

4. Берлінг Р.З. Державне управління поведження з твердими відходами: Автореф. дис. ...канд. екон. наук: 08.02.03. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”. – 2004. –20с.

5. Трофименко Ю.В. Региональный подход к решению проблемы утилизации транспортных средств в Российской Федерации / Трофименко Ю.В., Трофименко К.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук ,Выпуск№ 1-7 / том 16 / 2014 С.1934-1938.

6. Семененко М.В. Математическая постановка оптимизационной задачи моделирования производственной системы с учетом экономико-экологических показателей / Семененко М.В. // Вісті Автомобільно - дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник/АДІ ДонНТУ.-Горлівка,2009.-№2(9).- С.235-240.

**Семененко М.В. К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕСУРСОВ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗЕМЛЕОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКЕ**

*В статье предложено активировать деятельность систем рециклинга в технологиях утилизации сельскохозяйственной землеробной технике. Это один из современных результативных направлений ресурсосбережения в условиях ограничения и хранения ресурсов и необходимости снижения нагрузки на окружающую среду*

**Ключевые слова:** землеобрабатывающая техника, утилизация, рециклинг, ресурсосбережение, окружающая среда

**Semenenko M. TO PRESERVE THE ENVIRONMENT AND RESOURCES IN THE DEVELOPMENT OF MODERN AGRICULTURAL MACHINERY ZEMLEROB**

*It is proposed to activate the system of recycling technology recycling of agricultural zemlerob technology. This is one of the modern effective trends of resource saving in the conditions of restriction and storage resources and the need to reduce the load on the environment*

**Keywords:** temirovna appliances, disposal, recycling, resource saving, environment

Стаття надійшла в редакцію: 26.08.2016  
Рецензент: д.т.н., проф. Павлюченко А.М.

УДК 621.614

**ПОВНОПРИВІДНІ ІНТЕГРОВАНІ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**С. Г. Бондарев**, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

*Аналіз продукції автомобільної промисловості країни, вказує на те, що прогресуюче відставання визначається у тому числі і недостатньою якістю перспективних проектів, які були б спроможні конкурувати з закордонними аналогами, або навіть бути кращими.*

**Ключові слова:** трансмісія, повний привід, компоновальна схема, інтегрована повнопривідна трансмісія.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.**

При розробці сучасних, зокрема легкових автомобілів на етапі проектування, задається низка параметричних вимог, які не повинні бути нижчими за нормативні, серед яких чи не найголовнішими є великий опір, щодо перевертання, гарантована керованість при будь яких дорожніх умовах на різних швидкостях, маневреність, економічність, екологічна чистота, надійність, відносно невелика вартість, простота технічного обслуговування тощо.

За останні сто років людства винайшло й впровадило у експлуатацію, як найбільш конструктивно і технологічно відпрацьовані три основних компоновальних схеми (за формулою 4x4), розташування силового агрегату та трансмісії, серед яких двигун розташовано відповідно, у передній, задній або середній частині. Встановлення двигуна у транспортному засобі може бути здійснене, як повздовжнє так і поперечне відносно повздовжньої осі симетрії автомобіля. В усіх перерахованих схемах, до двигуна, послідовно

під'єднані, зчеплення, або гідравлічна муфта, коробка зміни передач, розподільча коробка з якої крутний момент, через карданні вали розподіляється на мости задній та передній[1, 2].

При таких компоновальних схемах силового агрегату має місце нерівномірне навантаження на передні та задні колеса автомобіля, що спричиняє погіршення низки параметрів, головними з яких є прохідність та уповільнення при гальмуванні. Також, у даних схемах, при різного роду навантаження неминуче спричиняє міграцію центру мас, що вплине на стійкість при русі. На стійкість проти перевертання негативно впливає і відносно велика висота центру тяжіння силового агрегату, оскільки найбільшого розповсюдження набули вертикально розташовані рядні, та V – подібні двигуни внутрішнього згоряння [1, 2].

Автомобілі з опозитними, горизонтальними двигунами, у яких центр тяжіння розташований значно нижче, зустрічаються досить не часто.

Розміщення силового агрегату за межами міжколісної бази значно підвищує момент інерції відносно вертикальної осі симетрії автомобіля,

що істотно погіршує керованість при швидкісному русі на непрямолинійних ділянках шляху.

Надзвичайно великою проблемою також є диференціація систем, зокрема мащення та охолодження перш за все завдяки їх архаїчності по витратам енергії.

