^3 \cdot v_c / a_o \cdot K_d \quad (3.19)$$

де v_c – колова швидкість диска по центрам чарунок, м/с. Приймаємо гранично можливу – 0,35 м/с; a_o – відстань між насінням у рядку, см.

$$a_o = \frac{10^6}{K_o \cdot b}, \quad (3.20)$$

де K_o – кількість висівного насіння, шт./га; b – ширина міжряддя, м.

$$a_o = \frac{10^6}{150 \cdot 0,7 \cdot 10^3} = 9,5 \text{ см}$$

K_d – кількість чарунок на висівному дискові, шт. ($K_d = 36$ шт.).

Тоді

$$n_a = 6 \cdot 10^3 \cdot 0,35 / 9,5 \cdot 36 = 6 \text{ об/хв.}$$

$$q_{v_n} = 10 \cdot 6 / 60 \cdot 1 = 1 \text{ г/с.}$$

$$q_{v_p} = \frac{14,7 \cdot 1,1 \cdot 1,03 \cdot 0,98 \cdot 50,24 \cdot 0,28 \cdot 0,03 \left(\frac{2 \cdot 0,0084}{0,62} \right)^{0,25}}{0,8^{0,5}} = 3,1 \text{ г/с.}$$

Таким чином, $q_{v_p} > q_{v_n}$ то буде забезпечувати висипання насіння кукурудзи з бункера бурякового апарата.

3.6. Вплив зчеплення насіння на заповнення чарунок

Як відомо, насіння кукурудзи має неправильну форму і шорстку поверхню з високим коефіцієнтом внутрішнього тертя ($f = 0,8$). Відокремлення насіння з нижнього шару є процесом руйнування взаємопов'язаних елементів двох або більше поверхонь насіння, на що необхідно витратити значні зусилля. Вплив сил зчеплення між насінням на заповнення чарунок приведений на рис. 3.4.

Позначимо через F з індексами сили тертя насіння, а через N з відповідними індексами – їх нормальні реакції. Очевидно, що

$$\begin{aligned} F_1 &= N_1 \operatorname{tg} \varphi \\ F_2 &= N_2 \operatorname{tg} \varphi \end{aligned} \quad (3.21)$$

де $\operatorname{tg} \varphi = f$ – коефіцієнт внутрішнього тертя насіння.

Так як реакції N_1 та N_2 невідомі, то невідомі F_1 та F_2 . Рівнодіюча N сил N_1 та N_2 сприяє виділенню зернини з шару, а рівнодіюча F сил тертя F_1 та F_2 затримує його в шарі. Насіння буде виділятися з шару при $N > F$.

Нехай напрямок рівнодіючих N та F співпадає з прямою aa , яка складає кут α_1 з силою F_1 і α_2 з силою F_2 .

Тоді

$$N \cos \alpha_2 = N_1 \sin(\alpha_1 + \alpha_2), \quad (3.22)$$

або

$$N \cos \alpha_1 = N_2 \sin(\alpha_1 + \alpha_2). \quad (3.23)$$

Рівнодіюча сил складе

$$F = \frac{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin \alpha_2} N_1 \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.24)$$

або

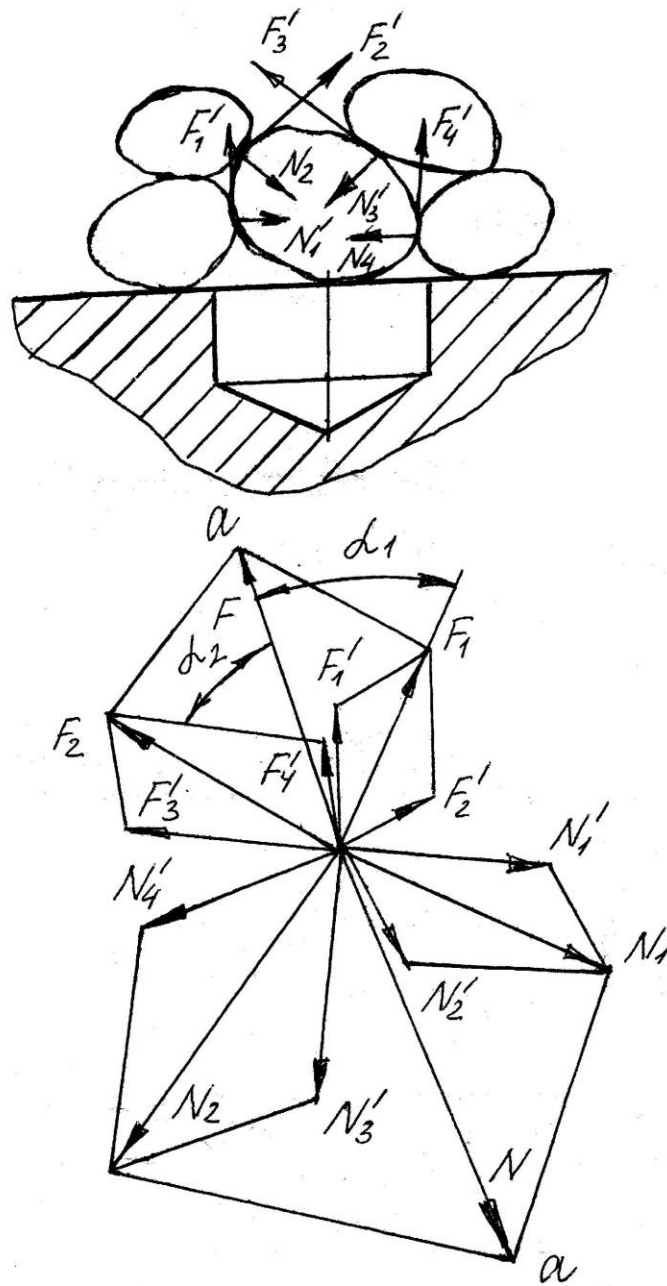


Рис. 3.4. Вплив сил зчеплення між насінням на заповнення чарунок

$$N_1 \frac{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\cos \alpha_2} > N_2 \operatorname{tg} \varphi \frac{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin \alpha_2}, \quad (3.25)$$

після скорочення отримаємо

$$\alpha_2 > \varphi.$$

Так само і $\alpha_1 > \varphi$. Склавши ці нерівності отримаємо умову виділення насіння з нижнього шару

$$\alpha_1 + \alpha_2 > 2\varphi. \quad (3.26)$$

Із цієї умови випливає, що більш інтенсивно виділяються насіння з нижнього шару при збільшенні кутів α_1 та α_2 . Цю умову можна здійснити кільцевою канавкою, яка проходить вздовж ряду чарунок і має глибину, меншу половини товщини насіння та ширину трохи більшу за діаметр чарунки. Для кукурудзи це в середньому трохи більше 3 мм – глибина і 14 мм ширина канавки. Таким чином зменшується ущільнення та підвищується якість заповнення насінням.

