

В.Б.САМОРОДОВ, Д.О.ГАРМАШ

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ПРИ ВАРІАЦІЇ РОБОЧОГО ОБ'ЄМА ГІДРОМАШИН

У зв'язку з ростом тенденції використання безступінчатих гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ) на транспортних засобах не тільки сільськогосподарського призначення, а й дорожно-будівельних, лісозаготівельних та на машинах спеціального призначення, питання щодо встановлення такого типу трансмісії на вітчизняні автомобілі КрАЗ стає все гостріше та перспективніше. Найважливішою частиною безступінчатих ГОМТ є гідрооб'ємна передача (ГОП), яка забезпечує плавну зміну передаточного відношення трансмісії і складається з двох гідромашин об'ємного типу: гідронасоса та гідромотора. Визначення показників ГОП при використанні гідромашин з різним робочим об'ємом є обов'язковим кроком, без якого неможлива подальша робота в напрямку використання безступінчатих ГОМТ на вантажних автомобілях спеціального призначення. У статті йдеться про теоретичне визначення показників ГОМТ при використанні в ГОП аксіально-поршневих гідромашин різного робочого об'єму з похилим диском. Досліджується вплив зміни робочого об'єму на основні показники безступінчатих ГОМТ, такі як коефіцієнт корисної дії (ККД) ГОП і ГОМТ в цілому, перепад робочого тиску, потужність двигуна при русі в повнопотоковому, в робочому і в транспортному режимах. Як об'єкт дослідження використана двухпоточная ГОМТ №1, розроблена кафедрою «Автомобіле-і тракторобудування» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», автомобіль КрАЗ 6233М і аксіально-поршневі гідромашини робочим об'ємом 89 см³, 118 см³ виробництва акціонерного товариства «Гідросила» та 150 см³ виробництва італійської фірми Bondioli & Pavesi. Подано рекомендації щодо можливої безступінчатої ГОМТ для автомобіля типу КрАЗ 6233М.

Ключові слова: автомобіль, безступінчата трансмісія, гідрооб'ємна передача, параметр регулювання, матричний аналіз, гідравлічні машини, робочий об'єм, перепад тиску, коефіцієнт корисної дії.

В. Б. САМОРОДОВ, Д. А. ГАРМАШ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА ГИДРОМАШИН

В связи с ростом тенденции использования бесступенчатых гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) на транспортных средствах, не только сельскохозяйственного назначения, но и дорожно-строительных, лесозаготовительных и машинах специального назначения, вопрос установки такого типа трансмиссии на отечественный автомобиль КрАЗ становится все острее и перспективнее. Важнейшей частью бесступенчатых ГОМТ является гидрообъемная передача (ГОП), которая обеспечивает плавное изменение передаточного отношения трансмиссии и состоит из двух гидромашин объемного типа: гидронасоса и гидромотора. Определение показателей ГОП при использовании гидромашин с различным рабочим объемом является обязательным шагом, без которого невозможна дальнейшая работа в направлении использования бесступенчатых ГОМТ на грузовых автомобилях специального назначения. В статье речь идет о теоретическом определении показателей ГОМТ при использовании в ГОП аксиально-поршневых гидромашин разного рабочего объема с наклонным диском. Исследуется влияние изменения рабочего объема на основные показатели бесступенчатых ГОМТ, такие как коэффициент полезного действия (КПД) ГОП и ГОМТ в целом, перепад рабочего давления, мощность двигателя при движении в полнопоточном, в рабочем и в транспортном режимах. В качестве объекта исследования использована двухпоточная ГОМТ №1, разработанная кафедрой «Автомобиле- и тракторостроение» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», автомобиль КрАЗ 6233М и аксиально-поршневые гидромашини рабочим объемом 89 см³, 118 см³ производства акционерного общества «Гидросила» и 150 см³ производства итальянской фирмы Bondioli & Pavesi. Представлены рекомендации по возможной бесступенчатой ГОМТ для автомобиля КрАЗ 6233М.

Ключевые слова: автомобиль, бесступенчатая трансмиссия, гидрообъемная передача, параметр регулирования, матричный анализ, гидравлические машины, рабочий объем, перепад давления, коэффициент полезного действия.

V. B. SAMORODOV, D. O. HARMASH

THEORETICAL ANALYSIS OF THE MAIN INDICATORS OF HYDROMECHANICAL TRANSMISSION OF A TRUCK WITH WORKING SIZE VARIATIONS

In connection with the growing trend of using continuously variable hydro volume-mechanical transmissions (HVMT) on vehicles, not only for agricultural purposes, but also for road-building, logging and special-purpose vehicles, the issue of installing this type of transmission on a domestic KrAZ vehicle is becoming more acute and promising. The most important part of the continuously variable

