

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

ШНИТ МИКОЛА ПАВЛОВИЧ

УДК 632.633.03

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ГРЕЧКИ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ДИСКАТОРА**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **М. П. Шнит**

Керівник роботи

Заєць М. Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Шнит Микола Павлович. Удосконалення операційної технології вирощування гречки з модернізацією дискатора. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Розглянуто питання удосконалення операційної технології при вирощуванні круп'яної культури – гречки, з модернізацією дискатора, як основного обробітку, без застосування полицевих машин.

В першому розділі вивчено питання та описано агробіологічні аспекти культури, що є базовим для визначення технологічних операцій при виробництві даної культури. Розроблено систему введення, сівби, підживлення та догляду, збирання, як комплексний підхід до операційної технології.

Визначено напрям модернізації обраної машини. Виконано опис розробки та існуючих конструкцій даного типу агрегатів, встановлено їхні конструкційні параметри, шляхом інженерних розрахунків. Отримано підтвердження працездатності машини теоретичним проектуванням та виготовленням конструкторської документації, у вигляді креслюнків загальних вузлів та деталей дискового агрегату.

В процесі проектування операційної карти на дискування ґрунту встановлено: експлуатаційні показники роботи МТА його кінематичні параметри та способи руху, що відображено в операційній карті роботи агрегату.

Виконано економічне обґрунтування прийнятих рішень по роботі.

Ключові слова: *машино-тракторний агрегат, дискатор, технологія, експлуатація машини, гречка.*

ABSTRACT

Mykola Shnyt. Improvement of the operational technology of buckwheat cultivation with modernization of a disc harrow. – Qualification thesis in manuscript form.

Qualification thesis for the first (bachelor's) level of higher education in specialty 208 "Agroengineering". – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

This paper addresses the improvement of the operational technology for cultivating buckwheat, a groat crop, through the modernization of a disc harrow as the primary tillage tool, without using moldboard plows. The first chapter examines and describes the agrobiological aspects of the crop, which form the basis for defining technological operations in its cultivation.

A comprehensive system was developed for soil preparation, sowing, fertilization and crop care, and harvesting, as part of an integrated approach to operational technology.

The direction for modernizing the selected machine was defined. A description of both the new design and existing structures of this type of implement is provided. Their structural parameters were established through engineering calculations. The machine's operability was confirmed via theoretical design and the development of technical documentation, including drawings of key components and parts of the disc unit.

During the design of the operational map for soil discing, the following were determined: performance indicators of the machine-tractor aggregate (MTA), its kinematic parameters, and movement methods, which are reflected in the operational map.

An economic justification of the proposed technological solutions was also conducted.

Keywords: *machine-tractor aggregate, disc harrow, technology, machine operation, buckwheat.*

ЗМІСТ

1. АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

1.1	Агробіологічна характеристика гречки звичайної	7
1.2	Технологія вирощування та збирання гречки	10
	Висновки до розділу 1.....	11

2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1	Опис розробки та існуючих конструкцій	13
2.2	Дослідження робочого процесу котка на поверхні ґрунту	18
2.3	Визначення теоретичних параметрів котка.....	19
2.4	Розрахунок осі котка на міцність.....	22
2.5	Розрахунок підшипників.....	25
	Висновки до розділу 2.....	29

3. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ

3.1	Тяговий розрахунок МТА	30
3.2	Розрахунок продуктивності та витрат палива.....	34
3.3	Кінематичний розрахунок МТА.....	36
3.4	Техніко-економічний розрахунок.....	39
	Висновки до розділу 3.....	43

	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	44
--	-------------------------------	-----------

	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
--	--	-----------

ВСТУП

Сучасне сільське господарство вимагає постійного вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур задля підвищення ефективності виробництва, зменшення енергозатрат та покращення екологічної ситуації. Одним із важливих напрямів такого вдосконалення є оптимізація операційних технологій обробітку ґрунту та застосування енергоощадної техніки.

Гречка є цінною круп'яною культурою, що має високу харчову, дієтичну та медичну цінність. В умовах сучасної аграрної політики та зростаючого попиту на екологічно чисту продукцію, гречка набуває все більшої популярності серед виробників та споживачів. Ефективне вирощування цієї культури потребує раціонального поєднання агротехнічних прийомів і технічних засобів, що забезпечують високий рівень продуктивності з мінімальними витратами ресурсів.

Одним із ключових етапів у технології вирощування гречки є передпосівний обробіток ґрунту, який значною мірою впливає на формування структури ґрунту, збереження вологи та якості сівби. Заміна традиційного полицевого обробітку на дисковий дозволяє знизити кількість проходів техніки по полю, зменшити ущільнення ґрунту та зберегти його родючість. У цьому контексті актуальним є вдосконалення дискаторів як основного засобу для здійснення поверхневого обробітку.

Метою даної роботи є - розробка та техніко-економічне обґрунтування удосконаленої операційної технології вирощування гречки з модернізацією дискатора, що дозволить підвищити ефективність виробництва.

Задачі поставлені для досягнення мети:

- провести аналіз стану питання, встановити недоліки існуючих технологічних процесів для поверхневого обробітку ґрунту;

- виконати розробку та проектування й обґрунтувати прийняті технічні рішення удосконалень дискового агрегату;
- визначити показники ефективності роботи та параметри виконання підготовки ґрунту, та провести економічні розрахунки технологічного процесу.

Об'єкт удосконалення - процес операційної технології підготовки ґрунту при вирощуванні гречки.

Предметом обґрунтування – взаємозв'язок конструкційних та технологічних параметрів роботи агрегату.

Методи використані при виконанні роботи. Обґрунтування проводилось із використанням методів розрахунку механіко-технологічних властивостей матеріалів та математичного моделювання процесів, із застосуванням теорії машин і механізмів та методів їх розрахунку.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Шнит М. П. Конструктивне удосконалення дискового лушпильника. Зб. мат. доп. наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики. 31 жовтня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 92-95.
2. Шнит М. П. Обґрунтування параметрів робочих органів дискових ґрунтообробних машин. Зб. тез *XI Всеукраїнської науково-практичної конференції* «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 07 квітня 2025 р. Житомир: ЖАТФК, 2025. С. 64-68.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 24 найменування. Загальний обсяг роботи становить 47 сторінок комп'ютерного тексту, 10 рисунків та 1 таблиці.

1. АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

1.1 Агробіологічна характеристика гречки звичайної

Гречка звичайна належить до провідних круп'яних та медоносних культур, єдиним представником серед зернових, що не входить до родини злакових (Poaceae). Вона має високу харчову й біологічну цінність і широко застосовується у раціонах дієтичного та лікувального харчування.[7]

Хімічний склад зерна гречки характеризується вмістом білків - 10...15 %, вуглеводів - 67,8 %, жирів - 3,1 %, золи - 2,8 %, клітковини - 13,1 %. Білки зерна збагачені незамінними амінокислотами, зокрема аргініном (12,7 %), лізином (7,9 %), цистином (1,0 %), гістидином (0,59 %), що обумовлює їх високу біологічну цінність. У зольному залишку переважають сполуки фосфору (48,7 %), калію (23,1 %) і магнію (12,4 %). За вмістом заліза (1,7 %) гречка перевершує більшість інших круп'яних культур і є цінним джерелом міді. [7]

Зерно містить органічні кислоти (лимонну, яблучну, малеїнову, щавлеву), які покращують засвоєння не лише самої крупи, а й супутніх продуктів. До складу входять вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆) і вітамін Р (рутин), які відіграють важливу роль у підтриманні функціональної активності організму людини. [9]

Рутин також синтезується у листках та квітках рослини, звідки його екстрагують для використання в медицині при лікуванні серцево-судинних захворювань, зокрема атеросклерозу та артеріальної гіпертензії. Препарати на основі рутина сприяють виведенню радіонуклідів. [14]

Гречана крупа рекомендована для вживання дітьми, літніми людьми та особами, що страждають на цукровий діабет, артеріальну гіпертензію, захворювання шлунково-кишкового тракту, нервової системи тощо. [7]

Побічна продукція переробки зерна (висівки, пил, лузга), а також солома та полова у незначних кількостях використовуються в годівлі сільськогосподарських тварин. [9]

Гречка — високопродуктивна медоносна культура: з 1 га посіву можна отримати 40...60 кг, а за сприятливих умов — до 90...100 кг меду. Запилення квіток бджолами сприяє підвищенню врожайності зерна на 3...5 ц/га. [9]

Культура має значення як страхова при пересіві загиблих озимих. Її вирощують післяукісно та післяжнивно, застосовують як сидеральну культуру для збагачення ґрунту органічною масою. Гречка є добрим попередником у сівозмінах. [14]

