НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів
(назва кафедри)

_____ Калінін Є.І.
(підпис) (ПІБ)

"___" _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему «Модернізація коробки передач та дослідження її впливу на тягово-експлуатаційні показники»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми
К.т.н., доцент _____ Сівак І.М.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра
д.т.н., професор _____ Степанов О.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Пущик Андрій Олександрович
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів
д.т.н., професор _____ Калінін Є.І.
(науковий ступінь, вчене вання) (підпис) (ПІБ)
"____" _____2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту
Пущик Андрій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра на тему «Модернізація коробки передач та дослідження її впливу на тягово-експлуатаційні показники»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024 р. №2098 «С»
Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 19.05.2025
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра Нормативно довідкова література. Види та характеристики малогабаритних агрегатів.

Перелік питань які потрібно розробити
Вступ (актуальність та мета досліджень);
Місце енергетичних засобів малої механізації в сільськогосподарському виробництві;
Класифікація малогабаритних енергетичних засобів малої механізації;
Агрегатування мінітракторної техніки;
Технологічний процес обробки грунту плугом на дрібноконтурних ділянках;
Тяговий розрахунок малогабаритного шасі;
Безпека життєдіяльності та охорона праці;
Передбачувана техніко – економічна ефективність.
Висновки
Список використаних джерел

Перелік графічного матеріалу
Загальний вид трактору;
Кінематична схема;
Загальний вид трансмісії;
Загальний вид коробки переміни передач;
Тягово - динамічна характеристика.
6. Висновки.

Дата видачі завдання «__» _____2024 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____ Степанов О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Пущик А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 61 сторінок друкованого тексту, 6 розділів, 3 рисунків, 4 таблиці, 27 літературних джерел.

У малих фермерських і приватних господарствах частина ручної праці складає 60-65%. Головна причина, що стримує підвищення рівня комплексної механізації, є відсутність енергетичних засобів малої механізації (ЕЗММ), у т.ч. міні-тракторної техніки.

В Україні таких тракторів у складі МТП колективних приватизованих сільських господарств менше 1,0%. Тому створення та модернізація малогабаритної сільськогосподарської техніки в Україні являється актуальною задачею.

З усього комплексу малогабаритної сільськогосподарської техніки, призначеної для виконання в зазначених вище умовах, важливе значення мають малогабаритні трактори класу 2кН. Такі міні-трактори мають великі переваги при використанні їх у фермерському та приватному господарстві. Перша перевага мінітрактори це не велика вага. Мала вага мінітрактори дозволяє йому переміщатися серед насаджень, не пошкоджуючи грун. Сюди ж можна віднести і порівняно малі витрати пального, так як маленький трактор витрачає значно менше енергії, ніж великий його побратим. Далі потрібно відзначити габарити мінітрактора які дуже відрізняються розмірами від великого трактора. Менший розмір робить мінітрактори більш маневреними і повороткими, що дозволяє забезпечити умови проходження мінітрактора навіть на густо засаджених ділянках. Грядки які розташовані на великій відстані один від одного для того щоб можна було проїхати на тракторі втратили свою актуальність. Мінітрактор може проводити маневри на будь-якій місцевості.

На данний момент такий енергетичний засіб потрібний у кожному господарстві. Грамотний підхід і модернізація - це передові технології, які

допомагають розвивати сільське господарство, що зараз справді необхідно України.

Але не зважаючи на всі ці переваги треба звернути увагу на рівень досконалості вітчизняної малогабаритної сільськогосподарської техніки який залишає бажати кращого.

У зв'язку з цим становиться доцільним модернізація універсальних малогабаритних тракторів. Усім вищеперейменованим вимогам найбільш задовільняє малогабаритне самохідне шасі, яке являє собою енергетичний засіб, керований оператором. На малогабаритному шасі встановлено чотиритактний бензиновий двигун повітряного охолодження, потужністю 13 к.с (9,5 кВт).

Метою даного проекта передбачена модернізація коробки передач та дослідження її впливу на тягово-експлуатаційні показники.

ЗМІСТ

Вступ……..……..……..…6
1. Місце енергетичних засобів малої механізації в сільськогосподарському виробництві…….…...…….8
1.1 Призначення та основні риси енергетичних засобів малої механізації…...8
1.2 Аналіз ринку міні-тракторів..…….....…10
2. Класифікація малогабаритних енергетичних засобів малої механізації…..17
3. Агрегатування мінітракторної техніки…….……..…..20
3.1Особливості агрегатування на основних типових операціях……..….....20
3.2 Визначення опору тягового агрегату ……..…..……..…..22
3.3Визначення опору для тягово-приводного агрегату …..…...……..…….23
3.4. Визначення тягового опору при транспортуванні вантажного візка…....23
3.5. Визначення інших показників енергетичної характеристики агрегату....24
4. Технологічний процес обробки грунту плугом на дрібноконтурних ділянках……..27
4.1. Агротехнічні вимоги до обробки ґрунту плугом на дрібноконтурних ділянках……...…….……..27
4.2. Підготовка агрегату до роботи……...……...27
4.3. Агрегатуванняірегулювання…….……...……..26
4.4. Підготовка оброблюваних ділянок…….…..…26
4.5. Робота агрегату на ділянці…….29
4.6. Контроль якості й оцінка оранки……..……29
5. Тяговий розрахунок малогабаритного шасі…….…….…….…….30
5.1. Загальні передумови…….……..30
5.2. Обґрунтування параметрів ходової частини малогабаритного шасі…….30
5.2.1. Вибір ширини профілю шин ведучих коліс…….……...…….31
5.2.2. Вибір зовнішнього діаметра шин…….……...…….32
5.2.3. Вибір ширини колії міні-шасі……..……...……...34
5.2.4. Висновки…….....……..……...….34

5.5.3. Вихідні дані для тягового розрахунку силової передачі малогбаритного шасі……...……..……..…..35
5.3.1. Величини, отримані в результаті розрахунку…….……..36
5.4 Складання кінематичної схеми і розрахунок трансмісії мінішасі…….38
6.Охорона праці…….....……..…..42
6.1. Загальні положення……...……42
6.2. Вимоги безпеки перед початком роботи…….……..……..44
6.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи……..……...…46
6.4.Вимоги безпеки після закінчення роботи……...……..…….....48
6.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях……..……..……..…..53
6.6. Основні конструктивні вимоги до проектування малагабаритної техніки……....49
7. Передбачувана техніко – економічна ефективність……..……52
Висновки……..…….……..…53
Список використаних джерел…….……..…54
Додатки……...57

ВСТУП

При реорганізації агропромислового комплексу України та розпаювання землі, сільське господарство стало роздрібненим на мало контурні поля, які обробити без використання енергетичних засобів немає можливості. Використовувати на цих ділянках традиційну, високопродуктивну техніку є економічно не виправдано для малих фермерських господарств, яких в Україні налічується більше 42 тисяч[1].

У малих фермерських і приватних господарствах частина ручної праці складає 60-65%. Головна причина, що стримує підвищення рівня комплексної механізації, є відсутність енергетичних засобів малої механізації (ЕЗММ), у т.ч. міні-тракторної техніки.

В Україні таких тракторів у складі МТП колективних приватизованих сільських господарств менше 1,0%. Тому створення та модернізація малогабаритної сільськогосподарської техніки в Україні являється актуальною задачею.

У промислово розвинутих країнах виробництво міні-тракторів поставлено на належному рівні, як і легкових автомобілів. Так на сьогодняшній день у КНР випуск міні-тракторів становить понад мільйон штук на рік. До нашої країни експортуються міні-трактори і мотоблоки іноземного виробництва [2]. Вітчизняне виробництво міні-тракторів на даний момент переживає скрутні часи.

Традиційна сільськогосподарська техніка має високий питомий тиск на грунт, що порушує структуру грунту і не відповідає вимогам питомого тиску рушіїв на ґрунт (ГОСТ 26955 – 86 «Норми впливу рушіїв на ґрунт»).

З усього комплексу малогабаритної сільськогосподарської техніки, призначеної для виконання в зазначених вище умовах, важливе значення мають малогабаритні трактори класу 2кН [3]. Такі міні-трактори мають великі переваги при використанні їх у фермерському та приватному господарстві. Перша перевага мінітрактори це не велика вага. Мала вага мінітрактори дозволяє йому переміщатися серед насаджень, не пошкоджуючи грун. Сюди ж можна віднести і порівняно малі витрати пального, так як маленький трактор витрачає значно менше енергії, ніж

великий його побратим. Далі потрібно відзначити габарити мінітрактора які дуже відрізняються розмірами від великого трактора. Менший розмір робить мінітрактори більш маневреними і повороткими, що дозволяє забезпечити умови проходження мінітрактора навіть на густо засаджених ділянках. Грядки які розташовані на великій відстані один від одного для того щоб можна було проїхати на тракторі втратили свою актуальність. Мінітрактор може проводити маневри на будь-якій місцевості.

На данний момент такий енергетичний засіб потрібний у кожному господарстві. Грамотний підхід і модернізація - це передові технології, які допомагають розвивати сільське господарство, що зараз справді необхідно України.

Але не зважаючи на всі ці переваги треба звернути увагу на рівень досконалості вітчизняної малогабаритної сільськогосподарської техніки який залишає бажати кращого.

У зв'язку з цим становиться доцільним модернізація універсальних малогабаритних тракторів. Усім вищєперейменованим вимогам найбільш задовільняє малогабаритне самохідне шасі, яке являє собою енергетичний засіб, керований оператором. На малогабаритному шасі встановлено чотиритактний бензиновий двигун повітряного охолодження, потужністю 13 к.с (9,5 кВт).

Даним проектом передбачена модернізація коробки передач та дослідження її впливу на тягово-експлуатаційні показники.

1. МІСЦЕ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1.1. Призначення та основні риси енергетичних засобів малої механізації

Під енергетичними засобами малої механізації (ЕЗММ) прийнято вважати малогабаритні трактори з колісною формулою 2К2 (мотоблоки) і колісною формулою 4К4, 4К2, 3К2, 3К1 (міні-трактори). Основне призначення енергетичних засобів малої механізації полягає у виконанні всіх відів сільськогосподарських операцій в місцях де вікорістання традиційної техніки є економічно не виправдане.

До цих умов відносяться:

- обробка дрібноконтурних земельних ділянок - приватні підсобні господарства, дослідні ділянки наукових і навчальних сільськогосподарських установ, сортові селекційно-насінницькі ділянки, виробничі ділянки захищеного ґрунту і т.д.;

- обробка «незручних земель», що належать підсобним господарствам підприємств і установ, агрофірмам, включаючи гірські схили, передгір'я, лісові і лісогосподарські ділянки, на яких традиційні енергетичні засоби механізації використовувати неможливо з точки зору стійкості агрегату і т.д.

- косіння трави і заготівля сіна, догляд за газонами і підрізування насаджень, збирання листя

- обприскування й обпилювання посівів і посадок, внесення добрив, збирання і розчищення внутрішньогосподарських доріг від снігу;

- завантаження і розвантаження бункерів, підйом, переміщення і транспортування різних вантажів (гною, сіна, ґрунту, добрив і т.д.) у обмежених тепличних і тваринницьких приміщеннях, на вигонах і скотарнях;

По загальній конструктивній схемі міні-трактори поділяють на мото-знаряддя (спеціалізовані самохідні знаряддя), мотоблоки, міні-трактори (малогабаритні трактори) і міні-навантажувачі.

Мото-знаряддя являють собою спеціалізовані (одно цільові) самохідні знаряддя, керовані оператором, що йде поруч або сидить на них, і призначені для виконання тільки однієї чи декількох технологічно близьких операцій, хоча й існує тенденція розширити число цих операцій.

Ці спеціалізовані міні-трактори мають значні переваги (високу якість виконуючих технологічних операцій, малі габаритні розміри і масу, високу надійність в роботі, низьку вартість обладнання), що обумовлює їхнє широке застосування.

Міні-трактори є найменшими з ряду двохосьових тракторів традиційного компонування, що для здійснення повороту можуть мати як шарнірно зчленовану раму, так й керування передніми колесами. Природною необхідністю зменшення потреби в тракторах для виконання малоенергоємких операцій є збільшення використаня малогабаритної техніки.

Міні-трактор має більшу, ніж мотоблок масу, продуктивність і вартість, а отже, його використання виправдується на більш великих земельних ділянках, таких, наприклад, як підсобні господарства підприємств і організацій, присадибні ділянки, в будівництві і т.д [4].

