

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Мехатронні системи та транспортні  
технології

проф. \_\_\_\_\_ Анатолій ПАНЧЕНКО

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему:

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 З РІЗНИМИ  
ТИПАМИ ТРАНСМІСІЇ ПРИ РОБОТІ НА СТЕРНІ**

***32МСД.073.000000ПЗ***

Виконав: здобувач ВО 2 курсу 21 МБ АІ 3 групи

Спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Вадим НАУМЕНКО

Керівник

Консультант

Нормоконтроль

Рецензент

## ВСТУП

Основою здійснення індустріальних методів і прогресивних технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві є підвищення одиничної потужності машинно-тракторних агрегатів. Використання перспективних технологічних засобів великої потужності - це в основному сполучення технологічних операцій при обробці ґрунту, посіві, внесенні добрив, збиранні зернових, силосних і технічних роботах. У порівнянні з існуючою технікою особливо потужні машинно-тракторні агрегати відрізняються значною довжиною, розгалуженими силовими потоками в ходовому апараті і приводі робочих органів, розширеним діапазоном робочих і транспортних швидкостей. У їх енергетичному балансі велике місце займає ротаційна потужність, оскільки характерним для цих агрегатів є широке застосування активних робочих органів [1-5].

Невід'ємною частиною технологічних і енергетичних проблем, висунутих комплексною механізацією сільськогосподарського виробництва, є створення сільськогосподарського гідроприводу як єдиної системи. Це може викликати істотні зміни в технології й структурі транспортних робіт, подальше підвищення енергооснащеності і одиничної потужності тракторів, застосування активних робочих органів для обробки ґрунту, сполучення багатьох технологічних операцій, розвиток меліоративної техніки, розширення робіт із внесення добрив і т.п. Цим також можуть визначити якісні зміни в технологічному використанні тракторів і інших енергетичних засобів, їх тяговим і енергетичним балансом. Можуть виникнути принципово нові вимоги до пристроїв для привода активних робочих органів сільськогосподарських машин.

Вивчення стану питання показує, що одним зі шляхів підвищення експлуатаційної ефективності трактора є модернізація його ходової системи шляхом використання гідроб'ємних передач [6, 7].

Високі експлуатаційні якості гідроб'ємної трансмісії були встановлені при випробуванні закордонних сільськогосподарських машин. Відзначено підвищення маневреності, різке скорочення витрат часу на технічні відходи, істот-

не поліпшення умов праці. Гідрооб'ємна трансмісія забезпечує високу стабільність швидкісного режиму, що досить важливо для рівномірного завантаження робочих органів і якості технологічного процесу [6-8].

Використання модернізованих трансмісій дозволяє значно підвищити продуктивність трактора при одночасном поліпшенні завантаження двигуна трактора і як наслідок зменшенні питомої витрати палива.

У цьому зв'язку **об'єктом дослідження** у виконуваний роботі є процеси, що відбуваються при роботі колісного трактора ХТЗ-121 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями, які впливають на зміну його тягово-енергетичних показників.

**Метою досліджень** даної роботи є дослідження зміни тягово-енергетичних показників колісного трактора ХТЗ-121 з різними типами трансмісії.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора ХТЗ-121 з механічною трансмісією.
2. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора ХТЗ-121 з гідрооб'ємною трансмісією.
3. Проаналізувати теоретичні тягові характеристики колісного трактора ХТЗ-121 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями.
4. Зробити розрахунок об'ємного гідроприводу ходової системи трактора ХТЗ-121 з гідрооб'ємною трансмісією, розробити гідравлічну схему трансмісії, обґрунтувати та вибрати гідромашини і гідроагрегати.
5. Розробити карту контролю колісного трактора ХТЗ-121 по показниках безпеки.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Аналіз технічного рівня тракторів і тенденції їх розвитку

Основні показники трактора, які визначають його можливості і режими роботи, це потужність, швидкість, тягове зусилля та експлуатаційна маса, що забезпечує отримання потрібного тягового зусилля.

В країнах співдружності застосовується система класифікації тракторів за тяговим зусиллям, що дозволяє просто орієнтуватися в їх агрегуванні. Так, для обробітки просапних культур, легких робіт загального призначення і транспортних застосовують, головним чином, трактори класів 1,4...3,0, а для оранки та інших енергоємних робіт - трактори класів 3,0...6,0 [1-3,9,10].

Високі швидкості роботи характерні для всіх сучасних тракторів. Ця можливість створюється підвищенням енергонасиченості, а підвищення тягових якостей потребує зростання маси. Змінюючи енергонасиченість за рахунок зменшення чи збільшення маси трактора баластуванням, досягають високого тягового коефіцієнта корисної дії, як на легких, так і на важких роботах.