3.7. Вибір основних параметрів сошника.

Виконання агротехнічних вимог до сівби кукурудзи – рівномірне розміщення насіння як по поверхні поля, так і по глибині – багато в чому залежить від характеру створення борозни, так і загортання насіння сошником. Характер роботи сошника визначається кутом його входження в ґрунт.

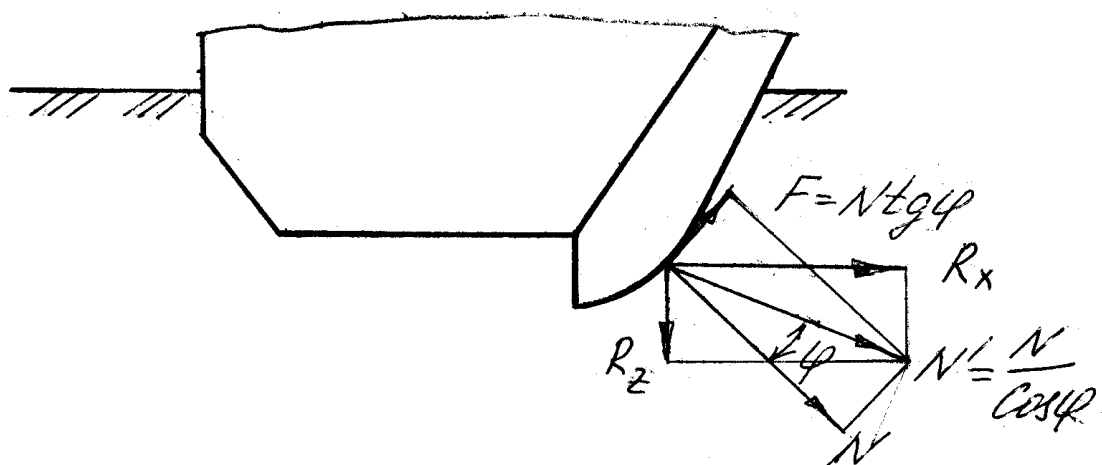


Рис. 3.5. Дія сошника на ґрунт з тупим кутом входження в ґрунт

Для сівби кукурудзи вибираємо сошник з тупим кутом входження в ґрунт, так як він створює борозну із рівним дном і рівними щільними стінками, що впливає на якість розподілення насіння по довжині рядка.

При проектуванні сошника, необхідно, щоб відстань L (рис. 3.6) від заднього обрізу щік сошника до заднього краю наральника була більша за глибину L_0 , щоб не було осипання ґрунту в середину сошника при малих швидкостях руху посівного агрегату.

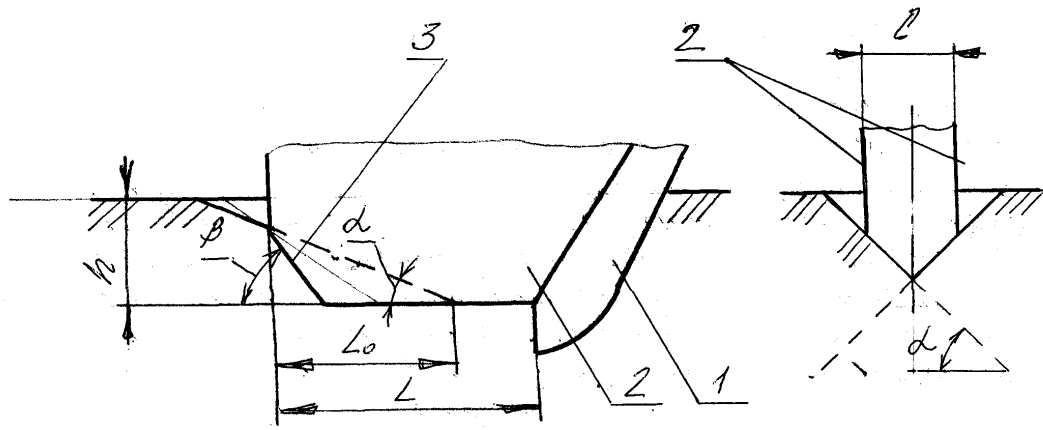


Рис. 3.6. Характер осипання гранту між щоками сошника: 1 – наральник; 2 – щоки сошника; 3 – нижній похилий обріз щік

Глибину осипання L_0 ґрунту визначаємо за формулою

$$L_0 = \frac{h - a \cdot C^n}{\operatorname{tg} \alpha + 0,5C}, \quad (3.27)$$

де h – глибина ходу сошника, мм;

C – відстань між щоками сошника, мм. Практикою встановлено, що у кілеподібних сошниках $C = 20$ мм.

a , n – експериментальні коефіцієнти, ($a = 7,245$, $n = 0,367$);

α – кут природного укосу, (для ґрунту нормальної вологості $\alpha = 35^\circ$).

$$L_0 = \frac{50 - 7,245 \cdot 20^{0,367}}{\operatorname{tg} 35^\circ} + \frac{20}{2} = 57 \text{ мм.}$$

3.8. Розрахунок підвіски посівної секції.

Підвіски посівної секції є важливим елементом вузлів загального призначення сівалки, тому що за їх допомогою посівна секція приєднується до рами ходової системи сівалки. Від вибору типу підвіски та її параметрів залежить стійкість ходу сошників у ґрунті.