Додатковими відмінними ознаками міні-тракторів можуть служити: колісна формула, загальна маса і тягове зусилля на гаку (клас тяги), потужність і тип двигуна (бензинові і дизелі чи багатопаливні).

Характерними рисами міні-тракторів є такі:

- усі вони виконують технологічний процес переважно на низьких швидкостях руху (1,5-8,0 км/год.), долаючі опір, що чиниться оброблюваним середовищем, і лише на транспортних роботах швидкості руху може підвищуватися до 15-20 км/год при русі з малим навантаженням;

- найбільш численна група агрегатів (на базі мото-знарядь і мотоблоків) має повну масу не більш 200-250 кг, але на транспортних роботах їхня маса (із причіпним візком) може складати до 500-600 кг.

1.2. Аналіз ринку міні-тракторів

Розвиток сільськогосподарського виробництва грає дуже важливу роль у міжнародній економічній життєдіяльності всіх країн. Виробництво малих видів сільськогосподарських машин, пристроїв і устаткування одержує усе більший розвиток у світовому сільськогосподарському машинобудуванні, на такому виробництві спеціалізуються багато фірм.

Загально відомо, що в усьому світі росте інтерес до зручних і практичних малих машин, призначених для застосування в дрібних господарствах, на присадибних ділянках, в аматорському садівництві і цілеспрямовано заміняють тяжку працю людини [6].

Вітчизняний попит на малогабаритну сільськогосподарську техніку останнім часом стрімко зріс. Але, відверто говорячи, наша промисловість не може цілком задовольнити потреби сільських орендарів вітчизняною, недорогою малогабаритною універсальною технікою. У сільськогосподарському виробництві мається ряд операцій, які у даний час найчастіше виконуються вручну, через відсутність засобів малої механізації.

У світі випускають більш 10 млн. штук [7] мотоблоків і міні-тракторів. Такі машини, що мають відносно невелику масу, габарити, витрату палива і вартість, ефективно використовуються при обробці присадибних і дрібноконтурних ділянок, транспортуванні малогабаритних вантажів в обмежених проїздах і інших роботах.

У залежності від призначення і відповідних вимог випускаються мотоблоки різної потужності, різних компонувальних схем і конструктивних виконань.

З 215 найбільш розповсюджених у світі моделей мотоблоків, мотокосарок і мото-фрез, що випускаються основними фірмами, 36 моделей, тобто 16,7% оснащені двигунами потужністю 1,47-2,26 кВт.

У Японії, що є одним з основних виробників мобільних (ЕЗММ), кількість моделей із двигунами потужністю до 2-3 кВт складає 41%.

У розвинутих країнах мотоблоки і малогабаритні трактори потужністю 5-18 кВт складають 30-40% загального парку тракторів у сільському господарстві.

Мотоблоки і малогабаритні трактори випускаються ведучими фірмами багатьох країн (більш 50 фірм).

Розмаїтість умов використання мотоблоків і малогабаритних тракторів, розходження вимог, пропонованих до їхніх параметрів і конструкції, а також значне число фірм-виробників обумовили велику кількість їхніх типів і моделей. У Західній Європі, наприклад, споживачам окремих країн пропонується до 20-30 моделей мотоблоків та малогабаритних тракторів різних фірм.

Річний випуск мотоблоків і малогабаритних тракторів у розвитих країнах досягає, наприклад, Китаї – більше одного мільйона, у США до 900 тисяч, Японії – до 500 тисяч, Франції – понад 120 тисяч, ФРН – до 100 тисяч штук за рік [4]. Носієм передової технології і прогресивних конструктивних рішень у цьому напрямку є Японія.

Ведучими виробниками мотоблоків і малогабаритних тракторів у Японії є фірми «Honda» і «Kubota». Їхні мотоблоки і малогабаритні трактори мають типове компонування, що характеризується тим, що в мотоблоках двигун зв'язаний із трансмісією клиноремінною передачею. Натяжні ролики ремінної передачі використовуються як механізм регулювання натягу.

Обертання від коробки передач (КП) до ведучих коліс передається ланцюговими передачами. При цьому ВВП відсутній.

Агрегатуються мотоблоки з основними сільськогосподарськими машинами і знаряддями: плугом, культиватором, окучником, грунтовою фрезою, косаркою, одноосьовим причепом та ін. Запуск двигуна здійснюється ручним стартером.

Фірма «Honda» щорічно випускає до 200 тис. мотоблоків потужністю до 5 кВт та низку сільськогосподарських машин до них. Фірма випускає також відомі усьому світу мотоцикли (до 3,5 млн. шт. на рік) і автомобілі (близько 1 млн. шт. на рік). Вона ж випускає і двигуни.

Фірма «Kubota» [8] щорічно випускає більш 100 тис. малогабаритних тракторів і близько 60 тис. мотоблоків і сільськогосподарських машин до них. Мотоблоки фірма випускає з дизельними двигунами потужністю від 3,6 до 7,5 кВт і з карбюраторними двигунами потужністю від 1,9 до 4 кВт.

Фірма «Iseki» випускає колісні трактори потужністю від 8 до 26 кВт (близько 60 тис. шт. на рік), мотоблоки потужністю від 2,2 до 3,5 кВт (близько 40 тис. шт. на рік), комбайни в різні сільськогосподарські машини.

Фірма «Yanmar» так само випускає близько 60 тис. малогабаритних тракторів і мотоблоків, а також сільськогосподарські машини до них.

Ця фірма є найбільшим виробником двигунів потужністю від 2,2 до 276 кВт. Свою продукцію Японські фірми експортують у багато країн світу. Нові моделі малогабаритних тракторів розробила відома фірма «Ford» (США). Вона випускає велику гаму цих машин, призначених для роботи на невеликих ділянках.

Нові моделі малогабаритних тракторів IT-12,5, IT-16, IT-16H оснащуються двоциліндровим двигуном «Ford LGT-14», з електронним запалюванням і системою регулювання потужності в залежності від навантаження. Трактор IT-16H має гідростатичну коробку передач, що дозволяє педаллю змінювати напрямок і швидкість руху трактора. У залежності від характеру виконуваної роботи оператор вибирає необхідну швидкість руху і за допомогою рукоятки, розташованої на панелі керування, включає регулятор гідроприводу.

Міні-трактори IT-12,5 і IT-16 мають герметично закриту механічну коробку передач, м'яке підпружинене сидіння, рульове керування з рейковою передачею.

На тракторах «Ford LGT-14», «Ford LGT-14H», «Ford LGT-18H» установлені карбюраторні двигуни «Konler Magnat» повітряного охолодження з електронною системою запалювання.

Більш економічна по витраті палива модель «Ford LGT-14» має механічну коробку передач.

Трактори обладнаються трьох-точковим начіпним пристроєм, заднім ВВП. Агрегатуються трактори з грунтовою фрезою, плугом, візком, причіпними граблями й ін.

Найбільшим представником мотоблоків і малогабаритних тракторів у Європі є Італійська фірма «Goldoni».

Фірма випускає мотоблоки і малогабаритні трактори з дизельними двигунами потужністю від 5 до 13 кВт і карбюраторними двигунами потужністю від 5 до 8,8 кВт, а також шлейф сільськогосподарських машин до них. Фірма широко використовує у виробництві кооперацію - за участю більш 250 підприємств ряду фірм. Двигуни, наприклад, поставляє італійська фірма «Ламбарджіні» [8].

Французькі фірми «Motorstandart», «Banuer», «Staub» випускають мотоблоки з одноциліндровими дизельними і карбюраторними двигунами повітряного і водяного охолодження, набором змінного технологічного устаткування: однокорпусний плуг, ґрунтова фреза, ротаційний культиватор, фронтальна косарка, одноосьовий причіп і ін. сільськогосподарські знаряддя.

Фірма «Holder» із Західної Німеччині (колишня ФРН) для невеликих господарств випускає мотоблоки моделей НМ-3; НМ-5. На цих моделях установлюються двох чи чотиритактні карбюраторні двигуни потужністю 2,2 - 3,7 кВт. Мотоблоки мають одну передачу вперед і одну назад, що природньо, обмежує їхнє використання, наприклад, на транспортних роботах.

Не дуже давно, мало приділялося уваги розвитку засобів малої механізації, тому дрібноконтурні ділянки землі площею 0,5-1,0 га використовувалися неефективно через відсутність засобів механізації.

В останнє десятиліття положення змінилося на користь розвитку випуску мотоблоків, малогабаритних тракторів і шлейфа машин до них. З кожним роком вітчизняна промисловість нарощує обсяг виробництва засобів малої механізації для сільського господарства. Поліпшується їхня якість, підвищується технологічний рівень.

До випуску малогабаритних машин підключається усе більше число виробничих колективів самих різних галузей промисловості, у т.ч. і оборонного комплексу [10, 11, 12, 13].

В даний час у країнв дрібно серійно випускаються близько 10 моделей мотоблоків і підготовляються до серійного виробництва 5 моделей малогабаритних тракторів.

Мотоблок М-3 (розроблювач Харківський завод самохідних шасі, випускається Курським заводом запчастин) призначений, в основному, для садових ділянок, транспортування вантажів масою до 200 кг. На ньому встановлений двигун повітряного охолодження потужністю 2.2кВт, має дві передачі переднього ходу й одну передачу заднього ходу.

Розроблено і випускається промисловістю також сімейство мотокультиваторів МК-1, МК-2, МК-3 і мотокосарок КМП-1 та ін.

На Харківському тракторному заводі (ХТЗ) розроблені і дрібно серійно випускались малогабаритні трактори Т-012, ХТЗ-1410 ХТЗ-1610. На цих тракторах установлювався 4-тактный двоциліндровий двигун СМД-900 повітряного охолодження потужністю 8 кВт або двигуни ДТ-1 або ДТ-2 рідинного охолодження такоїж потужності, сьогодні такі двигуни практично не використовуються. Трактори мають колісну формулу 4К2, чотири передачі переднього ходу і дві передачі заднього ходу, механічне блокування диференціала, гідравлічну систему начіпки, призначений для механізації мало-енергоємних сільськогосподарських робіт у дрібнотоварному виробництві.

Трактори комплектуються основним набором сільськогосподарських машин: однокорпусний плуг, культиватор, борона, підгортальник, ґрунтова фреза і напівпричіп.

На заводі «Карпатагромаш» м. Івано-Франківськ планується підготовка до виробництва малогабаритного трактора з колісною формулою 4К4 із двигунами потужністю 8 кВт (СМД-900, 2ДТ). Зараз цей трактор не випускається по відомим обставинам.

Наріжним каменем, вирішальним моментом освоєння виробництва мотоблоків і малогабаритних тракторів в Україні є відсутність необхідного двигуна малої потужності. Тому спочатку малогабаритна техніка оснащувалася двотактними і чотиритактними карбюраторними двигунами потужністю від 1,5 до 8кВт. Але для цієї техніки краще булоб комплектувати багатопаливним або дизельним двигуном вітчизняного виробництва. Для цього сумісно з ведучим підприємствами країни було розробленно і виготовлено дослідний зразок такого двигуна.

У промислово розвинутих країнах міні-тракторна техніка є завершеним окремим класом сільськогосподарських тягових засобів. Досвід експлуатації міні-тракторної техніки у закордонних країнах показує, що ефективне використання її можливе при наявності декількох типів, пристосованих для різних зон країни.

Таким чином, для широкого використання засобів малої механізації в народному господарстві України треба буде розв'язати чимало задач в галузі наукових досліджень по вишукуванню оптимальних варіантів міні-тракторів, набору сільськогосподарських знарядь до них, пошуку шляхів збільшення їхньої надійності і довговічності, поліпшення умов праці, розробки уніфікованих вузлів і агрегатів.

Одне з таких питань розглядається в даній роботі, метою якої є розробка уніфікованої муфти зчеплення для самохідного шасі класу 2 кН з колісною формулою 4К2. Це дозволить підняти надійність роботи малагабаритного шасі та поліпшить його експлуатаційні якості при обробці ґрунту, наприклад, плугом.

2 КЛАСИФІКАЦІЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ

Розробка нової МГТ не можлива без розділення її на моделі та класифікації по окремим ознакам. На даний момент пропонується класифікація ЕЗММ по їх призначенню та продуктивності при обробітку грунту з урахуванням встановленої потужності двигуна та потрібної при цьому конструктивної маси.

1. Механічні ручні знаряддя з електричним або механічним приводом. Призначені для підрізки дерев, газонів, скошування трави, обприскування кущів та дерев, і т.д.

