

КОНСТРУКТИВНІ АСПЕКТИ АДАПТИВНОСТІ ВІДЦЕНТРОВОГО ВАРІАТОРУ МОТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Лук'янченко О.Ю., кандидат технічних наук
Литовченко В.В.

Постановка проблеми. Останніми роками широкого поширення набули автоматичні трансмісії з безступеневими клинопасовими трансмісіями. Але в більшості випадків їх автоматизм зумовлений застосуванням додаткових електромеханічних систем керування [1, 2, 3]. Вони виступають в ролі систем-посередників в загальній системі «двигун-трансмісія-колесо», які збільшують час виконання вихідних сигналів керуючої системи або знижують її надійність.

Для оптимального режиму роботи системи «двигун-трансмісія-колесо» необхідно щоб параметри керування даної системи пристосувались до змінних умов середовища цільового використання. Цю ж систему необхідно адаптувати до плавних змін режимів роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ).

Автори даної публікації пропонують вирішити проблему покращення умов керування транспортним засобом (ТЗ), шляхом застосування адаптивної механічної трансмісії. Адаптивними системами називають такі, у яких автоматично змінюється спосіб дії з метою покращеного керування [4]. Основними параметрами автоматичного керування є частота оберту колінчастого валу ДВЗ та сумарна сила опору руху ТЗ. Тоді адаптивність трансмісії – це спосіб встановлення рівноваги між умовами роботи ДВЗ та зовнішніми умовами середовища цільового використання [5]. Трансмісія виступає у ролі механізму-посередника, що пов'язує двигун з ведучими колесами, а її адаптивність характеризується проміжком часу встановлення урівноваженого стану роботи системи «двигун-трансмісія-колесо». Зазначена властивість характерна для варіаторів, у яких керуюча та робоча ланки кінематично поєднані в одне ціле, тобто робочі органи можуть виконувати функції керуючих.

Відомо [6], що при міському режимі руху ТЗЮ час розгону займає третину загального часу руху ТЗ. Незаперечним фактом [7] є те, що при використанні автоматичних клинопасових варіаторів у трансмісії ТЗ, підвищення швидкодії варіатора призводить до збільшення середньої швидкості руху, що особливо важливо для транспортних засобів, які використовуються у міських умовах.

Фрикційні варіатори мають ряд переваг перед іншими видами безступінчатих передач. Також як і гідродинамічним передачам, найбільш поширеним в даний час в автомобільній промисловості, фрикційним варіатором може бути властива здатність автоматично, без участі сервоприводу, змінювати передаточне відношення залежно від навантаження на вихідному валу, тобто вони можуть бути адаптивними [8]. Але великі габаритні розміри, складність виготовлення та встановлення, унеможливають використання даного виду варіаторів на мототранспортних засобах.

Використання автоматичного клинопасового варіатора в мототранспорті, крім полегшення управління, дозволяє значно спростити конструкцію трансмісії транспортного засобу, покращити його економічність. Варіатор дозволяє реалізувати нескінченну кількість передаточних відношень між максимальним і мінімальним значенням, а оптимальна система управління варіатором забезпечує найбільш ефективне використання потужності двигуна [9].

Попередні наукові роботи [7, 8] вивчали умови створення системи адаптації клинопасового варіатора до умов експлуатації ТЗ. Але немає чітких сформованих критеріїв визначення та виникнення процесів пов'язаних з адаптацією безступеневих механічних, гідромеханічних, фрикційних, або електричних трансмісій. З попередніх робіт відома лише

одна умова забезпечення адаптивності – це плавна зміна передатного відношення зі збереженням рівноваги між вхідною та вихідною ланками.

Загалом для автоматичного регулювання безступеневих механічних трансмісій використовують відцентрову силу [6-11]. По відомим визначенням відцентрової сили частота обертання вала двигуна в квадраті, тоді залежність відцентрової сили від кутової швидкості обертання вала двигуна квадратична. Крім того в процесі зміни передаточного відношення зі збільшенням кутової швидкості обертання вала двигуна збільшується і радіус положення відцентрових тягарців, значення якого також визначається значенням кутової швидкості обертання вала двигуна. Тобто цей параметр досить чутливий до змін та безпосередньо регулює динаміку зміни передаточного відношення і час реакції механізму.

