

**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:

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ  
ТРАКТОРА БЕЛАРУС-422 З МЕХАНІЧНОЮ ТА  
ГІДРООБ'ЄМНОЮ ТРАНСМІСІЯМИ ПРИ РОБОТІ НА СТЕРНІ**

***32МСД.090.000000ПЗ***

Виконав: здобувач ВО 2 курсу 23 МБ АІ 3 групи

Спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

\_\_\_\_\_ **Олег МАРУСІЧЕНКО**

Керівник

Консультант

Нормоконтроль

Рецензент

## ВСТУП

Застосування гідрооб'ємних передач у трансмісіях тракторів сільськогосподарського призначення, може виявитися конкурентоспроможними з іншими видами передач тільки за умови створення ефективної та досить дешевої системи автоматичного регулювання гідрооб'ємних передач із метою підтримки режиму максимальної потужності та оптимальної економічності двигуна такого трактора [5,10,15].

Основний критерій оцінки трансмісій [20] – це ступінь відповідності її властивостей з ідеальною трансмісією, що дозволяє постійно завантажувати двигун на максимальну потужність шляхом автоматичного коректування швидкості руху трактора відповідно до зміни дорожніх умов. Порівнюючи різні типи трансмісій за основними вимогами, що пропонуються до ідеальних трансмісій можна відзначити, що механічна трансмісія задовольняє 12-ти, гідромеханічна - 21-му, а повнопотокова гідрооб'ємна - 24-м вимогам. Отже, можна затверджувати, що повно потоковий гідрооб'ємний привод рушіїв дуже близький по властивостях до ідеальної трансмісії може бути конкурентно здатним у порівнянні з широко розповсюдженою механічною трансмісією.

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 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 виконуваній роботі є процеси, що відбуваються при роботі колісного трактора Беларус-422 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 Беларус-422 з різними типами трансмісії.

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

1. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора Беларус-422 з механічною трансмісією.
2. Зробити розрахунок і побудувати теоретичну тягову характеристику колісного трактора Беларус-422 з гідروоб'ємною трансмісією.
3. Проаналізувати теоретичні тягові характеристики колісного трактора Беларус-422 з механічною і гідрооб'ємною трансмісіями.
4. Зробити розрахунок об'ємного гідроприводу ходової системи трактора Беларус-422 з гідрооб'ємною трансмісією, розробити гідравлічну схему трансмісії, обґрунтувати та вибрати гідромашини і гідроагрегати.
5. Розробити карту контролю колісного трактора Беларус-422 по показниках безпеки.

# РОЗДІЛ 1.

## СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Класифікація трансмісій та вимоги до них

Трансмісія в цілому являє собою комплекс пристроїв для передачі та перетворення енергії від її джерела до споживача (або споживачам) у зручному для них вигляді [20].

На тракторі може бути декілька споживачів енергії двигуна. У першу чергу - це ведучі колеса рушія, що забезпечують рух трактора з різними необхідними швидкостями та силами тяги. В-друге - вали відбору потужності (ВВП) на привод робочих органів агрегатуємих машин - знарядь або для роботи трактора на стаціонарі. Втретє - на привод насосів гідравлічних систем трансмісій і навісних машин-знарядь.

Джерелом енергії на тракторі є сучасні тракторні ДВЗ із частотою обертання колінчатого вала в середньому близько 2000 об/хв., а швидкості руху тракторів при виконанні різних технологічних операцій лежать у межах 0,2...40 км/год. При існуючих розмірах ведучих коліс тракторів частоти їх обертання лежать у межах 0,5...120 об/хв. Як видно, перепад частот обертання валів між джерелом енергії (ДВЗ) і його головним споживачем (ведучими колесами) надто великий.

Тому що характеристика ДВЗ не в змозі забезпечити реалізацію цього необхідного перепаду частот обертання валів, то між двигуном і ведучими колесами трактора встановлюють звичайно проміжні перетворювачі частот з постійними і змінними передаточними числами.