Світові посівні площі становлять приблизно 3,9 млн га, з них 2,4 млн га - у Європі. В Україні культура займає близько 450 тис. га, переважно в Чернігівській, Сумській, Полтавській, Київській, Вінницькій, Хмельницькій, Житомирській, Харківській та Кіровоградській областях. Середня врожайність становить - 12...13 ц/га, у передових господарствах - 30...40 ц/га. [9]

Біологічні особливості

Гречка звичайна — однорічна трав'яниста рослина з родини гречкових (Polygonaceae), представлена двома підвидами: посівним та багатолистим. На території України переважають сорти посівного підвиду. [9]

Коренева система — стрижнева, слаборозвинена (10 % маси рослини), але характеризується високою фізіологічною активністю, здатна засвоювати елементи живлення з важкорозчинних сполук. Глибина проникнення коренів у ґрунт становить 90...100 см. [14]

Стебло — прямостояче, ребристе, порожнисте, розгалужене, заввишки 40–110 см, завтовшки 2...10 мм. Суцвіття — пазушні китиці. На добре розвиненій рослині утворюється від 500–800 до 1500–2000 перехреснозапильних квіток, що запилюються переважно комахами, частково вітром. [9]

Плід — тригранний горішок ромбічної, видовженої або веретеноподібної форми з плівчастістю 18–30 %. Маса 1000 насінин - 18...30 г, у тетраплоїдних сортів - понад 40 г. [9]

Гречка належить до скоростиглих культур, тривалість вегетаційного періоду – 65...90 діб. Основні фази розвитку: проростання, поява сходів, гілкування, бутонізація, цвітіння, формування плодів, досягання зерна. [7]

Культура теплолюбна: проростання насіння починається при температурі 6–8 °С, оптимальна температура для сходів - 13...15 °С. Молоді рослини пошкоджуються при 2-3 °С, гинуть при – 2..4 °С. Дорослі рослини гинуть при –2 °С, квітки- при –1 °С. Оптимальні умови для плодоутворення – 17...19 °С. Сума ефективних температур для ранньостиглих сортів - 800 °С, для середньо- та пізньостиглих - понад 1200 °С. [9]

Несприятливі погодні умови в період цвітіння - дощі, тумани, суховії - негативно впливають на запилення й утворення зерна.

Гречка вологолюбна: для формування 20 ц/га зерна та 50 ц/га соломи необхідне водоспоживання до 3500 т/га. Транспіраційний коефіцієнт – 500...600. Найбільше споживання вологи припадає на фазу цвітіння та плодоутворення (50...60 % від загальної потреби), що є критичним періодом для формування врожаю. [7]

Для формування 1 ц зерна рослина засвоює 4,3 кг азоту, 3,0 кг фосфору, 7,5 кг калію. Найвищі потреби в азоті спостерігаються у другій половині вегетаційного періоду. [9]

Оптимальними для вирощування гречки є легкі, добре аеровані, зволожені ґрунти з нейтральною реакцією (рН 6,5–7,5). Не рекомендується вирощувати культуру на важких глинистих, кислих (рН < 5), заболочених або засолених ґрунтах. [7]

Поширені сорти: Аеліта, Астра, Вікторія, Зеленоквіткова 90, Іванна, Лілея, Київська, Крупинка, Любава, Майська, Скоростигла 86, Сумчанка тощо. [7]

1.2. Технологія вирощування та збирання гречки

Високих урожаїв гречки можна досягти лише за умови дотримання всіх вимог технології вирощування. [7]

Система удобрення. Для формування 1 т зерна гречка засвоює з ґрунту: 43 кг азоту, 30 кг фосфору, 75 кг калію. Найбільш ефективні добрива - фосфорні та калійні. Їх вносять переважно восени під основний обробіток ґрунту. У районах із достатнім зволоженням також вносять азотні добрива. Надмірна кількість азоту призводить до переростання рослин, вилягання посівів, подовження періоду вегетації та зниження урожайності. Потреба в азоті значно зростає у другій половині вегетації. Тому підживлення азотними добривами слід проводити у фазі бутонізації. Органічні добрива вносять під попередню культуру або в сидеральному вигляді (зелений добривний пар). У рядки при сівбі вносять складні добрива: 10...15 кг/га діючої речовини. [14]

Сівозміна. Гречку вирощують у польових, просапних та зерно-парових сівозмінах. Найкращі попередники: зернові, зернобобові, просапні культури, озимі, які рано звільняють поле. Гіршими є багаторічні трави, які забирають із ґрунту багато вологи. Повторне вирощування гречки на одному й тому самому полі можливе не раніше ніж через 3-4 роки. [9]

Обробіток ґрунту. Основний обробіток здійснюють восени. Після збирання попередника проводять лущення стерні, а згодом - зяблеву оранку. На важких ґрунтах - на глибину 22...25 см, на легких – 18...20 см. Навесні поле боронують у два сліди впоперек оранки, проводять передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння. Якщо поле засмічене багаторічними бур'янами, навесні застосовують гербіциди суцільної дії (Раундап, Ураган Форте, Торнадо, Гліфовіт, Напалм тощо). [14]

Сівба. Гречку висівають після припинення весняних заморозків, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 10...12 °С. Оптимальні строки сівби - друга-третья декада травня. У ранні строки (у квітні) сходи часто пошкоджуються

заморозками, а у пізні строки знижується урожайність через несприятливі умови цвітіння.

Густота посіву залежить від зони зволоження: у Поліссі та Лісостепу - 3,0...4,0 млн/га схожих насінин, у Степу - 2,0...2,5 млн/га. Спосіб сівби - широкорядний (45 см) або звичайний рядковий (15 см). Норма висіву – 60...90 кг/га, залежно від фракції насіння та способу сівби. Глибина загортання насіння – 4...6 см, на важких ґрунтах – 3...4 см, на легких - до 6...7 см. При рядковому способі сівби використовують сівалки СЗ-3,6; 5,4; Астра-6,0; при широкорядному - СУ-8, VEGA-8 та інші просапні. [9]

Догляд за посівами. Після сівби поле коткують кільчасто-шпоровими котками. У фазі 2-3 справжніх листків (через 5...6 днів після появи сходів) проводять розпушування міжрядь культиваторами-рослинопіднімачами або сапа-вичними знаряддями. Наступні культивації проводять за потреби, щоб знищити бур'яни, зруйнувати кірку або зберегти вологу. Культивацію припиняють перед змиканням міжрядь. Широкорядні посіви можна обприскувати гербіцидами, наприклад, Гранстаром (15 г/га у фазі 2...4 листків у бур'янів) або іншим рекомендованим препаратом. [9]

Збирання врожаю. Гречку збирають переважно роздільним способом. Скошування у валки проводять, коли на рослинах дозріє 75 % плодів. Обмолочують валки через 3...4 дні після підсихання зерна. При прямому комбайнуванні збирання розпочинають, коли дозріє 90 % зерна. Оптимальна вологість при збиранні – 15...17 %, для зберігання - не вище 13...14 %. Тривале перезрівання на корені призводить до осипання зерна. Збирання виконують зернозбиральними комбайнами з пристроями для зменшення втрат. [7]

Висновки до розділу 1.

1. Гречка звичайна є високовартісною круп'яною та медоносною культурою, яка відзначається високим вмістом біологічно активних речовин,

амінокислот, мінералів та вітамінів, що визначає її дієтичну та лікувальну цінність.

2. Для отримання високих урожаїв необхідно дотримуватись науково обґрунтованої технології вирощування, зокрема правильного вибору попередників, системи удобрення, способів і строків сівби, якісного передпосівного обробітку ґрунту та своєчасного збирання.

3. Ефективне використання сівозміни, добрив та заходів догляду за посівами дозволяє не лише стабілізувати урожайність гречки, а й покращити структуру ґрунту, підвищити його родючість і забезпечити екологічну безпеку виробництва.

4. Висока цінність культури, її придатність до повторного вирощування в післяукісних і післяжнивних посівах, а також можливість використання побічної продукції свідчать про перспективність розширення площ під гречкою у сільськогосподарському виробництві України.

2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Опис розробки та існуючих конструкцій

Вдосконалення поверхневого обробітку ґрунту передбачає підрізання бур'янів та стерні на поверхні поля та перемішування частин ґрунту з рослинними рештками. Для поверхневого обробітку ґрунту використовуються дискові ґрунтообробні машини – луцильники, борони та плуги. Для подрібнення ґрунту сучасні дискові борони комплектуються котками.