HVMT is the hydrostatic transmission (HT), which provides a smooth change in the transmission ratio and consists of two positive displacement hydraulic machines: a hydraulic pump and a hydraulic motor. Determination of HT indicators when using hydraulic machines with different displacement volumes is a mandatory step, without which further work in the direction of using continuously variable HVMTs on special-purpose trucks is impossible. The article deals with the theoretical determination of HVMT indicators when using axial piston hydraulic machines of different working volume with an inclined disk in the HT. The influence of changes in the working volume on the main indicators of continuously variable HVMT is investigated, such as the efficiency (efficiency) of the HT and HVMT as a whole, the operating pressure drop, the engine power when driving in full-flow, in working and transport modes. As an object of research, we used a two-line HVMT No. 1, developed by the Department of Automobile and Tractor Engineering of the National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", a KrAZ 6233M automobile and axial piston hydraulic machines with a working volume of 89 cm³, 118 cm³ produced by the joint-stock company Gidrosila and 150 cm³ produced by the Italian company Bondioli & Pavesi. Recommendations on a possible stepless HVMT for the KrAZ 6233M vehicle are presented.

Keywords: automobile, continuously variable transmission, hydrostatic transmission, control parameter, matrix analysis, hydraulic machines, working volume, pressure drop, efficiency.

Вступ. В реаліях сучасного автомобілебудування використання безступінчастих гідрооб'ємних трансмісій (ГОМТ) являється все більше перспективним та націлено на автомобілі різного призначення [1-9]. Так за декілька років трансмісії такого типу вийшли далеко за межі тракторів сільськогосподарського призначення і успішно використовуються на:

- транспортно-технологічних машинах (самохідні багатоколісні автомобілі, важкі самоскиди, зчленовані колісні та гусеничні машини, аеродромні тягачі, військові машини);
- будівельно-дорожніх машинах (крани);
- лісотехнічних машинах (колісний харвестер Амкодор 2551 та ін.);

Зважаючи на те, що найбільшим виробником великовантажних автомобілів на Україні є акціонерне товариство «АвтоКрАЗ», автомобілі якого зарекомендували себе з кращої сторони не тільки в Європі, а й у світі в цілому, тому встановлення безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій на вантажні автомобілі КрАЗ є одним із найперспективніших та найефективніших із шляхів покращення тягових та експлуатаційних показників.

При математичному моделюванні тягових показників постає багато питань, одне з яких це залежність вихідних параметрів трансмісії від робочого об'єму гідравлічних машин та вплив його зміни на робочий тиск та коефіцієнт корисної дії (ККД).

Мета і постановка задачі. Аналіз основних показників ГОМТ вантажного автомобіля на базі трансмісійного матричного аналізу і вплив на ці показники різних робочих об'ємів гідромашин у складі ГОМТ.

1. Кінематична схема ГОМТ. На рисунку 1 зображена кінематична схема двохпоточної безступінчастої ГОМТ, яка відрізняється від схеми ГОМТ лісотехнічного трактора конструкцією планетарного ряду [5].

Вона включає в себе ГОП, що складається з гідромашини 1 (4, ГМ1 - гідронасос, з регулюванням

подачі робочої рідини та гідромашини 2 (10, ГМ2 - гідромотор, що не регулюється), двох планетарних рядів, зі складною сонячною шестернею 7 першого (k1) ряду, яка в свою чергу є водилом другого (k2) ряду. Складна коронна шестерня другого ряду є водило першого ряду, та одночасно вихідною ланкою трансмісії. Принцип роботи трансмісії наступний. При вмиканні фрикціонів Ф1, Ф2 та вимиканні Ф3, ГОМТ працює в однопоточковому режимі. При цьому потужність від двигуна 1 через вал 2 передається на гідронасос 4. Далі потужність з гідромотора 10 передається через шестерні 11 та 8 на коронну шестерню першого планетарного ряду 6 та одночасно через шестерні 12 та 13 на сонячну шестерню 15 другого ряду. В результаті потужність підсумовується на виході ланки 5, входить в узагальнений редуктор 9 (роздавальна коробка і головна передача моста) та прямує на ведучі колеса.

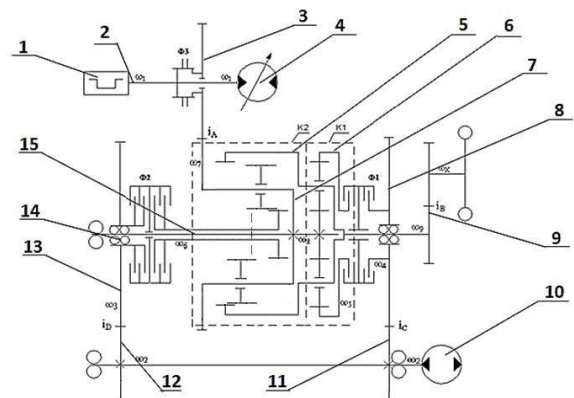


Рис. 1. Кінематична схема безступінчастої ГОМТ щодо вантажного автомобіля КрАЗ – 6233М6

Перший діапазон (робочій) двохпотокowego режиму роботи здійснюється при вмиканні фрикціонів Ф3, Ф1 та вимиканні фрикціону Ф2. В цьому випадку потужність від двигуна 1 одночасно передається на гідронасос 4 та через зубчате колесо 3 на складне водило 7 другого планетарного ряду. Через гідромотор 10 та замкнутий фрикціон Ф1 потужність передається на коронну шестерню 6 першого планетарного ряду. В результаті потужність підсумовується на складному водилі першого планетарного ряду та виходить до узагальненого редуктора 9, а далі до ведучих коліс.