Рівновага посівної секції з паралелограмною підвіскою (рис. 3.7) забезпечується за умови

$$Qh_1 + R_n h_4 = R_x h_2 + R_z h_1 + R_0 h_3, \quad (3.28)$$

де Q – сила ваги секції, Н;

R_n – сила тиску пружини натискної штанги, Н;

R_x – сила опору сошника, Н (для сошників даного типу при глибині ходу 6...10 см відповідно дорівнює 300...500 Н);

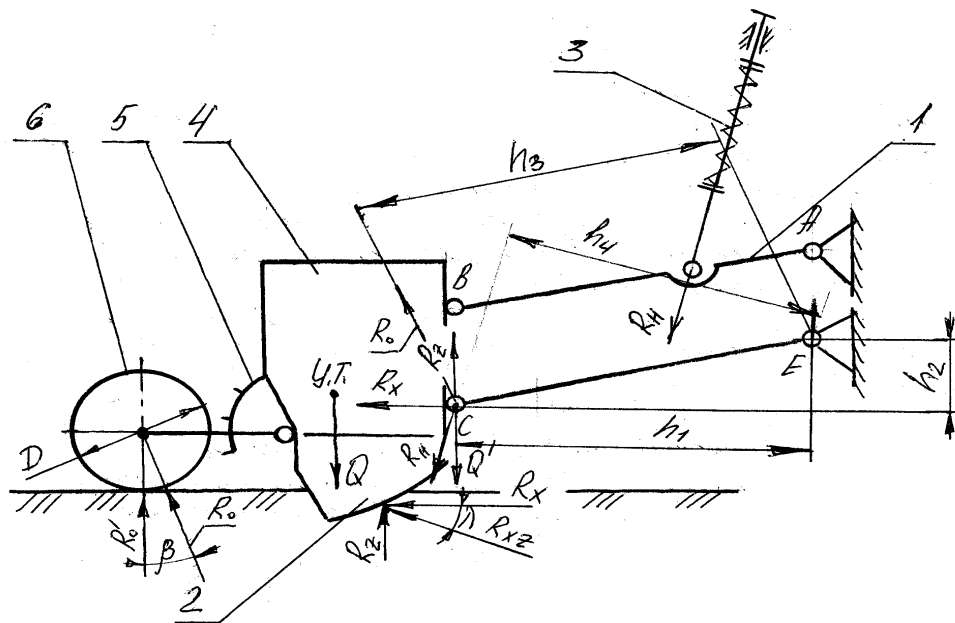


Рис. 3.7. Розрахункова схема паралелограмної підвіски посівної секції: 1 – паралелограмна підвіска; 2 – сошник; 3 – натискна штанга з пружиною; 4 – висівна система; 5 – регулятор глибини ходу сошника; 6 – прикочувальний коток
 R_z – вертикальна реакція ґрунту, що діє на сошник, Н.

$$R_z = R_x \cdot \operatorname{tg} \lambda, \quad (3.29)$$

де $\lambda = 30^\circ$.

$$R_z = 300 \cdot \operatorname{tg} 35 = 210 \text{ Н.}$$

R_0 – реакція ґрунту, що діє на прикотуючий коток, Н.

$$R_0 = \frac{R'_0}{\cos \beta}, \quad (3.30)$$

де $\beta = 8 \dots 11^\circ$.

Вертикальну реакцію ґрунту на коток визначаємо із умови утворення колії за формулою

$$R_0 = mb\sqrt{mD}, \quad (3.31)$$

де m – ступінь утворення колії при котючими котками, ($m=0,15 \dots 0,35$);

b – ширина обода прикотуючого котка, мм;

D – діаметр прикотуючого котка, мм.

$$R'_0 = 0,2 \cdot 65 \sqrt{0,2 \cdot 280} = 96,9 \text{ Н.}$$

$$R_0 = \frac{96,9}{\cos 10^\circ} = 97,9 \text{ Н.}$$

Для вибору параметрів пружини натискної штанги посівної секції визначаємо необхідний її тиск на поводки паралелограмної підвіски за формулою

$$R_n = \frac{K(R_0 h_3 + R_x h_2 + (R_z - Q) h_1)}{h_4}, \quad (3.32)$$

де K – коефіцієнт, який враховує динамічні навантаження ($K = 1,3$).

$$R_n = \frac{1,3(97,9 \cdot 800 + 400 \cdot 60 + (231 - 80)700)}{550} = 492 \text{ Н.}$$

Перевіряємо рівновагу посівної секції.

$$80 \cdot 700 + 494 \cdot 550 = 500 \cdot 200 + 210 \cdot 700 + 98,8 \cdot 800 \\ 327700 \text{ Н} \cdot \text{мм} \approx 326040 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Умова рівноваги виконується.

3.9. Висновки по розділу.

1. Існуючі висівні апарати точного висіву з вертикальним комірковим диском потребують значних затрат часу на зміну норми висіву, на перехід до іншої фракції насіння, однак, при їх удосконаленні вони можуть виконувати сівбу у відповідності з агротехнічними вимогами і високими економічними показниками.

2. Для забезпечення можливості висіву насіння кукурудзи буряковою сівалкою розроблена конструкція висівного диска та скидача зайвого насіння, що дало змогу завантажити сівалку роботою на протязі року до 140 год.

3. Для висіву насіння кукурудзи приймаємо чарунку круглого діаметру 7 мм з розміром канавки 5 мм, та швидкістю руху диска $V_d = 0,23 \text{ м/с}$.

4. Відображувач насіння роликового типу, який використовується при сівбі цукрових буряків, не забезпечує необхідної якості роботи, тому доцільно прийняти відображувач важільного типу, який не пошкоджує насіння кукурудзи.

5. Насіння буде виштовхуватись із диска при умові $\alpha > 2\varphi$. Для кукурудзи φ складає 37° , а кут α конструктивно дорівнює 80° .

6. Об'єм бункера бурякової сівалки, який складає 22 дм^3 , достатній для якісної роботи при сівбі кукурудзи.

7. Більш інтенсивно виділяються насіння з нижнього шару при збільшенні кутів α_1 та α_2 . Цю умову можна здійснити кільцевою канавкою, яка проходить вздовж ряду чарунок і має глибину, меншу половини товщини насіння та ширину трохи більшу за діаметр чарунки. Для кукурудзи це в середньому канавка глибиною – 3 мм і шириною 14 мм.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Особливості умов праці при вирощуванні кукурудзи

Виробничий шум створюється під час роботи двигунів тракторів при сівбі та підвезенні посівного матеріалу. Він викликає втому, знижує сприйняття органів слуху, діє на нервову систему. Сильний шум утрудняє оцінку відстані і часу, заважає розпізнавати кольорові сигнали, знижує на 5-12% продуктивність праці та підвищує ймовірність виробничого травматизму.

Вібрація подібно до шуму також негативно впливає на організм людини і при постійній дії може призвести до вібраційної хвороби.