Головною функцією котків є прикочування ґрунту. З їх допомогою забезпечується контакт насіння з водоносним шаром ґрунту. Але, в той же час, поверхня ґрунту не повинна бути дуже подрібненою. Крім того, рихла структура ґрунту важлива для забезпечення га зообміну. Призмоподібний каток компанії Guettler проводить прикочування по всій ширині захвату. Крупні грудки переміщуються вгору, а дрібні залишаються на посівному горизонті. Зуби зубчатого ущільнюючого катка повністю занурюються майже в будь-який ґрунт. Правда, розподіл грудок тут не такий хороший.

Крупні зубчаті котки справляються майже зі всіма видами ґрунтів, в цьому відношенні вони дуже надійні. Прикочування смугами (наприклад, катком з клиноподібними кільцями або трапецієвидним катком) здійснюється кільцями котка, при цьому прикочування відбувається по посівному ряду. Контакт насіння з водоносним шаром ґрунту особливо важливий в посушливий період. У проміжках між рядами ґрунт залишається рихлим. Тому навіть при роботі на вологому ґрунті вистачає рихлої землі для закриття насіння. Рихла земля краще вбирає і утримує дощову вологу [2].

Більшість кільчастих котків добре справляються зі своїм завданням за важких умов. Але на важких ґрунтах з великим змістом глини за вологих умов можливості кільчастих катків обмежені: вони утворюють затверділі борозни. При цьому ґрунт придавлюється і закриття насіння ускладнюється.

Якщо потрібно, щоб ґрунт був більш рихлим, наприклад при садінні картоплі, то має сенс використання трубчастого катка окремо або в комбінації з картоплесадильною машиною. Можна, звичайно, використовувати котки з великою кількістю планок, але вони швидше забиваються. Перевага трубчастого катка - це, перш за все, його невелика вага. У закритих котків, наприклад у зубчатого катка або катка з клиноподібними кільцями, кільця або зуби закріплені на валу з діаметром відповідного значення.

Коток Amazone з клиноподібними кільцями KW - закритий коток з гумовими клиноподібними кільцями. Завдяки повітряним камерам диски амортизують при наїзді на камені. Діаметр: 450мм/580мм Маса: 410кг/550 кг
Застосування: прикочує рядами, останні залишаються неуцільненими. Цей коток працює і на важких вологих ґрунтах. Застосування на бічному схилі і на вологих ґрунтах з дуже великим змістом глини обмежене. Хороша несуча здатність [20].

Зубчатий ущільнюючий коток PW - закритий коток з суцільними рядами зубів (рис. 2.1). Скребки посаджені низько і покриті шаром зносостійкого металу. Діаметр: 420мм/500мм/600 мм Маса: 303кг/376кг/607 кг



Рис. 2.1 Коток **зубчатий ущільнюючий PW**

Застосування: Надійний коток навіть при роботі на дуже важкому ґрунті і, на відміну від катка з клиноподібними кільцями, забезпечує суцільне накочення. Застосовується також і на схилах.

Коток-борозноутворювач Packliner фірми Kuhn - закритий коток з гумовими трапецієвидними кільцями (рис. 2.2). Проміжки між дисками - теж з гуми. Діаметр: 592 мм, Маса: 555 кг [21]



Рис. 2.2 Коток-борозноутворювач Packliner

Застосування: прикочування смугами. Цей коток працює і на важких і вологих ґрунтах. Застосування на бічному схилі і на вологих ґрунтах з дуже великим змістом глини - обмежене. Хороша несуча здатність для роботи з важкими комплексами.

Трапецієвидні котки Lemken – призначені для прикочування по смугах трапецієвидними кільцями з бічними куркульками для поліпшення приводної тяги, пропонується для відстані між рядами 125 мм і 150 мм. [23]



Рис. 2.3 Коток фірми Lemken

Трапецієвидний кільчастий коток TRW - відкритий коток з чавунними трапецієвидними кільцями, діаметр 500 мм, маса 499 кг; для легкого і середнього ґрунту.

Трапецієвидний коток TPW - закритий коток з чавунними кільцями на центральному валу, діаметр 500 мм, маса 611 кг, для будь-яких видів ґрунтів, хороша несуча здатність і на легкому ґрунті. [23]

Зубчатий коток Poettinger (рис. 2.4). Діаметр: 420 мм/500 мм/550 мм. Маса: 340 кг/440 кг/525 кг Застосування: прикочування за всією площею і універсальне застосування. Легкі ґрунти, важкі машини (причіпні машини): **Подрібнюючий коток** - закритий коток з привареними гребенями, що відхиляються поперемінно управо і вліво. Діаметр: 525 мм Маса: 580 кг.

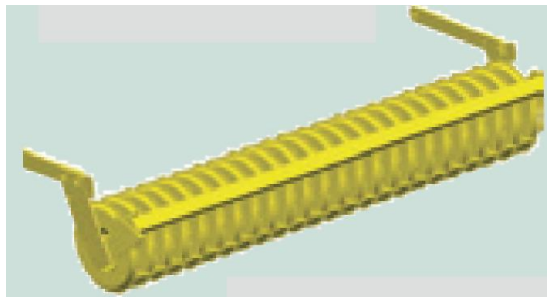


Рис. 2.4 Коток Poettinger

Застосування: прикочування рядами застосовується на сухих ґрунтах і ґрунтах середньої вологості, порівняно нечутливі на неоднорідних ґрунтах [23].

Різально - ущільнюючий коток - напіввідкритий коток з порожнистими кільцями із сталевими товстими стінками. Кільця оснащені хвилястим гребенем посередині, що покращує тягу. Скребки працюють ззаду між дисками. Діаметр: 550 мм, Маса: 550 кг Застосування: прикочування рядами, хвилястому зовнішньому диску запобігає зашлямовування ряду. Застосовується і при великому вмісті рослинних залишків в ґрунті, на вологому і кам'янистому ґрунті.

Зубчатий коток Vogel & Noot - коток з великою висотою зубів: хороша тяга, хороший бічний хід котка. Діаметр: 500 мм. Маса: 410 кг (рис. 2.5).[24]



Рис. 2.5 Зубчатий коток Vogel & Noot

Застосування: прикочування за всією площею і універсальне застосування, хороша несуча здатність. Гумові котки з клиноподібними кільцями мають закритий коток, гумові кільця. Діаметр: 585 мм Маса: 550 кг

Застосування: цей коток прикочує по смугах, працює і на неоднорідному важкому і вологому ґрунті. Застосування на бічному схилі і на вологому ґрунті з дуже великим змістом глини - обмежене. Хороша несуча здатність здатність [24].

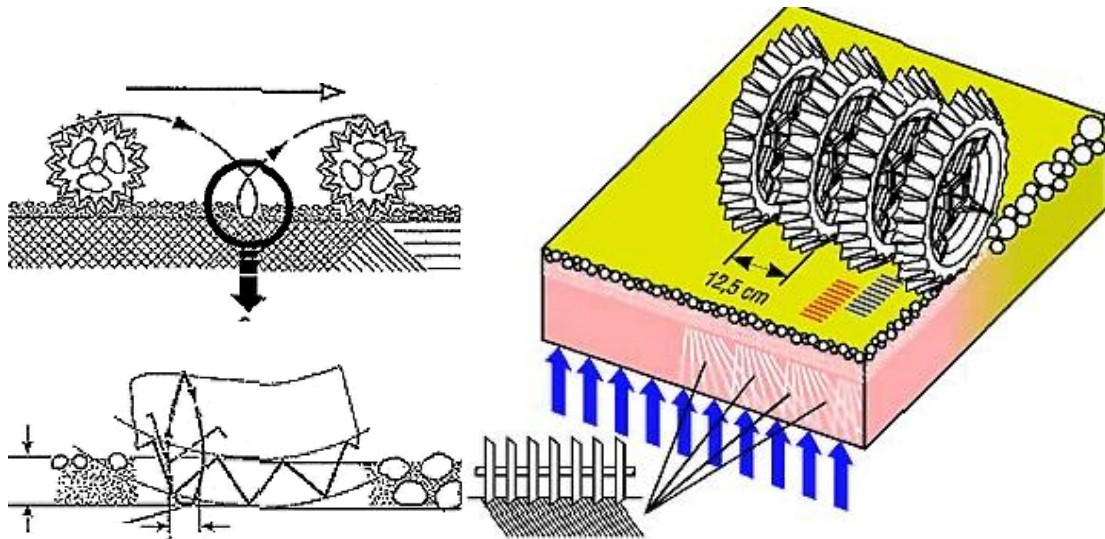


Рис. 2.6 Схема роботи запропонованого котка.