Другий (транспортний) діапазон двохпотокowego режиму роботи здійснюється при вмиканні фрикціонів Ф3, Ф2 та вимиканні фрикціону Ф1. В цьому випадку потужність від двигуна 1 подається на гідронасос 4 та одночасно через зубчате колесо 3 на складне водило 7 другого планетарного ряду. Через гідромотор 10 та замкнутий фрикціон Ф2 потужність другим потоком подається на сонячну шестерню 15 другого планетарного ряду. В результаті два потоки потужності підсумовуються на коронній шестерні 5 другого планетарного ряду, звідки потужність подається на узагальнений редуктор 9, а далі на ведучі колеса.

2. Основа математичної моделі, структурна схема і основні кінематичні параметри ГОМТ.

Для аналізу основних параметрів ГОМТ використано метод трансмісійного матричного аналізу, який описаний в роботах [1-6].

Структурна схема і значення параметрів складових елементів ГОМТ КрАЗ -6233М6 вказано на рис. 2. Вона включає в себе редуктори:

- редуктор А, який з'єднує вихідний вал двигуна і водило другого планетарного механізму має передаточне число, яке дорівнює 0,5;

- редуктори С та D, що є вихідними ланками гідромотору та мають передавальні відношення 0,27 та 0,83 відповідно.

- редуктор В, що інтегрально включає в себе передавальні числа роздавальної коробки (1,31 і 0,95) та головної передачі (8,173) та є вихідною ланкою трансмісії має передаточні відношення відповідно 0,1 та 0,13 в залежності від передачі ввімкненої в роздавальній коробці.

- планетарні механізми К1 та К2 з передаточними відношеннями -1,82 та -1 відповідно, при чому планетарний механізм, показаний на рис. 3, і рис. 4, з передавальним відношенням -1, зі зчепленими сателітами, входить у склад безступінчастої гідрооб'ємної трансмісії ГОМТ 1С, яка була розроблена в НТУ «ХП» кафедрою «Автомобіле- та тракторобудування» для ВАТ «ХТЗ» та успішно використовується не тільки в складі ГОМТ 1С, а й в ГОМТ 2С, яка встановлена на тракторі ХТЗ 242К, а також в трансмісії мотовозу харківського заводу "СПЕЦКРАН" (на базі ХТЗ 242К).

На рис.2 ГОП аксіально-поршневого типу з гідромашинами з робочим об'ємом 118 см³ відповідає максимальній продуктивності $q = 18,90 \text{ см}^3/\text{рад}$.