Одним з перспективних напрямів розвитку сучасного автомобілебудування є розробка повнопривідних транспортних засобів з інтегрованою трансмісією, які більш компактніші, мають більшу раціональність конструкції, високе відпрацювання на технологічність і як наслідок, підвищену надійність та техніко-економічні показники.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Компоновочні схеми трансмісії та силового агрегату в яких розташування останнього здійснено в середній частині міжколісної бази за формулою 4x4 мають значну висоту центру ваги хоча розподіл навантаження на кожне з коліс вигідно відрізняється перед іншими зазначеними схемами. Вказана компоновка автомобіля відноситься здебільше до спортивних автомобілів та деяких автобусів і практично непридатна для інших, наприклад, компоновка автомобіля з кузовом типу «пікап».

Аналізуючи конструктивні особливості сучасних автомобільних силових устаткувань з повнопривідними трансмісіями слід висловити ряд недоліків серед яких основними є:

- Складність та громіздкість агрегатів, які зазвичай виконані диференційовано без прив'язки до конкретної моделі;
- При проектуванні повнопривідної трансмісії зазвичай використовується принцип уніфікації, який не завжди є раціональним при вирішенні конкретної задачі, коли за основу береться трансмісія, яка попередньо була пристосована під привід на передні чи задні колеса;
- Складність технічного обслуговування зокрема систем мащення;
- Відсутність фільтрації оливи у трансмісії, зокрема коробці зміни швидкостей (КЗШ), розподільчій коробці, редукторах мостів;
- Утруднення підігріву трансмісійної оливи взимку на розігрівання якої, витрачається певна частина енергії двигуна і часу у початковий час руху, та унеможливлення її охолодження влітку при експлуатації у надважких дорожніх умовах;
- Центр ваги трансмісії автомобілів знаходиться значно вищій повздовжніх осей симетрії мостів, що зменшує поперечну та повздовжню стійкість;
- Значний об'єм та металомісткість складових трансмісії;
- Низька загальна надійність трансмісії, що є наслідком великої кількості вузлів і агрегатів, які виконані відокремлено одне від одного, крутний момент між якими передається за допомогою карданних валів з голчастими підшипниками у хрестовинах.

Вирішення проблем пов'язаних з вище перерахованими недоліками залежить перш за все від максимальної інтеграції, силового устаткування з трансмісією автомобіля.

**Формулювання цілей статті.** Полягає у розробці перспективної компоновки повнопривідних трансмісій для сучасної автотракторної техніки, шляхом раціонального розташування силового агрегату та трансмісії при який би з'явилась можливість максимально знизити центр ваги та розташувати його у серединній частині міжколісної бази і за рахунок цього, підвищити стійкість та прохідність транспортного засобу. Крім того, з метою раціональної витрати енергії від системи охолодження двигуна, розробити інтегровану систему, яка б поєднувала систему мащення та охолодження, що забезпечило б за рахунок підтримання температури масла у парах тертя елементів трансмісії на рівні 90°C, що зменшило б в'язкість масла і як наслідок опір при обертанні, особливо у холодну пору року.

**Виклад основного матеріалу.** Методологічною основою статті є системний підхід, щодо розробки перспективної компоновки повнопривідних трансмісій для сучасних легкових автомобілів та автобусів, який дозволить отримати трансмісію, в якій раціональне розташування двигуна, зчеплення, коробки передач роздавальної коробки і центрального диференціалу в один інтегрований силовий блок розташований в горизонтальній площині, дозволило б реалізацію повного приводу з колісною формулою 4x4, і за рахунок цього можливо було б істотно знизити центр ваги у вертикальній площині, та сконцентрувати його посередині колісної бази у горизонтальній, що створило б однакове навантаження на кожне з коліс і як наслідок – підвищило б стійкість при швидкісних маневрах, та безпечність транспортного засобу взагалі.

Новим є те, що силовий інтегрований блок, до складу якого входять двигун, зчеплення, коробка передач роздавальної коробки і центральний диференціал розташовані в міжколісній базі у горизонтальній площині, та від якого на певних відстанях, завдяки трубчастим проставкам встановлені редуктори головних передач переднього та заднього мостів, які всі разом, являють собою силовий інтегрований модуль, з єдиною масляною системою.