На тракториста-машиніста під час сівби впливають відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання, пестициди та мінеральні добрива. Пестициди, мінеральні добрива та інші токсичні речовини потрапляють в організм людини через дихальні шляхи, шкіру.

При вирощуванні кукурудзи виконують операції, перелік яких приведений в технологічній частині. Розглянемо основні вимоги правил охорони праці при виконанні різних операцій.

При обробі ґрунту перед початком роботи перевіряють справність і комплектність агрегату. На рівному горизонтальному майданчику підтягують гайки кріплення робочих органів плуга, підтягують інші різьбові з'єднання.

В процесі підготовки до роботи дискових борін і луцильників перевіряють кріплення, регулюють положення чистиків. Під час регулювання положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, необхідно користуватись рукавицями.

Для регулювання або заміни робочих органів культиватор встановлюють на рівному майданчику. Це полегшує регулювання і забезпечує безпеку праці.

Переїзд тракторного агрегату в поле і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства. Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт.

Перед початком сівби необхідно перевірити комплектність і надійність всіх механізмів і вузлів посівної машини, підтягнути різьбові з'єднання.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на посівному агрегаті сигналу у

відповідь. Під час завантаження сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітренної сторони, і при цьому користуватися респіратором.

Чистики для очищення сошників повинні мати дерев'яні ручки. Усувати несправності та очищати сівалку дозволяється після зупинки агрегату.

Перед сівбою протруєного насіння працівники проходять інструктаж з техніки безпеки. Обов'язково необхідно користуватись респіраторами, рукавицями і захищати очі від пилу захисними окулярами.

Перед початком збиральних робіт, після отримання завдання від бригадира та інструктажу з техніки безпеки, комбайнер повинен ознайомитись з маршрутом руху, вивчити рельєф поля, відмітити місця поворотів.

4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на посівному агрегаті з сівалкою.

На модернізованому посівному агрегаті мають місце такі небезпечні та шкідливі, для обслуговуючого персоналу, фактори:

- наявність частин і механізмів, які рухаються та обертаються (механізм приводу висіваючих апаратів, механізм піднімання та опускання маркерів, рух самого агрегату);
- небезпека може виникнути при переведенні сівалки із робочого положення в транспортне;
- підвищений рівень пилу в робочій зоні механізатора;
- наявність гострих кромek, задирок, шорстких поверхонь деталей машин;
- забивання робочих органів (сошників, та загортуючих робочих органів) внаслідок залипання ґрунтом, а також забивання насіннепроводів посівним матеріалом;
- при технічному обслуговуванні небезпеку викликає робота з паливно-мастильними матеріалами, протруєним насінням, мінеральними добривами;
- пожежонебезпека.

4.3. Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці на посівному агрегаті.

Для захисту механізатора від шкідливого впливу, який може виникнути на посівному агрегаті, проведені заходи, які виключають дію пилу та газів за рахунок пилевідокремлювача, який встановлений в кабіні трактора і очищає повітря.

Для зниження вібрації кабіна встановлена на гумових амортизаторах. Для захисту очей від попадання прямих сонячних променів в кабіні встановлений протисонячний козирок.

Посівний агрегат укомплектований футляром для аптечки першої медичної допомоги, термосом для питної води ємкістю 3 л, дзеркалом заднього виду з регулюванням його положення, пристроєм для закріплення верхнього одягу оператора. Рівень звуку зовнішнього шуму не перевищує 85 дБА.

Агрегат обладнаний системою контролю виконання технологічного процесу. Інформація про порушення роботи передається в кабіну трактора. Рівень шуму системи сигналізації перевищує рівень шуму в кабіні трактора на 6 дБА. Конструкція машини виключає можливість самовільного включення і виключення приводу робочих органів.

Розташування вузлів сівалки забезпечує необхідний огляд при роботі і транспортуванні:

- простору в зоні огляду згідно ДСТУ 2186-93;
- елементів конструкції (переднього колеса), і орієнтирів руху (лінії маркерів);
- робочих органів, які вимагають візуального контролю при виконанні сівби;
- зони завантаження посівним матеріалом;
- елементів конструкції трактора і сівалки, які служать для начеплення сівалки на трактор.

Кути огляду через вікна кабіни трактора не менше значень, наведених у технічних регламентах.

4.4. Розрахунок потреби засобів індивідуального захисту.

На тракториста-машиніста під час сівби впливають відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання, пестициди та мінеральні добрива. Для захисту органів дихання використовуємо універсальний респіратор типу РУ-60М.

Розраховуємо сезонну потребу засобів індивідуального захисту, за формулою

$$П = P \left(\frac{T_p}{T_n} \right), \quad (4.1)$$

де P – чисельність робітників, які користуються ,чол.(згідно даних підприємства, $P=4$ чол.);

T_n – нормативний термін експлуатації даного за галузевими нормами, змін, ($T_n=6$ змін, [23]);

T_p – час роботи в даному підприємстві, змін ($T_p=10$ змін).

$$П = 4 \left(\frac{10}{6} \right) = 6,6 \text{ шт.}$$

Отже, для захисту органів дихання приймаємо 7 респіраторів типу РУ-60М та 21 запасну коробку до них.

4.5. Розрахунок теплового балансу сівального.

Розрахунок теплового балансу організму сівального виконуємо за формулою

$$Q = M \pm R \pm C \pm U, \quad (4.2)$$

де Q – величина затриманого в організмі або втраченого тепла, Вт;

M – величина теплопродукції людини, Вт, ($M=334.94$ Вт, [23]);

R – тепловіддача радіацією, Вт:

$$R = 6,489 \cdot S_m(t_{cm} - t_n), \quad (4.3)$$

де S_m – площа поверхні тіла сівального, m^2 ($S_m = 1,4m^2$);

t_{cm} – температура стін, $^{\circ}C$, (приймаємо $t_{cm}=15^{\circ}C$);

t_n – температура поверхні тіла, $^{\circ}C$ (приймаємо $t_n=30^{\circ}$).