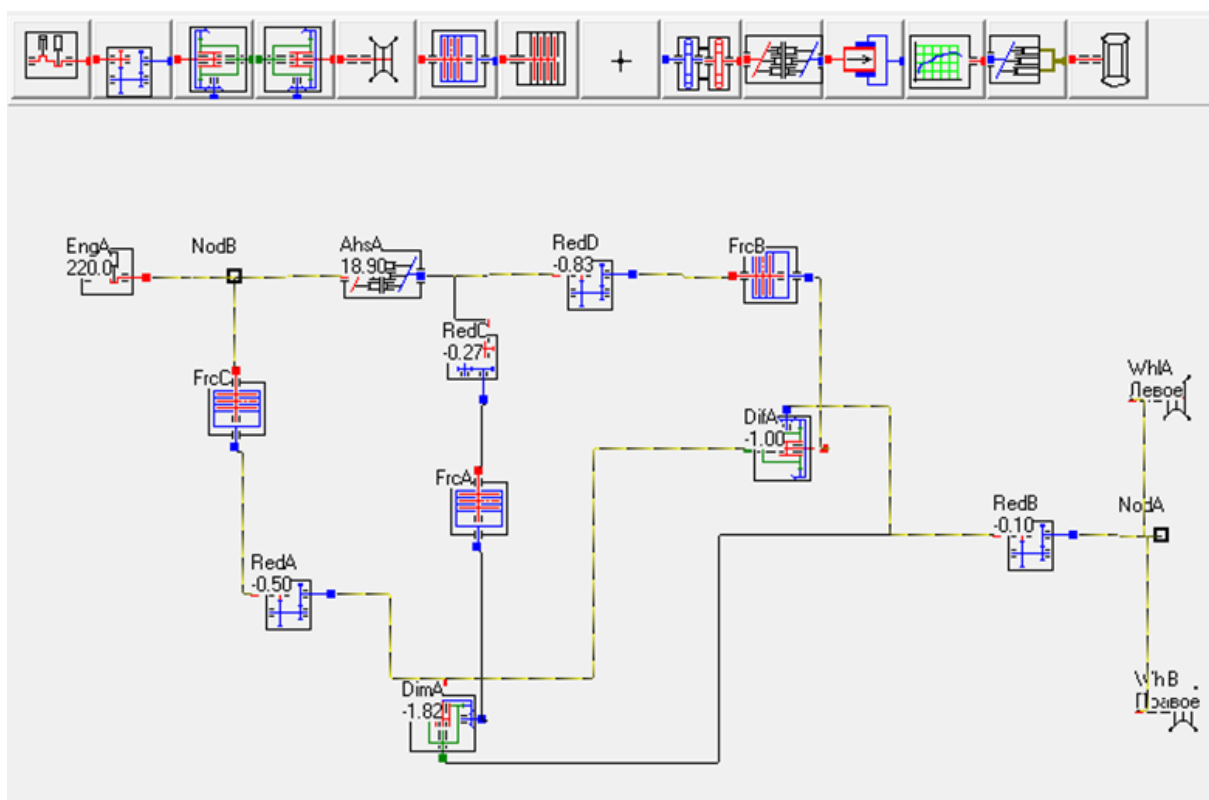


Рис 2. Структурна схема безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії



Рис 3 Планетарний механізм К2 із щепленими сателітами- загальний вигляд.

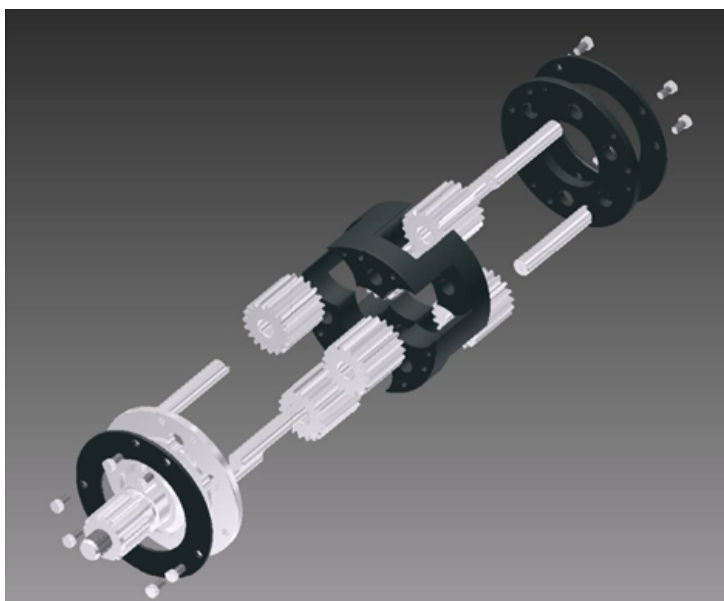


Рис. 4 Планетарний механізм К2 із щепленими сателітами- збірка,рознесений вигляд.

3.Результати математичного моделювання трансмісії для КрАЗ – 6233М6.

Для побудови математичної моделі були вибрані гідромашини аксіально – поршневого типу робочим об'ємом 89, 118 см³ виробництва ПАТ «Гідросила» та 150 см³ італійського виробництва фірми Bondioli & Pavesi. Продуктивність гідромашин дорівнює відповідно $14,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{рад}$, $18,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{рад}$, $23,88 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{рад}$.

Для побудови статичної характеристики КрАЗ – 6233М6 з ГОМТ на основі трансмісійного матричного аналізу [1-6] було створено програму

[3-5], яка для кожного значення параметра e регулювання ГОП і своєї швидкості автомобіля визначає основні параметри ГОМТ [4,6,9].

Можна збільшувати навантаження на ведучі колеса, доки перепад тиску в ГОП не досягне максимально допустимого значення або активний момент двигуна не стане рівним максимальному. Обидва параметра визначаються з урахуванням механічних і об'ємних втрат в ГОП і в механічній частині ГОМТ. В залежності від параметра регулювання будується статична характеристика трансмісії - сукупність основних параметрів ГОП і ГОМТ [5,8]. Розрахунок

виконано для автомобіля вагою 29000 кг з увімкненою зниженою передачею роздавальної коробки, вихідні оберти двигуна прийняті 220 рад/с,

коефіцієнт супротиву коченню 0,02; параметр ϵ регулювання ГОП змінюється в інтервалі $[-1 \dots 1]$.