Під передаточним числом перетворювача розуміється відношення частоти обертання або кутової швидкості ведучого вала до частоти обертання або кутової швидкості відомого вала. Пропорційно передаточним числам перетворювачів міняється й величина переданого крутного моменту від двигуна до ведучих коліс трактора. Чим більше передаточне число трансмісії, тим більше крут-

ний момент на ведучих колесах трактора, тим більше його тягове зусилля, але тем менше швидкість його руху.

Разом з тим необхідно відзначити [20], що постійне передаточне число трансмісії трактора непридатно для роботи його МТА. Справа в тому, що тракторні ДВЗ мають дуже обмежений діапазон зміни крутного моменту при зміні частоти обертання його колінчатого вала. Тому продуктивна і економічна робота МТА буде мати місце тільки для обмеженого діапазону сил тяги та швидкості його руху. Внаслідок цього в трансмісії завжди встановлюється спеціальний пристрій, що дозволяє змінювати передаточне число, тим самим забезпечуючи можливість роботи МТА в широкому тяговому та швидкісному режимах з більш високим ККД, продуктивно і економічно. Крім цього даний пристрій забезпечує рух трактора заднім ходом і його стоянку на місці із працюючим двигуном для передачі енергії стаціонарно працюючим машинам-знаряддям.

Сучасні тракторні трансмісії в першу чергу класифікуються за способом зміни їх передаточних чисел. Вони бувають безступінчасті, ступінчасті та комбіновані.

Безступінчасті трансмісії дозволяють у заданому інтервалі передаточних чисел мати будь-яке значення, внаслідок чого робота МТА завжди може мати найбільшу продуктивність і економічність [11,20].

Ступінчасті трансмісії мають певні інтервали (ступені) передаточних чисел у межах яких робота МТА досить продуктивна і економічна.

Комбіновані трансмісії - це сполучення інтервалів передач, усередині яких можливо безступінчаста зміна їх передаточних чисел.

По-друге їх можна класифікувати за способом перетворення крутного моменту. Вони бувають механічні, гідравлічні, електричні та комбіновані.

Безступінчасті трансмісії за цією ознакою підрозділяються на механічні (фрикційно-тороїдні, клиноремінні та імпульсні - інерційні), гідравлічні (гідродинамічні і гідрооб'ємні) і електричні (електромеханічні).

Ступінчаста трансмісія за цією ознакою є механічною, у якій перетворення крутного моменту відбувається в шестеренних редукторах, в одному з яких -

називаному коробкою передач виробляється зміна передаточних чисел, обмежених числом можливих сполучень її шестірень.

Поза залежністю від класифікації трансмісій вони повинні відповідати певним основним вимогам, пропонованим до них з боку їх експлуатації та виробництва:

- повинні забезпечувати надійний зв'язок із двигуном і від'єднання від нього, залежно від технології роботи МТА;
- мати можливість зміни їх загального передаточного числа залежно від зміни тягового опору руху трактора (його завантаженню);
- повинні мати можливість зміни напрямку обертання ведучих коліс при незмінному напрямку обертання вала двигуна, для одержання заднього ходу, а також співвідношення частот обертання лівого і правого ведучих коліс при русі на повороті, по нерівностях колії та для повороту трактора;
- забезпечувати відбір частини потужності двигуна на привод додаткових робочих органів причіпних або навісних машин - знарядь під час руху МТА або його роботи на стаціонарі, а також систем по обслуговуванню гідравлічних систем трактора;
- конструктивно бути компактними, мати обмежені габарити корпусів складальних одиниць (агрегатів), здатних передавати більші потужності, мати досить високі ККД і довговічність, мати низьку трудомісткість технічного обслуговування та хорошу ремонтпридатність.

На більшості сільськогосподарських і значної частини промислових тракторів застосовують ступінчасті шестеренні трансмісії. Це пов'язане з тим, що вони є найбільш відпрацьованими конструкціями, відносно простими та надійними в роботі, які мають досить високий ККД, більш низьку вартість і зручними в експлуатації. Основним їх недоліком є ступінчасте регулювання ведучих моментів, що досить часто приводить до неефективного використання потужності двигуна.