Розглянувши сучасні конструкції для дискової борони ми пропонуємо використати важкий конічний коток, який би добре перемішував рослинні рештки, має високу несучу здатність, залишає на поверхні поля борозни, що сприятиме накопиченню вологи в ґрунті та снігозатриманню (рис. 2.6).

2.2 Дослідження робочого процесу котка на поверхні ґрунту

Робочим елементом котків є їхня циліндрична поверхня, яка безпосередньо взаємодіє з ґрунтом. Під час руху котка по полю частинки ґрунту зміщуються як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках, проходячи певну траєкторію. Форма цієї траєкторії визначається, головним чином, конструктивними параметрами котка, ступенем радіального навантаження, фізичними властивостями ґрунту та глибиною залягання частинки. Згідно з експериментальними дослідженнями М.Х. Пігулевського, частинки ґрунту a_0 , b_0 і c_0 (рис. 2.7, а) під впливом котка переміщуються вперед, при цьому спочатку піднімаючись, а потім опускаючись до певного рівня. Наприклад, верхня частинка a_0 проходить шлях a_0 – a_1 – a_2 – a_3 і зрештою потрапляє на поверхню утвореної колії. Частинка b_0 , яка залягає глибше, рухається за траєкторією b_0 – b_1 – b_2 – b_3 , яка є коротшою, проте подібною за характером. Найглибша частинка c_0 зміщується аналогічно, але з меншою амплітудою. Загалом, чим глибше розташована частинка, тим менш інтенсивно вона переміщується, і на глибині d зміщення практично не відбувається. Поздовжнє зміщення частинок спричиняє виникнення внутрішнього тертя між ними, що, у свою чергу, призводить до руйнування структури ґрунту [16].

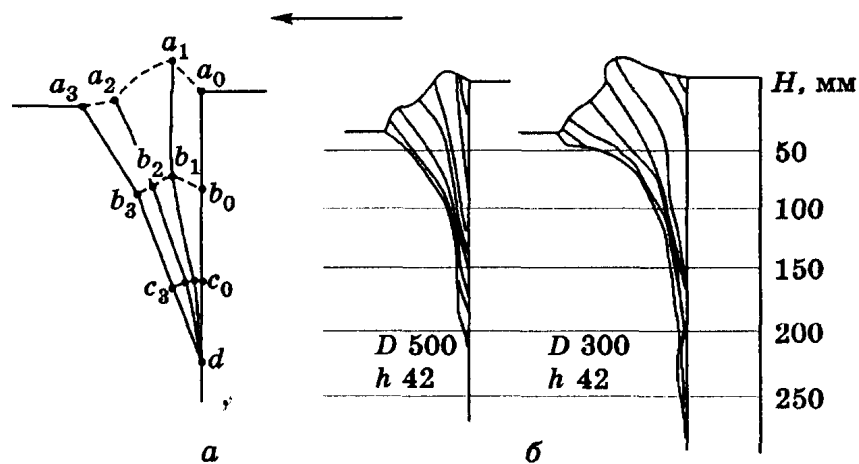


Рис. 2.7 Траєкторія переміщення частинок ґрунту котком:

a – при різній глибині; b - залежності від діаметра котка B та ширини колії H .

Процес коткування супроводжується вертикальним переміщенням частинок ґрунту. Результати досліджень свідчать, що величина поздовжньої деформації ґрунту значною мірою визначається діаметром котка. Як видно з рис. 2.6, б, при однаковій глибині утворення колії зменшення діаметра котка призводить до зростання поздовжньої деформації ґрунту. Використання котків малого діаметра може мати негативні наслідки.

2.3 Визначення теоретичних параметрів котка

До основних конструктивних параметрів котків відносять його діаметр та довжину. При визначенні діаметра необхідно враховувати, також, ступінь поздовжньої деформаційної зміни ґрунту.

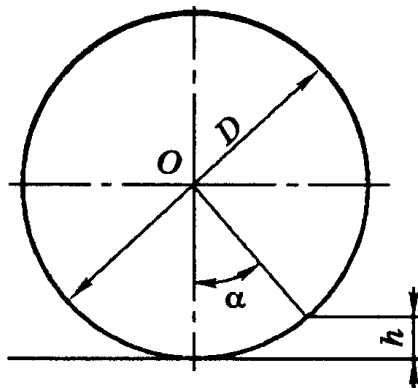


Рис. 2.8. Розрахункова схема встановлення діаметра котка

Раховуючи дану умову, що кут обхвату α (рис. 2.8) циліндра ґрунтом не буде більший за 20° . Та нехтуючи розмірами ґрунтового накату перед котком [16].

Із рис. 2.8 визначимо, що:

$$\cos \alpha = \frac{D - 2h}{D} = 1 - \frac{2h}{D}; \quad (2.1)$$

де D – середній діаметр циліндра котка; h - величина глибини колії, що утворює коток.

По формулі (2.1) розрахуємо діаметр котка:

$$D \geq \frac{2}{1 - \cos \alpha}; \quad (2.2)$$

Приймемо, що середня глибина колії, що утворює коток рівна 50 мм і кут обхвату 15° встановимо значення допустимого мінімального діаметру.

$$D \geq \frac{2 \cdot 50}{1 - \cos 15} = 293.4 \text{ мм.}$$

Приймемо стандартне значення $D=400$ мм.

Ширину котка приймаємо рівною ширині захвату борони – 3,5 м.

Динамічна зміна фізико-механічних показників ґрунту під час виконання обробітку, зокрема, коткування суттєво впливають на точність розрахунку прикладеного зусилля на перекочування котка. Вперше формулу для визначення зусилля на перекочування коткі та коліс вивів Грандвуальє.

Відповідно скориставшись даною моделлю, сила P на перекочування котка буде становити [16]:

$$P = 0,86 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 \cdot B \cdot D^2}}; \quad (2.3)$$

де, k - коефіцієнт, який враховує деформацію опору ґрунту, що створюють виступи планок чи кілець котків.

Для кільчатих суцільних котків знаходиться в межах $k = 1,1 \dots 1,2$, при комбінуванні кілець - $k = 1,1 \dots 1,3$, для котків, де кільця встановлені з інтервалом між сумініми, становить $k = 1,0$.

B – конструкція ширина котка, м;

q_0 - коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту.

$$P = 0,86 \cdot 1,25 \cdot \sqrt[3]{\frac{4000^4}{0,4 \cdot 35 \cdot 0,4^2}} = 1094,05 H$$

Масу котка призначаємо орієнтовно 400 кг згідно конструкцій аналогічних машин.

Визначимо рушійну силу з виразу: [15]

$$T = \frac{Bq_0h^2}{2}; \quad (2.4)$$

$$T = \frac{3,5 \cdot 0,4 \cdot 0,05^2}{2} = 0,00175 кНм.$$

Дійсний опір перекочуванню для не гладеньких котків визначається в залежності від поверхні поля за формулою: [15]

$$T_{\text{д}} = T \cdot k_{\text{с}}; \quad (2.5)$$

де, $k_{\text{с}}$ - коефіцієнт поверхні поля.

$$T_{\text{д}} = 109405 \cdot 0,58 = 6345,49 \text{ Н.}$$

Отже, для переміщення котка по поверхні поля необхідне зусилля 6345,5 Н.

2.4 Розрахунок осі котка на міцність

Вісь котка призначена для підтримки опор. Побудуємо епюри до розрахунків осі.