Поставлена мета досягається за рахунок того, що трансмісія повнопривідного транспортного засобу, з колісною формулою 4x4, яка містить мультидискове зчеплення, безступеневу коробку передач варіаторного типу, розподільчу коробку, міжмостовий диференціал, ведучі вали, трубчасті проставки переднього та заднього мосту, головні передачі переднього та заднього мосту і двигун, об'єднані в один інтегрований силовий блок, який, завдяки своїй компактності розташований у міжколісній базі, при цьому;

- ведений шків коробки швидкостей з розподільчою коробкою та ємністю для мастила розміщені на одному боці відносно повздовжньої осі симетрії інтегрованого блоку а двигун, з мультидисковим зчепленням та ведучим шківом коробки швидкостей, на іншому, створюючи таким чином ваговий баланс відносно зазначеної осі,
- для максимального зниження центру ваги інтегрованого блоку, осі симетрії центрального диференціалу, колінчастого валу двигуна та ведучого валу розподільчої коробки лежать у горизонтальній площині,
- для отримання максимальної жорсткості та компактності інтегрованого силового блоку, його корпусні елементи, такі як, блок двигуна, картери розподільчої коробки та міжмостового диференціалу виконано суцільною деталлю;
- з метою максимального зменшення висоти інтегрованого силового блоку його мастильна система є загальною з сухим картером;
- з метою раціонального використання тепла яке з'являється при роботі двигуна створена інтегрована система, яка поєднала раніш відокремлені одна від одної системи мащення та охолодження.

На рис. 1 зображена кінематична схема трансмісії з колісною формулою 4x4, загальний вигляд.

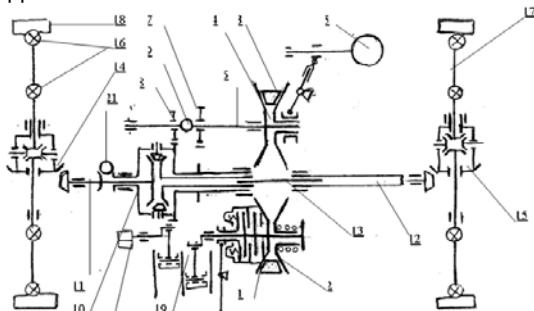


Рис. 1. Кінематична схема трансмісії з колісною формулою 4x4

Повнопривідна трансмісія з колісною формулою 4x4, має інтегрований силовий блок, до складу якого входять; мультидискове зчеплення 1, безступенева коробка швидкостей яка складається з ведучого шківів 2, клинового пасу 3, веденого шківів 4, ширина якого керується, наприклад, за допомогою електричного шагового двигуна 5 (або іншого приводу) та який встановлено на ведучому валу 6, розподільчої коробки, ведучу шестерню заднього ходу 7 та переднього ходу 8, які вільно обертаються навколо валу 6, та мають змогу через нейтральне положення, почергового блокування з зазначеним валом за допомогою муфти синхронізаторів 9, передаючи крутний момент на відповідні шестерні встановлені на корпусі диференціалу 10, ведені конічні шестерні центрального диференціалу з'єднані з валом 11 задньої головної передачі, та розрізним

валом 12, який має внутрішню шліцьову поверхню у яку вставлено з'єднувальний вал-вставку 13, другий кінець якого спряжений з відповідною внутрішньою шліцьовою поверхнею корпусу диференціалу 10, головна передача заднього мосту 14, та переднього 15, шарніри рівних кутових швидкостей 16, напіввісі 17, та маточини 18, а також двигун 19, який може бути, як рядним, розташованим вертикально, горизонтально, чи під кутом, так і V-, або W - подібним, з трисекційним масляним насосом 20, з приводом від колінчастого валу двигуна. Муфта 21 слугує для блокування міжмостового диференціалу.

Загальний вигляд повнопривідної трансмісії, з колісною формулою 4x4 представлено на рис. 2., де 1 інтегрований силовий блок, до складу якого, як приклад, входить; наприклад V - подібний, шестициліндровий двигун внутрішнього згоряння, зчеплення 2, безступенева коробка зміни передач варіаторного типу 3, трубчасті проставки переднього 4, та заднього мосту 5, корпуси головної передачі переднього 6 та заднього мосту 7, шарніри рівних кутових швидкостей 8, які закриті пильниками, напіввісі 9, горловина масляного баку 10, розміщеного у внутрішній порожнині корпусу інтегрованого силового блоку.