Отже,

$$R = 6,489 \cdot 1,4(15 - 30) = -136,3 \text{ Вт.}$$

C – тепловіддача конвекцією, Вт.

$$C = 8,978 \cdot (0,5 + \sqrt{V}) \cdot S_m(t_g - t_n), \quad (4.4)$$

де V – швидкість руху повітря, м/с, (приймаємо $V=0,6$ м/с);

t_g – температура повітря, $^{\circ}C$, ($t_g=18^{\circ}C$);

Отже

$$C = 8,978 \cdot (0,5 + \sqrt{0,6}) \cdot 1,4 \cdot (18 - 15) = 48 \text{ Вт.}$$

U – тепловіддача випаровуванням, Вт.

$$U = 40,82 \cdot П, \quad (4.5)$$

де Π – максимальна кількість поту, яка може випаровуватись з поверхні тіла сівальника в даних умовах, г/хв:

$$\Pi = 0,001 \cdot (P_{max} - P_{abc}) \cdot (0,5 + \sqrt{\nu}), \quad (4.6)$$

де P_{max} – максимальне напруження водяних парів, Па, $P_{max} = 4197$ Па;

P_{abc} – абсолютна вологість повітря, Па, ($P_{abc} = 1400$ Па, [23]).

Отже

$$\Pi = 0,001 \cdot (4197 - 1400) \cdot (0,5 + \sqrt{0,6}) = 3,56 \text{ г/хв.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (5.7) і виконуємо розрахунок

$$Q = 334,94 + 136,3 - 48 - 145,32 = 277,92 \text{ Вт.}$$

Тепловий баланс організму сівальника при виконанні робіт забезпечується.

4.6. Висновки по розділу.

Провівши аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів а також загальний стан охорони праці при вирощуванні кукурудзи, розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Проведено розрахунки потреби в засобах індивідуального захисту та тепловий баланс організму сівальника при виконанні робіт.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Високу врожайність просапних культур забезпечує рівномірний розподіл рослин по довжині рядка через рівні проміжки по одній рослині, що досягається застосуванням дискового висівного апарату для точного висіву каліброваного і некаліброваного насіння, який закладений у конструкцію сівалки ССТ-12В. Не дивлячись на те, що на заміну механічним висівним апаратам приходять пневматичні, такі висівні апарати ще не вичерпали всі свої можливості і за простотою конструкції заслуговують на увагу, та при незначних удосконаленнях ще можуть довго використовуватися для сівби просапних культур.

Аналіз технологій вирощування кукурудзи показав, що розміщення насіння на полі за індивідуальної площі живлення, наближеної до квадрату 45х45 см, порівняно з конфігурацією 70х29 см, покращує засвоєння поживних речовин і води кореневою системою та покращує надходження їх до надземних органів культури, що позитивно впливає на продуктивність кукурудзи: кількість качанів, масу 1000 насінин та врожайність. Схема посіву з відстанню між рядами 45 см дає змогу підвищити рентабельність з 93 до 122%. Застосування такої технології можливе при використанні сівалок, які забезпечують ширину сівби з міжряддям 45 см. Для такої технології може бути використана удосконалена сівалка ССТ-12В.

Існуючі висівні апарати точного висіву з вертикальним комірковим диском потребують значних затрат часу на зміну норми висіву, на перехід до іншої фракції насіння, однак, при їх удосконаленні вони можуть виконувати сівбу у відповідності з агротехнічними вимогами і високими економічними показниками.

Для забезпечення можливості висіву насіння кукурудзи буряковою сівалкою розроблена конструкція висівного диска та скидача зайвого насіння, що дало змогу завантажити сівалку роботою на протязі року до 140 год.

Відображувач насіння роликового типу, який використовується при сівбі цукрових буряків, не забезпечує необхідної якості роботи, тому доцільно прийняти відображувач важільного типу, який не пошкоджує насіння кукурудзи.

Запропонована технологія складена на основі передового досвіту. Вона дозволить отримати річний економічний ефект при вирощуванні кукурудзи. Модернізована сівалка також може бути використана при сівбі насіння цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій вирощування кукурудзи показав, що розміщення насіння на полі за індивідуальної площі живлення, наближеної до квадрату 45х45 см, порівняно з конфігурацією 70х29 см, покращує засвоєння поживних речовин і вологи кореневою системою та покращує надходження їх до надземних органів культури, що позитивно впливає на продуктивність кукурудзи: кількість качанів, масу 1000 насінин та врожайність. Схема посіву з відстанню між рядами 45 см дає змогу підвищити рентабельність з 93 до 122%. Застосування такої технології можливе при використанні сівалок, які забезпечують ширину сівби з міжряддям 45 см. Для такої технології може бути використана удосконалена сівалка ССТ-12В. Проведені технологічні розрахунки підтвердили доцільність її застосування.

2. Існуючі висівні апарати точного висіву з вертикальним комірковим диском потребують значних затрат часу на зміну норми висіву, на перехід до іншої фракції насіння, однак, при їх удосконаленні вони можуть виконувати сівбу у відповідності з агротехнічними вимогами і високими економічними показниками.

3. Для забезпечення можливості висіву насіння кукурудзи буряковою сівалкою розроблена конструкція висівного диска та скидача зайвого насіння, що дало змогу завантажити сівалку роботою на протязі року до 140 год.

4. Для висіву насіння кукурудзи приймаємо чарунку круглого діаметру 7 мм з розміром канавки 5 мм, та швидкістю руху диска $V_d = 0,23$ м/с.

5. Відображувач насіння роликового типу, який використовується при сівбі цукрових буряків, не забезпечує необхідної якості роботи, тому доцільно прийняти відображувач важільного типу, який не пошкоджує насіння кукурудзи.

6. Насіння буде виштовхуватись із диска при умові $\alpha > 2\varphi$. Для кукурудзи φ складає 37° , а кут α конструктивно дорівнює 80° .

7. Об'єм бункера бурякової сівалки, який складає 22 дм^3 , достатній для якісної роботи при сівбі кукурудзи.

8. Більш інтенсивно виділяються насіння з нижнього шару при збільшенні кутів α_1 та α_2 . Цю умову можна здійснити кільцевою канавкою, яка проходить вздовж ряду чарунок і має глибину, меншу половини товщини насіння та ширину трохи більшу за діаметр чарунки. Для кукурудзи це в середньому канавка глибиною – 3 мм і шириною 14 мм.