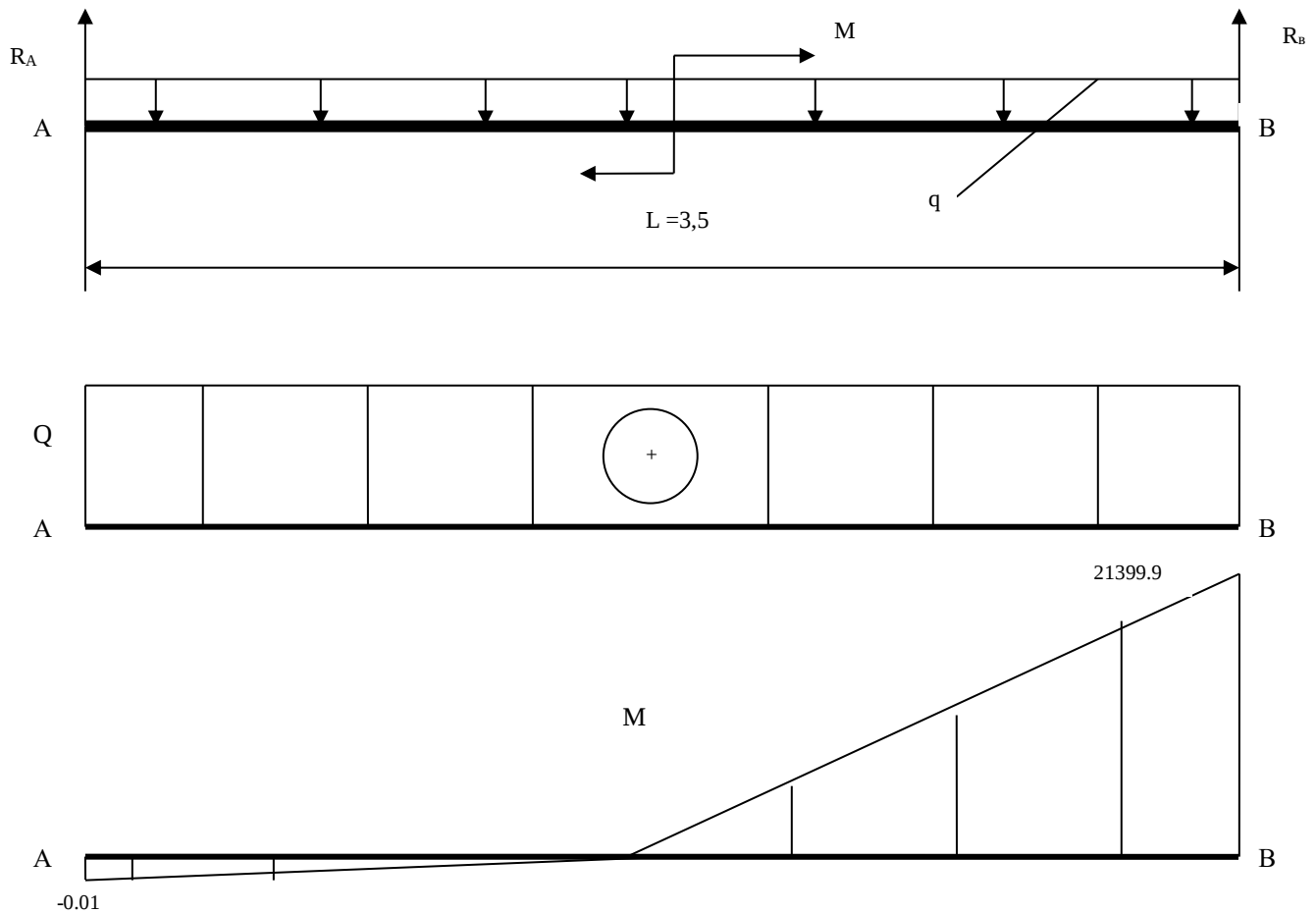


Рис. 2.9 Схема епюр та навантажень на вісь

Визначимо реакції в опорах осі через рівняння моментів (А і В).

$$\sum M_A = R_B \cdot l - q \cdot \frac{l}{2} - M = 0; \quad (2.6)$$

$$\sum M_B = -R_A \cdot l + q \cdot \frac{l}{2} + M = 0; \quad (2.7)$$

З даних рівнянь знайдемо реакції в опорах:

$$R_B = \frac{q \cdot \frac{l}{2} + M}{l}; \quad (2.8)$$

$$R_A = \frac{q \cdot \frac{l}{2} + M}{l}; \quad (2.9)$$

Тобто, реакції між собою рівні.

Визначимо крутний момент на осі [5].

$$T = \frac{9,55 \cdot N}{n}; \quad (2.10)$$

де, N - потужність, кВт;

n - частота обертання осі, об/хв.

Частоту обертання знайдемо через кутову швидкість, яка визначається за формулою: [5]

$$\omega = \frac{V}{r}; \quad (2.11)$$

де, V - швидкість руху, м/с;

r - радіус обертання, м.

Прийmemo робочу швидкість 10 км/год. [6]

$$\omega = \frac{2.78}{0.20} = 13.9 \text{ c}^{-1}.$$

Тоді частота обертання складатиме: [5]

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}; \quad (2.12)$$

$$n = \frac{30 \cdot 13.9}{3.14} = 132.7 \text{ x}e^{-1}.$$

Прийнявши потужність трактора 100 кВт, визначимо момент.

$$T = \frac{9.55 \cdot 100}{132.7} = 7.2 \text{ кНм}.$$

Тепер визначимо реакції.

$$R_B = \frac{2000 \cdot \frac{3.5}{2} + 7.2 \cdot 10^3}{3.5} = 3057.14 \text{ Н} = R_A.$$

Визначимо момент інерції перерізу за найбільших навантажень (епюра крутних моментів) [5].

$$W_z = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}; \quad (3.13)$$

де, $M_{\max}$ - максимальний крутний момент, Нм;

$[\sigma]$ - допустиме напруження, МПа. [5]

$$W_z = \frac{21399,9}{[250 \cdot 10^6]} = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Визначимо діаметр осі з умови міцності круглого перерізу. [5]

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_z}{\pi}}; \quad (2.14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6}}{3.14}} = 0.044 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметр осі $d = 65$ мм.

2.5 Розрахунок підшипників

Для сприйняття навантажень борони на коток необхідно використовувати радіально-упорні підшипники для сприйняття радіальних та осьових навантажень. Враховуючи діаметр вала попередньо приймаємо підшипник 36213.

Запишемо характеристику підшипника: вантажопідйомність $C_r = 63$ кН;

$C_{or} = 55.9$ кН; $d = 70$ мм; $D = 125$ мм; $B = 24$ мм; $r = 2.5$ мм; $r_1 = 1.2$ мм.

[1]

При монтуванні радіально-упорних підшипників точки прикладання радіальних реакцій зміщуються. Зміщення визначається за формулою: [1]

$$a = 0.5 \cdot [B + \operatorname{tg}(\alpha) \cdot (d + D) / 2]; \quad (2.15)$$

Значення з рис. 2.9.

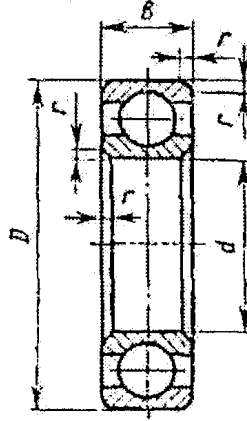


Рис. 2.10 Схема до розрахунку підшипника

$$a = 0.5 \cdot [24 + \operatorname{tg}(12^\circ) \cdot (70 + 125) / 2] = 22.36 \text{ мм};$$

Визначимо коефіцієнт впливу осьового навантаження.

Оскільки кут контакту α складає 12° , то визначаємо відношення: [1]

$$i \cdot F_a / C_{or}; \quad (2.16)$$

де, i – число рядів тіл кочення підшипника.

$$i \cdot F_a / C_{or} = 2 \cdot 39999.9 / 55.9 \cdot 1000 = 0.7156.$$

Для отриманого значення по таблиці отримаємо $e = 0.54$ [5].

Визначимо осьові складові радіальних навантажень.

$$R_{s1} = e \cdot R_a; \quad (2.17)$$

$$R_{s2} = e \cdot R_B; \quad (2.18)$$

$$R_{s1} = 0.54 \cdot 3057.14 = 1651 \text{ H};$$

$$R_{s2} = 0.54 \cdot 3057.14 = 1651 \text{ H};$$

Визначаємо осьові навантаження на підшипники.

$$\text{Так як } R_{s1} = R_{s2}, \text{ то } R_{a1} = R_{s1} = 1651 \text{ H};$$

$$R_{a2} = R_{s1} + F_a; \quad (2.19)$$

$$R_{a2} = 1651 + 39999.9 = 41651 \text{ H};$$

Визначаємо відношення $R_{a1} / (V \cdot R_a)$; $R_{a2} / (V \cdot R_B)$. [1]

$$R_{a1} / (V \cdot R_a) = 1651 / (1 \cdot 3057.14) = 0.54;$$

$$R_{a2} / (V \cdot R_B) = 41651 / (1 \cdot 3057.14) = 13.62;$$

Уточнюємо коефіцієнт впливу осьового навантаження. Так як $R_{a2} > R_{a1}$, [1] то

$$R_{a2} / C_{or} = 1 \cdot 41651 / 55.9 = 745.1;$$

Для цього значення знаходимо $e = .54$; $Y = 1$; [1]

Визначаємо еквівалентні навантаження. [1]

Так як відношення $R_{a1} / (V \cdot R_a) = e$, то:

$$Re1 = V \cdot Ra \cdot K_b \cdot K_T; \quad (2.20)$$

Так як овідношення $Ra2 / (V \cdot R_B) > e$, то:

$$Re2 = (X \cdot V \cdot R_B + Y \cdot R_B) \cdot K_b \cdot K_T; \quad (2.21)$$

де, $K_b = 1.05$ – коефіцієнт безпеки; [1]

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт; [1]

$X = 0.45$ – коефіцієнт радіального навантаження; [1]

$$Re1 = 1 \cdot 3057.14 \cdot 1.05 \cdot 1 = 3178;$$

$$Re2 = (.45 \cdot 1 \cdot 3057.14 + 1 \cdot 41651) \cdot 1.05 \cdot 1 = 45178;$$

Визначимо динамічну вантажопідйомність по максимальному еквівалентному навантаженню: [1]

$$C_{rp} = Re2 \cdot [573 \cdot w \cdot L_h / 10 \cdot 6]^{(1/3)}; \quad (2.22)$$

$$C_{rp} = 45178 \cdot [573 \cdot 13.9 \cdot 300 / 10^6]^{(1/3)} = 60.4 \text{ кН.}$$

Розрахункова динамічна вантажопідйомність C_{rp} має бути меншою чи рівною динамічній вантажопідйомності вибраного підшипника C_r .