Трансмісія з колісною формулою 4x4 працює наступним чином. Крутний момент від двигуна внутрішнього згоряння 19, (рис. 1) передається на мультидискове зчеплення 1, після чого, на ведучий шків 2 варіатора, з якого за допомогою клинового пасу 3, на ведений шківів 4, причому, коефіцієнт передачі безступеневого варіатора може змінюватись завдяки електричного шагового двигуна 5, ротор якого поєднаний з різьбовою парою типу «гвинт-гайка», ходова гайка якої через важіль має можливість переміщення рухомої частини веденого шківів, змінюючи таким чином передаточне відношення безступеневого варіатора. Далі, крутний момент передається на ведучий вал 6 розподільчої коробки на якому встановлена муфта 9 з'єднана з валом шліцьовою поверхнею, яка має три положення, середня з яких є нейтральною. При з'єднанні муфти 9 з ведучою шестернею 7, реалізується задня передача а при з'єднанні муфти з ведучою шестернею 8 реалізується передача переднього ходу, при цьому, крутний момент передається до диференціалу 10 у якому завдяки сателітам та їх осі крутний момент перерозподіляється на дві ведені конічні шестерні центрального диференціалу, до яких під'єднані вали переднього 12 та заднього мосту 11. Далі, крутний момент передається відповідно на задній 14 та передній міст 15, потім, через шарніри рівних кутових швидкостей 16 на напіввісі 17 та на маточини 18 відповідно усіх коліс. З метою спрощення процесу заміни клиновидного пасу 3 конструкція трансмісії передбачає пересування вала-вставки 13 у внутрішню порожнину вала 12, звільняючи

таким чином простір для встановлення зазначеного пасу між шківками 2 та 4.

З метою мащення пар тертя інтегрованого блоку у конструкції запроваджена схема мащення з сухим картером, в якій трисекційний масляний насос 20 приводиться у дію від колінчастого валу двигуна 19, причому одна з секцій призначена для подачі масла з ємності до масляної системи інтегрованого силового блоку призначеної для мащення пар тертя, а дві інші, на відкачування відпрацьованого масла з двох крайніх крапок у нижній частині інтегрованого блоку до ємності.

Розташування розподільчої коробки, та масляного баку по один бік інтегрованого силового блоку, відносно його осі симетрії, урівноважується двигуном та мультидисковим зчепленням розміщеними на іншому, а також розташування осей симетрії колінчастого валу, розподільчої коробки та осі симетрії диференціалу у одній горизонтальній площині дозволяє розташувати центр ваги у середній частині міжколісної бази у горизонтальній площині. Застосування ж масляної системи з сухим картером дозволяє зменшити загальну висоту інтегрованого силового блоку, а зміна довжин трубчастих проставок переднього та заднього мосту, забезпечує переміщення його центру ваги всередину міжколісної бази за необхідністю.

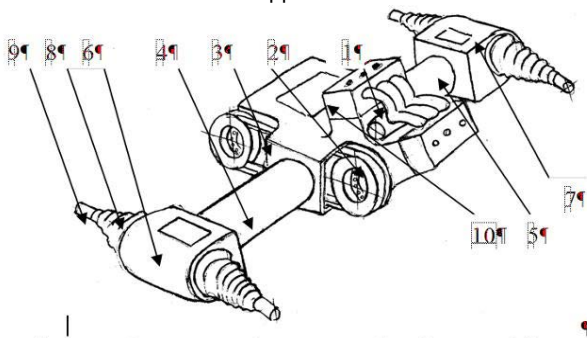


Рис. 2 Загальний вигляд інтегрованої повнопривідної трансмісії транспортного засобу.

Поставлена мета досягається за рахунок того, що в інтегрованій трансмісії повнопривідного транспортного засобу, яка містить коробку зміни передач, розподільчу коробку та міжмостовий диференціал які розташовані з двигуном у загальному сухому картері, трубчасті проставки переднього та заднього мосту головні передачі переднього та заднього мосту, ємність для масла, багатосекційний насос, одна секція якого є нагнітаючою, прокачує мастило з ємності до пар тертя і кочення двигуна та усієї інтегрованої трансмісії крізь сорочку охолодження двигуна, або обхідний клапан, та фільтри грубого і тонкого очищення, а інші секції багатосекційного насосу є дренажними, які відкачують відпрацьоване ма-

стило з нижньої частини сухого картера в якому розміщені коробка зміни передач, розподільча коробка та міжмостовий диференціал з двигуном, та з нижніх частин переднього та заднього мосту крізь відповідні проставки, в яких воно охолоджується, а при необхідності ще й доохолоджується у радіаторі охолодження, до ємності для масла.