Привід може здійснюватись від електричної дрилі з індивідуальним регульованим двигуном або двигуном внутрішнього згорання.

До механізованих ручних знарядь відносяться ручні косарки, ручні електропили з дисковими та ланцюговими ріжучими апаратами, механічні ручні щітки, краско-пульти з переносними компресорами, електровібратори, і т.д. спеціальні ручні знаряддя з споживчою енергією 2.2 кВт.

2. Надлегкі мотоблоки – фрези (кріт, бджола і т.д.), одно та двохколісні, які використовуються для обробки землі, пилки дров, приводу ручних візків для переміщення вантажів до 50 кг. Споживаюча двигуном потужність до 2.5кВт, маса до 50кг.

3. Легкі мотоблоки – «Нева» МБ-1, М-3, які використовуються для обробки землі – фрезами, легкими плугами, окунчиками, культиваторами, косарками для трав, перевезення вантажів в колясках повною масою120 кг. Споживаюча двигуном потужність до 4 кВт. Конструктивна маса до 70кг.

4. Середні мотоблоки – МТЗ-0,5, Супер – 601, призначені для обробки землі, перевезення вантажів в візках з гальмами до 200 кг. Споживаюча двигуном потужність до 5 кВт. Конструктивна маса до 120кг.

5. Важкі мотоблоки – блочно-модульні легкі міні-трактори призначені для обробки землі, приводу стаціонарних машин – подрібнювачів,

деревообробних станків, насосних станцій, перевезення вантажів загальною масою 250-300кг. Споживаюча потужність двигуном до 6 кВт. Конструктивна маса до 160кг.

6. Легкі блочно-модульні міні-трактори – ТМ-0.8, МСШ-0.8, призначені для обробки землі плугом, культиватором, фрезою, для приводу стаціонарних машин, перевезення вантажів в напівначіпних візках масою до 300 кг. Споживаюча потужність двигуна 6-8 кВт. Конструктивна маса 250 – 300кг.

7. Середні міні-трактори, енергомодулі - Т-0,12, ХТЗ-1610-призначені для обробітку ґрунту, привода фрез, транспортування вантажу загальною масою до 500 кг. Споживаюча потужність 8-12 кВт. Конструктивна маса до 400кг.

8. Важкі міні-трактори, енергомодулі – «Прикарпатець» 4К4, призначені для обробітку ґрунту, привода землерийних машин, косарок, обприскувачів, транспортування вантажів загальною масою до 850 кг. Споживаюча потужність двигуна 14-18 кВт. Конструктивна маса до 900кг.

9. Надважкі універсально-пропашні трактори (Т-25Ф, ХТЗ-1810, СШ-25), енергомодулі, призначені для обробітку грунту, привода землерійних машин та транспортування вантажу у власному кузові до 1000 кг. Споживаюча потужність двигуна 18-28 кВт. Конструктивна маса до 1600кг.

Енергетичні засоби малої механізації, які мають колісну формулу 1К1, 2К2, 3К1, 3К2, 4К2, 4К4, комплектуються, як правило, причіпними та начіпними знаряддями, а також з знаряддями з активними ходовими органами, причіпні і напівначіпні візки повинні бути обладнані гальмовими системами.

Робочі швидкості руху для мотоблоків повинні бути до 15км/год., для міні-тракторів – до 25 км/год.

В таблиці 2.1 приведені основні технічні характеристики енергетичних засобів малої механізації і рекомендована їх потреба в залежності від площі оброблювальної ділянки.

Розвиток ЕЗММ в Україні стримується відсутністю необхідної гамми малолітражних двигунів.

На підставі орієнтовних розрахунків, річну потребу в малолітражних двигунах для ЕЗММ в Україні можна прогнозувати 270-300 тис. шт. Діапазон потужностей двигунів названого призначення лежить в інтервалі 2.0 - 25кВт.

Таблиця 2.1 Класифікації засобів малої механізації

п/п	Клас енергетичних ЗММ	Сила тяги, кН	Споживаюча потужність, кВт	Маса, Кг	Площа Обробки, га	Аналог, модель
	2	3	4	5	6	7
	Механізовані ручні знаряддя		до 2,2	до 5		Ручна косарка, дискова та ін. пила
	Надлегкі мотоблоки мотофрези	0,5	До 2,5	до 50	0,1-0,15	Кріт, бджілка
	Легкі мотоблоки, мотокультиватори	0,8	2,0-3,0	до 70	0,2-0,25	Фрезування
	Середні мотоблоки	1,0	3,0-5,0	до 120	0,25-0,30	Фрезування
	Важкі мотоблоки	1,2	5,0-6,0	до 160	0,3-0,5	Фрезування, культивація
	Легкі міні-трактори	1,5	6,0-8,0	до 300	0,4-0,7	Культивація, фрезування
	Середні міні-трактори	2,0	8,0-12,0	до 400	0,8-1,0	Оранка, фрезування
	Важкі міні-трактори	4,0	14,0-18,0	до 900	1,0-1,5	Оранка та ін. роботи
	Надважкі міні-трактори	6,0	20,0-28,0	до 1600	2,0-3,0	Оранка та ін. роботи

3 АГРЕГАТУВАННЯ МІНІТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

3.1 Особливості агрегатування на основних типових операціях

Агрегатування МГТ має деякі особливості по відношенню до традиційної техніки. На міні-тракторах і мотоблоках установлюються дизельні або карбюраторні двигуни малої потужності.

Виходячи з умов експлуатації енергетичних засобів малої-механізації, особливий інтерес для використання закордонного досвіду в Україні мають малогабаритні трактори з двигунами потужністю 2,2-7,5 кВт з набором знарядь японських фірм «Кубота», «Хонда», «Ісекі», західнонімецької фірми «Гутброд» і італійських фірм «Гольдоні», «Бертоліні», та Китаю, вітчизняні «Мотор січ» та інші.

В даний час найбільше поширення мають малогабаритні трактори мотоблоки з двигунами потужністю 2,2-4,0 кВт. У майбутньому можна чекати на зрушення цього діапазону і підвищення енергонасиченості тракторів, який на існуючих моделях лежить у межах 26-50 кВт/т.

За даними [7] як оптимальну межу енергонасиченості малогабаритних тракторів при оцінці нових конструкцій варто прийняти енергонасиченість у межах 37-48 кВт/т. При цьому тягове зусилля повинне бути не менш 1,0 кН при швидкості 0,8-1,1 м/с при роботі в середньоважких ґрунтових умовах.

Основними рисами закордонного асортименту засобів малої механізації можна вважати:

1. Наявність достатньо надійних і економічних двигунів внутрішнього згоряння в діапазоні від 1,0 до 18 кВт.

2. Широке поширення стикувального вузла з відцентровою муфтою зчеплення, що служить для створення руху с.г. знаряддями.

3. До найпоширеніших знарядь, що входять майже в усі закордонні комплекти засобів малої механізації відносяться: ротаційні грунтообробні начіпні знаряддя, косарки, засоби дощування і захисту рослин, транспортний візок.

Усі відомі у світі набори до міні-шасі мають свій обов'язковий інвентар:

- грунтообробні знаряддя (плуг, борона, культиватор, фреза з приводом від ВВП);

- косарки;

- причіпні одноосьові візки;

- насосні установки;

- різноманітні обприскувачі, обпилювачі.

Крім перерахованих типів знарядь, що навіть у межах одного набору мають кілька модифікацій, фірми випускають різноманітні спеціальні машини (жниварки, легкі рисозбиральні комбайни, сівалки, розсадосажалки, картоплекопачі, підгортувачі, канавокопачі).

Загальна кількість машин деяких фірм нараховує до 50 найменувань, це такі, як мотоблоки фірми «Гуртбруд», «Хонда», «Кубота».

Використовуючи закордонний досвід, стосовно до наших умов, пропонується наступний комплект сільськогосподарських машин до міні-шасі:

- плуг малогабаритний ПМ-20 (глибина оранки 200 мм, ширина захвату 200мм);

- візок одноосьовий вантажопідйомністю до 500 кг;

- косарка консольна КН-1,1 (ширина захвату 1100 мм, висота зрізу – 50мм);

- культиватор підгортальник малогабаритний ОМ-26 (глибина обробки – 150 мм, ширина захвату – 260 мм);

- картоплекопач ККТ-1 (ширина захвату 400 мм, робоча глибина – 200мм);

- культиватор для суцільної і міжрядної обробки КП-1,1 (ширина захвату – 1100 мм, глибина обробки до 100 мм);

- сівалка дворядна;

- ґрунтова фреза (захвату до 1,2 м);

- обприскувач-обпилювач;

- насосна установка, ємкість для води ЕВТ – Т – 0,5 (обсяг ємності – 0,5м^3, висота усмоктування – 6 м);

- бульдозер шириною захвату – 1,2 м;

- борона зубова ЗБП – 0,6А.

3.2 Визначення опору тягового агрегату

Для тягового агрегату опір визначається за формулою, у кН:

$$R_{\text{т}} = B_{\text{р}} \cdot R_{\text{п}} + R_f, \qquad (3.1)$$

де:

$B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату, м;

$B_{\text{р}} = B_{\text{ор}} \cdot z_{\text{ор}} \cdot \beta_{\text{з}}$,

тут: z_{op}, $B_{\text{ср}}$ - ширина захвату знаряддя і число знарядь у зчіпці;

$\beta_{\text{з}}$ - коефіцієнт використання ширини захвату, при роботі приймаємо $\beta_{\text{з}}$=1;

R_n – опір, приведений до робочої швидкості

$$R_{\text{п}} = K_{\text{уд}}\left[1 + \xi\left(V^2 + V_{\text{э}}^2\right)\right], \qquad (3.2)$$

де:

$K_{\text{уд}}$ – питомий опір знаряддя-машини, у кН/м (при еталонній швидкості $V_{\text{э}}$ = 1,4 м/с, для плуга $K_{\text{уд}} = 10^{-2} \cdot R_{\text{уд}} \cdot h_{\text{об}}$, для культиватора $K_{\text{уд}}$=1,2-2,2 кН/м, для борони зубової $K_{\text{уд}}$ = 0,5...0…0,7кН/м);

$R_{\text{уд}}$ – питомий опір ґрунту, у кПа; для середніх ґрунтів 50...70кПа;

$h_{\text{об}}$ – глибина обробки, см;

ξ - коефіцієнт збільшення тягового опору в залежності від швидкості: оранка ξ = 0,015; культивація ξ = 0,011-0,018; боронування ξ=0,007-0,011;

$R_f = 10^{-3} q \cdot (f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) \cdot G$ – збільшення опору самопересуванню міні-шасі;

G – маса міні-шасі; α - кут підйому.

З огляду на специфіку роботи шасі, приймаємо α=16°.

Результати розрахунку опору агрегату заносимо в таблицю 3.1.

3.3 Визначення опору для тягово-приводного агрегату

У тягово-приводному агрегаті паралельно з потужністю, що витрачається на поступальний рух агрегату, від двигуна відбирається потужність на привід робочої машини

$$N_{\text{от}} = \frac{N_{\text{маш}}}{\eta_{пр}}, \tag{3.4}$$

де: $N_{\text{маш}}$ – потужність, споживана машиною;

$\eta_{\text{пр}}$ - ККД приводу від двигуна до машини.

Умовна втрата тягового зусилля в результаті відбору потужності двигуна:

$$P_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{от}}}{V}, \text{кН} \tag{3.5}$$

Умовний сумарний тяговий опір:

$$R_{\text{т}} = P_{\text{от}} + R_{\text{п}} \cdot B_{\text{р}} \text{ чи } R_{\text{т}} = P_{\text{от}} + 10^{-3} \cdot q \cdot f_{\text{пр}} \cdot Q. \tag{3.6}$$

3.4. Визначення тягового опору при транспортуванні вантажного візка

Транспортний агрегат з одним напівначіпним візком (напівначіпний візок поліпшує зчіпні властивості трактора і знижує сили опору руху), тяговий опір буде:

$$R_{\text{т}} = 10^{-3} \cdot q\left[\left(f_{\text{пр}} + \sin\alpha\right)\left(Q_{\text{п}} + \Delta Q\right) + \left(\sin\alpha + f_{\text{р}} - f_{\text{о}}\right)\left(Q + \Delta Q\right)\right], \tag{3.3}$$

де : $Q_{\text{п}}$ - маса візка;

$f_{\text{пр}}$ – коефіцієнт опору кочіння візка, $f_{\text{пр}}$ = 0,05 [14].