Розрахункова динамічна вантажопідйомність $C_{rp} = 60.4$ кН, що є менше ніж динамічна вантажопідйомність підшипника $C_r = 63$ кН в 1.04 рази.

Визначаємо довговічність підшипника за формулою: [1]

$$L_{10H} = 10^6 / (573 \cdot w) \cdot (C_r / Re_2)^3; \quad (2.23)$$

$$L_{10H} = 10^6 / (573 \cdot 13.9) \cdot (63000 / 45178)^3 = 340.46 \text{ год.}$$

Розрахункова довговічність підшипника складає 340,5 годин роботи, що відповідає періодичності ТО для борони.

Висновки до розділу 2.

При середній глибині колії, що утворює коток рівній 50 мм і значення кута охоплення 15° встановлено значення діаметру котка $D=400$ мм. Довжина котка повинна бути рівною ширині захвату борони $B=3,5$ м.

Динамічна зміна фізико-механічних показників ґрунту під час виконання обробітку, зокрема, коткування суттєво впливають на точність розрахунку прикладеного зусилля на перекочування котка. Для переміщення котка по поверхні поля необхідно створити зусилля в 6345,5 Н., що забезпечить ефективне подрібнення решток та склепінь ґрунту під час його роботи в складі дискового агрегата.

Для сприйняття навантажень борони котком необхідно використовувати радіально-упорні підшипники з врахуванням діаметра вала обрано підшипник 36213. Розрахункова динамічна вантажопідйомність становить $C_{gr}=60.4$ кН, що є менше ніж динамічна вантажопідйомність підшипника $C_r=63$ кН в 1.04 рази. Розрахункова довговічність підшипника складає 340,5 годин роботи, що відповідає періодичності ТО для борони.

3. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ

3.1 Тяговий розрахунок МТА

Дискатори застосовують для розпушування ґрунту, подрібнення ґрунтових склепінь, вирівнювання поверхні площі, підрізання шкідників тощо.

Для ефективного виконання операції дискування розробимо операційно-технологічну карту для зони Лісостепу України. Операційну карту складемо для поля площею 100 га при довжині гону 1050 м.

Вибираємо склад агрегату: трактор ХТЗ-243К і комбінований ґрунтообробний дисковий агрегат АГД-3,5.

Приймаємо діапазон рекомендованих для якісних робіт показники швидкісного режиму руху для даного типу машини на даній операції. Для дискування допустима агротехнічна швидкість руху знаходиться в межах 6...12 км/год. Такому діапазону швидкості відповідають 3 і 4 робочому діапазону КПП трактора ХТЗ-243К.

Згідно тенічних характеристик трактора швидкість на 4 режимі становить $V_m = 13,36$ км/год. Розрахуємо тягове зусилля трактора на заданій передачі по формулі [8]:

$$P_{\text{зак}} = \frac{10 \cdot N_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k \cdot n_n} - G_{mp}(f + i); \quad (3.1)$$

де N_e - номінальна потужність двигуна,

$N_e = 121,3$ кВт; [8]:

i_{mp} - передавальне відношення трансмісії на обраному режимі

КПП, $i_{mp}^{IV} = 41,4$; [8]:

η_{mp} - коефіцієнт корисної дії трансмісії, механічний, становить $\eta_{mp} = 0,92$; [6]

r_{κ} - радіус ведучого рушія з врахуванням прогину шини, $r_{\kappa} = 0,60$ м; [6]

n_n - номінальна частота обертання колінвалу, $n_n = 2100$ хв.⁻¹; [6]

f - коефіцієнт опору перекочування колісних рушіїв, $= 0,086$ (для 3 агрофону);

i - величина схилу, $i = 3\%$; [6]

G_{mp} - експлуатаційна вага трактора, $G_{mp} = 76$ кН.

$$P_{zak}^{IV} = \frac{10 \cdot 121,3 \cdot 41,4 \cdot 0,92}{0,6 \cdot 2100} - 76(0,086 + 0,03) = 27,85 \text{ кН.}$$

Встановимо максимально допустиму ширину дискової машини: [8]

$$B_{\max} = \frac{P_{zak}}{K_m + g_m \left(\lambda f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}; \quad (3.2)$$

де K_m - питомий опір машини, кН/м;

g_m - питома сила ваги дискатора. КН/м

$$g_m = \frac{G_m}{B_{\kappa}}; \quad (3.3)$$

де g_m - вага дискатора, $g_m = 12,8$ кН. [6]:

B_{κ} - конструкційна ширина захвату дискатора, $B_{\kappa} = 3,5$ м.

$$g_m = \frac{12,8}{3,5} = 3,657 \text{ кН/м.}$$

λ - коефіцієнт, який враховує завантаження двигуна трактора при експлуатації з начіпними агрегатами, на опір перекочування рушіїв, $\lambda = 1,0$.

Визначимо питомий опір сільськогосподарської машини: [8]

$$K_m = K_0(1 + \Pi(V_p^{azp} - V_0)); \quad (3.4)$$

де K_0 - питомий опір машини з врахуванням швидкісного режиму руху $V = 5$ км/год, $K_0 = 5,4$ кН/м;

V_p^{azp} - дійсна робоча швидкість агрегату, км/год

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right); \quad (3.5)$$

де V_m - довідникова швидкість руху на обраному режимі передач, $V_m = 13,36$ км/год; [8]

δ - пробуксовування ведучих рушіїв, для колісних тракторів норматив становить $\delta = 10\%$ [8]

$$V_p^{IV} = 13,36(1 - 0,1) = 12,02 \text{ км/год.}$$

V_0 - швидкість при рушанні, $V_0 = 5$ км/год;

Π - зростання питомого опору машини із прискоренням на 1 км/год, $\Pi = 3\%$;

звідки,

$$K_m^{IV} = 5,4 \cdot (1 + 0,03 \cdot (12,02 - 5)) = 6,54 \text{ Н/м.}$$

Тоді, максимально допустима ширина захвату дискатора буде становити:

$$B_{\max}^{IV} = \frac{27,85}{6,54 + 3,66(1,00 \cdot 0,086 + 0,03)} = 3,6 \text{ м.}$$

Скомплектований машинно-тракторний агрегат ХТЗ-243К і дискатор АГД-3,5, буде мати наступний тяговий опір. [8]

$$R_a = B_k \cdot K_m + G_m \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right); \quad (3.6)$$

$$R_a^{IV} = 3,5 \cdot 6,54 + 12,8(1,0 \cdot 0,086 + 0,03) = 24,37 \text{ .кН}$$

Визначимо тягову потужність трактора, необхідну для агрегування: [8]

$$N_a = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}; \quad (3.7)$$

$$N_a^{IV} = \frac{24,37 \cdot 12,02}{3,6} = 81,37 \text{ , кВт.}$$

Обчислимо коефіцієнт завантаження двигуна трактора на обраному режимі роботи трансмісії: [8]

$$\eta = \frac{R_a}{P_{\text{зак}}}; \quad (3.8)$$

$$\eta^{IV} = \frac{24,37}{27,85} = 0,875.$$

Отже, можемо стверджувати що МТА скомплектовано раціонально оскільки коефіцієнт використання тягового зусилля знаходиться в рекомендованих межах (0,85...0,95).

3.2 Розрахунок продуктивності та витрат палива

Годинна продуктивність агрегату змінного часу визначимо за формулою [8]:

$$W_{год} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau; \quad (3.9)$$

де B_p - робоча ширина захвату машини, м.

$$B_p = B_k \cdot \beta; \quad (3.10)$$

де β - коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату машини, для дискових машин становить $\beta = 0,96$. [8]

$$B_p = 3,5 \cdot 0,96 = 3,36 \text{ м.}$$

τ - коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,81$. [8]

$$W_{год} = 0,1 \cdot 3,36 \cdot 12,02 \cdot 0,81 = 3,27 \text{ га/год.}$$

Розрахуємо витрату пального агрегатом на одиницю роботи за формулою [8]:

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3}{W_{зм}}; \quad (3.11)$$

де, Q_p , Q_n , Q_3 - витрата палива, кг/год, відповідно при робочих ходах, переїздах та розворотах, і на технологічних простоях.