Кінематичні схеми ступінчастих трансмісій виконуються по двох силових типах. По першій традиційній схемі потужність двигуна на ведучі колеса трак-

тора розділяється після коробки передач, що обумовлює наявність однієї центральної передачі, розташовуваної як правило в корпусі заднього мосту трактора (гусеничного або колісного - із задніми ведучими колесами). Така схема відносно проста, добре komponується, має досить високий механічний ККД і прийнятні показники матеріалоемності.

По другій кінематичній схемі трансмісії потужність від двигуна розділяється перед коробкою передач або в ній, що обумовлює наявність двох центральних передач. Позитивною якістю цієї схеми є менше силове навантаження деталей коробки передач і центральної передачі та можливість зменшення розмірів механізмів повороту трактора, установлення їх на менш навантаженій частині трансмісії до центральної передачі. Особливістю цієї схеми є неможливість чіткого розмежування функцій коробки передач і механізму повороту та виконання одним агрегатом сполучених функцій. Цей тип трансмісії встановлюється тільки на гусеничних тракторах.

У гідродинамічних передачах на відміну від механічних немає твердих зв'язків між джерелом енергії та її споживачем. Вони складаються з лопатевих коліс із загальною порожниною, у якій перебуває робоча рідина, що отримує енергію від джерела та віддає її споживачеві.

Гідродинамічна передача тільки передаюча крутний момент без його перетворення зветься гідродинамічною муфтою (гідромуфтою), а перетворююча його - гідротрансформатором.

Відмінною рисою роботи гідромуфти є необхідність деякої пробуксовки коліс. Це пов'язане з тим, що при рівності частот обертання з'явиться і рівність відцентрових сил у насосному та турбінному колесах, а це значить - припинення циркуляції рідини і передачі крутного моменту. Найбільша пробуксовка - 100% при русанні з місця, найменша при усталеному русі - порядку 2...4%.

Гідромуфти мають певні переваги в порівнянні із фрикційними зчепленнями:

- вони значно знижують динамічні навантаження у двигуні та трансмісії при різких змінах режиму роботи МТА, що підвищує їх довговічність;

- не вимагають регулювань в експлуатації;
- спрощують управління та підвищують прохідність МТА.

Однак у них є один досить істотний недолік - вони не забезпечують "чистоти вимикання", що затрудняє перемикання передач у звичайних ступінчастих механічних коробках передач із розривом потоку потужності. Крім того їх застосування декілька знижує ККД трансмісії, тому що вони завжди працюють із ковзанням не менш 2...4%.

Гідротрансформатори мають ті ж позитивні якості, що й гідромумфти, але крім цього мають властивість автоматичної безступінчастої зміни кінематичного і силового передаточних чисел залежно від величини моменту опору на турбінному колесі.

Остання властивість дає можливість використовувати гідротрансформатор у трансмісії трактора, як коробку передач із безступінчастою зміною передаточного числа. Однак при цьому в трансмісії трактора повинні бути встановлені додаткові механічні редуктори для одержання заднього ходу та можливості пуску двигуна методом буксирування. Це трохи знижує позитивні якості гідротрансформатора. Разом з тим необхідно відзначити, що на тракторах гідротрансформатор у чистому вигляді, як коробка передач не застосовується, тому що діапазон його силового регулювання відносно малий і не забезпечує вимоги МТА.

Тому для збільшення діапазонів безступінчастого регулювання передаточних чисел трансмісії часто сполучають гідродинамічні та ступінчасті механічні передачі, з'єднуючи їх послідовно або паралельно.

При послідовному їх з'єднанні діапазон регулювання передаточних чисел великий, але ККД передачі - більш низький. При паралельному їх з'єднанні ККД передачі збільшується.

У гідромеханічних трансмісіях коробка передач забезпечує одержання діапазонів для безступінчастої зміни передаточних чисел і одержання заднього ходу. Гідротрансформатор забезпечує одержання безступінчастого ряду передаточних чисел усередині заданого діапазону.