Збільшення навантаження на ведучу вісь колісного трактора при агрегатуванні з напівначіпним візком:

$$\Delta G = \frac{L + l_{\text{кр}}}{L} \cdot \Delta Q,$$

де : ΔQ - частка маси, передана дишлом візка;

L і $l_{\text{кр}}$ – база і довжина точки причепа.

Результати розрахунку заносимо в таблицю 3.1.

3.5. Визначення інших показників енергетичної характеристики агрегату

Можливий коефіцієнт завантаження двигуна характеризується двома факторами:

- коливаннями тягового опору машини-знаряддя;

- опором самопересуванню міні-шасі, що долається без переходу на нижчу передачу.

Періодичні коливання тягового опору характеризуються ступенем нерівномірності тягового опору:

$$\delta_{\text{с}} = 2\frac{\Delta P_{\text{кр}}}{P_{\text{кр}}} = 2\frac{P_{\text{кр}\,\max} - P_{\text{кр}\,\min}}{P_{\text{кр}\,\max} + P_{\text{кр}\,\min}}, \qquad (3.7)$$

де:

$\Delta P_{\text{кр}}$ - амплітуда коливання сили тяги на гаку.

Періодичне тимчасове збільшення сил опору характеризується коефіцієнтом можливого перевантаження:

$$\vartheta_{\text{п}} = \frac{P_{\text{кр}\,\max}}{P_{\text{кр}\,\text{ср}}}.$$

З метою подолання додаткових опорів, що виникають унаслідок зовнішніх опорів, двигун завантажують не цілком, а на величину, що оцінюється можливим коефіцієнтом завантаження $K_{\text{дв}}$:

$$K_{\text{дв}} = 1 + K_{\text{т}} - \vartheta_{\text{п}} - 0{,}5\delta_{\text{с}}, \qquad (3.8)$$

де:

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт пристосовності двигуна по крутячому моменту

$$K_{\text{т}} = \frac{M_e}{M_{ен}}.$$

Відповідно ступінь використання потужності двигуна:

$$K_{\text{им}} = K_{\text{дв}} \cdot K_{\text{об}},\ K_{\text{об}} = \frac{\omega_e}{\omega_{ен}},$$

де: ω_e - частота обертання двигуна;

$\omega_{ен}$ - номінальна частота обертання двигуна.

Можливість зрушення агрегату з місця, що важливо для роботи з максимальним тяговим зусиллям і виконанні транспортних операцій, визначається коефіцієнтом завантаження двигуна.

Можливий коефіцієнт завантаження двигуна:

$$K_{\text{дв}} = \beta - \sqrt{\frac{\beta(\beta - K_{\text{т}})(\delta_{\text{вр}} \cdot G - G_{\text{гр}})}{\left(\frac{\omega_{ex}}{\omega_{e\min}} - 1\right) \cdot I_{\text{д}}}} \cdot \frac{r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}}, \qquad (3.9)$$

де: β - запас муфти зчеплення;

$$\beta = \frac{M_{\text{тр}}}{M_{\text{ен}}};$$

$M_{\text{тр}}$ – момент тертя муфти зчеплення;

$M_{ен}$ – номінальний момент двигуна;

$\delta_{\text{вр}}$ - коефіцієнт обліку обертових мас;

$I_{\text{д}}$ – момент інерції двигуна;

$r_{\text{к}}$ – радіус ведучого колеса;

G – маса транспортного агрегату без вантажу;

$G_{\text{гр}}$ – маса перевезеного вантажу.

Якщо $K_{\text{дв}} = 1$, то зниження завантаження при зрушенні з місця на даній передачі не потрібно.

По можливості встановлюють робочу передачу з умови:

$$P_{\text{кр}_{\text{н}i}} + f \cdot G \geq \frac{P_{\text{кр}} + f \cdot G}{K_{\text{дв}}};$$

$$P_{\text{кр}_{\text{н}i}} = \frac{P_{\text{кр}}}{K_{\text{дв}}} + f \cdot G \frac{1 - K_{\text{дв}}}{K_{\text{дв}}}.$$

По тяговій характеристиці для встановленої передачі знаходять робочу швидкість і годинну витрату палива.

Визначення коефіцієнта використання робочого часу:

$$\tau_{\text{рв}} = \frac{1}{1 + \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{р}}} \cdot \frac{V_{\text{р}}}{V_{\text{п}}}}, \qquad (3.10)$$

де: $S_{\text{р}}$ – середня довжина гону в м, приймаємо $S_{\text{р}}$ = 100 м;

$S_{\text{п}}$ – довжина шляху вільного ходу при поворотах агрегату в м, приймаємо $S_{\text{п}}$=20м;

$V_{\text{п}}$ – швидкість при поворотах.

Визначаємо основні показники роботи тягового агрегату.

Продуктивність чиста:

$$W = 0{,}36 \cdot B_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}}, \text{га/год} \qquad (3.11)$$

$$W_{\text{р}} = 0{,}36 \cdot B_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \tau_{\text{рв}}. \text{га/год} \qquad (3.12)$$

де:

$\tau_{\text{рв}}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

Продуктивність за годину роботи з візком:

$$W_{\text{тр}} = 3{,}6 \cdot G_{\text{гр}} \cdot V_{\text{р}}. \text{ т.км/год} \qquad (3.13)$$

Витрата палива:

$$G = \frac{G_{\text{см}}}{W_{\text{см}}}, \text{ кг/га} \qquad (3.14)$$

де: $G_{\text{см}}$ – витрата палива за зміну, кг;

$W_{\text{см}}$ – вироблення за зміну, га.

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОБРОБКИ ҐРУНТУ ПЛУГОМ НА ДРІБНОКОНТУРНИХ ДІЛЯНКАХ

4.1. Агротехнічні вимоги до обробки ґрунту плугом на дрібноконтурних ділянках

При обробці дрібноконтурних ділянок, особливостями оброблюваних культур (в основному, овочевих) при складанні малогабаритного агрегату пред'являються підвищені агротехнічні вимоги в порівнянні з традиційною сільськогосподарською технікою.

Метою оранки є розпушування ґрунту, боротьба з бур'янами, нагромадження вологи, утворення структури ґрунту, що сприяє розвитку культурних рослин.

У даному випадку проводиться розпушування ґрунту на глибину 18...20 см. Відхилення глибини оранки від заданої величини на вирівняних полях ±2 см, на не вирівняних ±4 см. Хвилястість оранки, тобто довжина профілю на 10 м повинна бути не більш 1,0м. Ступінь знищення бур'янів повинна складати 90,3%. Схили повинні оброблятися поперек.

4.2. Підготовка агрегату до роботи

Міні-шасі повинне бути справним і відповідати вимогам безпеки праці. Міні-шасі необхідно дозаправити паливом і мастильними матеріалами, усунути підтікання і несправності.

Плуг також повинний бути справним і відповідати техніці безпеки.

Лемеші повинні бути заточені.

Необхідно перевіряти і підтягувати болтові з'єднання, оглядати зварені шви.

4.3. Агрегатування і регулювання

Ці операції доцільно провести на рівній, чистій, бетонованій чи асфальтованій площадці. Приєднання плуга до трактора варто проводити в такій послідовності:

установити трактор на підставку висотою *H*:

$$H = h+a,$$

де *H* – висота підставки (звичайно дерев'яна);

h – глибина оранки;

a – величина занурення коліс трактора в ґрунт, *a* = 2,3…3 см.

Підвести плуг до механізму навішення і з'єднати їхній шарнірно пальцями, пальці зашплінтувати. Під опорне колесо плуга підставити підставку такої висоти, на яку буде оброблятися ґрунт. При цьому леміш повинний доторкатися площадки, а задану висоту опорного колеса зафіксувати. Зафіксувати регулювальний пристрій.

4.4. Підготовка оброблюваних ділянок

З оброблюваних ділянок повинні бути виключені великі металеві предмети і камені. Оглядають конфігурацію поля і виділяють прямокутні ділянки. Розбивка на загони не потрібна, тому що агрегат може рухатися човниковим способом.

Вибирають напрямок руху агрегату, з обліком того, щоб оранка ґрунту проводилася поперек схилу. Відбивають у кінцях гону поворотні смуги, ширина яких визначається в залежності від виду поворотів. Для випадку руху нашого агрегату найбільш зручними є петльові повороти. Ширина поворотної смуги в цьому випадку визначається:

$$B = r_a + t,$$

де r_a – радіус повороту агрегату, r_a = 2 м;

t – довжина в'їзду залежить від габаритів сільгоспмашини

$$B = 2 + 0{,}5 = 2{,}5 \text{ м}.$$

4.5. Робота агрегату на ділянці

Обробка ґрунту на виділених ділянках виконується човниковим способом. Схема руху показана на рис. 4.1

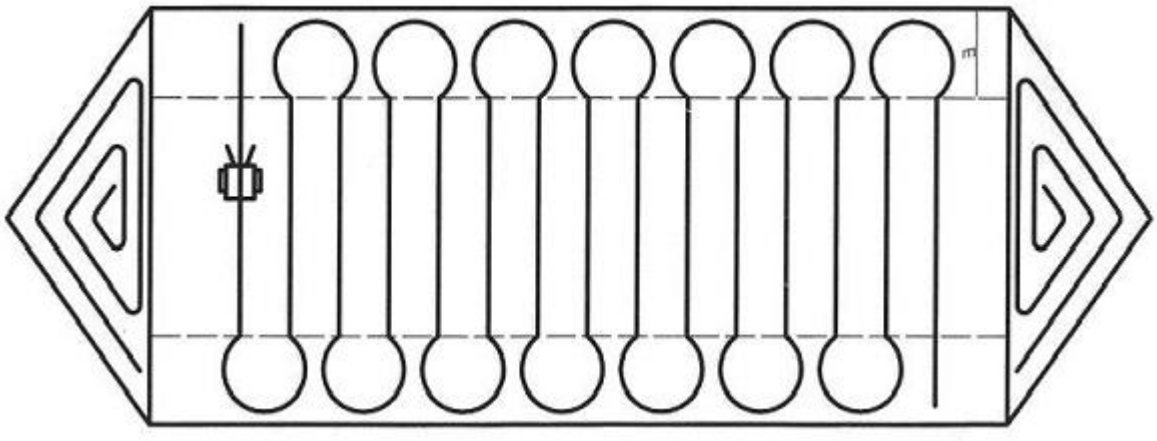

Рис. 4.1-Схема розбивки поля

де B – ширина оброблюваної прямокутної ділянки;

$L_р$ – робоча довжина гону;

L – довжина прямокутної ділянки;

I-III – трикутні ділянки полючи, оброблювані пізніше.

Після першого проходу і контролю його якості проводять підрегулювання плуга відповідними механізмами.

4.6. Контроль якості й оцінка оранки

Якість перевіряють по трьох основних показниках:

- глибина оранки;

- гребнистість і хвилястість оранки.

Показники якості оранки і їхня оцінка наведені в табл 4.1

Табл 4.1- Показники якості обробки ґрунту плугом

Показник	Нормативи	Метод визначення
Відхилення від заданої глибини оранки, см	±0,5 ±2,0	Виміряти по діагоналі обробленої ділянки в 10 місцях
Вирівняність		Замірити довжину профілю

Показник	Нормативи	Метод визначення
(довжина профілю перевищує довжину проекції), см	не більш 2 не більш 3	10-метровим шнуром
Гребнистість	не більш 2 не більш 3	Замірити гребені в 10 місцях лінійкою

5. ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК МАЛОГАБАРИТНОГО ШАСІ

5.1. Загальні передумови

Малогабаритне самохідне шасі розроблено на базі малогабаритного легкого трактора, призначено для механізації ручної праці при обробленні сільськогосподарських культур на дрібноконтурних ділянках землі, приватних підсобних господарствах, городніх і садівничих товариствах, у тваринництві, будівництві й інших галузях народного господарства.

Шасі, як універсальний енергетичний засіб, повинне мати швидкостикуючий пристрій, екологічно чистий двигун, багатоступінчасту коробку зміни передач.

Розробка конструкції і визначення основних параметрів малогабаритних агрегатів виконується на основі аналізу існуючих моделей вітчизняних і закордонних фірм. Різноманітні умови використання, різні вимоги, пропоновані до конструкції, а також велика кількість заводів-виготовлювачів обумовили розмаїтність типів і моделей малогабаритних агрегатів, що випускаються в СНД і за рубежем.