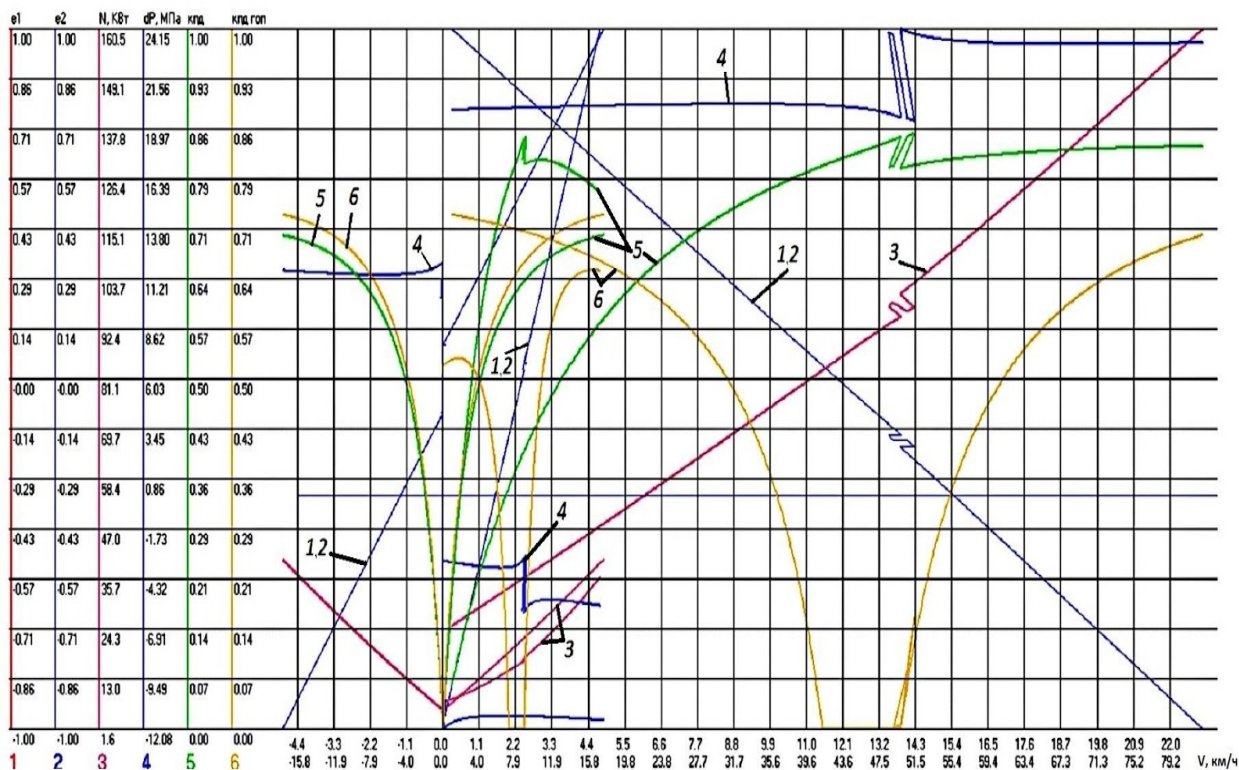


Рис. 5 Основні тягові показники безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії щодо автомобіля КрАЗ – 6233М6 при використанні гідромашин з робочим об'ємом 89 см³