На рис. 2 зображено загальний вигляд інтегрованої трансмісії з запропанованою системою охолодження двигуна. На рис. 3 зображено принципова схема способу охолодження двигуна внутрішнього згоряння з інтегрованою трансмісією.

Конструкція має, двигун внутрішнього згоряння 1 рис. 3, з сухим картером, який також містить коробку зміни передач, розподільчу коробку та міжмостовий диференціал, сорочку охолодження блоку циліндрів двигуна 2, керований термостат 3, головку блоку циліндрів двигуна 4, керований термостат 5, нагнітаючу секцію 6 багатосекційного масляного насосу, дренажні секції 7 багатосекційного масляного насосу, обхідний клапан 8, редуційний клапан 9, датчик аварійного тиску масла 10, фільтр грубого очищення масла 11, фільтр тонкого очищення масла 12, передній міст 13, задній міст 14, дренажний фільтр-уловлювач двигуна 15, дренажний фільтр-уловлювач переднього мосту 16, дренажний фільтр-уловлювач заднього мосту 17, проставку переднього мосту 18, проставку заднього мосту 19, розподільчий керований клапан 20, радіатор охолодження 21, ємність для масла 22, блок керування 23, датчик температури масла 24.

Конструкція має, двигун внутрішнього згоряння 1 рис. 3, з сухим картером, який також містить коробку зміни передач, розподільчу коробку та міжмостовий диференціал, сорочку охолодження блоку циліндрів двигуна 2, керований термостат 3, головку блоку циліндрів двигуна 4, керований термостат 5, нагнітаючу секцію 6 багатосекційного масляного насосу, дренажні секції 7 багатосекційного масляного насосу, обхідний клапан 8, редуційний клапан 9, датчик аварійного тиску масла 10, фільтр грубого очищення масла 11, фільтр тонкого очищення масла 12, передній міст 13, задній міст 14, дренажний фільтр-уловлювач двигуна 15, дренажний фільтр-уловлювач переднього мосту 16, дренажний фільтр-уловлювач заднього мосту 17, проставку переднього мосту 18, проставку заднього мосту 19, розподільчий керований клапан 20, радіатор охолодження 21, ємність для масла 22, блок керування 23, датчик температури масла 24.

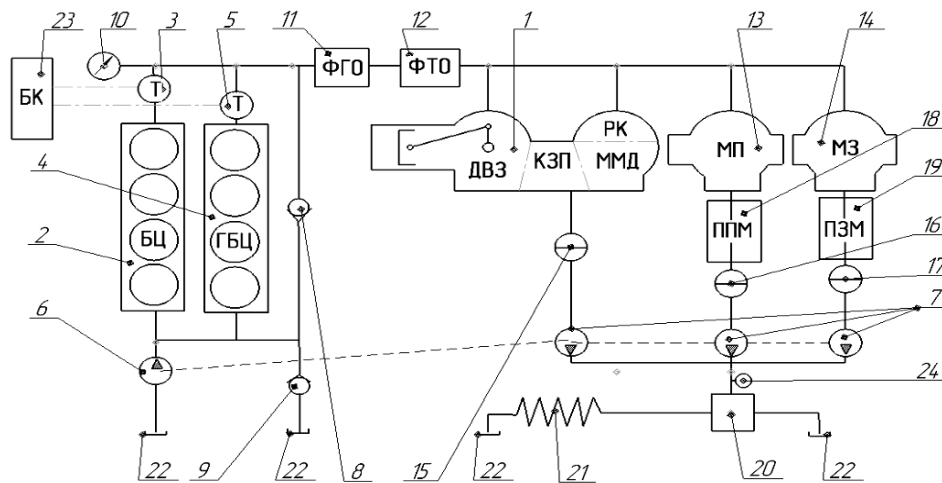


Рис 3.