В основу такого розрахунку міні-шасі використані загальні положення методики визначення оптимальних параметрів сільськогосподарських тракторів з урахуванням конструктивних особливостей малогабаритних агрегатів і агротехнічних вимог до них [7].

5.2. Обґрунтування параметрів ходової частинималогабаритного шасі

Створення малогабаритної сільськогосподарської техніки з невеликою експлуатаційною масою дозволить виконати вимоги ГОСТ 26955-86 «Норми впливу рушіїв на ґрунт», тобто зберегти ґрунт і його родючість.

Щоб створити «екологічно чистий» колісний рушій, у першу чергу, необхідно обґрунтувати оптимальний типорозмір шин і поліпшити їхні жорсткістні характеристики.

5.2.1. Вибір ширини профілю шин ведучих коліс

Дослідженнями встановлено, що збільшення ширини профілю шин поліпшує їхні тяглово-зчіпні якості. Однак, збільшення профілю шин обмежується міжряддями оброблюваних культур і розмірами захисних зон.

У таблиці 5.1 приведені рекомендовані агротехнічними вимогами розміри міжрядь і захисних зон при обробленні різних сільськогосподарських культур.

Таблиця 5.1-Розміри міжрядь і захисних зон

Культура	Застосовані міжряддя, м	Міжряддя, що передбачаються на основі прогнозу, м	Захисна зона, що рекомендується, м
Овочеві	0,45; 0,6; 0,7; 0,9	0,45; 0,6; 0,7; 0,9	0,12; 0,15
Картопля	0,6; 0,7; 0,9	0,7; 0,9	0,18
Кормовий буряк	0,45	0,45; 0,5	0,12
Соняшник	0,70; 0,90	0,70; 0,90	0,20

Ширина профілю ведучих шин може бути знайдена за виразом 5.1:

$$У = m - 2C; \quad (5.1)$$

де m – ширина міжрядь;

C – ширина захисної зони, що рекомендується, м.

Так, для оброблення овочевих культур і кормового буряка:

$$У = 0,45 - 2 \cdot 0,12 = 0,21 \text{ м};$$

для картоплі:

$$У = 0,6 - 2 \cdot 0,18 = 0,22 \text{ м}.$$

Таким чином, максимальна ширина профілю ведучих шин некерованих коліс мінішасі повинна не перевищувати 0,21 м, тобто 7...8$^{//}$. На рис 5.1 зображена схема посадки культур.

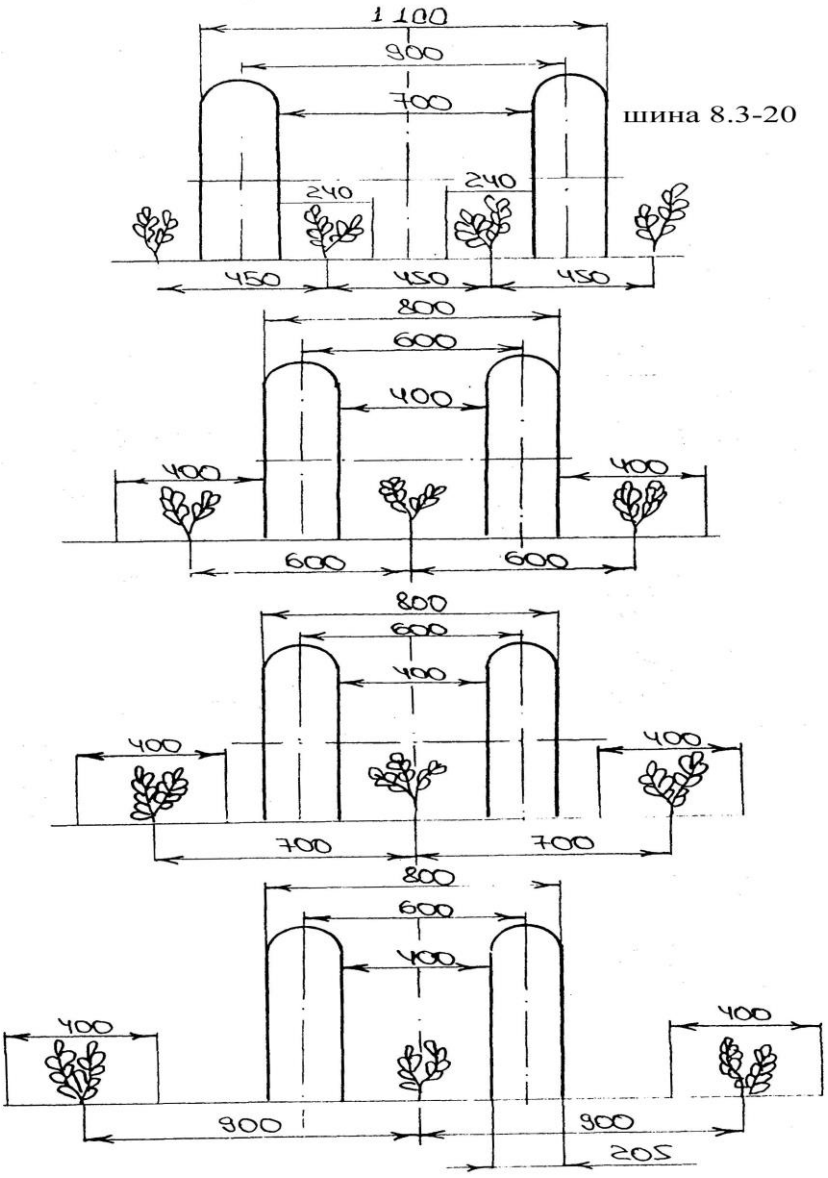

Рис.5.1-Схема посадки культур

5.2.2. Вибір зовнішнього діаметра шин

Діаметр ведучих коліс шасі обумовлений його конструктивними особливостями, поперечною стійкістю, тяглово-зчіпними якостями й агротехнічним просвітом.

Відповідно до вимог на малогабаритні сільськогосподарські машини агротехнічний просвіт повинен бути в межах 270...350мм. Отже, шини ведучих (некерованих) коліс повинні мати зовнішній діаметр не меньше 0,7...0,75 м. З приведеного вибираємо ведучі шини 8,3-20; ГОСТ 7463-80, при цьому можна виключити бортові передачі, тобто спростити трансмісію.

Характерною рисою роботи малогабаритних тракторів і мотоблоків є те, що при оранці однокорпусним плугом, лінія тяги якого повинна проходити через повздовжню вісь міні-трактора, одне колесо рухається по дну борозни, інше - по незораному полю. При цьому виникають перекидаючі моменти [9].

При збігу лінії тяги плуга з повздовжньою віссю трактора (шасі) з'являється момент, що веде.

На рис.5.2 приведена схема оранки міні-шасі в агрегаті з однокорпусним плугом. Як видно з малюнка, кут поперечного крену залежить від глибини оранки і складає

$$\sin \beta = \frac{h_{\text{пл}}}{B_{\text{к}}}, \tag{5.2}$$

де $h_{\text{пл}}$ – висота шару (глибина оранки);

$B_{\text{к}}$ – колія трактора.

З погляду стійкості агрегату кут β не повинний перевищувати 15°. Отже, при глибині оранки $h_{\text{пл}}$ = 18 см ширина колії повинна складати не менш

$$B_{\text{к}} \geq \frac{\sin 15^{\text{o}}}{0{,}18} = 0{,}7 \text{ м.}$$

Визначаємо момент, що веде, при цій ширині колії:

$$M_{\text{дв}}=P_{\text{пл}}\cdot C, \tag{5.3}$$

де $P_{\text{пл}}$ – тяговий опір плуга, кН;

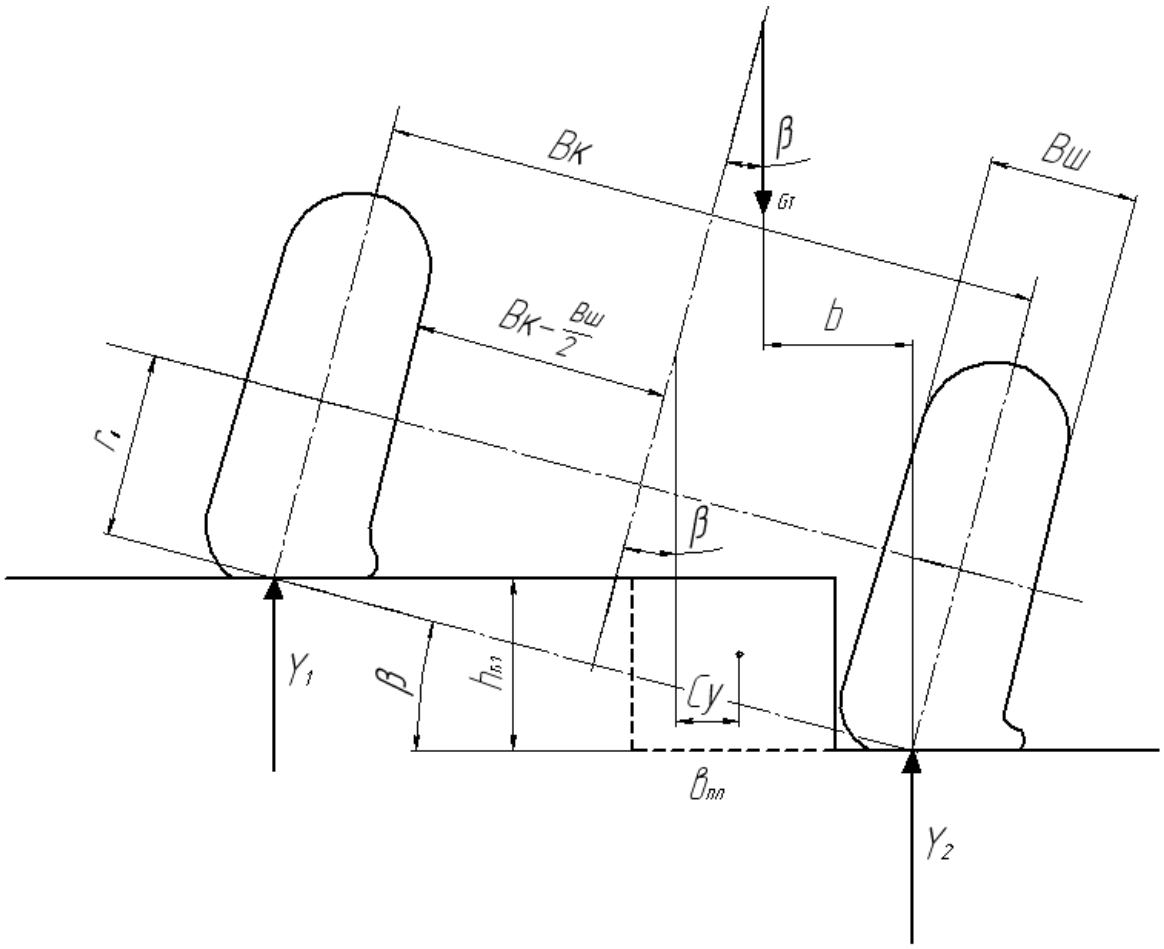

Рис.5.2-Схема оранки однокорпусним плугом

Плече *Су* може бути знайдене з виразу:

$$C_{\text{у}} = 0{,}5\left(B_{\text{к}} - B - в_{\text{пл}}\right) - tg\beta \cdot r_{\text{д}}, \qquad (5.4.)$$

де $B_{\text{к}}$ – ширина колії, м;

B – ширина профілю шини, м;

$в_{\text{пл}}$ – ширина захвату плуга, м;

$r_{\text{д}}$ - динамічний радіус колеса, $r_{\text{д}}$ = 0,448 м.

Тоді:

$Cy = 0{,}5(0{,}7 - 0{,}21 - 0{,}22) - 0{,}448 \cdot \text{tg}15^{\text{o}} = 0{,}02$ м.

При силі тяги на гаку (тяговому опорі плуга) $P_{\text{пл}}$ = 2 кН, момент, що уводить, дорівнює:

$$M_{\text{дв}} = 2 \cdot 0{,}02 = 0{,}04 \text{ кН·м}.$$

Така величина моменту, що уводить, може ускладнювати керування міні-шасі і потребує застосування блокування диференціала, а також зсуву центра мас шасі убік незораного поля.

5.2.3. Вибір ширини колії міні-шасі

Розглянемо можливі варіанти й інтервали зміни ширини колії шасі з умови вписуємості в міжряддя оброблюваних сільськогосподарських культур.