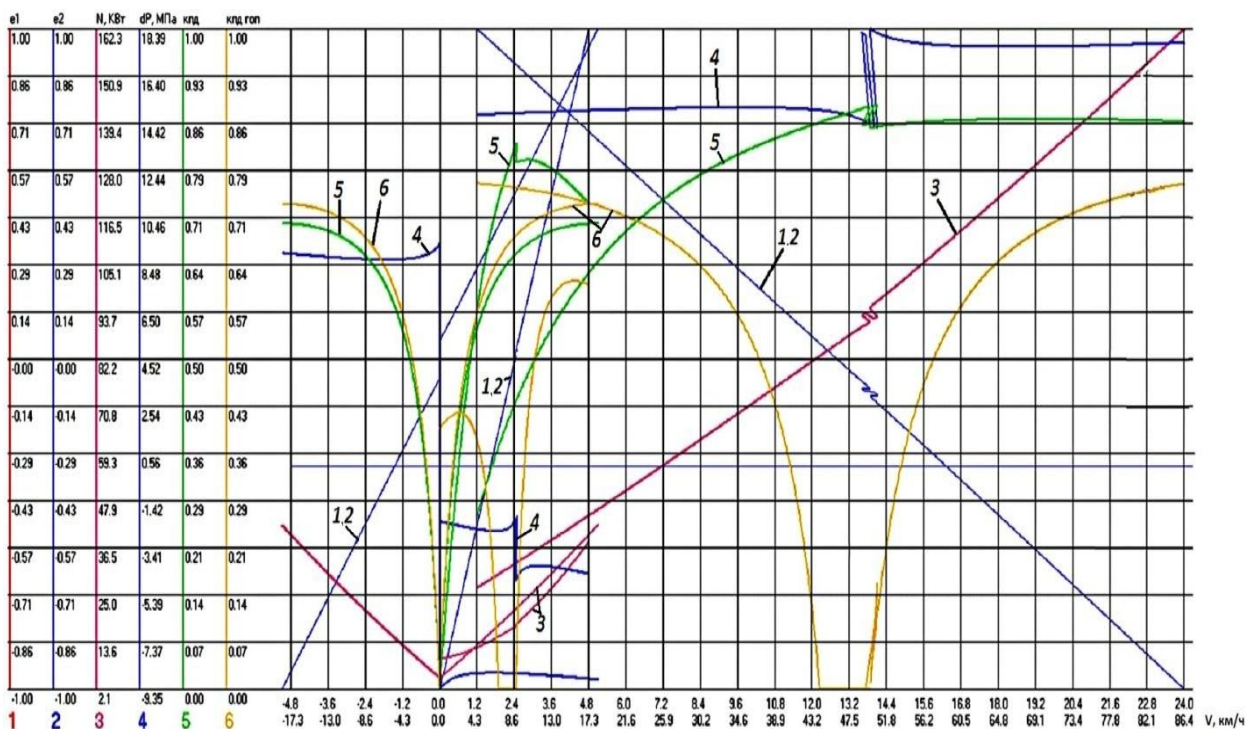


Рис. 6 Основні тягові показники безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії щодо автомобіля КрАЗ – 6233М6 при використанні гідромашин з робочим об'ємом 118 см³

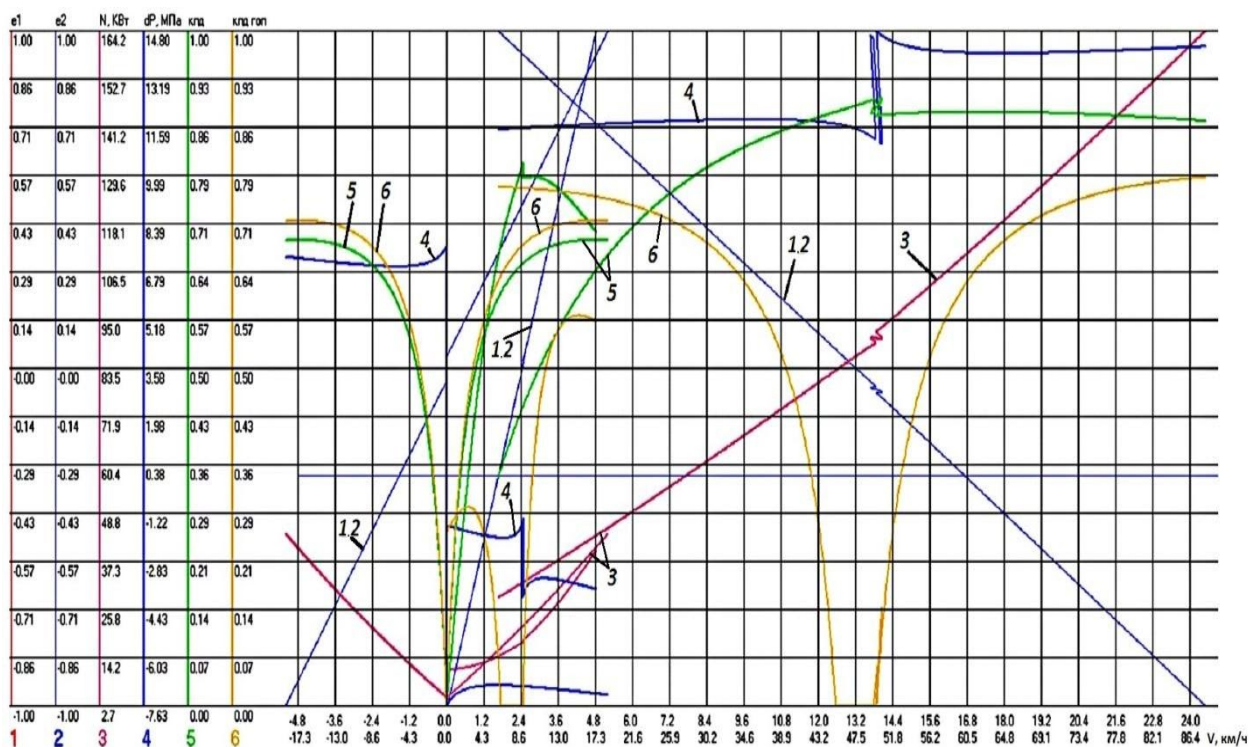


Рис. 7 Основні тягові показники безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії щодо автомобіля КраЗ – 6233М6 при використанні гідромашин з робочим об'ємом 150 см³

В результаті моделювання були отримані залежності, зображені на рис 5, 6 та 7. З цих графіків стає зрозуміло, що при використанні машин з більшим робочим об'ємом показники ГОМТ покращуються.

Так при використанні гідромашини з робочим об'ємом 89 см³ (рис. 1) максимальний ККД трансмісії (лінія 5) приблизно становить 0,86, в той час коли при використанні гідромашин з більшим робочим об'ємом загальний ККД трансмісії зростає, при використанні гідромашин з робочим об'ємом 118 см³ та 150 см³ загальний ККД складає 0,91 та 0,92 відповідно. Такі ж залежності спостерігаються і з ККД ГОП.