Кінематично є можливість застосування відцентрової сили тягарців клинопасового варіатору не на перетворення осьових зусиль, а на силу натягу пасу. Тоді відцентрова сила буде діяти в площині руху пасу без втрат при перетворенні, що дає змогу ефективніше її використовувати. Порядок зміни передаточного відношення, визначається зміною частоти обертання колінчастого валу ДВЗ. Перевагою застосування таким чином робочих зусиль полягає в тому, що при збільшенні передаточного відношення, збільшується одночасно і радіус обертання тягарців. З кожним збільшенням відцентрової сили за рахунок збільшення радіусу, зменшується необхідна частота валу ДВЗ, що призводить до економії палива. З іншої сторони при збільшенні моменту інерції ведучого колеса зменшується навантаження на тягарці варіатору. По способу роботи такий варіатор вже не відноситься до клинопасового. Його робочі зусилля не фрикційні дисків, а відцентрові тягарців. Тому такого виду варіатор слід класифікувати, як відцентровий.

Параметри, які впливають на час адаптації відцентрового варіатору:

1. частота оберту колінчастого валу двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ);
2. сила натягу пасу;
3. відцентрова сила сегментів (тягарців);
4. динаміка зміни передаточного відношення.

У існуючого клинопасового варіатора моторолера «HONDA TACT AF-24», процес зчеплення характеризується наступною послідовністю: в холостому ході водій збільшує частоту колінчастого валу двигуна до обертів, які відповідають максимальному обертовому моменту (5700 об/хв.) для достатньої частоти спрацювання відцентрового зчеплення. При такій умові рушання з місця є ряд недоліків:

- пас виходить на максимальний діаметр ведучого шківів і зменшує передаточне відношення майже до мінімуму (при 6000 об/хв. – $U=0,68$; $U_{\min}=0,67$), що в кінцевому випадку зменшує колову силу майже на 60%;
- двигун не відразу передає момент на колеса, а продовжує в холосту нагнітати частоту до середніх значень. За цей період часу витрачається приблизно 20% палива від загальної кількості використаного пального під час руху;
- при зчепленні вихідного валу варіатора з колесами на обертах вище середніх, сили опору руху змінюють передатне відношення в сторону збільшення, а це може привести до пробуксовування колес або проковзування пасу.

Таким чином можна зробити висновок, що необхідно досягти зчеплення валу ДВЗ через трансмісію при менших обертах, на більшому значенні передатного відношення за короткотривалий час.

Тому пропонується нова конструктивна схема варіатору, де передаточне відношення змінюється не від перетворення відцентрової сили тягарців на осьове зусилля переміщення дисків ведучих шківів, а напряму взаємодіє з пасом та направлена на зміну натягу пасу (рис. 1).

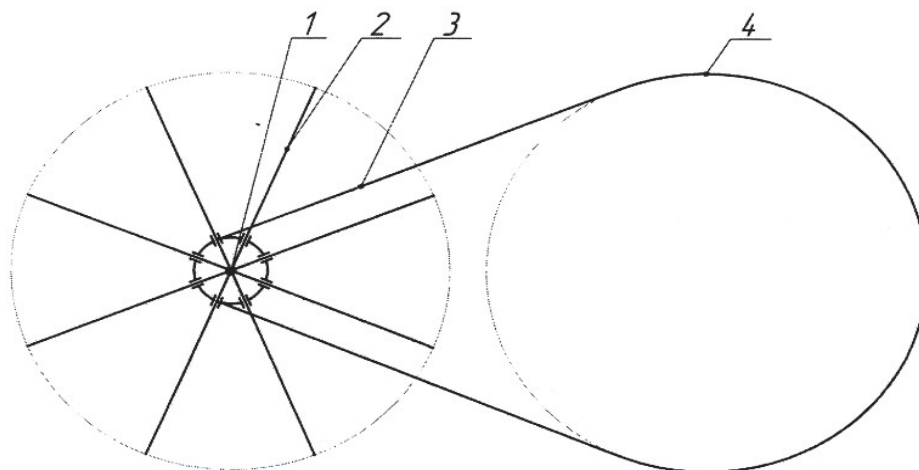


Рисунок 1. – Кінематична схема відцентрового варіатору
1 – тягарці; 2 – напрям для переміщення тягарців; 3 – пас; 4 – диск вихідного шків.