Як видно з приведених схем (рис. 5.1), ширина колії шасі може змінюватися східчасто. Для малогабаритного шасі необхідно мати мінімум два інтервали зміни ширини колії – мінімальну B_{min} = 0,6 – 0,62 м; $B_{ср}$ = 0,9 м і для транспортних робіт і міжрядь 0,6м – 1,2 м.

Переважно, звичайно, передбачити плавне регулювання ширини колії. Однак, при цьому ускладнюється конструкція міні-шасі.

5.2.4. Висновки

1. Для міні-шасі можуть бути рекомендовані ведучі шини розміром 6,50 – 16; 7,50 – 16; 8,30 – 20 .

2. Інтервали зміни, що рекомендуються, ширини колії для всіх шасі - 600, 700, 900, 1200 мм.

5.3. Вихідні дані для тягового розрахунку силової передачі малогбаритного шасі.

Тип трактора	- колісний
Колісна формула	- 4К2
Шини ведучих коліс	- 8,30-20
Статичний радіус коліс, м	- 0,448
Ширина профілю шин, м	- 0,21
Норма впливу рушіїв на ґрунт	
за ГОСТ 26955-86, кПа	- 100
Тиск повітря в шині, мПа	- 0,05

Номінальна сила тяги на гаку, кН - 2,0

Двигун дизельний повітряного охолодження

Номінальна потужність, кВт - 9,5

Частота обертання при номінальній

ПОТУЖНОСТІ, $с^{-1}$ - 376

Частота обертання при максимальному

крутячому моменті, $хв.^{-1}$ - 2201850

Коефіцієнт зчеплення шин із ґрунтом, φ - 0,65

Коефіцієнт опору кочінню, f - 0,1

Число передач:

уперед - 8

назад - 8

Швидкість руху:

мінімальна, м/с (км/г) - 0,70 (2,52)

транспортна, м/с (км/г) - 5,8 (21)

Приведений коефіцієнт опору дороги, $\psi_{пр}$ - 0,12

Коефіцієнт навантаження ведучих коліс, λ - 0,7.

5.3.1. Величини, отримані в результаті розрахунку

Використовуючи данні [17], визначимо основні параметри трактора при роботі його з однокорпусним плугом на важких ґрунтах ($P_{кр}$ = 2,40 кН), на середніх – ($P_{кр}$ = 1,62 кН).

Для забезпечення тягового зусилля трактор повинен мати експлуатаційну масу

$$G_э = \frac{P_{кр\,н} \cdot 10^{-3}}{q(\varphi \cdot \lambda - f)}, \qquad (5.5)$$

λ - коефіцієнт навантаження ведучих коліс

φ - коефіцієнт зчеплення шин із ґрунтом

f - коефіцієнт опору кочінню,

Для важких грунтів експлуатаційна маса повинна бути:

$$G_э = \frac{2{,}4 \cdot 10^{-3}}{9{,}81(0{,}65 \cdot 0{,}7 - 0{,}1)} = 690кг$$

Для середних грунтів G_e = 465кг.

Конструктивну масу міні-шасі приймаємо рівній експлуатаційній масі для середніх грунтів, тобто G_e =465кг.

Потрібну потужність двигуна визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{\left(P_{кр\,н} + f \cdot G_э\right)}{K_п \cdot \eta_б \cdot \eta_{тр}} \cdot V, ; \qquad (5.6)$$

де V – швидкість руху, м/с;

$K_п$ – коефіцієнт використання потужності двигуна, $K_п$ = 0,9;

$\eta_б$ - КПД буксування, $\eta_б$ = 0,85;

$\eta_{тр}$ - КПД трансмісії;

$$\eta_{тр} = \eta_{хол} \cdot \eta_ц^{n_ц} \cdot \eta_к^{n_к}, \qquad (5.7)$$

де: $\eta_{хол}$=0,96 – утрати вільного ходу;

$\eta_ц = 0{,}985$ – ККД циліндричної передачі;

$\eta_к = 0{,}975$ – ККД конічної передачі;

$n_ц$ і $n_к$ – відповідно, число циліндричних конічних пар шестерень, що беруть участь у передачі моменту, від двигуна до рушія, $n_ц$=5; $n_к$=1.

$$\eta = 0{,}96 \cdot 0{,}985^5 \cdot 0{,}975 = 0{,}87.$$

Тоді:

$$N_e = \frac{\left(2.4 + 0.1 \cdot 6.9\right)}{0.9 \cdot 0.85 \cdot 0.87} \cdot 0.72 = 3{,}24;$$

Необхідна потужність двигуна при оранці складає Ne = 3,24 кВт

Необхідна потужність двигуна для виконання транспортних робіт:

$$N_e = \frac{\left(G_э + G_{гр}\right) \cdot \psi_{пр}}{K_п \cdot \eta_{тр}} \cdot V, ; \qquad (5.8)$$

де: $G_э$ - експлуатаційна маса шасі, кг;

Приймаємо $G_ƒ$ = 550 кг;

$G_{гр}$ - маса перевозимого груза, кг. $G_{гр}$ = 350 кг.

$$N_{ен} = \frac{(5{,}5 + 3{,}5) \cdot 0{,}12}{0{,}9 \cdot 0{,}87} \cdot 5{,}8 = 8 \text{ кВт.}$$

Приймаємо двигун міні шасі потужністю 9,5 кВт при частототі обертання колінвала $\omega_{ен}$ = 376 с$^{-1}$ та крутному моменті $M_{ен}$=25,2 Нм

При експлуатаційній масі трактора $G_э$ = 550 кг статична нагрузка на ведучу вісь:

$$G_2 = \lambda \cdot G \tag{5.9}$$

$$G_2 = 0{,}7 \cdot 550 = 385 \text{ кг;}$$

Приймаємо трансмісію шестеренну.

Число передач: 6 вперед и 6 заднього хода.

Діапазон швидкостей уперед, м/с (км/ч) 0,62…4,2 (2,93…15 км/ч).

Трансмисія состоїть з слідуючих вузлів;

- муфта зчеплення – багатодискова в оливному тумані.

-коробка передач складна (з ходопоменьшувачем), с поперечним розташуванням валов для зменьшення габаритної довжини;

- вал відбору потужності – залежний, одношвидкісний;

- бортові передачі – в окремих вузлах.

Передаточне число на першій передачі (по двигуну):

$$i_{\text{трI}} = \frac{\left(P_{\text{кр}_\text{н}} + f \cdot G_\text{э}\right) \cdot r_\text{д}}{M_{\text{ен}} \cdot \eta_{\text{тр}}} = 63 \tag{5.10}$$

Передаточне число на першій передачі по ТЗ (V = 0,7 м/с):

$$i_{\text{трI}} = \frac{\omega_{\text{ен}} \cdot r_\text{д}}{V_T} \tag{5.11}$$

де:

$\omega_{\text{ен}}$ - частота обертання колінчатого валу двигуна;

$r_д$ - динамічний радіус ведучого колеса; $r_д = 0{,}448$

V_T - швидкість руху на вищій передачі; $V_T = 5{,}8$ м/с

$$i_{трI} = \frac{376 \cdot 0{,}448}{0{,}7} = 240; \quad (5.12)$$

Передавальне число трансмісії на вищій передачі:

$$i_{тр6} = \frac{376 \cdot 0{,}448}{5{,}8} = 29; \quad (5.13)$$

Передавальне число трансмісії на проміжних передачах вибирається по геометричному ряду. Знаменник геометричної прогресії:

$$q = \sqrt[5]{\frac{33{,}5}{201}} = 0{,}697.; \quad (5.13)$$

Отже, передавальні числа трансмісії будуть:

$i_{трI} = 240$; $i_{тр2} = 177{,}4$; $i_{тр3} = 131{,}2$; $i_{тр4} = 96{,}2$; $i_{тр5} = 71{,}7$; $i_{тр6} = 53{,}0$; $_{тр7} = 39{,}2$; $i_{тр8} = 28{,}97$;

5.4. Складання кінематичної схеми і розрахунок трансмісії мінішасі

Для складання трансмісії приймаємо:

Двигун – чотиритактний, одноциліндровий, бензиновий. Потужність номінальна $N_н$ = 9,5 кВт при частоті обертання $\omega_н$ = 376 с$^{-1}$ ($n_н$ = 3600 об/хв).

Момент номінальний: M_n =25,2 Н.м;

максимальний: M_n = 1,12·$M_н$ =28,2 Н·м.

Маса мінітрактора експлуатаційна, з водієм $G_т$ = 690 кг.

Статичне навантаження на ведучу вісь:

$$G_2 = \lambda \cdot G = 0{,}7 \cdot 690 = 483 \text{ кг}. \quad (5.14)$$

Динамічне навантаження на ведучу вісь визначається за формулою

$$G_{2д} = G_2 + \frac{M_к}{q \cdot L}, \quad (5.15)$$

де L – подовжня база трактора, L = 1,25 м;

$Mк$ – крутний момент на ведучих колесах.

Сила зчеплення ведучих коліс з ґрунтом

$$P_{к\varphi} = \varphi \cdot q \cdot G_2 \cdot; \qquad (5.16)$$

Прийнявши коефіцієнт зчеплення ведучих коліс із ґрунтом $\varphi = 1$, маємо максимальну статичну силу зчеплення:

При шині 8,30 – 20

$$P_{к\varphi} = 1 \cdot 9{,}81 \cdot 483 = 4730 \text{ Н};$$

Ведучий момент по зчепленню

$$M_\varphi = P_{к\varphi} \cdot r_к = 2119 \text{ Н·м}; \qquad (5.17)$$

Тоді динамічне навантаження на ведучу вісь буде

$$G_{2д} = 483 + \frac{2119}{9.81 \cdot 1{,}25} = 653 кг;$$

Для коректування передавальних чисел трансмісії треба обчислити головні розмірні параметри зубчатих коліс і міжосьові відстані.

Передавальні числа трансмісії коректуються при складанні кінематичної схеми (рiс.5.2.). Головними розмірними параметрами коробки передач є міжосьова відстаньГоловними розмірними трансмісії є міжосьова відстань A і нормальний модуль m_H , які можна визначити по формулами [6]:

$$\text{À} = 0.5 \text{m}_\text{H} (\text{Z} + \text{Z}), \quad \text{мм}, \qquad (5.18)$$

$$m_H = 14 \sqrt[3]{\frac{Mp \cdot K_l}{Z_1^2 \cdot \psi_B \cdot [\sigma]} \cdot Y_F} \text{ ,мм}; \qquad (5.19)$$

де:

M_p - розрахунковий момент в Нм;

K_l- коефіцієнт, що враховує нерівномірність вантаження по довжині зуба, K_l=1,5;

Z_1- число зубів ведучої шестерні, Z_1=15;

ψ_B- параметр, що характеризує розміри шестерні, $\Psi_в$=2,3;

[σ]-допустима контактна і ізгибна напруга, [σ]= 300МПа;

Y_F- коефіцієнт, що враховує форму зуба і концентрацію напруги, Y_F=1,9.

Враховуючи малу вірогідність реалізації максимального моменту двигуна, за умовами зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею, визначимо

розрахунковий момент, на ведучій шестерні кінцевой передачі з умови зчеплення коліс з опорною поверхнею

$$M_P = \frac{M_{k\varphi}}{i_{б.п.}}, \quad (5.17)$$

де:

$$i_{б.п.} = \frac{Z_{21}}{Z_{20}} = \frac{50}{15} = 3{,}33;$$

$$M_р = \frac{2119}{3{,}33} = 636, \text{ Н·м};$$

тоді m_H=2,35 мм.

Приймаємо модуль для всіх шестерень коробки передач рівним 2,5мм, для бортової передачі приймаємо модуль рівним 3мм. (рис 5.2)

Після складання кінематичної схеми трансмісії, за нижче приведеними формулами, проводимо розрахунки для побудови тягової характеристики, та характеристики паливної економічності агрегату.