Основні переваги гідромеханічних трансмісій [11,14,20]:

- безступінчаста автоматична зміна крутного моменту на ведучих колесах рушія трактора і швидкості МТА залежно від опору його руху;
- значне зниження рівня динамічних навантажень при роботі МТА, внаслідок їх демпфірування проміжним гідравлічним середовищем;
- висока енергоємність, простота конструкції та довговічність;
- легкість рушання МТА з місця і наступного його розгону;
- запобігання можливості зупинки двигуна при перевантаженнях МТА.

До недоліків гідромеханічних трансмісій відносяться:

- більш низький ККД у порівнянні з механічною трансмісією, що приводить до деякого збільшення витрати палива;
- неможливість забезпечення стабільності технологічної швидкості руху МТА, що особливо важливо для сільськогосподарських тракторів;
- неможливість пуску двигуна буксируванням і зниження ефективності гальмування МТА двигуном, при виконанні транспортних робіт.

Для усунення цих недоліків часто застосовують фрикційне блокування гідротрансформатора.

Гідромеханічні трансмісії найбільше застосування знаходять у колісних та гусеничних промислових тракторах, де в коробці передач застосовують звичайно 2...4 передачі.

Електрична трансмісія є безступінчастою, у якій крутний момент двигуна передається до ведучих коліс трактора за допомогою електричної енергії. По характеру роботи вона багато в чому нагадує гідрооб'ємну повнопотокову трансмісію, тому що в ній також відбувається спочатку перетворення механічної енергії двигуна в електричну, а потім її зворотнє перетворення в механічну, яка підводиться до ведучих коліс. Джерелом електричної енергії є, як правило, електрогенератор постійного струму, що приводиться в дію ДВЗ трактора. Зворотним перетворювачем струму в механічну енергію в більшості випадків являється тяговий електродвигун з послідовним збудженням, який має великий пусковий крутний момент. Слід зазначити, що в процесі роботи під навантаженням

такі електродвигуни мають добру здатність до саморегулювання - з підвищенням навантаження його крутний момент збільшується, а зі зниженням - зменшується. Ця здатність електродвигуна й дозволяє електричній трансмісії бути безступінчастою, без застосування коробки передач.

Перевагами електричних трансмісій є:

- безступінчасте регулювання крутного моменту на ведучих колесах трактора;
- вільний вибір колісної формули трактора і простота його загального компонування;
- спрощення механічної частини трансмісії;
- можливість реалізації одним мотор-колесом великої потужності.

Недоліки електричних трансмісій:

- порівняно низький ККД;
- необхідність застосування кольорових металів і інших дорогих матеріалів;
- порівняно висока загальна вартість і велика маса агрегатів трансмісії.

Електричні трансмісії доцільно використовувати на промислових тракторах великої потужності (більш 650 кВт) і тракторах спеціального призначення.

Гідрооб'ємні передачі [17] засновані на принципі передачі енергії тиском рідини. При цьому робоче зусилля або крутний момент практично не залежать від швидкості руху робочої рідини.

У гідрооб'ємних передачах як мінімум повинні бути дві основні гідравлічні машини, з'єднані між собою трубопроводами: об'ємний гідронасос, що перетворить крутний механічний потік енергії в поступальний силовий гідравлічний потік енергії, і гідромотор, що перетворить гідравлічний потік енергії зворотно у крутний механічний потік енергії (крутний момент).

По типу передачі рідини від насоса до мотора гідрооб'ємні передачі бувають відкриті та закриті. У першому випадку відсутній зворотний гідравлічний зв'язок між насосом і мотором. Насос всмоктує робочу рідину з бака і подає її під тиском по трубопроводу в гідромотор, після чого вона зливається назад у

бак. Система проста в роботі, але величина переданої потужності залежить від об'єму бака. Внаслідок цього даний тип гідروоб'ємних передач на тракторі застосовується тільки для обслуговування його допоміжних пристроїв (у сервопристроях, у системі змащування і т.п.).