Використання потужних тракторів створює умови для скорочення тривалості виконання робіт, але великого значення набувають втрати часу на підготовку агрегатів, їх технічне обслуговування, заправку, переїзди. Зменшення вищезгаданих втрат досягається, зокрема, такими конструктивними заходами, як застосування авто-зчіпок, паливних баків збільшеної місткості тощо.

Різноманітність конструкційно-компоновочних схем тракторів провідних фірм обумовлена конкурентною боротьбою за споживача. Характерною особливістю вітчизняних тракторів із ближнього зарубіжжя є наявність колісних і гусеничних моделей в той час, як у дальньому зарубіжжі гусеничні трактори не створюються спеціалізованими для сільського господарства (використовуються сільськогосподарські модифікації промислових).

У тракторобудуванні розвинених держав суттєву роль відіграє міжнарод-

не науково-технічне кооперування, що скорочує терміни розробки нових моделей тракторів і створює можливості компонувати їх на базі готових складальних одиниць.

За останнє десятиріччя потужність тракторних двигунів зросла приблизно на двадцять відсотків, а конструкційна маса тракторів знизилася в середньому на 15% за рахунок застосування прогресивних високоякісних матеріалів, економічних профілів прокату, легких сплавів і пластмас, спечених матеріалів тощо.

Сучасним тракторам властиві [1-3]:

- засоби нормалізації умов праці на посту керування - кабіна із захисним каркасом (в малопотужних деяких фірм не застосовують);
- глушники шуму і звукоізоляційні кабіни;
- вентилятори - пиловідокремлювачі та підігрівачі повітря - на більшості моделей тракторів країн співдружності, на всіх моделях з кабінами у - провідних фірм;
- охолодники повітря в кабінах - на більшості (трактори провідних фірм обладнані або на замовлення обладнуються кондиціонерами);
- паси безпеки (мають бути в кабінах всіх колісних тракторів);
- засоби пуску двигуна з робочого місця оператора;
- склоочисники з механічним приводом (у тракторів провідних фірм - з електроприводом);
- блокуючі пристрої пуску двигуна при ввімкненій передачі.

Аналіз конструкцій засвідчує: тракторні дизелі мають, головним чином, рідинне охолодження, більшість виконані рядними, серед рядних переважають 6-циліндрові, а серед V-подібних - 8-циліндрові з кутом розвалу циліндрів 90°. Дизелі з турбонаддувом складають переважну більшість загальної кількості. Усереднена швидкість поршня - 9,6 м/с.

Характерною особливістю сучасних тракторних дизелів є зниження частоти обертання колінчастих валів до 2000-2300 хв<sup>-1</sup>, що забезпечує підвищення ресурсу. Таким шляхом фірма "Катерпіллер" (США) підвищила термін служби

до капітального ремонту двигунів на 30% і зменшила шумність на 8 дБ.

Застосування замість механічного регулятора подачі палива електронного мікропроцесора з електрогідравлічним або електромеханічним приводом рейки паливного насоса, що впроваджується фірмами "Дойч" (Німеччина), "Джон Дір" (США) та ін., автоматизує керування дизелем і підвищує економічність роботи.

Трансмисії сучасних тракторів різноманітні [1-3]: механічні ступеневі, гідромеханічні, механічні ступеневі з синхронізованими або гідрокерованими коробками передач діапазонного типу. Провідні фірми пропонують споживачам моделі тракторів, обладнані у стандартному виконанні або на замовлення швидкісними коробками передач (40-50 км/год). Великою мірою це зумовлено значним обсягом транспортних робіт, виконання яких швидкісними тракторами підвищує продуктивність, знижує втрати продукції, яка швидко псується.

Процес інтенсифікації сільського господарства супроводжується зростанням ущільнення ґрунту тракторами, внаслідок чого порушується його структура, водний і повітряний режими. Через ущільнення знижується родючість ґрунту, зростає питомий опір і відповідно зростають енергозатрати на обробіток.

Одним із шляхів зниження шкідливої дії потужних тракторів на ґрунт та вписання в міжряддя є подвоєння та потроєння коліс переднього і заднього мостів. Цей захід передбачений практично всіма фірмами - виготовлювачами потужних колісних тракторів.

Аналіз розвитку тракторної техніки і технологій сільськогосподарського виробництва засвідчує, що трактори ще довго виконуватимуть функції тягово-енергетичного засобу з подальшим розвитком функцій мобільного джерела енергії.

Розвиток тракторів традиційної компоновки відбувається за рахунок збільшення існуючих типорозмірів, переважно зі збільшенням кількості коліс і баластуванням, підвищенням ролі переднього ведучого моста. Перерозподіл маси тракторів досягається різними конструктивними заходами: консольним виносом двигуна наперед, зміщенням робочого місця оператора в міжмостову зону,

фронтальним встановленням агрегатів тощо. Для поліпшення маневровості тракторів з великими передніми колесами застосовуються вузькі рядні двигуни та роздільне гальмування задніх коліс. Здвоювання та зстроювання ведучих коліс має за мету не стільки підвищення тягових якостей, скільки забезпечення прохідності в ранньовесняний і пізньоосінній періоди.