Теоретична швидкість руху:

$$V_T = \frac{\omega_с}{i_{тр}} \cdot r_д, \text{ м/с}; \quad (5.21)$$

Тягове зусилля:

$$P_{кр} = P_к - f \cdot G, \text{ кН}; \quad (5.22)$$

Буксування ведучих коліс:

$$\delta = 0{,}15\frac{P_{кр}}{\varphi \cdot G} + 0{,}05\left(\frac{P_{кр}}{\varphi \cdot G}\right)^8.; \quad (5.23)$$

Тягова потужність:

$$N_{кр} = P_{кр} \cdot V(1-\delta).; \quad (5.24)$$

Тяговий ККД:

$$\eta_т = \frac{N_{кр}}{N_e}; \quad (5.25)$$

Питома витрата палива на гаку:

$$q_{\text{кр}} = \frac{G_{\text{тн}}}{N_{\text{кр}}}; \qquad (5.26)$$

Питома витрата палива на гаку при максимальному крутячому моменті:

$$q_{\text{кр}} = \frac{G_{\text{тм}}}{N_{\text{кр}}};$$

де $G_{\text{тм}} = q_{\text{эн}} \cdot N_{\text{эн}} = 0{,}32 \cdot 9{,}5 = 3{,}0$ кг/год; годинна витрата палива при номінальній потужності;

$$G_{\text{тм}} = 0{,}38 \cdot 6{,}2 = 2{,}36 \text{ кг/год};$$

У таблиці 5.2 приведені розрахункові величини, необхідні для побудови тягової характеристики мінішасі відповідно до кінематичної схеми трансмісії (рис. 5.3).

6. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

6.1. Загальні положення

– До управління трактором допускаються особи не молодше 18 років, які мають посвідчення на право управління трактором, визнані придатними для цієї роботи медичною комісією.

– Машиніст трактора (тракторист), що приймається на роботу, повинен пройти вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, прийомів та способів надання долікарської допомоги потерпілим, бути ознайомлений під розпис з умовами праці, правами та пільгами за роботу в шкідливих та небезпечних умовах праці, про правила поведінки при виникненні аварій.

До початку роботи безпосередньо на робочому місці машиніст трактора (тракторист) повинен пройти первинний інструктаж з безпечних прийомів виконання робіт.

Про проведення вступного інструктажу та інструктажу на робочому місці робляться відповідні записи в Журналі вступного інструктажу з питань охорони праці і Журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов’язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

– Машиніст трактора (тракторист), що приймається на роботу, після первинного інструктажу на робочому місці повинен протягом 2 – 15 змін (залежно від стажу, досвіду і характеру роботи) пройти стажування під керівництвом досвідченого, кваліфікованого машиніста трактора, який призначається наказом (розпорядженням) по підприємству.

– Повторний інструктаж з правил і прийомів безпечного ведення роботи і охорони праці машиніст трактора (тракторист) повинен проходити:

– Періодично, не рідше одного разу на квартал;

– При незадовільних знаннях з охорони праці не пізніше місячного строку;

– У зв’язку з допущеним випадком травматизму або порушенням вимог охорони праці, що не призвели до травми.

– Машиніст трактора (тракторист) повинен працювати в спецодязі і взутті, передбачених Типовими галузевими нормами: комбінезоні бавовняному, рукавицях комбінованих, чоботах гумових.

Крім того, на зовнішніх роботах взимку: куртці і брюках бавовняних на утеплювальній прокладці, валянках.

Спецодяг, спецвзуття мають бути справні і відповідати зросту і розміру. Забороняється працювати в одязі, просоченому пально-мастильними матеріалами.

– Інструмент і пристрої необхідно використовувати тільки за призначенням.

– Кабіна машиніста трактора (тракториста), органи управління і прилади мають бути чисті, сухі і вільні від сторонніх предметів.

– На тракторі не дозволяється зберігати промаслені або змочені паливом обтиральні матеріали, а також бензин, гас та інші легкозаймисті речовини.

– Трактор необхідно заправляти паливом за допомогою заправних пристроїв. Заправка трактора в темну пору доби допускається тільки при штучному освітленні. При цьому забороняється користуватися джерелами відкритого вогню.

– Заправка паливного бака пускового двигуна етилованим бензином дозволяється тільки механізованим способом. Забороняється заправляти бак етилованим бензином безпосередньо з відра та інших ємностей.

– Необхідно стежити, щоб у паливних баках і паливопроводах не було течі, яку при виявленні треба негайно усунути, а патьоки витерти.

– Робота з несправним або погано чутним звуковим сигналом не дозволяється.

Забороняється експлуатація трактора в нічний час з несправною світловою сигналізацією.

– Перш, ніж зійти з трактора, необхідно поставити важіль переключення передач у нейтральне положення і включити гальмо.

– Перед вантаженням трактора на залізничну платформу або інший транспортний засіб необхідно встановити механізм навіски у крайнє верхнє положення, зафіксувати його механічним фіксатором у транспортному положенні. Необхідно злити воду з системи охолодження двигуна і паливо з паливних баків, відключити акумуляторну батарею, включити першу передачу коробки передач.

– При вантаженні і вивантаженні трактора необхідно користуватися спеціальними захватами, які гарантують безпечність роботи і цілісність кабіни та обшивки трактора.

– Машиніст трактора (тракторист) повинен добре знати прийоми управління трактором і послідовність їх виконання при пуску пускового двигуна та дизеля, при пуску трактора в роботу і його русі, а також при зупинці трактора і двигуна.

– Забороняється під час роботи змащувати і кріпити деталі, заправляти, регулювати і очищати від бруду тягач і причіпні агрегати.

– При ремонті двигуна забороняється виконувати будь-які ремонтні роботи під трактором і причіпними машинами.

6.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

– Перед початком роботи необхідно оглянути трактор, переконатись у його справності і тільки тоді приступати до пуску двигуна.

Перед пуском двигуна необхідно:

– виконати операції “Щозмінного технічного обслуговування по підготовці двигуна до роботи”;

– перевірити справність електрообладнання освітлення та сигналізації;

– відкрити запірний кран паливного бака основного двигуна;

– випустити повітря з паливної системи (при потребі).

Для пуску двигуна необхідно додержуватись таких вимог:

– встановити важіль переключення передач у нейтральне положення;

– включити акумуляторну батарею в електричну мережу, натиснувши на велику кнопку вмикача “маси” до фіксації її в нижньому положенні;

– встановити важіль управління подачею палива в положення виключеної подачі палива;

– включити декомпресор;

– відкрити кран подачі палива до карбюратора пускового двигуна;

– прикрити повітряну заслінку карбюратора пускового двигуна;

– включити електростартер;

– після прогріву пускового двигуна плавно, але швидко включити муфту зчеплення редуктора;

– прокрутити основний двигун протягом 1–2 хв. до появи тиску мастила в масляній магістралі двигуна і виключити декомпресор;

– заглушити пусковий двигун;

– закрити кран подачі палива до карбюратора.

Не дозволяється пуск основного двигуна без попереднього прокручування колінчатого вала, особливо в холодну пору року, коли мастило густе і надходить у підшипники із запізненням.5.2.9. Забороняється користуватись відкритим

вогнем для полегшення пуску двигуна в холодну пору року.

– Забороняється роботи на тракторах, у яких є пристрій ручного запуску двигуна, за допомогою пускового шнура. Це відноситься до старих моделей тракторів, які повинні бути обладнані електростартерним запуском двигуна.

– При пуску двигуна пусковим держаком його необхідно брати правою рукою так, щоб пальці руки були по один бік держака. Обертати держак вкругову забороняється.

– Забороняється заводити перегрітий двигун, щоб уникнути зворотного удару від передчасного спалаху (внаслідок самозаймання робочої суміші).

– Рушаючи з місця, при повороті і зупинці машини, машиніст трактора (тракторист) повинен дати попереджувальні сигнали робітникам, які перебувають на причіпних машинах.

6.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

– Під час руху трактора головна муфта зчеплення має бути повністю включена, щоб не допустити пробуксовування дисків, що призводить до передчасного спрацьовування фрикційних накладок. Переключати передачі необхідно при виключеній головній муфті.

– При роботі трактора з причіпними машинами необхідно прикріпити розтяжки механізму навішування до верхніх площин (щоб не допустити зачіпання розтяжок за причіпну скобку та їх пошкодження), підняти нижні тяги механізму навішування в крайнє верхнє положення, встановити верхню тягу в транспортне положення і закріпити її спеціальним пристроєм.

– Машиніст трактора (тракторист) повинен ознайомитися з фронтом робіт і технологією робочого процесу, перевірити справність огородження та наявність попереджувальних знаків, а також ознайомитись з рельєфом та особливостями площадки.

– Забороняється під час руху переходити з трактора на причіпні машини і назад.

– Забороняється включати швидкість при наявності людей між трактором і причіпною машиною.

– Площадка, на якій працює трактор, має бути огороджена і обладнана знаками безпеки. При виконанні робіт на дорогах з відкритим рухом місце проведення робіт повинно бути огороджене і встановлені відповідні дорожні знаки.

–При роботі трактора необхідно стежити за показаннями контрольно-вимірювальних приладів:

– тиском у системі мащення прогрітого двигуна. Тиск повинен бути на номінальних обертах 3–5 кгс/см^2 на мінімальних обертах холостого ходу – не менше 1 кгс/см^2;

– температурою води в системі охолодження (75–100°С).

Не можна допускати тривалої роботи двигуна під навантаженням при температурі нижче 75°С, бо при цьому підвищується спрацьовування гільзо-поршневої групи і знижується економічність двигуна.

– Щоб не допустити опіків парою або гарячою водою (антифризом), що викидається з радіатора при перегріві двигуна, кришку радіатора необхідно знімати в рукавицях, стоячи з навітряного боку.

– Одночасна робота двох тракторів з причіпними машинами допускається при відстані між агрегатами не менше 20м. Інтервал між тракторами допускається 10 м.

Під час роботи трактора забороняється:

– передавати управління трактором іншій особі;

– залишати машину з працюючим двигуном;

– сидіти і стояти на рамі та інших частинах машин;

– стояти поблизу коліс машини або гусениць трактора;

– відчіплювати машину від трактора до повної зупинки;

– перевозити в кабіні трактора людей.

– Технічне обслуговування трактора необхідно проводити тільки після його зупинки, при непрацюючому двигуні, встановленні важеля коробки передач у нейтральне положення, опущеному механізмі навішування і виключеному вмикачі «маси».

– Машиніст трактора (тракторист) повинен застосовувати тільки справний інструмент, без тріщин, забоїн, задирок.

– Необхідно застосовувати гайкові ключі відповідного розміру. Забороняється застосовувати прокладки між зівом ключа і гранями гайок.

– При підтягуванні кріпильних деталей необхідно стерегтися розміщених поблизу деталей з гострими кутами і кромками.

– При перевірці рівня мастила в кінцевих передачах необхідно стерегтися викиду гарячого мастила.

– Забороняється користуватись відкритим вогнем при перевірці рівня електроліту в банках акумулятора.

– Оглядати і обслуговувати акумуляторні батареї необхідно обережно. При приготуванні електроліту необхідно спочатку налити в посудину води, а потім, безперервно перемішуючи, тонким струменем доливати кислоту. Зворотний порядок забороняється.

– Забороняється при перевірці ступеня зарядженості акумуляторної батареї навантажувальною вилкою торкатись опору, що нагрівся, бо це може призвести до опіку.

– Щоб уникнути опіків при демонтажу і монтажу деталей поблизу гарячого вихлопного колектора, не можна торкатись його.

– Очищати та обмивати деталі та вузли необхідно скребком, ганчіркою або щіткою.

– Перевіряти натяг ременю вентилятора необхідно тільки при непрацюючому двигуні.

6.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

– Перед зупинкою двигуна необхідно дати йому попрацювати протягом 5 хвилин без навантаження при середній і малій частоті обертання колінчастого вала, потім зупинити двигун, виключити подачу палива.

– Закінчивши роботу, необхідно провести контрольний огляд трактора та потрібні операції по його технічному обслуговуванню, виключити і замкнути пускові пристрої. При цьому має бути виключена можливість пуску машини сторонніми особами.

– В зимову пору року необхідно злити воду, мастило перелити у чисту тару і щільно закрити пробками.

– По закінченні роботи машиніст трактора повинен зняти спецодяг, очистити його від пилу та іншого бруду і повісити у відведене для зберігання

місце. Потім вимити обличчя і руки теплою водою з милом або прийняти душ.

– Про всі несправності, виявлені при огляді або при роботі трактора, машиніст трактора (тракторист) повинен повідомити механіка або змінника.

6.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

– При появі стуків і шумів у двигуні трактора необхідно негайно зупинити двигун і усунути несправності. Якщо частота обертання колінчастого вала двигуна надміру збільшується (двигун іде врозкидь), необхідно припинити подачу палива, перемістивши важіль управління подачею палива вверх до упору, та повідомити про це механіка.

– Для екстреної зупинки трактора необхідно виключити головну муфту зчеплення і натиснути на одну з педалей зупинного гальма. Якщо зупинка

тривала, необхідно поставити важіль переключення передач у нейтральне положення і виключити головну муфту зчеплення. Якщо трактор стоїть на схилі, необхідно застопорити праву педаль зупинного гальма зубчастим сектором.