Висновки:

- враховуючи наведені недоліки існуючих безступеневих механічних трансмісій на базі клинопасових варіаторів, пропонується принципово нова схема варіатору;
- подальший розвиток конструкції, при відповідних дослідженнях, можна використовувати не тільки на мототранспортних засобах, а і на інших транспортних засобах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Харитонов С.А. Автоматические коробки передач / С.А. Харитонов. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство Аст», 2003. – 335, [1] с. с ил.
2. D. Kobayashi, Y. Mabuchi and Y. Katoh: “A Study on the Torque Capacity of a Metal Pushing V-Belt for CVTs” SAE Paper No. 980822, in SAE SP – 1324, Transmission and Driveline Systems Symposium, pp. 31-39 SAE, 1998.
3. M. Boos and H. Mozer: “ECOTRONIC – The Continuously Variable ZF Transmission (CVT)” SAE Paper No. 970685, in SAE SP-1241, Transmission and Driveline Systems Symposium, pp. 61-67 SAE. 1997.
4. Приспосабливающиеся автоматические системы // Под. ред. Э. Мишкина и Л. Брауна; Пер. с. англ. / Под. ред. Я.З.Цыпкина. – М.: ИЛ, 1963. 400 с.
5. Петров В.А. Автоматическое управление бесступенчатых передач самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1968. – 384 с.
6. Мухитдинов Акмал Анварович. Выбор режимов управления бесступенчатой передачи автомобиля: Автореферат канд. техн. наук. 05.05.03. Москва, 1984 28 с.: 61 85-5/2045.
7. Аванесьянц Георгий Азатович. Силовой расчет и быстродействие автоматических клиноременных вариаторов : Дис... канд. техн. наук: 05.05.02 / Одесская национальная академия пищевых технологий. – О., 2003. – 146 л.: рис. – Библиогр.: л. 141-146.
8. Ковчегин Дмитрий Александрович. Методы определения рациональных параметров механизмов и систем адаптивного дискового фрикционного вариатора для автоматической бесступенчатой трансмиссии автомобиля : Дис. канд. техн. наук : 05.05.03 : Москва, 2004 181 с. РГБ ОД, 6105-5/385.
9. Власенко Сергей Александрович. Динамическая модель прямолинейного движения легкого транспортного средства с автоматическим клиноременным вариатором с учетом неидеальности ремня : диссертация кандидата технических наук : 05.05.03, 05.02.02 Москва, 2006 170 с.: 61 06-5/3453.
10. Ковчегин Н.И., Верцайзер А.Л., Яковлев В.М. Автоматическое регулирование, М. – Л.: «Издательство «Енергия», 1964 – 136 с. с черт. (Библиотека по автоматике, вып. 129);

11. Архангельский Г.В., Динамический анализ и синтез вариаторных приводов: автореф. дис. докт. техн. наук / Г.В. Архангельский. – Одесса, 1995. – 29 с.

РЕФЕРАТ

Лук'янченко О.Ю., Литовченко В.В. Конструктивні аспекти адаптивності відцентрового варіатору мототранспортного засобу / Лук'янченко Олександр Юрійович, Володимир Володимирович Литовченко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27.

Представлено результати досліджень нової безступеневої механічної трансмісії на базі відцентрового варіатору, яка має адаптовану систему керування.

В статті розглянуто зміну конструкції існуючих клинопасових варіаторів. За рахунок змін робочі зусилля виконують функції керуючих, а їх розподіл більш раціональний. Вказано основні параметри, від яких залежить час зміни роботи механізму та час встановлення рівноваги між вхідними та вихідними параметрами керування трансмісії. Цього можна досягти, коли кінематично є можливість застосування відцентрової сили тягарців клинопасового варіатору не на перетворення осьових зусиль, а на силу натягу пасу. Тоді відцентрова сила буде діяти в площині руху пасу без втрат при перетворенні, що дає змогу ефективніше її використовувати. Порядок зміни передаточного відношення, визначається зміною частоти обертання колінчастого валу ДВЗ. Перевагою застосування таким чином робочих зусиль полягає в тому, що при зміні передаточного відношення, збільшується одночасно і радіус обертання тягарців. З кожним збільшенням відцентрової сили за рахунок збільшення радіуса, зменшується необхідна частота валу ДВЗ, що призводить до економії палива. З іншої сторони при збільшенні моменту інерції ведучого колеса зменшується навантаження на тягарці варіатору. По способу роботи такий варіатор вже не відноситься до клинопасового. Його робочі зусилля не фрикційні дисків, а відцентрові тягарців. Тому такого виду варіатор слід класифікувати, як відцентровий.

Мета публікації – визначити умови зменшення часу реакції безступеневих механічних клинопасових варіаторів мототранспортних засобів.

Об'єкт дослідження – клинопасовий варіатор мототранспортного засобу.

Результати статті можуть бути впроваджені в подальших дослідженнях систем керування варіаторів та умов їх функціонування.

Прогнозовані результати, щодо дослідження нової конструкції клинопасового варіатору – зменшення часу передаточного відношення трансмісії.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВАРІАТОР, РЕГУЛЯТОР, КЕРУЮЧІ ЗУСИЛЛЯ, САМОРЕГУЛЯЦІЯ, АДАПТОВАНА ТРАНСМІСІЯ, ВІДЦЕНТРОВИЙ ВАРІАТОР.