Технологічні, агротехнічні та інші вимоги до тракторів у процесі їх розвитку нерідко суперечливі. Так, вимога зростання продуктивності реалізується шляхом підвищення потужності двигунів і збільшення тягового зусилля, тобто збільшенням маси тракторів. Застосування комбінованих агрегатів викликає потребу застосовувати шини підвищеної вантажопідйомності - зростає тиск на ґрунт, що суперечить вимогам агротехніки.

Від показників паливної економічності двигунів істотно залежить енергоємність виконання сільськогосподарських робіт, що важливо за умов постійного зростання вартості виробництва енергоносіїв, їх дефіциту. У наступний час основним двигуном для тракторів залишається дизель як достатньо економічний і з прийнятими експлуатаційними показниками.

Підвищення потужності дизелів здійснюється за рахунок збільшення кількості циліндрів і їх робочого об'єму, поліпшення процесу впорскування палива і сумішоутворення та згоряння, застосування турбонаддуву з проміжним охолодженням повітря. Застосуванням паливної апаратури з електронним керуванням досягається автоматичне пристосування двигунів до змін навантаження, можливість зміни кута впорскування палива залежно від умов роботи.

Зменшення питомої витрати палива тракторними дизелями, виготовленими за останні роки, уповільнюється в порівнянні з попереднім періодом, і фірми шукають нові технічні рішення, серед яких: створення двигунів із сталою потужністю, оснащення їх додатковими пристроями і механізмами, виготовлення окремих деталей з нетрадиційних матеріалів, розробка принципово нових конструкцій двигунів.

Двигуни, що характеризуються сталістю потужності в широких межах частоти обертання колінчастого вала на колекторній ділянці характеристики

(фірми "Фендт", "Стайгер", "Фіат" і ін.), мають великий запас крутного моменту (30...40%) і сприятливу економічність [2].

Одним із шляхів вирішення проблеми втрати тепла двигунами з випускними газами та в систему охолодження вважається використання керамічних матеріалів, що дозволить: досягти повного згоряння не тільки дизельного палива, але і мазуту, вугілля тощо; істотно спростити, а в перспективі - усунути систему охолодження за рахунок невеликого нагрівання керамічних поверхонь відповідних деталей; зменшити конструкційну масу двигунів.

Широкому застосуванню керамічних матеріалів у тракторному машинобудуванні перешкоджають їх висока вартість і не відпрацьованість технологій виробництва і нанесення кераміки.

Розвиток і вдосконалення трансмісій відбуватиметься шляхом модернізації існуючих і розширення застосування прогресивних конструкцій, оптимізації схем трансмісій та систем керування ними. Набувають поширення передні ведучі мости як додаткове обладнання трактора.

Ходові системи вдосконалюються шляхом оптимізації схем і параметрів. Негативна дія ходових систем на ґрунт знижуватиметься за рахунок перерозподілу маси тракторів, збільшення опорної поверхні, створення досконаліших конструкцій колісних рушіїв.

Можливості агрегування із зростаючою номенклатурою машин і знарядь забезпечуються вдосконаленням систем відбору потужності та уніфікацією начіпних механізмів.

Підсумовуючи, зазначимо, що користувачу потрібен трактор, який забезпечує: високу продуктивність агрегатів; належне виконання вимог агротехніки при мінімальній шкідливій дії на рослини і ґрунт; мінімальну витрату палива; зручне поєднання з машинами і знаряддями; безпеку та належні умови праці; високу надійність і простоту технічного обслуговування; мінімальні витрати на придбання і використання. Ці вимоги і визначають шляхи розвитку конструкції.



## 1.2. Аналіз безступінчастих трансмісій

Невід'ємною частиною технологічних і енергетичних проблем, висунутих комплексною механізацією сільськогосподарського виробництва, є створення сільськогосподарського гідроприводу як єдиної системи. Це може викликати істотні зміни в технології і структурі транспортних робіт, подальше підвищення енергонасиченості і одиничної потужності тракторів, застосування активних робочих органів для обробки ґрунту, сполучення багатьох технологічних операцій, розвиток меліоративної техніки, розширення робіт із внесення добрив і т.п. Цим також можуть визначити якісні зміни в технологічному використанні тракторів і інших енергетичних засобів, їх тяговим і енергетичним балансом. Можуть виникнути принципово нові вимоги до пристроїв для приводу активних робочих органів сільськогосподарських машин.