– Щоб уникнути аварії двигуна, забороняється повторне включення шестірні редуктора при працюючому двигуні.

– Щоб уникнути опіків, забороняється знімати шланги з патрубків радіатора опалювача при працюючому двигуні.

– При виникненні пожежі на тракторі необхідно негайно відключити акумуляторну батарею. Полум’я гасити порошковим чи вуглекислотним вогнегасником, засипати землею або накрити брезентом.

Забороняється заливати водою паливо, що горить.

– Забороняється їхати впоперек крутих схилів (вище 15°), щоб не перекинувся трактор; через канави, горби та інші перешкоди необхідно переїжджати обережно, на малій швидкості, не допускаючи різких нахилів трактора. Не допускати різких поворотів трактора з навішеними знаряддями при ослаблених ланцюгах розтяжок.

– При нещасних випадках машиніст трактора (тракторист) повинен вміти надати потерпілому першу медичну допомогу, при невідкладних випадках викликати швидку медичну допомогу.

6.6 Основні конструктивні вимоги до проектування малогабаритної техніки

– Рівень звуку, шуму на робочому місці оператора за ГОСТ 12.1.003-86.

– Кути поперечної статичної стійкості повинні бути не менш $35^{o.}$

– Мінішасі повинно бути постачене футляром для аптечки першої медичної допомоги.

Експлуатаційна документація на машину повинна відповідати ГОСТ 2.601-86, ГОСТ 2.607-86.

– Пуск двигуна повинний відповідати вимогам ГОСТ 19677-84 і ГОСТ 2000-84.

– Випускна система двигуна повинна забезпечувати гасіння іскор до виходу відпрацьованих газів в атмосферу.

– Струмінь відпрацьованих газів не повинний бути спрямований на оператора, пальні маси, ємності з ними.

– Конструкція капота при верхньому положенні повинна виключати можливість мимовільного опускання.

– Конструкція повинна виключати влучення соломистих продуктів на двигун, паливний бак, вихлопну трубу і глушитель.

– Вимоги до огородження що рухаються чи мають температуру вище 70^{oc} частин мінішасі встановлюється нормативно-технічною документацією.

– Огородження з отворами повинні задовольняти наступним умовам:

$d \le \frac{x}{10}$ при x>60;

$d \le 6$ при $x \le 60$,

де d – діаметр отвору, мм;

x – відстань від що рухаються чи нагрітих деталей до відбивачів, мм.

– Малогабаритне шасі повинне мати штепсельне рознімання відповідно до ДСТ 9200-86 і нормативно-технічної документації.

– Система електроустаткування повинна передбачати вимикання маси.

– Малогабаритне шасі повинне мати пристрій чи місце для зачалювання при підйомі. Схема зачалювання повинна бути приведена в посібнику з експлуатації.

– Малогабаритне сільськогосподарське шасі повинне мати звуковий сигнал. Рівень звуку сигналу повинний перевищувати рівень звуку шуму двигуна і робочих органів агрегату.

– Шасі і транспортний візок до нього повинні обладнатися робочими ліхтарями, покажчиками поворотів і габаритів за ГОСТ 7742-88.

– Робоче місце для виконання робіт стоячи організують за ГОСТ 12.1.005-86.

– Конструкція, взаємне розташування елементів будь-якого місця (органів керування) повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психологічним вимогам, а також характеру робіт.

– Робоче місце повинне бути організоване відповідно до вимог стандартів, технічних умов і методичних указівок по безпеці праці.

– Виконання трудових операцій повинне бути забезпечений у переділах зони легкої досяжності й оптимальної зони моторного полючи.

– Організація робочого місця і конструкції устаткування повинні забезпечувати пряме і вільне положення корпуса тіла чи оператора тимчасовий нахил не більше ніж на $15^{o.}$

– Органи керування, використовувані до 5 разів у зміну, допускається розташовувати за межами зони досяжності моторного полючи.

– Аварійні органи керування розташовуються в межах зони досяжності моторного полючи, при цьому варто передбачити спеціальні засоби впізнання і запобігання їх мимовільного і мимовільного включення відповідно до ГОСТ 12.2.003-84.

7. ПЕРЕДБАЧЕНА ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Актуальним завданням сільського господарства є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умови збереження і підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища. Вирішенню його, особливо на етапі становлення багатоукладних форм господарювання, сприятиме впровадження новітніх технологій і машин, зокрема комплексної механізації рослинництва і тваринництва на базі науково обґрунтованої системи машин. Система машин являє собою сукупність машин, взаємоузгоджених за технологічним процесом, техніко-економічними параметрами і продуктивністю, за допомогою яких забезпечується механізація виробничих процесів. Розробляють таку систему з урахуванням основних природно-кліматичних зон. Її постійно удосконалюють, доповнюють і змінюють на основі досягнень науки і техніки.

Сільськогосподарські машини є технологічними. Кожна з них виконує певний технологічний (робочий) процес, що включає одну або кілька технологічних операцій, при яких відбуваються якісні зміни матеріалу, що обробляється, його розмірів, стану, форми, фізичних і біологічних властивостей.

На відміну від промислових сільськогосподарські машини безпосередньо контактують із живою природою: насінням, рослинами,ґрунтом з його різноманітними живими організмами та ін. Тому їх успішне застосування обумовлюється запровадженням районованих сортів сільськогосподарських культур, що пристосовані до машинних технологій.

Для визначення економічної ефективності по удосконалюванню малогабаритного шасі розглядаються витрати в цілому по агрегату і порівняємо ці витрати з витратами агрегату, прийнятого в якості базового, тобто, вихідного варіанта.

Як, приклад, визначаємо економічну ефективність проектуємого агрегату при оранці плугом ПМ-20. За базову модель приймаємо мінітрактор ТМ-08.

Таблиця 7.1. Вихідні дані

Найменування показників	Базовий мінітрактор ТМ-08	Проектоване шасі
Робоча швидкість руху, км/г	3,0	3,5
Ширина захвату агрегату, м	0,2	0,2
Продуктивність, га/г	0,06	0,07
Вага мінітрактора, кг	570	690
Потужність двигуна, кВт	5,0	6,0
Питома витрата палива, кг/кВт·г	0,434	0,32
Балансова вартість, грн Мінішасі Плуга	 12000 230	 12400 230
Норма амортизаційних відрахувань,% Мінішасі Плуга	 15.0 15.0	 15.0 15.0
Норма відрахувань на ПР і ТО, % Мінішасі Плуга	 13.0 27.0	 13.0 27.0
Нормативне завантаження річне, ч Мінішасі Плуга	 600 100	 600 100

Економічний ефект від застосування малогабаритного шасі, як правило, забезпечується зниженням експлуатаційних витрат на виконання робіт з виробництва сільськогосподарської продукції. Причому в результаті удосконалення машини зміни перетерплюють, в основному, прямі

експлуатаційні витрати, що у розрахунку на одиницю роботи. Тому потрібно як найбільше знизити собівартість експлуатації.

Після проведення модернізації коробки передач трактору, підвищились

його техніко – економічні показники, а саме збільшився діапазон швидкостей в яких агрегат може виконувати ті чи інші операції, зменшилась витрата палива за рахунок збільшення раціональності використання потужності двигуна а саме головне надійність та довговічність модернізованого вузла трансмісії.

При визначенні економічної ефективності нової машини важливе значення мають питомі капіталовкладення, в даному випадку вони становлять 25% від вартості стандартного вузлу. Очікувана техніко – економічна ефективність складає 15%, строк окупності приблизно 3 місяця.

ВИСНОВКИ

Малогабаритне самохідне шасі призначено для обробітку грунту на невеликих ділянках. Також його доцільно використовувати в будівництві, комунальному господарстві.

При розробці малогабаритного шасі враховувалася можливість агрегатування з різними сільгоспзнаряддями.

Мінішасі має можливість зміни ширини колії. З метою зменшення буксування застосовані шини збільшеного розміру з малюнком протектора підвищеної прохідності.

Дане мінішасі відрізняється простотою в експлуатації й в обслуговуванні однією людиною.

Техніко-експлуатаційні показники агрегату підтверджують, що малогабаритне шасі складе гідну конкуренцію закордонним аналогам та буде користуватися попитом у споживача.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Про приватизацію земельних ділянок». Декрет України, 1993.

2. Білоконь Я. Ю. Трактори та автомобілі / Я. Ю. Білоконь. – К.: Вища освіта, 2003. – 560 с.

3. Бойко М. Ф. Трактори та автомобілі ч. 2 Електрообладнання: навчальний посібник посібник / М. Ф. Бойко – К.: Вища школа, 2001. – 243 с.

4. Власенко М. В. Технологія ремонту сільськогосподарської техніки / М. В. Власенко, Г. Ю. Надольський, О. Т. Терхунов, В. А. Крижанівський. – К.: Вища школа, 1992. – 311 с.

5. Вознюк Л. Ф. Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин / Л. Ф. Вознюк, В. В. Іщенко, Я. М. Михайлович. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.

6. Ільчук М.М. Організація сільськогосподарського виробництва / М.М. Ільчук, Л.Я. Згрібняк, С.І. Мельник та ін. – Вінниця: Нова Книга, 2009. – 456 с.

7. Кірса В. І. Технічне діагностування машин / В. І. Кірса. – К.: Урожай, 1986. – 240 с.

8. Коновалюк О. В. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі. Навчальний посібник / О. В. Коновалюк, В. М. Кіяшко, М. В. Колісник. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 320 с.

9. Лауш П. В. Техническое обслуживание и ремонт машин / П. В. Лауш, Н. В. Власенко, Н. Л. Столеров, В. Я. Чабанный. – К.: Вища школа, 1989. – 351 с.

10. Лауш П. В. Практикум по техническому обслуживанию и ремонту машин / П. В. Лауш. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.

11. Лауш П.В. Ремонт с.г. техніки. Курсове і дипломне проектування: Навчальний посібник / П.В. Лауш, Н.П. Лауш, Т.П. Лесюк. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-СЕРВІС, 2005. – 266 с.

12. Ульман И. Е. Техническое обслуживание и ремонт машин / И. Е. Ульман, Г. С. Игнатьев, В. А. Борисенко. – Х.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

13. Семенюк І. М. Технічне обслуговування машин і обладнання тваринницьких ферм та комплексів / І. М. Семенюк, В. Б. Блауберг, В. П. Целінський. – К.: Урожай, 1979. – 230 с.

14. Костенко Е. М. Устройство и обслуживание тракторов. Настольная книга тракториста-машиниста / Е. М. Костенко. – К.: Основа, 2002. – 336 с.

15. Калашников О. Г. Ремонт машин / О. Г. Калашников, П. В. Лауш, С. С. Некрасов. – К.: Вища школа, 1983. – 360 с.

16. Сідашенко С. І. Ремонт машин / С. І. Сідашенко та ін. – К.: Урожай, 1994. – 358 с.

17. Колесник П. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / П. А. Колесник, В. А. Шейнин. – М.: Транспорт, 1985. – 323 с.

18. Окоча А. І. Довідник по паливу і мастильних матеріалів / А. І. Окоча, Я. Ю. Білоконь. – К.: Урожай, 1988. – 235 с.

19. Агулов І. І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / І. І. Агулов, Л. Ф. Вознюк. – К.: Урожай, 1989. – 247 с.

20. Градиль В. П., Моргун А. К., Егошин Р. А. Справочник по Единой системе конструкторской документации / Ю. И. Степанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Х.: Прапор, 1981. – 249 с.

21. Катренко Л. А. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум : Навчальний посібник / Л. А. Катренко, Ю. В. Кіт, І. П. Пістун. – 4-те вид., стер. – Суми: Університетська книга, 2011. – 540 с.

22. Охорона праці в сільському господарстві (технічне обслуговування і ремонт машин сільськогосподарського виробництва) : Навчальний посібник / І. П. Пістун, В. В. Хом´як, Й. В. Хом'як. – Суми: Університетська книга, 2007. – 456 с.

23. Закон України про охорону праці [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.jobs.ua/ukr/pravo/labour_protection/.

24. Кодекс законів про працю України [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.jobs.ua/ukr/kzot/.

25. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві [Електронний ресурс]. Режим доступу: zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z2075-12.

26. Перспективи розвитку технічного обслуговування і ремонту машин. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенко [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_94/1.pdf.

27. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www irbis-nbuv.gov.ua.

ДОДАТКИ