Спосіб охолодження двигуна внутрішнього згоряння з інтегрованою трансмісією полягає у наступному. Після запуску холодного двигуна 1 рис. 2, нагнітаюча секція 6 багатосекційного масляного насосу з ємності для масла 22, закачує мастило до сорочок охолодження блоку 2 та головки блоку циліндрів 4. Блок керування 23 примусово, шляхом подання напруги на нагрівальні елементи керуємих термостатів 3 та 5 на декілька секунд, відчиняє їх, це дає змогу видалити повітря, яке може міститись у відповідних сорочках охолодження блоку 2, та головці блоку циліндрів 4. Далі, блок керування 23 припиняє подачу напруги і керовані термостати 3 та 5 зачиняються. Масло, знаходячись під тиском відчиняє обхідний клапан 8 і крізь нього потрапляє до датчику аварійного тиску масла 10, та до фільтрів грубого 11 та тонкого 12 очищення масла і далі до пар тертя та ковзання агрегатів. У разі необхідності, зайвий тиск масла зменшується шляхом відкриття редуційного клапана 9. У разі недостатнього тиску у масляній системі блок керування 23 зупиняє роботу двигуна.

Після прогрівання двигуна, тобто при досягненні температури масла у сорочці охолодження блоку циліндрів 2, у 105°C, а у головці блоку циліндрів 4, у 87°C керовані термостати, відповідно 3 та 5 самочинно відчиняються і основний потік нагрітого масла потрапляє до фільтрів грубого 11 та тонкого 12 очищення масла, при цьому, обхідний клапан 8 зачиняється, оскільки має більший опір. Частина нагрітого та відфільтрованого масла потрапляє до пар тертя та ковзання двигуна 1, коробки зміни передач, розподільчої коробки та міжмостового диференціалу, які розташовані у загальному картері, після чого через дренажний фільтр-уловлювач 15 розташований у нижній частині загального картера, дренажною секцією багатосекційного масляного насосу 7 відкачується до розподільчого керованого клапану 20. Друга ж частина нагрітого та відфільтрованого масла потрапляє до пар тертя та ковзання переднього та заднього мостів, після

чого воно потрапляє у їх нижні частини, в яких розташовані дренажні фільтри-уловлювачі, відповідно переднього мосту 16, та заднього мосту 17, у яких затримуються частки метала (наприклад завдяки постійним магнітам), а далі крізь проставки, відповідно переднього 18, та заднього мостів 19 у яких воно охолоджується, відкачується знов таки до розподільчого керованого клапану 20. Далі, мастило через розподільчий керований клапан 20, потрапляє, або безпосередньо до ємності 22, або при перевищенні певної температури, датчик температури масла 24 інформує блок керування 23, після чого останній подає напругу на розподільчий керований клапан 20, який зачиняє вільний прохід до ємності 22 та відчиняє канал до радіатора охолодження 21 в якому масло доохолоджується, після чого знов потрапляє до ємності 22.

Наявність нагнітаючої секції багатосекційного масляного насосу, який постійно прокачує масло із масляного бака крізь сорочку охолодження двигуна дозволяє здійснювати відведення тепла у масло, наявність керованих термостатів встановлених у верхніх частинах сорочок охолодження блоку циліндрів та головки блоку циліндрів а також обхідний клапан, дозволяють підтримання відповідних температурних режимів у сорочках охолодження двигуна, наявність масляних фільтрів грубого та тонкого очищення дозволяють здійснювати необхідну фільтрацію масла, наявність картерів інтегрованої трансмісії та проставок виконаних із легкосплавних матеріалів, з тонкими стінками дозволяють здійснювати тепловий обмін між маслом, яке потрапляє на внутрішні поверхні їхніх картерів та навколишнім середовищем, наявність дренажних секцій дозволяє постійно відкачувати відпрацьоване та охолоджене мастило від вузлів інтегрованої трансмісії до масляного баку, наявність радіатора охолодження забезпечує гарантоване, примусове охолодження мастила у жарку пору року, або у важких дорожніх умовах.

Отже розташування двигуна, варіатора, розподільчої коробки та центрального диферен-

ціалу які є елементами інтегрованого модуля у середній частині міжколісної бази дозволяє максимально занизити центр ваги трансмісії, оптимально розподілити навантаження на кожне з коліс, що врешті рещт підвищить прохідність, керованість, надійність та безпеку транспортного засобу при швидкісному русі, та на ухилах. Використовування запропонованої системи мащення дозволяє забезпечити раціональне використання тепла від сорочки охолодження двигуна на мащення елементів трансмісії маслом з температурою до 90°C, що суттєво зменше опір обертання у парах тертя особливо взимку, та за рахунок цього дозволяє економити паливо від 10 до 20% у залежності від пори року.