Основою здійснення індустриальних методів і прогресивних технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві є підвищення одиничної потужності машинно-тракторних агрегатів. Передбачуваний прошарок використання перспективних технологічних засобів великої потужності - це в основному сполучення технологічних операцій при обробці ґрунту, посіві, внесенні добрив, збиранні зернових, силосних і технічних роботах. У порівнянні з існуючою технікою особливо потужні машинно-тракторні агрегати відрізняються значною довжиною, розгалуженими силовими потоками в ходовому апараті і приводі робочих органів, розширеним діапазоном робочих і транспортних швидкостей. У їх енергетичному балансі велике місце займає ротаційна потужність, оскільки характерним для цих агрегатів є широке застосування активних робочих органів.

Розглянемо деякі характерні умови застосування об'ємного гідроприводу на тракторах, значення основних параметрів яких наведені в таблиці 1.1.

В основних класах тракторів передбачені колісні та гусеничні модифікації. У всіх класах (за винятком 0,9) є трактори з усіма ведучими колесами. У класі 1,4 тягове зусилля поряд з існуючими конструкціями з передніми ведучи-

ми колесами малого діаметра набувають поширення трактори із чотирма однаковими ведучими колесами, що відповідає сучасним тенденціям світового тракторобудування.

Таблиця 1.1

## Основні параметри тракторів

Тяговий клас	Тип ходової частини	Потужність двигуна	Тягове зусилля при максимальній тяговій потужності, кН	Найбільша швидкість, км/год
0,6	Колісний 4 x 2	30	6	25
0,9-1,4	Колісний 2 x 2	80...120	9-14	12
1,4	Колісний 4 x 2	100	14	35
1,4	Колісний 4 x 4	100	14	40
2	Колісний 4 x 4	150	20	40
2	Гусеничний	100	20	15
3	Колісний 4 x 4	200	30	35
3	Гусеничний	150	30	16
3	Гусеничний	250	50	16...18
5	Колісний 4 x 4	300	50	35
8	Колісний 4 x 4	500	80	35...40

Досягнутий на цей час технічний рівень об'ємних гідротрансмій на тракторах практично знімає наявні раніше обмеження за коефіцієнтом корисної дії. У широкому діапазоні робочих режимів ККД гідрооб'ємних передач знаходиться у межах 0,8...0,87.

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження показали [6-8], що для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик машин мають значення не тільки високі технічні параметри окремих гідроагрегатів, але і правильний вибір загальної схеми гідротрансмій до машин різноманітного призначення. Згадана вище різниця в ККД механічних і гідрооб'ємних трансмісій (ГОТ) в реальних умовах експлуатації практично скрадається, оскільки тут вступає в дію ряд інших факторів, що мають не менше, а іноді і більше значення, ніж різниця в ККД [6].

Безступінчасті трансмісії [6-8] дозволяють більш гнучко маневрувати швидкістю руху, вони виключають втрати часу на перемикання передач та на поворотах. Трактор із гнучкою трансмісією витрачає приблизно на 30...35% менше часу на хо-

лості переїзди в межах поля, що оброблюється. Слід зазначити, що час холостих переїздів універсально-просапних тракторів залежно від розмірів ділянки і робіт коливається в межах від 15 до 30% загального часу руху, причому величина коефіцієнта холостих ходів гіперболічно зростає зі збільшенням робочих швидкостей. Трактори з гідравлічними трансмісіями вимагають менше часу на технічні відходи і усунення несправностей. Завдяки цьому поліпшується загальна структура робочого часу - час чистої роботи зростає в середньому на 5...13%.

Визначальним параметром техніко-економічної ефективності ГОТ є теоретична продуктивність машинно-тракторного агрегату як функція ширини захвата машини, що агрегується із трактором і швидкості поступального руху. Ширина захвата лише у відомих межах не залежить від типу привода. У ряді випадків (наприклад, зчепи жниварок, багатобрусні косарки і ін.) вона обмежується конструктивними можливостями механічного привода. Швидкість поступального руху визначається потужністю двигуна трактора і типом його трансмісії. Безступінчаста регульована ГОТ трактора вносить як якісні, так і кількісні зміни в характер використання цієї потужності. У той же час на потенційні можливості трактора з безступінчастою трансмісією певним чином впливають агротехнічні, технологічні і енергетичні обмеження, породжені конкретними умовами роботи машино-тракторного агрегату.

Найбільший ефект трактори з ГОТ дають на операціях, де вимагається відбір потужності до активних робочих потужностей машин.

Залежно від характеру і енергоємності процесу, агротехнічних вимог за швидкістю і т.д. всі сільськогосподарські операції об'єднані в такі групи:

1. Сільськогосподарські операції при обмежених швидкостях руху і тяговому зусиллі менше номінального (посів цукрового буряка, культивуація).
2. Енергоємні сільськогосподарські операції (оранка, передпосівна глибока культивуація).
3. Сільськогосподарські операції з використанням ВВП (збирання кукурудзи на силос і зерно).