В якості агрегатів трансмісії трактора в основному застосовуються гідрооб'ємні передачі закритого типу, у яких рідина з гідромотора знову надходить в усмоктувальну магістраль насоса. При цьому додатковий насос підживлення підтримує тиск в усмоктувальній магістралі вище атмосферного, чим запобігає кавітації робочої рідини та компенсуються можливі її витoki під час роботи гідрооб'ємної передачі. Передача виходить компактною, при меншому об'ємі бака.

Застосовувані гідрооб'ємні передачі в трансмісіях тракторів розділяються на дві основні групи: повнопотоківі (однопотоківі) і гідродиференціальні (двохпотоківі). Їх відмінність полягає в тому, що в повнопотоківій трансмісії вся енергія від двигуна до ведучих коліс рушія передається єдиним послідовним потоком (гідравлічним і механічним). У двухпотоківій трансмісії на якомусь її ступені відбувається поділ єдиного потоку потужності на дві паралельні гілки - гідравлічну і механічну, які потім знову з'єднуються.

В повнопотоківій гідрооб'ємній трансмісії трактора блок гідрооб'ємної передачі заміняє зчеплення і коробку передач, а вся інша трансмісія механічна, як у звичайного трактора. Така схема застосування гідрооб'ємних передач дозволяє досить легко перетворити ступінчасту механічну трансмісію трактора в безступінчасту - гідравлічну.

В двухпотоківій гідрооб'ємній трансмісії єдиний потік енергії надходить на вал, після чого за допомогою шестеренної передачі роздвоюється. Один потік енергії надходить у механічний диференційно-планетарний редуктор, а інший потік надходить у блок гідрооб'ємної передачі, яка складається з регульованих об'ємних насоса і гідромотора. Далі шестеренна передача з'єднує обидва потоки на вихідному валу.

Однак слід зазначити, що двухпотокова трансмісія, як правило, завжди застосовується в комплексі з механічними редукторами центральної і кінцевої передачі, що трохи знижує загальний ККД трансмісії трактора.

Повнопотокові гідروоб'ємні передачі отримали розповсюдження в трансмісіях малогабаритних садово-городніх тракторів, тракторів для комунального господарства, допоміжних дорожніх і будівельних робіт, тобто там, де абсолютні втрати потужності на пересування машини невеликі і компенсуються високою її маневреністю, легкістю керування та простотою компонування.

Друга сфера застосування повнопотокових гідрооб'ємних передач - трансмісії спеціалізованих тракторів, де її недоліки компенсуються гнучкістю компонування, розширенням можливостей агрегатування та спрощенням передачі енергії споживачам.

Третя область використання повнопотокових гідрооб'ємних передач - самохідні несучі шасі, обладнані збиральними машинами (зернозбиральні, кормозбиральні, свекло- і картоплезбиральні комбайни), для яких найважливішою технологічною вимогою є узгодження швидкості руху із урожайністю збираємих культур, що обумовлює зовнішнє навантаження.

Повнопотокові гідрооб'ємні передачі обмежено використовуються в трансмісіях гусеничних тракторів промислового та сільськогосподарського призначення.

Необхідно відзначити, що всі переваги гідрооб'ємних передач проявляються тільки при наявності системи їх автоматичного регулювання. При цьому застосування гідрооб'ємних передач у приводі до ведучих коліс трактора стримується їх більш низьким ККД (не більше 0,75...0,85) у порівнянні з механічними передачами.

Застосування двухпотокової гідрооб'ємної передачі на тракторі дозволяє отримати приріст продуктивності при збереженні ККД передачі на рівні ступінчастої коробки передач із перемиканням на ходу.

## 1.2. Переваги та недоліки гідروоб'ємних трансмісій

Основними перевагами гідрооб'ємних трансмісій є [11,14,20]:

- безступінчасте регулювання крутного моменту в широкому діапазоні і плавній передачі його на ведучі колеса;
- велика свобода компоновання трансмісії та порівняльна простота підведення потужності до ведучих коліс трактора;
- можливість реверсування ходу трактора та регульованого гальмування його ведучих коліс без додаткових пристроїв;
- запобігання двигуна і трансмісії від перевантажень;
- легкість і простота управління.