9. Провівши аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів а також загальний стан охорони праці при вирощуванні кукурудзи, розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Проведено розрахунки потреби в засобах індивідуального захисту та тепловий баланс організму сівальника при виконанні робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах.- М.: Машиностроение. Т.1.-728 с, Т.2.-559 с, Т.3-557 с.1978, 1980, 1989.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Высш. шк., 1988.
3. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук . – К.: Вища школа, 1996. – 236 с.
4. Гаврилюк А. Як ширина міжряддя кукурудзи впливає на її урожайність / Agro Times, №1, 2021. URL: <https://agrotimes.ua/>.
5. Диденко И.Ф. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: Вища школа, 1977. – 392 с.
6. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Иофинов С.А., Лышко Г.П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984.– 351 с.
7. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы.–М.: Колос, 1980-670 с.
8. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
9. 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, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
10. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
11. Довідник з машиновикористання в землеробстві / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, П.Л. Джолос та ін.; за ред. В.І. Пастухова. – Харків: «Веста», 2001. – 344 с.
12. Проектування технологій та розрахунок витрат на вирощування сільськогосподарських культур.: Навч. посібник / За ред. Г.Є. Мазнева. – Харків: «Майдан», 2009. – 257 с.

13. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва /За редакцією Черновола М.І.-К.: Урожай, 2002-364 с.
14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва / За редакцією Черновола М.І.-К.: Урожай, 2001.-382 с.
15. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зув; Под общ. ред. С.А. Иофинова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
16. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. / Под. ред. Е.С.Босого.-М.: Машиностроение, 1978-568 с.
17. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 725 с.
18. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.1 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й. та ін. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 282 с.
19. Петренко М.М. Основи наукових досліджень сільськогосподарських машин. Навчальний посібник. Кіровоград. 1997. 170 с.
20. Василенко П.М., Погорелый Л.В. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства. К.: Вища школа. Головное изд-во. 1985. 266с.
21. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос. 1973. 199с.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416с.
23. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. /За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011.
24. Економіка підприємств АПК: Навчальний посібник. За редакцією проф. Дусановського С.Л. Тернопіль: Горлиця. 2008. 257 с.

Додатки

Формат	Листів	Полів	Позначення	Найменування	к-т	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1	х	2	ССГ-00.000	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A0		1	АТТ-00.000	Апарат туковисівний АТП-2	6	
A4		8	С20.30-13	Ланцюг	2	
A4		9	С20.30-15	Ланцюг	14	
A1		10	СПУ-06.00.000	Ящик інструментальний	1	
A1		14	ССГ-00.440	Шарнір	1	
A1		15	ССГ-00.480	Шарнір	3	
A4		16	ССГ-00.440-05	Шарнір	1	
A1		17	ССГ-00.490	Кронштейн	2	
A1		18	ССГ-00.500	Табличка	1	
A1		19	ССГ-00.510	Сошник	12	
A1		20	ССГ-00.520	~~Слідопоказник~~	1	
A1		21	ССГ-00.530	Табличка	2	
A3		22	ССГ-00.540	Зірочка	2	
A2		23	ССГ-00.550	Зірочка	3	
A0		25	ССГ-00.560	Секція	12	
A0		28	ССГ-00.570	Маркер	1	
A2		32	ССГ-00.580	Кронштейн	3	
A3		32	ССГ-00.590	Рамка	12	
A3		33	ССГ-00.600	Чистик	1	
A0		40	ССГ-00.610	Маркер	1	
A0		45	ССГ-00.620	Пристрій транспортний	1	
				ССГ-00.000		
Заг.	Арс.	№ довід.	Підпис	Дата	СІВАЛКА ТОЧНОГО ВИСІВУ ССТ-12В Літера Аркуш Аркушів 1 4 ЦНТУ,↑	
Водор.						
Перевір.						
Н. контр.						
Затвер.						

Формат	Лист	Пос.с	Позначення	Найменування	к-сть	Примітки
A1	52		ССГ-00.630	Механізм-передач	1	
A1	54		ССГ-00.640	Сошник-туковий	12	
A1	56		ССГ-00.650	Колесо	24	
A1	58		ССГ-00.660	Кронштейн	12	
A3	59		ССГ-00.670	Зірочка	3	
A3	62		ССГ-00.680	Зірочка	3	
A3	63		ССГ-00.690	Зірочка	1	
A1	69		ССГ-00.710	Натяжник	4	
A0	70		ССГ-00.720	Рама	1	
A1	72		ССГ-00.730	Комковідвід	12	
A1	73		ССГ-00.740	Штанга	2	
A1	75		ССГ-00.750	Гідротраса	1	
A1	78		ССГ-00.760	Кронштейн	1	
A1	79		ССГ-00.770	Кронштейн	12	
				Деталі		
A4	81		ССГ-00.201	Скоба	12	
A4	82		ССГ-00.603	Штир	21	
A4	83		ССГ-00.604	Штир	24	
A3	84		ССГ-00.605	Гвинт	12	
A4	86		ССГ-00.606	Гвинт	12	
A4	87		ССГ-00.507	Планка	12	
A3	88		ССГ-00.808	Втулка	4	
A4	89		ССГ-00.609	Штир	12	
A4	90		ССГ-00.610	Вісь	12	
A3	91		ССГ-00.611	Шплінт	10	
A4	95		ССГ-00.612	Вісь	12	
A3	99		ССГ-00.513	Планка	12	
A4	100		ССГ-00.614	Гвинт	6	
				ССГ-00.000		Архив
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Формат	Тема	Пояс	Позначення	Найменування	к-ть	Примітки
□	□	□	□	□	□	□
□	□	101□	ССГ-00.615□	Скоби	1□	□
□	□	104□	ССГ-00.616□	Кольця	1□	□
□	□	112□	ССГ-00.517□	Кронштейн	1□	□
□	□	121□	ССГ-00.018□	Маточина	1□	□
□	□	127□	ССГ-00.419□	Планка	1□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	Стандартні вироби	□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	Болти ГОСТ(ДСТУ)- 7796-70□	□	□
□	□	147□	□	M10-6gx20.58.019□	2□	□
□	□	150□	□	M16-6gx55.58.019□	4□	□
□	□	□	□	Болти ГОСТ(ДСТУ)- 7798-70□	□	□
□	□	151□	□	M8-6gx16.58.019□	4□	□
□	□	152□	□	M8-6gx20.58.019□	4□	□
□	□	155□	□	M10-6gx20.58.019□	2□	□
□	□	156□	□	M12-6gx20.58.019□	2□	□
□	□	□	□	Гайки ГОСТ(ДСТУ)- 3032-76□	□	□
□	□	161□	□	M6-6H.6.KЧ33-8-Ф□	4□	□
□	□	162□	□	M8-6H.6.KЧ33-8-Ф□	24□	□
□	□	164□	□	M12-6H.6.KЧ33-8-Ф□	20□	□
□	□	165□	□	M16-6H.6.KЧ33-8-Ф□	20□	□
□	□	166□	□	M20-6H.6.KЧ33-8-Ф□	26□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	Шайби ГОСТ(ДСТУ)- 6402-70□	□	□
□	□	168□	□	6-65Г-019□	2□	□
□	□	169□	□	8-65Г-019□	24□	□
□	□	170□	□	10-65Г-019□	6□	□
□	□	171□	□	12-65Г-019□	16□	□
□	□	172□	□	16-65Г-019□	20□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	ССГ-00.000□		
□	□	□	□			
□	□	□	□			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Аркуш	
					3□	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Випускна кваліфікаційна робота