На думку автора запропонована схема силової установки і трансмісії є перспективною і може бути широко використана при конструюванні сучасної автомобільної техніки підвищеної прохідності.

## ВИСНОВКИ

Запропонований новий концептуальний напрямок, розташування двигуна, варіатора, розподільчої коробки та центрального диференціалу які є елементами інтегрованого модуля у середній частині міжколісної бази дозволяє максимально занизити центр ваги трансмісії, оптимально розподілити навантаження на кожне з коліс, що врешті рещт підвищить прохідність, керованість, надійність та безпеку транспортного засобу при швидкісному русі, та на ухилах. Використовування запропонованої системи мащення дозволяє забезпечити раціональне використання тепла від сорочки охолодження двигуна на мащення елементів трансмісії маслом з температурою до 90°C, що суттєво зменше опір обертання у парах тертя особливо взимку, та за рахунок цього дозволяє економити паливо від 10 до 20% у залежності від пори року.

## Список використаної літератури:

1. Аксенов П.В. Многоосные автомобили / Павло Володимирович Аксенов.- М.: Машиностроение, 1989. – 278 с.
2. Кисляков В.Ф., Будова й експлуатація автомобілів: підруч, [для студ, вищ, навч, закл.] / В.Ф. Кисляков, В.В. Лущик. - К.: Либідь, 1999. – 230 с.
3. Пат. 90599 Україна, МПК (2009) В60К 17/34, В60К 5/00, В60К 8/00 Бондарев С.Г. Трансмісія повнопривідного транспортного засобу. Заявл.24.11.2008; опубл. 11.05.2010, Бюл. №9.
4. Пат. 100105 Україна, МПК (2012) В60К 20/00 Бондарев С.Г. Трансмісія повнопривідного транспортного засобу. Заявл. 27.02.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. №21.
5. Пат. 100218 Україна, МПК (2012) В60F 3/00, В60К 17/22, В60К 17/34; В60К 25/00 Бондарев С.Г. Трансмісія повнопривідної амфібії. Заявл.17.02.2012; опубл. 26.11.2012, Бюл. №22.
6. Пат. 106855 Україна, МПК (2014.01) В60К 11/00, F01P 3/00, F16J 1/00 Бондарев С.Г. Спосіб охолодження двигуна внутрішнього згорання з інтегрованою трансмісією. Заявл.13.11.2013; опубл. 10.10.2014, Бюл. №19.

## **Бондарев С.Г. ПОЛНОПРИВОДНЫЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*Расположение двигателя, вариатора, распределительной коробки и центрального дифференциала, которые являются элементами интегрированного модуля в средней части межколёсной базы, позволяют максимально занизить центр тяжести трансмиссии, оптимально распределить нагрузку на каждое из колес, что в конечном итоге повысит проходимость, управляемость, надежность и безопасность транспортного средства при скоростном движении, и на уклонах. Использование предлагаемой системы смазки позволит обеспечить рациональное использование тепла от рубашки охлаждения двигателя на смазку элементов трансмиссии маслом с температурой до 90°C, что существенно уменьшит сопротивление вращению в парах трения, особенно зимой, и за счет этого позволит экономить топливо от 10 до 20% в зависимости от времени года.*

**Ключевые слова:** трансмиссия, полный привод, компоновочная схема, интегрированная полноприводная трансмиссия.

## **Bondarev S.G. INTEGRIROVANNIE WHEEL DRIVE TRANSMISSION OF VEHICLES**

*The article describes the promising options of layout schemes of all-wheel drive transmission vehicles. The analysis of existing transmissions and powertrains allowed to find new ways of management of the relative location of the power unit and all-wheel drive powertrain vehicles. Combining elements of the drivetrain and powertrain into one unit, can solve a number of problems that were previously virtually impossible task, in particular, the engine block is combined with Carter middle differential and gearbox changes gear, which made the engine block more rigid on the one hand but at the same time said item is turned by 25% lighter than the total weight of each block separately. Installation of the tubular supply middle differential to the front and rear axles allowed rigidly fixed in one unit all of these elements thus creating a backbone frame very high stiffness for the vehicle to the optimal center of gravity. Using the original integrated system allowed not only to provide inten-*

sive lubrication of friction pairs in the system as a whole, but also to completely abandon the traditional cooling systems facilitate and simplify the design in such a way. The use of dry sump system allowed quick-install the oil tank with oil, which is to replace during maintenance takes a few minutes while the replacement of oil in the crankcase of the traditional powertrain would have taken up to one standard hour. Using the proposed system of lubrication will ensure efficient use of the heat from the engine cooling jacket to the oil lubrication of transmission components with temperatures up to 90° C, which significantly reduce the rotational resistance in friction pairs, especially in winter, and thus will save fuel by 10 to 20% depending on the time of year.