Для трактора ХТЗ-243К; $Q_p = 28$ кг/год; $Q_n = 11$ кг/год; $Q_3 = 2,4$ кг/год.

T_p , T_n , T_3 - затрати часу на робочий хід, переїзди та розвороти, і на технологічні простой, год.

Тривалість роботи трактора під завантаженням визначимо [8]:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau ; \quad (3.12)$$

де, $T_{зм}$ - тривалість зміни, приймемо $T_{зм} = 7$ год.

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год.}$$

Загальна сумарна тривалість переїздів, розворотів і простоїв агрегату визначимо:

$$T_c = T_n + T_3 = T_{зм} - T_p ; \quad (3.13)$$

$$T_c = 7 - 5,67 = 1,33 \text{ год.}$$

МТА, що не мають технологічних ємкостей приймаємо [8]:

$$T_3 = 0,4 T_c ; \quad (3.14)$$

$$T_3 = 0,4 \cdot 1,33 = 0,53 \text{ год.}$$

звідки,

$$Q_{за} = \frac{28 \cdot 5,67 + 11 \cdot 0,8 + 2,4 \cdot 0,53}{18,54} = 9,11 \text{ кг/га.}$$

Продуктивність агрегату за зміну становить [8]:

$$W_{зм} = W_{zod} \cdot T_3 ; \quad (3.15)$$

$$W_{зм} = 3,27 \cdot 5,67 = 18,54 \text{ га/зм}$$

Витрату пального за годину робочого часу визначимо за співвідношенням: [8]

$$Q_{zod} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3}{T_p + T_n + T_3} ; \quad (3.16)$$

$$Q_{zod} = \frac{28 \cdot 5,67 + 11 \cdot 0,8 + 2,4 \cdot 0,53}{5,67 + 0,8 + 0,53} = 24,12 \text{ кг/год.}$$

Затрати праці на одиницю роботи МТА визначимо за формулою: [8]

$$H = \frac{n_m + n_o}{W_{zod}} ; \quad (3.17)$$

де n_m , n_o - кількість працівників, що задіяні на виконанні процесу роботи агрегату, $n_m = 1$.

$$H = \frac{1}{3,27} = 0,31 \text{ люд-год/га.}$$

Встановлено, годинну продуктивність МТА, що становить 3,27 га/год, питомі витрати палива 9,11 кг/га, затрати праці 0,31 люд-год/га.

3.3 Кінематичний розрахунок МТА

Встановимо значення кінематичних параметрів МТА для трактора ХЗТ-243К і дискатора АГД-3,5М.

Спосіб руху агрегату приймемо човниковим з петльовими грушеподібними розворотами. При якому, поділ площі поля на загінки проводити не потрібно.

Визначимо поворотну смугу, достатньої ширини [8]:

$$E = 3\rho + e; \quad (3.18)$$

де, ρ - радіус розвороту трактора, $\rho = 4,42$;

e - кінематична довжина виїзду МТА, м.

Величину виїзду агрегату, визначимо в залежності від кінематичної довжини агрегату за формулою: [8]

$$e = (0,1 \dots 0,2) l_k; \quad (3.19)$$

де l_k - кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_{mp} + l_m; \quad (3.20)$$

де l_{mp} і l_m - кінематичний параметр довжини трактора і дискатора, що становить, згідно характеристик $l_{mp} = 2,9$ м;

$$l_m = 1,31 \text{ м.}$$

$$l_k = 2,9 + 1,31 = 4,21 \text{ м.}$$

$$l = 0,1 \cdot 4,21 = 0,421 \text{ м.}$$

тоді

$$E = 3 \cdot 4,42 + 0,421 = 13,68 \text{ м.}$$

Приймаємо $E = 14$ м, що відповідає 4 проходів МТА.

Визначимо значення коефіцієнта робочих ходів за формулою: [8]

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}; \quad (3.21)$$

де S_p - сума довжин робочих проходів, м.

$$S_p = \frac{L_\partial \cdot C}{B_p}; \quad (3.22)$$

де, C - ширина ділянки, $C = 950$ м

L_∂ - довжина ділянки, $L_\partial = 1050$

$$S_p = \frac{1050 \cdot 950}{3,36} = 296875 \text{ м.}$$

S_x - сума довжин холостих проходів, м.

$$S_x = \frac{L_x(C + 2E)}{B_p}; \quad (3.23)$$

де L_x - відстань холостого проходу за один хід агрегату, м.

$$L_x = 6R + 2l; \quad (3.24)$$

$$L_x = 6 \cdot 5,79 + 2 \cdot 0,421 = 35,58 \text{ м.}$$

Тоді,

$$S_x = \frac{35,58 \cdot (950 + 2 \cdot 13,68)}{3,36} = 10350 \text{ м.}$$

Отже,

$$\varphi = \frac{296875}{296875 + 10350} = 0,97.$$

Прийнятий спосіб руху МТА забезпечує 97% робочого часу всього руху на фактичне виконання обробітку, тобто, корисної роботи.

3.4 Техніко-економічний розрахунок

Дані для економічного розрахунку базуються на порівнянні існуючої та модернізованої технологій обробітку ґрунту.

Основні техніко-економічні показники серійної машини та удосконаленої наведені в табл.3.1.

Таблиця 3.1

Показники для техніко - економічного розрахунку

№п/п	Показники	МТА	
		серійний	модернізований
1	2	3	4
1	Склад агрегату		
	трактор	ХТЗ-243К	ХТЗ-243К
	с.г. машина	АГД-3,5	АГД-3,5М
2	Продуктивність, W, га/год	2,72	3,27
3	Маса машини, G, кг	1660	1820
4	Балансова вартість, Ц, грн.		
	трактора	2460000	2460000
	машини	296000	324530
5	Річне завантаження, t _н , год		
	трактора	1600	1600
	машини	165	165
6	Амортизаційні відрахування, Q, %		
	трактора	15	15
	машини	17,5	17,5
7	Відрахування на ремонт і ТО і Р, %		
	трактора	15	15
	машини	15	15
8.	Тарифна ставка обслуговуючого персоналу, З, грн./год	4,5	4,5
9	Кількість обслуговуючого персоналу, п, чол	1	1
10	Потужність двигуна трактора, N, к.с.	175	175

Продовження табл. 3.1

11	Питома витрата пального, g, кг/кВт год	0,180	0,180
12	Ціна пального, d, грн/кг	6,11	6,11
13	Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, Є	0,15	0,15

Вартість удосконаленої машини, що проектується знаходимо методом
відношення мас:

$$C_p = \left(\frac{C_p}{C_c} \right) \cdot C_c \quad (3.25)$$

де C_p – маса удосконаленої машини, кг;

C_c – маса серійної машини, кг;

C_c – ціна серійної машини, грн.

$$C_p = (1820 / 1660) \cdot 296000 = 324530 \text{ грн}$$

Розрахунок показників затрат по порівняльним машинам:

Затрати на заробітну плату:

$$Z = \frac{1}{W_{\text{год}}} \cdot Z \quad (3.26)$$

$$Z_p = (1 \cdot 345) / 3,27 = 138 \text{ грн/га}$$

$$Z_c = (1 \cdot 345) / 2,72 = 166 \text{ грн/га}$$

Відрахування на амортизацію :

$$A = \frac{1,1 \cdot C \cdot Q}{t_H \cdot W_e} \quad (3.27)$$

По удосконаленій машині:

$$A_{p.m.} = (1,1 \cdot 324530 \cdot 0,175) / 165 \cdot 3,27 = 115,7 \text{ грн/га}$$

$$A_{p.t.} = (1,1 \cdot 2460000 \cdot 0,15)/1600 \cdot 3,27 = 77,5 \text{ грн/га}$$

$$A_p = 115,7 + 77,5 = 192,12 \text{ грн/га}$$

По серійній машині аналогічно:

$$A_{c.a.} = (1,1 \cdot 296000 \cdot 0,175)/135 \cdot 2,72 = 155,2 \text{ грн/га}$$

$$A_{c.t.} = (1,1 \cdot 2460000 \cdot 0,15)/1600 \cdot 2,72 = 93,3 \text{ грн/га}$$

$$A_c = 93,3 + 155,2 = 248,5 \text{ грн/га}$$

Відрахування на ремонт:

$$R = \frac{I \cdot 1,1 \cdot r}{t_H \cdot W_e} \quad (3.28)$$

Де, r – відрахування на ремонт, грн.;

t_H – річне завантаження.