Основні недоліки гідрооб'ємних трансмісій:

- менший ККД, чим у механічних трансмісій;
- більші габарити при малих тисках (10...15 МПа) робочої рідини та труднощі ущільнення при великих тисках (28...35 МПа);
- висока вартість і складність виготовлення;
- залежність ККД від температурних умов.

У наступний час область застосування повнопотокових гідрооб'ємних передач у трансмісіях тракторів визначилося. Це - малогабаритні садово-городні трактори, трактори для комунального господарства, допоміжні - для різних видів будівельних робіт, індивідуальні транспортні засоби високої прохідності - колісні і гусеничні; спеціалізовані трактори для сільського господарства, що характеризуються гнучким нетрадиційним компонованням; несучі самохідні шасі багатопільового призначення, що гарегатуються з різними самохідними збиральними машинами [20].

У перспективі буде розширюватися сфера застосування гідрооб'ємних передач у трансмісіях самохідних несучих шасі, варіанти конструктивних виконань яких у майбутньому будуть збільшуватися стосовно до різних рівнів спеціалізації та універсалізації.

Перспективним напрямком варто визнати застосування двохпотоккових гідрооб'ємних передач, які дозволяють забезпечити безступінчасте регулювання швидкості трактора в сполученні з високими значеннями ККД.

Застосування повнопотокових гідрооб'ємних передач у трансмісіях тракторів сільськогосподарського призначення (окремі приклади якого відомі вже в цей час), може виявитися конкурентоспроможними з іншими видами передач тільки за умови створення ефективної та досить дешевої системи автоматичного регулювання гідрооб'ємних передач із метою підтримки режиму максимальної потужності та оптимальної економічності двигуна такого трактора.





Основний критерій оцінки трансмісій - це ступінь відповідності її властивостей з ідеальною трансмісією, що дозволяє постійно завантажувати двигун на максимальну потужність шляхом автоматичного коректування швидкості руху трактора відповідно до зміни дорожніх умов. Порівнюючи різні типи трансмісій за основними вимогами, що пропонуються до ідеальних трансмісій можна відзначити, що механічна трансмісія задовольняє 12-ти, гідромеханічна - 21-му, а повнопотокова гідрооб'ємна - 24-м вимогам. Отже, можна затверджувати, що повно потоковий гідрооб'ємний привод рушіїв дуже близький по властивостях до ідеальної трансмісії може бути конкурентно здатним у порівнянні з широко розповсюдженою механічною трансмісією.

### **1.3. Конструктивні особливості колісного трактора Беларус-422**

Універсальний трактор Беларус-422 тягового класу 0,6 відноситься до категорії тракторів малої потужності і самохідних шасі. Також до тракторів тягового класу 0,6 відносяться трактори Беларус-310, Беларус-320 та Беларус-321 (табл.1.1). Ці трактори призначені для виконання малоенергоємних робіт у тваринництві, садівництві, овочівництві, передпосівного обробітку ґрунту, посіву, догляду за посівами, транспортних робіт та приводу в дію стаціонарних машин [9,17].

## Технічна характеристика тракторів тягового класу 0,6 [9,17]

Параметр				
	Беларус-320	Беларус-310	Беларус-321	Беларус-422
<b>Рульове керування</b>				
Тип	Гідрооб'ємне			
Тип механізму повороту	Гідроциліндр і кермова трапеція			
<b>Трансмiсія</b>				
Муфта зчеплення	Суха, однодискова			
Коробка передач	Механічна, ступінчаста			
Число передач уперед	16			
Число передач назад	8			
Редуктор	Понижуючий			
<b>Гідросистема</b>				
Тип насоса	Шестеренний			
Максимальний тиск, МПа	20			
Продуктивність насоса, л/хв	17			27
Місткість гідросистеми, л	9			
Робочий об'єм насоса, см <sup>3</sup> /об	6,3			10
<b>Передній міст</b>				
Тип мосту	Складовий з 3-х частин			
Тип колісного редуктора	Циліндричний			
Тип диференціала	Що самоблокується			
Привод ПВМ	Карданний вал		Постійний	
Керування ПВМ	Механічне з автоматичним включенням			