**Key words:** transmission, four wheel drive, integral transmission.

Стаття надійшла в редакцію: 23.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК 621.384.8

## ПРИЗМОВИЙ МАГНІТНИЙ МАС-АНАЛІЗАТОР З ЕЛЕКТРИЧНИМ ФОКУСУВАННЯМ ІОНІВ ЗА НАПРЯМКОМ

**О. С. Кузема**, д.ф.-м.н., професор, Сумський національний аграрний університет

**П. О. Кузема**, к.х.н, Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

*Запропоновано електричний спосіб фокусування іонного пучка за напрямком руху іонів в призмому мас-аналізаторі з аксіально-симетричним секторним магнітним полем типу  $r^{-1}$ , що має прямі границі. Показано, що в такому мас-аналізаторі якість фокусування іонного пучка може бути покращена за рахунок використання багатолінзових електростатичних систем, сферична аберация яких скорегована.*

**Ключові слова:** іонний пучок, мас-аналізатор, магнітна призма, електростатична лінза.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Серед сучасних фізичних методів досліджень складу і властивостей речовин одно із перших місць займає мас-спектрометрія. Метод являється високочутливим, прямим і універсальним, оскільки при його застосуванні отримують безпосередні дані про величину атома чи молекули. Сутність мас-спектрометричного методу полягає в просторовому або часовому розділенні попередньо іонізованих молекул або атомів, що відрізняються відношенням їх маси до величини заряду. Таке розділення відбувається в умовах високого вакууму під дією електричних і магнітних полів або їх комбінації.

На сьогоднішній день вітчизняними дослідниками і розробниками мас-спектрометричної апаратури створено багато типів мас-спектрометрів, які відрізняються значеннями аналітичних параметрів і галузями застосування, але найбільше розповсюдження отримали мас-аналізatori із магнітними і електричними стаціонарними полями. Фізичні принципи розділення пучків заряджених частинок за масами і енергіями, а також результати досліджень дисперсних і фокусуючих властивостей електричних і магнітних полів сприяють подальшому покращенню технічного рівня і аналітичних параметрів сучасних мас-спектрометрів. Вкажемо на основні досягнення в цій області знань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Останнім часом в мас-спектрометрії сформувався новий напрямок, пов'язаний з використанням секторних неоднорідних призмових магнітних полів з аксіальною симетрією (поле типу  $-r^{-1}$ ) [1-4]. В опублікованих по даній тематиці роботах ви-

значені способи фокусування іонів за напрямком їх руху в таких полях і описані технічні рішення, реалізовані в сучасних мас-спектрометрах з неоднорідними магнітними полями. Показано, що в призмому магнітному аналізаторі фокусування іонів за напрямком можна забезпечити кількома способами: за допомогою криволінійних границь магнітної призми [4], шляхом використання додаткового однорідного магнітного поля [5] або за рахунок застосування електричної фокусуючої системи у випадку коли границі магнітної призми прямі [6].

Таким чином, з огляду і аналізу останніх публікацій і досліджень по виготовленню і застосуванню призмових мас-аналізаторів з полем  $r^{-1}$  видно, що існує два типи мас-спектрометрів з неоднорідним магнітним полем: прилади з магнітним фокусуванням за напрямком [1-4] і прилади з електричним фокусуванням. Прилади другого типу мають переваги перед приладами першого типу в роздільній здатності і чутливості. Крім того вони простіші у виготовленні і керуванні [7,8]. Виникає потреба у визначенні і у порівняльному аналізі властивостей і характеристик двох типів аналізуючих систем з різним ступенем складності з метою більш ефективного використання магнітних призмових мас-аналізаторів з електричним фокусуванням іонних пучків за напрямком.

Мета даної роботи полягає у дослідженні електричного способу фокусування іонного пучка за напрямком руху іонів в призмому мас-аналізаторі з аксіально-симетричним секторним магнітним полем, що має прямі границі.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Із розгляду фізикотехнічних особливос-