ABSTRACT

Luk'yanchenko A.Y., Litovchenko V.V. Structural aspects of adaptive centrifugal variator mototransport means /Alexander Luk'yanchenko, Vladimir Litovchenko // Herald of the National Transport University. – K.: NTU – 2013. – Issue. 27.

Present the results of investigation of the new infinitely variable mechanical transmission on the basis of centrifugal wedge belting variator, which has adapted system of management.

In the article the change of the design of existing V-belt variable speed gear units. Due to changes in working efforts perform the functions of governors, and their distribution was more rational. Specify the main parameters, which depend on the change of the mechanism and the time of establishing the balance between the input and output parameters control the transmission. This can be achieved, when kinematically there is a possibility of application of centrifugal force weights wedge belting variator not on the transformation of the axial forces and the strength of belt tension. Then the centrifugal force will be acting in the plane of the belt without losses in transformation, which gives the opportunity to more efficiently use it. The order of changing the gear ratio, is defined by change of frequency of rotation of chanked shaft of the transmission ratio, increases at the same time and the radius of rotation of the weights. With every increase of the centrifugal force

due to the increase in the radius decreases the required frequency of the shaft of engine, which leads to fuel savings. On the hand, if you increase the moment of inertia of the variator is not applicable to the wedge belting. His efforts are not working friction drives, and a centrifugal clutch. Therefore, this type of variable speed shall be classified as certrifugal.

The purpose of this publication is to define the conditions of reduction of time continuously variable mechanical V-belt variable speed gear units motor transport funds.

Object of research – V-belt variable speed motor transport funds.

The results of this paper can be implemented in the further research of management systems variable gear units and conditions of their operation.

Projected results for the exploration of the new design wedge belting variator – reduction of time of change of the ransmission ratio of the transmission.

KEY WORDS: VARIABLE SPEED CONTROL, CONTROL EFFORTS, SELF-REGULATION, ADAPTED TRANSMISSION, CENTRIFUGAL VARIATOR.

РЕФЕРАТ

Лукьянченко А.Ю., Литовченко В.В. Конструктивные аспекты адаптивности центробежного вариатору мототранспортные средства / Лукьянченко Александр Юрьевич, Владимир Владимирович Литовченко // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ – 2013. - Вып. 27.

Представлены результаты исследований новой бесступенчатой механической трансмиссии на базе центробежного вариатору, которая имеет адаптированную систему управления.

В статье рассмотрены изменения конструкции существующих клиноременных вариаторов. За счет изменений рабочие усилия выполняют функции управляющих, а их распределение более рациональны. Указаны основные параметры, от которых зависит время изменения работы механизма и время установления равновесия между входными и выходными параметрами управления трансмиссии. Этого можно достичь, когда кинематически есть возможность применения центробежной силы грузиков клиноременного вариатора не на преобразование осевых усилий, а на силу натяжения ремня. Тогда центробежная сила будет действовать в плоскости движения ремня без потерь при преобразовании, что дает возможность более эффективно ее использовать. Порядок изменения передаточного отношения, определяется изменением частоты обетання коленчатого вала ДВС. Преимуществом применения рабочих усилий заключается в том, что при увеличении передаточного отношения, увеличивается одновременно и радиус вращения грузиков. С каждым увеличением центробежной силы за счет увеличения радиуса, уменьшается необходимая частота вала ДВС, что приводит к экономии топлива. С другой стороны, при увеличении момента инерции ведущего колеса уменьшается нагрузка на грузики вариатора. По способу работы такой вариатор уже не относится к клиноременному. Его рабочие усилия не фрикционные дисков, а центробежные грузиков. Поэтому такого вида вариатор следует классифицировать, как центробежный.

Цель публикации – определить условия уменьшения времени реакции бесступенчатых механических клиноременных вариаторов мототранспортных средств.

Объект исследования – клиноременной вариатор мототранспортного средства.

Результаты статьи могут быть внедрены в дальнейших исследованиях систем управления вариаторов и условий их функционирования.

Прогнозируемые результаты по исследованию новой конструкции клиноременного вариатора – уменьшение времени передаточного отношения трансмиссии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВАРИАТОР, РЕГУЛЯТОР, УПРАВЛЯЮЩИЕ УСИЛИЯ, САМОРЕГУЛЯЦИЯ, АДАПТИРОВАННАЯ ТРАНСМИССИЯ, ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ВАРИАТОР.