Максимальний ККД ГОП гідромашин (лінія 6) з робочим об'ємом 89 см³ становить 0,73, і збільшується зі збільшенням робочого об'єма: для 118 см³ – 0,78; для 150 см³ – 0,8.

На зниження ККД гідравлічних машин і ГОП перш за все впливає:

- просочування робочої рідини в дренаж, яке залежить від зміни робочого тиску гідромашини, величини робочих зазорів, в'язкості (температури) і швидкості валів гідромашини;
- механічні втрати в гідромашинах ГОП і в механічній частині ГОМТ;
- гідромеханічний супротив обертанню, який залежить від робочого об'єму, в'язкості робочої рідини і частоти обертання валів гідромашин;
- витрати на стиснення робочої рідини, які залежать від робочого тиску та робочого об'єму гідромашин і суттєво зростають при збільшенні вмісту газу в рідині.

Слід зауважити, що в особливих зонах роботи гідромашин ГОП (при е близькому до нуля) на реверсивному, тяговому і транспортному діапазонах спостерігаються перепади робочого тиску 4.

Максимальний показник робочого тиску спостерігається при використанні гідромашини з найменшим робочим об'ємом. Це пов'язано з тим, що зі зменшенням робочого об'єма той самий момент навантаження реалізується ГОП зростаючим тиском робочої рідини. При великих навантаженнях пропорційно збільшуються і загальні витрати в гідромашинах, що так само сприяє зростанню тиску. Так для гідромашин з робочим об'ємом 89 см³ максимальний тиск становить близько 24 МПа, а з робочим об'ємом 118 см³ тиск знижується до 18,4 МПа, і для робочого об'єму 150 см³ максимальний тиск є найнижчим серед використаних гідромашин та становить 14,8 МПа.

Висновки:

1. Результати математичного моделювання ГОМТ для КраЗ показали, що при використанні гідромашин з більшим робочим об'ємом, показники ГОМТ покращуються. Це пов'язано з тим, що всі витрати, за рахунок яких зменшується ККД гідромашин, змінюються по величині при зміні робочого об'єму та тиску гідромашини. Так збільшення робочого тиску приводить до збільшення всіх витрат, що зменшує ККД ГОП і як результат - загального ККД ГОМТ.

2. Теоретично показано, що з ростом робочого об'єму об'ємних гідромашин ККД ГОП і ККД ГОМТ в цілому підвищується. Але для автомобіля КраЗ -6233М6 рекомендовано використовувати гідравлічні

машини робочим об'ємом 118 см³. По-перше гідромашини з робочим об'ємом 150 см³ поки що не виробляються в Україні. По-друге, наприклад, бюджетний італійський варіант ГОП компанії Bondioli & Pavesi вартує у 4-5 разів більш ніж ГОП на базі вітчизняних ГОП з робочим об'ємом 118 см³. При використанні гідромашин з робочим об'ємом 89 см³, при допустимому завантаженні автомобіля в 29000 кг, виникають переваженні гідромашин, а що до гідромашини з робочим об'ємом 150 см³, то з аналізу їх показників зрозуміло, що їх ресурси використовуються не в повному обсязі, тому, зважаючи на їх відносно високу вартість, використання останніх є недоцільним.

3. Використання в конструкції планетарного ряду зі зчепленими сателітами дозволило а) досягти достатньої максимальної швидкості руху (до 90 км / ч) автомобіля вагою 29 тонн по горизонтальній асфальто-бетонній дорозі з коефіцієнтом опору коченню порядку 0,020 і б) використовувати готовий і перевірений в тракторних безступінчастих трансмісіях планетарний ряд зі зчепленими сателітами.

Список літератури

1. Самородов В.Б. «Основы теории автоматизированной генерации математических моделей трансмиссий»: Механика и машиностроение.– 1998.–№1;
2. Самородов В.Б. Генерация матричных моделей для гидрообъемно-механических трансмиссий произвольного вида: Системотехника автомобильного транспорта.– Харьков: ХГАДГУ, 1999.;
3. Самородов В.Б., Рогов А.В. Объектно-ориентированный подход к моделированию трансмиссий в области транспортного машиностроения: Вестник ХГПУ, серия НРСТ.– Харьков.–1999.– Вып.66.
4. Александров Е.Е., Лебедев А.Т., Самородов В.Б. и др. «Динамика транспортно – тяговых колесных и гусеничных машин»: Харьков.: ХГАДТУ, 2001, с.652.
5. Самородов В. Б. Комплексный подход к автоматизированному анализу, синтезу и проектированию гидрообъемно-механических трансмиссий/ В.Б.Самородов, А.В.Рогов, А.В.Науменко, Е.В. Е.В.Постный, В.А.Шадрунов // Вісник НТУ «ХПІ» Зб. наук. пр. Автомобіле- та тракторобудування. -Харків: НТУ «ХПІ». -2002. №10, т. 1. – С. 1 – 16.
6. В.Б. Самородов, Рогов А.В., Бурлыга М.Б. Методика плотной упаковки матричных систем, моделирующих работу гидрообъемно-механических трансмиссий: Автомобильный транспорт. Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2003. – Вып. 13. – С. 91 – 98.
7. Бондаренко А. І. Наукове обґрунтування нових технічних рішень процесу гальмування колісних тракторів з безступінчастими гідрооб'ємно-механічними трансмісіями [Електронний ресурс] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.22.02 / Анатолій Ігорович Бондаренко ; [наук. консультант Самородов В. Б.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2016. – 36 с.
8. Самородов В. Б. Безступінчасті гідрооб'ємно-механічні трансмісії як невід'ємний елемент сучасних автомобілів, будівельної і спеціальної техніки / В. Б. Самородов, В. В. Єпіфанов, А. І. Бондаренко // Вісник Севастополюського нац. техн. ун-ту : зб. наук. пр. Сер. : Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь: СевНТУ, 2012.–Вып. 134. – С. 11-15.
9. В. Б. Самородов, А.И. Бондаренко Основные параметры гидрообъемно-механических транс-миссий, работающих по схеме "дифференциал на выходе": Восточно-Европейский журнал передо-вых технологий. – 2012. – № 3/7 (57).– С. 4 – 12.