По удосконаленому агрегату:

$$R_{p.a} = (1,1 \cdot 324530 \cdot 0,15)/165 \cdot 3,27 = 101,1 \text{ грн/га}$$

$$R_{p.t} = (1,1 \cdot 2460000 \cdot 0,15)/1600 \cdot 3,27 = 77,5 \text{ грн/га}$$

$$R_p = 101,1 + 77,5 = 178,6 \text{ грн/га}$$

По серійному агрегату:

$$R_{c.a} = (1,1 \cdot 296000 \cdot 0,15)/165 \cdot 2,72 = 108,8 \text{ грн/га}$$

$$R_{c.t} = (1,1 \cdot 246000 \cdot 0,15)/1600 \cdot 2,72 = 93,3 \text{ грн/га}$$

$$R_c = 108,8 + 93,3 = 202,1 \text{ грн/га}$$

Затрати на пальне:

$$П = \frac{\alpha \cdot N \cdot q \cdot d}{W_{год}} \quad (3.29)$$

По удосконаленому агрегату:

$$\Pi_p = (0,85 \cdot 175 \cdot 0,180 \cdot 46,11)/3,27 = 377,5 \text{ грн/га}$$

По серійному:

$$\Pi_c = (0,85 \cdot 175 \cdot 0,180 \cdot 6,11)/2,72 = 453,8 \text{ грн/га}$$

Розрахунок прямих витрат:

$$B = 3 + A + R + \Pi \quad (3.30)$$

$$B_p = 138 + 192,2 + 178,6 + 377,5 = 886,3 \text{ грн/га}$$

$$B_c = 166 + 248,5 + 202,1 + 453,8 = 1070,4 \text{ грн/га}$$

Питомі капіталовкладення:

$$K = \frac{1,1 \cdot \Pi}{t_H \cdot W_{год}} \quad (3.31)$$

$$K_p = (1,1 \cdot 324530)/165 \cdot 3,27 = 661,6 \text{ грн/га}$$

$$K_c = (1,1 \cdot 296000)/165 \cdot 2,72 = 725,5 \text{ грн/га}$$

Приведені затрати:

$$I = B + (C \cdot K) \quad (3.32)$$

$$I_p = 885,6 + (0,15 \cdot 661,6) = 984,8 \text{ грн/га}$$

$$I_c = 1070,4 + (0,15 \cdot 725,5) = 1177,4 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект:

$$E = (I_c - I_p) \cdot W_{\text{год}} \cdot t_H \quad (3.33)$$

$$E = (1177,4 - 984,8) \cdot 3,27 \cdot 165 = 103917,3 \text{ грн}$$

Строк окупності удосконаленої машини становить:

$$\text{Ток.} = \frac{324530}{103917,3} = 3,12 \text{ роки.}$$

Висновки по розділу 3.

Приймаємо діапазон рекомендованих для якісних робіт показники швидкісного режиму руху для даного типу машини на даній операції. Для дискування допустима агротехнічна швидкість руху знаходиться в межах 6...12 км/год. Такому діапазону швидкості відповідають 3 і 4 робочому діапазону КПП трактора ХТЗ-243К. Згідно технічних характеристик трактора швидкість на 4 режимі становить $V_m = 13,36$ км/год.

Визначено, годинну продуктивність МТА, що становить 3,27 га/год, питомі витрати палива 9,11 кг/га, затрати праці 0,31 люд-год/га.

Встановлено значення кінематичних параметрів МТА для трактора ХЗТ-243К і дискатора АГД-3,5М. Спосіб руху агрегату човниковий з петльовими грушеподібними розворотами. Прийнятий спосіб руху МТА забезпечує 97% робочого часу всього руху на фактичне виконання обробітку, тобто, корисної роботи.

Річний економічний ефект склав $E = 103917,3$ грн. Термін окупності удосконаленої машини становить: Ток. = 3,12 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для отримання високих урожаїв необхідно дотримуватись науково обґрунтованої технології вирощування гречки, зокрема правильного вибору попередників, системи удобрення, способів і строків сівби, якісного передпосівного обробітку ґрунту та своєчасного збирання. Ефективне використання сівозміни, добрив та заходів догляду за посівами дозволяє не лише стабілізувати урожайність гречки, а й покращити структуру ґрунту, підвищити його родючість і забезпечити екологічну безпеку виробництва.
2. Встановлено значення діаметру котка $D=400$ мм. Довжина котка повинна бути рівною ширині захвату борони $B=3,5$ м. Для переміщення котка по поверхні поля необхідно створити зусилля в $6345,5$ Н., що забезпечить ефективне подрібнення решток та склепінь ґрунту під час його роботи в складі дискового агрегата.
3. Для сприйняття навантажень борони котком необхідно використовувати радіально-упорні підшипники з врахуванням діаметра вала обрано підшипник 36213. Розрахункова динамічна вантажопідйомність становить $C_{гр} = 60,4$ кН, що є менше ніж динамічна вантажопідйомність підшипника $C_r = 63$ кН в 1.04 рази. Розрахункова довговічність підшипника складає 340,5 годин роботи, що відповідає періодичності ТО для борони.
4. Для агрегування дискатора швидкість руху знаходиться в межах 6...12 км/год. Згідно технічних характеристик трактора швидкість на 4 режимі становить $V=13,36$ км/год. Визначено, годинну продуктивність МТА, що становить 3,27 га/год, питомі витрати палива 9,11 кг/га, затрати праці 0,31 люд-год/га.
5. Прийнятий спосіб руху МТА забезпечує 97% робочого часу всього руху на фактичне виконання обробітку, тобто, корисної роботи.

Річний економічний ефект склав $E = 103917,3$ грн. Термін окупності удосконаленої машини становить: $T_{ок} = 3,12$ роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕРЕЛ

1. В.Т. Павлине Підшипники кочення: основні параметри, конструкції опор, змащування, ущільнення та розрахунок ресурсу. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», «Інтелект-Захід», 2001. 136 с.
2. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е.Г. Дегодюк, В.Ф. Сайко, М.С. Корнійчук та ін.; За ред. Е.Г. Дегодюка.-К.: Урожай,1992. 320с.
3. Войтюк Д. Г., Царенко О. М., Яцун С. С. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Практикум / За ред. С. С. Яцуна. К.: Аграрна освіта, 2000. 93 с.
4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1994. 448 с.
5. Гузенков П.Г. Деталі машин: підруч.. для вузів. – 4-е вид., випр. К.: Вища. Шк., 1986. 359 с.
6. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І. І. Ревенко та ін.; За ред. В. Д. Гречкосія. К.: Урожай, 1988. 360с.
7. Екологія та рослинництво: Навчальний посібник / П.В. Литвак, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак та ін. / 2-ге вид. перероб і доп. Житомир: Видавництво Державного агроекологічного університету, 2004. 236с.
8. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві В.Ю. Ільченко, І. П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. К.: Урожай, 1993. 288 с.
9. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур, - Львів: НВФ «українські технології», 2006.-730с.
10. Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин: Нав. посібник / Д.Г. Войтюк, І.В. Адамчук, Г.Р. Гаврилюк, О.С. Марченко; За ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Вища шк, 1993. — 512 с.

11. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. К: Мета, 2003. 448 с.
12. Мотрук Б.Н. Рослинництво / К.: Урожай, 1999. 461с.
13. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред.. Мельника І.І. К.: Кондор. 2004. 284с.
14. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко ; За ред. О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001.-591с.
15. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов. К: Урожай, 1996. 240 с.
16. 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. 464с.
17. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г.Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004 .544с.
18. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами /В.В. Вітвіцький, І.М. Демчак, В.С. Пивовар та ін. К: НДІ "Укragропромпродуктивність", 2005. 544 с.
19. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторно-транспортних роботах /В.В. Вітвіцький, Ю.Я. Лузан, Л.І. Кучеренкота ін. К.: НДІ "Укragропромпродуктивність", 2007. 672 с. (Б-ка спеціаліста АПК „Економічні нормативи”).
20. <https://amazone.net>. Дата звернення: 10.02.25.
21. <https://www.kuhn.ua>. Дата звернення: 10.02.25.
22. <http://lemken.com.ua> > kotok_variopak. Дата звернення: 10.02.25.
- https://www.poettinger.at/uk_ua/produkte/kategorie/se/ - Дата звернення: 10.02.25.
24. <https://www.vogelundnoot.com> >

ДОДАТКИ