На операціях, де швидкість руху агрегату обмежується агротехнічними вимо-

гами при тяговому зусиллі менше номінального (перша група), трактори працювали на часткових швидкісних режимах двигуна.

На роботах, де швидкість руху агрегату обмежувалася агротехнічними вимогами (друга і частково третя група), у якості критеріїв для оцінки складу агрегату і обраних режимів роботи приймалися завантаження тракторів за тяговим зусиллям і потужністю двигуна, а також умови праці тракториста.

Аналіз результатів контрольних змін на різних сільськогосподарських операціях у групах показує, що на роботах, де за умовами агротехнічних вимог потрібне обмеження швидкостей руху (посів цукрового буряка, міжнародна культивуація), трактор з об'ємною гідравлічною трансмісією за рахунок безступінчастого регулювання швидкості руху на гонах і поворотах забезпечує збільшення продуктивності на 7...8% у порівнянні із трактором з механічною трансмісією при збільшеній на 1...8% витраті палива. При цьому загрузка двигунів у залежності від операції, що виконується, змінювалась у трактора з механічною трансмісією у межах 40...82%, і в трактора з ГОТ - у межах 50...90%.

Високі експлуатаційні якості ГОТ були встановлені при випробуванні закордонних сільськогосподарських машин. Відзначено підвищення маневреності, різке скорочення витрат часу на технічні відходи, істотне поліпшення умов праці.

Гідрооб'ємна трансмісія забезпечує високу стабільність швидкісного режиму, що досить важливо для рівномірного завантаження робочих органів і якості технологічного процесу [6-9].

#### **Основними перевагами гідрооб'ємних трансмісій є:**

1. Безступінчатість регулювання і плавність передачі крутного моменту.
2. Можливість заміни гідропередачею не тільки коробки передач і муфти зчеплення, але і всієї трансмісії в цілому (кардан, ведучий міст). Простота створення трансмісії з більшим передаточним числом при однаковій кількості агрегатів.
3. Незалежність компонування агрегатів трансмісії на машині (повнопривідні, порталні).

4. Легкість зміни передаточного числа, реверсивність, можливість повної автоматизації керування як швидкістю руху, так і реверсом.

5. Можливість здійснення гальмування без використання двигуна та спеціальних гальмових пристроїв.

6. Можливість об'єднання (для деяких схем) трансмісії з механізмом повороту.

7. Простота запобігання машини від перевантажень, які можуть викликати поломки трансмісії.

8. Стійкість роботи гідромоторів при малих числах обертів (у порівнянні з електродвигуном і ДВЗ).

9. Легкість уніфікації гідроагрегатів.

10. Можливість керування трансмісією персоналу низької кваліфікації.

**До недоліків гідрооб'ємних трансмісій** можна віднести:

1. Більш низький ККД, чим у звичайної механічної трансмісії.

2. Необхідність у додаткових пристроях для забезпечення руху накатом.

3. Більш висока вартість.

4. Підвищення вимог до виробництва елементів трансмісії, особливо до зборки.

5. Необхідність у персоналі високої кваліфікації для ремонту гідроагрегатів.

### **1.3. Конструктивні особливості колісних тракторів ХТЗ-121**

Створення нової високопродуктивної надійної техніки здійснюється двома напрямками - створенням принципово нових машин і глибокої модернізації серійно виготовлюваних. Такий підхід диктується економічною доцільністю, адже в першу чергу необхідно максимально використати наявний інтелектуальний та промисловий потенціал і накопичений досвід з технічного обслуговування великого парку тракторів країн СНД.

Для вирішення проблем, пов'язаних з відсутністю на Україні потужних універсально-просапних тракторів тягового класу 2,0, Харківський тракторний

завод на власній елементній базі освоїв випуск аналогічних за призначенням тракторів ХТЗ-120/121 [1, 5] тягового класу 3,0 (рис.1.1). Загальна характеристика трактора ХТЗ-121 наведена в таблиці 1.2 [1, 4].



Рис. 1.1. Трактор ХТЗ-121

Таблиця 1.2

**Технічна характеристика трактора ХТЗ-121**

<b>Показники</b>	<b>ХТЗ-121</b>
Тяговий клас	3
Номінальне тягове зусилля, кН	30
Найбільша тягова потужність на бетонному треку, кВт	72,3
Питома витрата палива при найбільшій тяговій потужності на бетонному треку, г/кВт·год	172
Габарити, мм: довжина (з навісною системою) x ширина x висота	6650x2570x3400
Маса трактора, кг:	
конструкційна	6500
експлуатаційна	6900