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему :

**«Обґрунтування вирощування кукурудзи з удосконаленням
механічного висівного апарата сівалки»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу, групи AI-20M(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

Спеціальності 208 «Агроінженерія» - Гуляницький Антон Геннадійович

Керівник кваліфікаційної роботи – Петро ЛУЗАН

Кропивницький - 2021

Технологічна карта вирощування кукурудзи

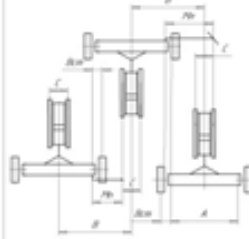
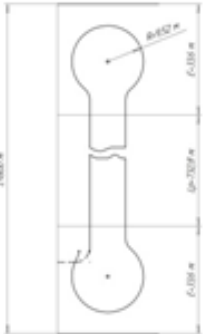
Район
Господарство
Попередник:

Культура кукурудза на зерно
Площа сівби – 100 га
Планова врожайність – 48 ц/га
Валовий збір основної продукції – 4800 ц

№ операції	Назва операції	Види ґрунту	Обсяг роботи	Час виконання		Агрегат		Кількість задіяних		Необхідно на всю площу		Витрати пального		Витрати ґрунту на виконання всіх операцій, т/га
				кавалерії	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	апаратури	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Підготовка ґрунту (вирощування)	по	100	28.07-31.07	3	Т-150	ЛП-15	1	-	58	1	1	20	1800
2	Підготовка мінеральних добрив	по	100	22.08-25.08	3	Т-150	ЛП-15	2	-	33	2	2	27	2430
3	Надбання мінеральних добрив	по	28	15.09-16.10	21	-	МУ	1	1	4,5	-	1	-	0,5
4	Транспортування мінеральних добрив	по	28	20.09-16.10	16	КМЗ-6.1	ПН-05	1	-	4,2	1	1	3,0	28,8
5	Внесення мінеральних добрив	по	28	20.09-16.10	16	КМЗ-6.1	ПН-05	1	-	4,2	1	1	3,0	28,8
6	Внесення мінеральних добрив	по	100	20.09-16.10	16	КМЗ-6.1	ПН-05	1	-	4,2	1	1	3,0	28,8
7	Розроблення ґрунту (вирощування)	по	200	8.04-10.04	2	Т-150	ЛП-15	2	-	57	2	2	12,5	2250
8	Культивація 6-8 см	по	100	20.04-25.04	5	Т-150	ЛП-15	1	-	55	1	1	18,3	585,6
9	Підвішення агровісних дощуків до 10 см	по	28	25.04-30.04	5	апаратури	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Підготовка мінеральних добрив	по	5	25.04-30.04	5	апаратури	-	-	-	-	-	-	-	2
11	Надбання мінеральних добрив	по	5	25.04-30.04	5	МТЗ-80	ПН-05	1	-	4,2	1	1	3,0	4,8
12	Надбання насіння	по	2,2	25.04-30.04	5	апаратури	-	-	-	-	-	-	-	0,88
13	Транспортування насіння	по	7,2	25.04-30.04	5	МТЗ-80	ПН-05	1	-	9,6	1	1	12,8	132,4
14	Сівба з добривами і висівом агровісних дощуків	по	100	25.04-30.04	5	Т-150	ЛП-15	1	1	24,4	1	1	17,4	556,8
15	Каткування сівби	по	100	25.04-30.04	5	Т-150	ЛП-15	1	-	62	1	1	12,0	384,0
16	Дисківне борошення	по	100	5.05-6.05	1	Т-150	ЛП-15	1	-	58	1	1	13,6	435,2
17	Борошення сівби	по	100	12.05-13.05	1	Т-150	ЛП-15	2	-	40	2	2	16,2	454,4
18	1-й механічний обробіток	по	100	23.05-27.05	4	МТЗ-80	КРН-5.4	2	-	16,7	2	2	12,9	432,8
19	Підвішення дощуків для приготування ріллі до 10 см	по	28	16.06-21.06	5	МТЗ-80	БР-3	2	-	9,7	2	2	11,4	145,9
20	Приготування ріллі	по	28	16.06-21.06	5	апаратури	-	-	-	-	-	-	-	2
21	Обробіток ґрунту	по	100	16.06-21.06	5	МТЗ-80	БР-3	1	-	23	1	1	14,2	454,4
22	2-й механічний обробіток	по	100	7.07-12.07	5	МТЗ-80	КРН-5.4	2	-	16	2	2	12,9	432,8
23	Збирання кукурудзи	по	100	20.09-10.10	20	КМЗ-6.1	-	2	2	4,5	-	2	15,5	496,0
24	Транспортування насіння до 10 см	по	480	20.09-10.10	20	КМЗ-6.1	ПН-05	3	-	13	3	3	14,0	568,0
25	Транспортування сівби до 10 см	по	250	20.09-10.10	20	КМЗ-6.1	ПН-05	5	-	9,6	5	5	21,0	1528,0
26	Підвішення насіння до 10 см	по	400	25.09-15.10	20	апаратури	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього														2074,9