References

1. Samorodov V.B. «Osnovy teoriiy avtomatyzirovannoy generatsyy matematycheskyyh modelej transmyssyy»: Mexanyka y mashynostroenyye. – 1998.– #1;
2. Samorodov V.B. Generatsya matrichnykh modelej dlya gydroobemno-mexanycheskyyh transmyssyy proyvolnogo vyda: Systemotexnyka avtomobilnogo transporta.– Xarkov: XGADGU, 1999.;
3. Samorodov V.B., Rogov A.V. Obektno-oryentirovannyy podhod k modelirovaniyu transmyssyy v oblasti transportnogo mashynostroeniya: Vestnyk XGPU, seryya NRST.– Xarkov.–1999.– Vyp.66.
4. Aleksandrov E.E., Lebedev A.T., Samorodov V.B. «Dynamyka transportno – tyagovykh kolesnykh y gusenychnykh mashyn»: Xarkov.: XGADTU, 2001, s.652.
5. Samorodov V. B. Kompleksnij podhod k avtomatyzirovannomu analizu, syntezu y proektyovaniyu gydroobemno-mexanycheskyyh transmyssyy/ V.B.Samorodov, A.V.Rogov, A.V.Naumenko, E.V. E.V.Postnij, V.A.Shadrinov // Visnyk NTU «XPI» zb. nauk. pr. Avtomobile- ta traktorobuduvannya. -Xarkiv: NTU «XPI». -2002. #10, t. 1. – S. 1 – 16.
6. V.B. Samorodov, Rogov A.V., Burlyga M.B. Metodyka plotnoj upakovky matrychnyx system, modely ruyushhyx работ u gydroobemno-mexanycheskyyh transmyssyy: Avtomobylnyj transport. Sb. nauchn. tr. – Xarkov: XNADU. – 2003. – Vyp. 13. – S. 91 – 98.
7. Bondarenko A. I. Naukove obgruntuvannya novyx texnichnyx rishen procesu galmuvannya kolisnyx traktoriv z bezstupinchasty gydroobemno-mexanichny transmysiyam [Elektronnyj resurs] : avtoref. dys. d-ra tehn. nauk : specz. 05.22.02 / Anatolij Igorovych Bondarenko; [nauc. konsultant Samorodov V. B.] ; Nacz. techn. un-t "Xarkiv. politexn. in-t". – Xarkiv, 2016. – 36 s.
8. Samorodov V. B. Bezstupinchasty gydroobemno-mexanichni transmysiyi yak nevidyemnyj element suchasnyx avtomobiliv, budivel'noyi i specialnoyi tekhniki / V. B. Samorodov, V. V. Yepifanov, A. I. Bondarenko // Visnyk Sevastopolskogo nacz. techn. un-tu: zb. nauk. pr. Ser.: Mashnobuduvannya ta transport. – Sevastopol: SevNTU, 2012.–Vyp. 134. – S. 11-15.
9. V. B. Samorodov, A.Y. Bondarenko Osnovnye parametry gydroobemno-mexanycheskyyh transmyssyy, rabotayushhyx po sxeme "dyfferencyal na vyxode": Vostochno-Evropskiy zhurnal peredo-vyx tehnologiy. – 2012. – # 3/7 (57).– S. 4 – 12.

Надійшла (received) 13.04.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Самородов Вадим Борисович (Самородов Вадим Борисович, Samorodov Vadym Borisovich) – доктор технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор, завідувач кафедрою автомобіле- та тракторобудування; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2965-5460>; e-mail: samorodovvadimat@gmail.com.

Гармаш Дмитро Олександрович (Гармаш Дмитрій Олександрович, Harmash Dmitry Oleksandrovich) Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», аспірант кафедри автомобіле- і тракторобудування; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3188-2400>; e-mail harmashdm@gmail.com.