<b>Показники</b>	<b>ХТЗ-121</b>
Розподіл маси по вісях, кг:	
передній міст	4050
задній міст	2850
База, мм	2860
Колія, мм:	
на задніх колесах	2050
на передніх колесах	2050
Дорожній просвіт під мостами, не менше, мм	480
Найменший радіус повороту, м	7,1
Глибина броду, який потрібно подолати, м	0,8
<b>Дизель</b>	
Марка	СМД-19Т.02
Номінальна потужність, кВт	
I режим	93,4
II режим	111,8
Номінальна частота обертання колінчастого вала, об/хв	1850
<b>Трансмісія</b>	
Муфта зчеплення	Фрикційна, суха, дводискова, постійно замкнута, з гасником крутильних коливань, встановленим на ведених дисках, керована педаллю з пневматичним підсилювачем
Коробка передач	Механічна, ступінчаста, 16 швидкостей, з зубчастими колесами постійного зчеплення, з постійним приводом на задній міст і підключеним приводом переднього мосту
Карданна передача	Жорстка, відкритого типу з голчастими підшипниками
Головна передача	Конічна із спіральним зубом і міжколісним диференціалом
Диференціал (міжколісний)	Конічний із чотирма сателітами, з автоматичним блокуванням
Кінцева передача	Одноступінчастий планетарний редуктор

<b>Показники</b>	<b>ХТЗ-121</b>
<b>Гідравлічна система коробки передач</b>	
Гідронасос	НШ-25 шестеренний, односекційний
Привод гідронасоса	Шестеренчастий від дизеля і від коліс при буксуванні трактора
Теоретична продуктивність, л/хв	40
Робочий тиск в гідросистемі, МПа	0,9...1,1
Максимальний тиск в системі, який відповідає спрацюванню запобіжного клапана, МПа	1,65...2,3
Розподільник	Крановий з клапанами автоматичного підживлення
Кількість положень золотника	Чотири, з фіксацією в кожному положенні
<b>Ходова і несуча система</b>	
Колісна схема	4к4
Ходовий пристрій	4 ведучих коліс однакового діаметру з шинами низького тиску
Шини	16,9R38 модель Ф-52
Рама	Клепана, з швелерного розтину з поперечним брусом
Підвіска	Балансуюча з відхиленням відносно рами на кут 12° вверх і вниз
<b>Гальма</b>	
Гальма колісні	Колодкові (на кожному колесі) з пневматичним приводом
Стоянкове гальмо	Стрічкове з енергопневмоаккумулятором
Управління гальмами трактора і причепа	Педаллю, гальмівним краном
Управління стоянковим гальмом	Рукояткою, триходовим краном
<b>Пневматична система</b>	
Компресор	Поршневий, одноциліндровий повітряно-водяного охолодження
Робочий тиск повітря, МПа	0,65...0,8
Гальмівний кран	Діафрагменого типу, двосекційний



<b>Показники</b>	<b>ХТЗ-121</b>
Повітряні балони (ресивери)	2 по 20 л
<b>Рульове управління</b>	
Управління механізмом повороту	Рульовим колесом через гідрооб'ємний рульовий механізм
Гідронасос	НШ-50А-3-Л лівого обертання
Привод гідронасосу	Шестеренчастий від дизеля і від коліс при буксуванні трактора
Теоретична продуктивність, л/хв	86
Максимальний тиск в гідросистемі, МПа	20
Циліндри рульового управління: діаметр, мм хід поршня, мм (в обидві сторони від середнього положення)	63 280
<b>Начіпний пристрій</b>	
Начіпний пристрій	Шарнірно-важільний механізм з переобладнанням для навіски знарядь по дво- і трьохточковій схемах
Вантажопідйомність, кг	4000
<b>Гідравлічна система начіпного пристрою</b>	
Гідронасос	НШ-50А-3-Л лівого обертання
Привод гідронасосу	Шестеренний від дизеля і від коліс при буксируванні трактора
Теоретична продуктивність, л/хв	86
Тиск масла, МПа: номінальний максимальний	18 20
Силовий циліндр: кількість тип діаметр поршня, мм хід поршня, мм	2 Ц100 100 250
Розподільник	Р80-3 клапанно-золотниковий
Вал відбору потужності	Незалежний. Одноступеневий редуктор з гідропідтискною муфтою включення. Розміщення задне і передне

Показники	ХТЗ-121
Частота обертання, об/хв	540 і 1000 залежно від наладки
Потужність, що передається, кВт, не більше: при 540 об/хв. при 1000 об/хв	60 121
Електрообладнання	
Струм	Постійний
Номинальна напруга, В	12/24
Акумуляторна батарея, ємність А/год	6СТ-182 ЕМС (2 шт.) 182
Генератор: напруга, В потужність, Вт номинальна частота обертання, об/хв	14 1000 4500

На тракторі ХТЗ-121 встановлено рядний чотирициліндровий двигун СМД-19Т.02 з двома рівнями потужності 120 і 145 к.с. Перших рівень використовується при роботі в тяговому режимі, другий – тягово-привідному [1. 5].