Параметр				
	Беларус-320	Беларус-310	Беларус-321	Беларус-422
<b>Гідронавісна система (ГНС)</b>				
<b>ГНС задня</b>				
- тип задньої ГНС		Роздільно-агрегатна		
- вантажопідйомність на осі шарнірів нижніх тяг задньої ГНС , кгс		1100		1700
- кількість гідровиводів задньої ГНС			4	
<b>Задній міст</b>				
Тип мосту		Складовий		
Тип диференціала		Примусово блокуємий		Конічний із чотирма сателітами
Привод ЗМ	Постійний	Карданний від редуктора		Постійний
Тип колісного редуктора		Циліндричний		Планетарно-циліндричний
<b>Вал відбору потужності (ВВП)</b>				
Передній ВВП синхронний, об/м шляху		3,3		
Задній ВВП незалежний I (при номінальній частоті двигуна), об/хв		567		
Задній ВВП незалежний II (при номінальній частоті двигуна), об/хв		1055,8		
Задній ВВП синхронний I, об/м шляху	3,36	3,4	3,36	3,4
Задній ВВП синхронний II, об/м шляху	6,25	6,3	6,25	6,3



Параметр				
	Беларус-320	Беларус-310	Беларус-321	Беларус-422

Передній ВВП незалежний I (при номінальній частоті двигуна), об/хв

556,7

Передній ВОМ незалежний II (при номінальній частоті двигуна), об/хв

914,5

Максимальний переданий переднім ВВП крутний момент, Н.м

32

Максимальний переданий заднім ВВП крутний момент, Н.м

37,5

#### Гальма

Робочі

Дискові, працюючі в маслі

Робочі на задні колеса

Дискові, працюючі в маслі

Стоянкові

Дискові, працюючі в маслі

Стоянкові на задні колеса

Дискові, працюючі в маслі

Пневмопривод керування гальмами причепів

-

-

-

Двухпровідний, зблокований з гальмами

Трансмісійні стоянкові гальма

Незалежні з механічним приводом

#### Двигун

Марка

Lombardini

Крутний момент при номінальній потужності, Н.м

84

116

Максимальний крутний момент, Н.м

92

97

92

125

## 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 Беларус-422 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями, які впливають на зміну його тягово-енергетичних показників.

2. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного трактора Беларус-422 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 Беларус-422 з механічною трансмісією та зроблено її аналіз.

3. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного трактора Беларус-422 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 Беларус-422 з гідрооб'ємною трансмісією.

4. Порівняльний аналіз теоретичних тягових характеристик колісного трактора Беларус-422 з механічною та гідрооб'ємною трансмісіями показав, що трактор з механічною трансмісією може рухатися на максимально можливих швидкостях і з максимальною потужністю тільки при трьох конкретних зна-

ченнях крЮкового зусилля. Тому що дiапазон робiт, що виконуються трактором, не можна обмежити тiльки цими значеннями навантаження на крЮку, виникає гостра необхіднiсть застосування гiдроприводу ходової системи трактора. Наведенi залежностi тягової потужностi, дiйсної швидкостi трактора та крЮкового зусилля пiдтверджують, що при будь-якому значеннi тягового зусилля на крЮку трактор використовується з максимально можливими потужнiстю i швидкiстю. Отже, продуктивнiсть трактора з гiдрооб'ємним приводом ходової системи значно вище нiж з механiчною трансмiсiєю.

5. В результатi розрахунку гiдроприводу ходової системи колiсного трактора Беларус-422 були вибранi гiдравлiчнi машини та уточненi їх параметри. За параметрами вибраних гiдравлiчних машин уточненi гiдравлiчнi характеристики (тиск та витрата робочої рiдини) гiдроприводу, вибрана гiдроапаратура, розраховано дiаметри трубопроводiв, визначено ККД гiдроприводу, та зроблено його тепловий розрахунок. На основi вибраної та уточненої номенклатури компонентiв гiдроприводу було складено та описано принципову гiдравлiчну схему гiдроприводу ходової системи колiсного трактора Беларус-422.