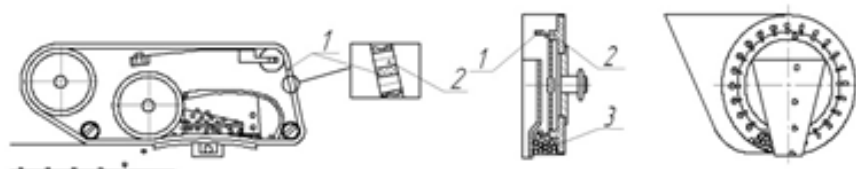
МР 00.001 ТН

Операційна карта сівби кукурудзи

Найменування показників	Параметри вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 800 м, ширина поля – 1200 м, величина підйому – 4°, ґрунти – важкі, поле зручне для обробітку.	
Агротехнічні вимоги	Норма висіву – 7 шт./м Відхилення від розрахункового інтервалу не більше 10% Глибина заготівлі 4-5 см Пошкодження насіння не більше – 1,5% Спосіб сівби – пунктирний Ширина міжрядь – 0,7 м	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор – Т-70С, сівалка – ССТ-12, обприскувач – ПОМ-6.30. Ширина захвату – 5,6 м. Мінімальний радіус повороту – 9,52 м. Кінематична довжина агрегату – 2,04 м. Підготовка агрегату до роботи: 1. Провести шазинний ТО трактора і сівалки. 2. Встановити довжину розкрас механізму напінки – 515 см, верхньої тяги – 60,63 см. 3. Встановити сівалку на задану норму висіву. 4. Встановити виліт маркерів – Мн-245 м, Мн-185 м.	
Підготовка поля. Спосіб руху. Швидкість руху	Перед початком сівби поле оглянути, виблені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 33,6 м. Оптимальна ширина заїмки – 610 м. Спосіб руху – чадняковий. Робоча передача – IV. Робоча швидкість – Vp=7,8 км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 0,19 год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,664 га/ц. 3. Зміна продуктивності агрегату – 24,4 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 36,7. 5. Витрати палива на 1 га – 17,4 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 429,5 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Відхилення від глибини заготівлі насіння протягом зміни 2-3 рази в трьох місцях по діагоналі поля на 8-ми рядках кукурудзи. 2. Відхилення від заданої норми висіву протягом зміни 2-3 рази в трьох місцях по діагоналі поля на відрізках довжиною 1 м.	

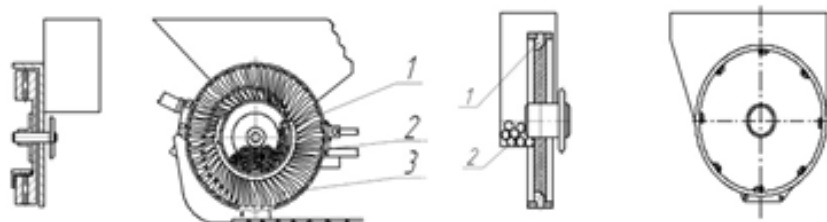
МР 00.002 ТН

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ



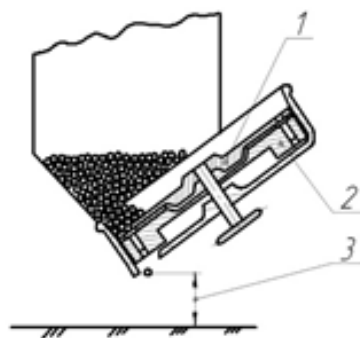
Стрічковий висівний апарат сіялки Stanbay Webb:
1 – стрічка; 2 – висівний круглий отвір

Висівний апарат сіялки Nibex: 1 – висівні ложечки; 2 – диск; 3 – накопичувальна камера

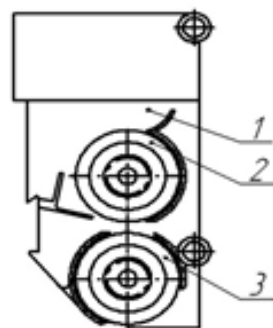


Висівний апарат сіялки Unicom: 1 – дозувальний диск; 2 – накопичувальна камера; 3 – транспортувальний диск

Висівний апарат сіялки Monosem: 1 – комірка; 2 – накопичувальна камера



Висівний апарат сіялки Schmotzer: 1 – похилний диск-дозатор; 2 – транспортувальний диск; 3 – висота падіння насіння



Висівний апарат сіялки фірми David Thomas:
1 – корпус; 2 – збірний диск; 3 – транспортувальний диск

МР 00.002.01 НН	
Вид конструкції	Дисковий апарат
Вид насіння	Кукурудза
Вид ґрунту	Піддубний
Вид ґрунту	Піддубний

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИШТОВХУВАЧА

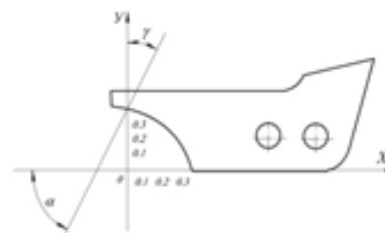


Схема до визначення параметрів виштовхувача насіння

Виштовхувач насіння кукурудзи має кромку робочу поверхню, у вигляді параболічної кривої, яка є траєкторією вільного падіння насінини. Рівняння цієї кривої має вигляд:

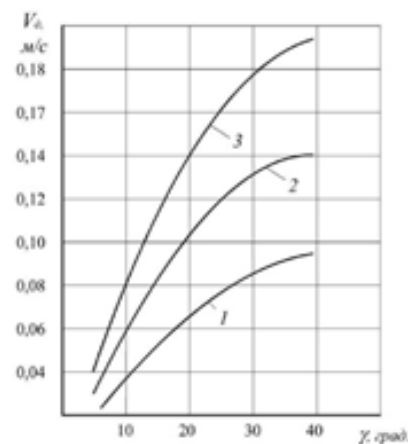
$$y = \frac{gx^2}{2R^2w^2 \cos^2 \gamma} + tg\gamma x \quad (6)$$

де R – радіус диска, м;

γ – кут між вертикальною лінією та лінією, яка з'єднує центр висівного диска з точкою викидання з чарунки;

w – кутова швидкість диска, ($w = 2,5 \text{ с}^{-1}$);

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .



Залежність вектора швидкості насіння після удару від характеру укладки його в комірку при різних кутових швидкостях диска

- 1 - $V_d = 0,10 \text{ м/с}$;
- 2 - $V_d = 0,20 \text{ м/с}$;
- 3 - $V_d = 0,30 \text{ м/с}$.

МР 00.002.01 НН	
Вид конструкції	Дисковий апарат
Вид насіння	Кукурудза
Вид ґрунту	Піддубний
Вид ґрунту	Піддубний



Find N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$
Find N^{opt} and N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$

Find N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$
Find N^{opt} and N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$

Find N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$
Find N^{opt} and N^{opt}	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$	$(N^{\text{opt}}) \leq \text{time}$