Передній і задній навісний механізми, а також передній і задній вали відбору потужності забезпечують трактору ХТЗ-121 можливість агрегування у складі різноманітних комбінованих машино-тракторних агрегатів.

Важливою особливістю тракторів ХТЗ-121 є те [1,5], що в них конструктивно через пріоритетний клапан об'єднані система гідрооб'ємного рульового керування та гідравлічна навісна система. В гідросистемах такого типу (рис. 1.2) закладено принцип найменшої дії, згідно якому енергія, яку виробляє об'ємний насос, розподіляється між декількома споживачами (рульовим керуванням та навісними системами).

При відсутності дії на рульове колесо потік робочої рідини від насоса *Н* через клапан *ПК* поступає в гідравлічний розподільник *ГР* навісної системи трактора. В протилежному випадку (тобто при наявності керуючого впливу) потік робочої рідини буде направлено в гідроциліндри *ГЦ* повороту передніх керованих коліс трактора.

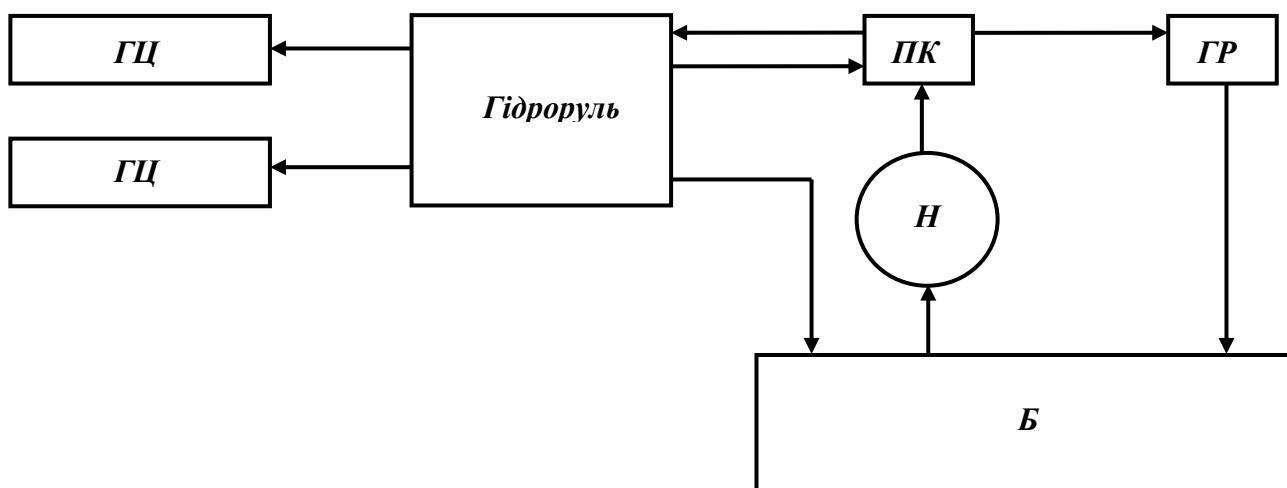


Рис. 1.2. Гідравлічна система трактора ХТЗ-121:

*ГЦ* – гідроциліндри поворотних коліс; *ПК* – пріоритетний клапан;  
*ГР* – гідророзподільник навісної системи; *Н* – насос; *Б* – бак гідросистеми

Аналіз режимів роботи таких гідроприводів показав, що у порівнянні з автономними, втрати енергії в них можуть бути знижені майже до 60% [1, 5].

#### 1.4. Обґрунтування об'єкта досліджень. Мета і задачі досліджень

Вивчення стану питання показує, що одним зі шляхів підвищення експлуатаційної ефективності трактора є модернізація його ходової системи шляхом використання гідрооб'ємних передач. Використання модернізованих трансмісій забезпечує високу стабільність швидкісного режиму, що досить важливо для рівномірного завантаження робочих органів і якості технологічного процесу та дозволяє значно підвищити продуктивність трактора при одночасному поліпшенні завантаження двигуна трактора і як наслідок зменшенні питомої витрати палива.

У цьому зв'язку **об'єктом дослідження** у виконуваний роботі є процеси, що відбуваються при роботі колісного трактора з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями, які впливають на зміну його тягово-енергетичних показників.

**Метою досліджень** даної роботи є дослідження зміни тягово-енергетичних показників колісного трактора ХТЗ-121 з різними типами трансмісії.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора з механічною трансмісією.
2. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора з гідروоб'ємною трансмісією.
3. Проаналізувати теоретичні тягові характеристики колісного трактора з механічною і гідрооб'ємною трансмісіями.
4. Зробити розрахунок об'ємного гідроприводу ходової системи трактора з гідрооб'ємною трансмісією, розробити гідравлічну схему трансмісії, обґрунтувати та вибрати гідромашини і гідроагрегати.
5. Розробити карту контролю колісного трактора ХТЗ-121 по показниках безпеки.

### **1.5. Висновки по розділу**

Вивчення стану питання показує, що одним зі шляхів підвищення експлуатаційної ефективності трактора є модернізація його ходової системи шляхом використання гідрооб'ємних передач. Використання модернізованих трансмісій забезпечує високу стабільність швидкісного режиму, що досить важливо для рівномірного завантаження робочих органів і якості технологічного процесу та дозволяє значно підвищити продуктивність трактора при одночасному поліпшенні завантаження двигуна трактора і як наслідок зменшенні питомої витрати палива. У цьому зв'язку в роботі необхідно провести дослідження процесів, що відбуваються при роботі колісного трактора ХТЗ-121 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями, які впливають на зміну його тягово-енергетичних показників.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчення стану питання показує, що одним зі шляхів підвищення експлуатаційної ефективності трактора є модернізація його ходової системи шляхом використання гідروб'ємних передач. Використання модернізованих трансмісій забезпечує високу стабільність швидкісного режиму, що досить важливо для рівномірного завантаження робочих органів і якості технологічного процесу та дозволяє значно підвищити продуктивність трактора при одночасному поліпшенні завантаження двигуна трактора і як наслідок зменшенні питомої витрати палива. У цьому зв'язку в роботі необхідно провести дослідження процесів, що відбуваються при роботі колісного трактора з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями, які впливають на зміну його тягово-енергетичних показників.

2. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного трактора ХТЗ-121 з механічною трансмісією були уточнені вагові параметри трактора, потужність двигуна, розрахована і побудована регуляторна характеристика двигуна, визначені швидкості прямування, зміна кривої потужності двигуна, питомої витрати палива, тяговий ККД, коефіцієнт буксування та тягові зусилля. За отриманими розрахунками була побудована теоретична тягова характеристика колісного трактора ХТЗ з механічною трансмісією та зроблено її аналіз.

3. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного трактора ХТЗ-121 з гідрооб'ємною трансмісією були визначені параметри насосів та гідромоторів, визначені тягово-швидкісні показники трактора. За отриманими розрахунками була побудована теоретична тягова характеристика колісного трактора ХТЗ-121 з гідрооб'ємною трансмісією.

4. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного трактора ХТЗ-121 з гідрооб'ємною трансмісією були визначені параметри насосів та гідромоторів, визначені тягово-швидкісні показники трактора. За отриманими розрахунками побудована теоретична тягова характеристика трактора з гідрооб'ємною трансмісією та проведено порівняльний аналіз теоретичних тягових

характеристик колісного трактора ХТЗ-121 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями. Аналіз показав, що трактор з механічною трансмісією може рухатися на максимально можливих швидкостях 10 км/год, 12,1 км/год, 14,64 км/год та 17,72 км/год і з максимальною тяговою потужністю 126 кВт тільки при чотирьох конкретних значеннях крюкового зусилля 36150 Н, 29038 Н, 23164 Н та 18302 Н, відповідно. Тому що діапазон робіт, що виконуються трактором, не можна обмежити тільки цими значеннями навантаження на гаку, виникає гостра необхідність застосування гідроприводу ходової системи трактора. Наведені залежності тягової потужності, дійсної швидкості трактора та крюкового зусилля підтверджують, що продуктивність трактора з гідрооб'ємним приводом ходової системи вище ніж з механічною трансмісією.

5. В результаті розрахунку гідроприводу ходової системи колісного трактора ХТЗ-121 були вибрані гідравлічні машини та уточнені їх параметри. За параметрами вибраних гідравлічних машин уточнені гідравлічні характеристики (тиск та витрата) гідроприводу, вибрана гідроапаратура, розраховано діаметри трубопроводів, визначено ККД гідроприводу, та зроблено його тепловий розрахунок. На основі вибраної та уточненої номенклатури компонентів гідроприводу було складено та описано принципову гідравлічну схему гідроприводу ходової системи колісного трактора ХТЗ-121.

6. Використання гідроприводу ходової системи колісного трактора ХТЗ-121 дозволить отримати: безступінчасте регулювання швидкості робочого органу в широких межах; простоту перетворення обертового руху у зворотно-поступальний, і навпаки; можливість швидкого та частого реверсування із плавним гальмуванням і розгоном; легкість автоматизації керування і захисту; самозмащування робочих елементів гідрообладнання; велику питома енергоємність; можливість широкої уніфікації та стандартизації гідроагрегатів.

7. В роботі багато уваги приділено вимогам охорони праці під час використання тракторів і мобільних енергетичних засобів та безпеці у надзвичайних ситуаціях. Розроблена карта контролю трактора ХТЗ-121 по показниках безпеки дозволяє значно підвищити якість підготовки техніки до проведення ТО та підвищити рівень безпеки праці обслуговуючого персоналу.