

Р.В. Зінько¹, О.М. Бадейнов²

¹Національний університет «Львівська політехніка»,

²Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз

**МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПРИСТРОЇВ
ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ**

Методика експериментальних досліджень покликана виявити властивості досліджуваного об'єкта в середовищі експлуатації. При цьому потрібно досліджувати конструкцію з урахуванням технологічного процесу її застосування і умов використання. Здійснена спроба виробити загальний підхід при дослідженні тягово-зчіпних пристроїв, які використовуються в колісному, гусеничному і рейковому транспорті на прикладі триланкових автопоїздів.

Ключові слова: триланкові автопоїзди, зчіпні пристрої транспортних засобів, методика експериментальних досліджень.

Р.В. Зінько¹, О.М.Бадейнов²

¹Национальный университет «Львовская политехника»,

²Львовский научно-исследовательский институт судебных экспертиз

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ
УСТРОЙСТВ ТРЕХЗВЕННЫХ АВТОПОЕЗДОВ**

Методика экспериментальных исследований призвана выявить свойства исследуемого объекта в среде эксплуатации. При этом нужно исследовать конструкцию с учетом технологического процесса ее функционирования и условий использования. Осуществлена попытка создать общий подход при исследовании тягово-цепных устройств трехзвенных автопоездов, которые используются в колесном, гусеничном и рельсовом транспорте.

Ключевые слова: трехзвенные автопоезда, сцепные устройства транспортных средств, методика экспериментальных исследований.

R. Zinko¹, O. Badejnov²

¹ Lviv Polytechnic National University,

² Lviv Research Institute Of Judicial Examinations

**METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF HAULING-COUPLING DEVICES
OF THREE-UNIT LORRY CONVOYS**

Methodology of experimental researches is called to educe properties of the investigated object in the environment of exploitation. It is thus needed to investigate a construction taking into account the technological process of her functioning and terms of the use. An attempt to create general approach at research of hauling-coupling devices of three-unit lorry convoys, that is used in the transport wheeled, caterpillar and claotype, is carried out.

Keywords: three-unit lorry convoy, coupling devices of transport vehicles, methodology of experimental research.

Вступ. Одним з основних способів отримання наукових знань є експериментальні дослідження. Інженерний експеримент зазвичай пов'язаний з дослідженнями механічних, гідродинамічних, електричних, теплових та інших процесів, що відбуваються в механізмах і машинах. Експерименти і експериментатори можуть відрізнятися один від одного, але планування, проведення і аналіз відбувається в однаковій послідовності. Залежно від галузі досліджень виникають свої особливості, які потрібно враховувати. Тому необхідний плановий аналіз методик експериментальних досліджень з метою вироблення цілісного алгоритму, який би забезпечував ефективність проведених досліджень.

Аналіз стану проблеми. В галузі техніки, зокрема транспортних засобів, розроблені методології що охоплюють дослідження з окремих вузлів, систем або їх експлуатаційних властивостей [1-4]. Інші роботи присвячені контрольно-вимірному обладнанню і умовам його використання [5-7].

На основі проведеного огляду можна зробити висновок, що залежно від поставленої мети випробовувань дослідники формують загальну методика проведення експериментальних досліджень, залишаючи базовою певну кількість вимірних давачів та обладнання. Це накопичувач інформації, приймально-передавальні модулі, блоки живлення, комутаційне обладнання. Серед давачів – це облік швидкості руху і пройденої відстані, витрати палива, обертів двигуна. Інші давачі долучаються до вимірної апаратури залежно від мети досліджень.

Хоча відомі загальноприйняті етапи проведення експериментальних досліджень, не всі методики їх містять або ці етапи задіяні не в повному обсязі.

Мета статті. Мета роботи полягає у створенні методики експериментальних досліджень, що дозволить всесторонньо і повно дослідити ефективність функціонування триланкових автопоїздів в їх характерних умовах експлуатації.

Основний матеріал. Ефективність використання транспортного засобу можна поділити на ефективність функціонування самого автомобіля, характеристик взаємодії з оператором (водієм), взаємодії з довкіллям, ефективність обслуговування та ремонту. Постановка експерименту може бути обумовлена наступними причинами:

- необхідністю перевірки теоретичних висновків;
- визначення нових властивостей машини;
- демонстрацією явищ;
- отримання необхідних значень і параметрів для математичного моделювання.

Математичне моделювання є більш ефективним для визначення експлуатаційних властивостей машин в порівнянні з повним натурним експериментом. Але для отримання достовірних результатів необхідна відналадка моделі – перевірка її адекватності. Для перевірки адекватності математичної моделі і пакета прикладних програм доцільно використовувати їх тестування, яке складається з таких етапів [8]:

- перевірка адекватності моделей та пакетів на основі аналізу тестових задач статички і динаміки автомобіля або автопоїзда;
- співставлення результатів відомих досліджень з отриманими результатами;
- співставлення результатів чисельного і фізичного експериментів.

При проведенні фізичного експерименту отримувалися значення параметрів, які в подальшому були основними при відлагодженні математичної моделі. При цьому важливе значення має правильна організація досліджень. Організація проведення експериментальних досліджень – це визначення логічно взаємозв'язаних етапів робіт, які підкоряються одній меті. До них відносяться:

- конкретизація теми досліджень;
- розробка теоретичних основ і допущень;
- визначення основних і несуттєвих чинників, які впливають на об'єкт дослідження;
- обґрунтування міри точності вимірів і допустимих похибок;
- визначення методики досліджень;
- проведення експерименту в природних умовах;
- аналіз і обробка отриманих результатів;
- формування висновків і рекомендацій.

На основі проведеного загального ділення експерименту на етапи, створюється свій варіант, який найбільш відповідає конкретній меті і умовам його проведення.

Важливою є розробка методики експерименту. Вона суттєво залежить від рівня досліджуваного об'єкта:

1. Мікрорівень, характерний для систем типу: агрегати або системи транспортної машини;
2. Макрорівень, характерний для систем, в яких як підсистеми можуть бути об'єкти мікрорівня або їх укрупнені об'єднання типу машина – довкілля, комплекс машин – довкілля.
3. Мегарівень – для систем типу комплекси машин – довкілля, автомобілі в транспортних потоках, автомобілі на підприємстві (їх обслуговування або експлуатація).

На всіх рівнях важливим є врахування взаємозв'язків між об'єктом дослідження (транспортним засобом), технологічним процесом (режими руху), в якому він задіяний і довкіллям його експлуатації.

При експериментальних дослідженнях особливе значення набувають задачі, пов'язані з організацією робіт, вибором умов і методів експерименту, планування натурних експериментів, використання моделювання при оцінці отриманих результатів. Тому при виборі етапів експерименту враховувалися можливості проведення експерименту, наявність та забезпеченість випробувальної бази, допустимі умови роботи засобів забезпечення та вимірювання заданих параметрів, можливість використання інших методів для оцінки шуканих характеристик та параметрів, можливість проведення окремих експериментів для окремих агрегатів автомобіля чи складових автопоїзда. При проведенні експериментів обсяги експерименту нарощувалися поетапно, з переходом від менш складного до більш складного випробування.

Так для дослідження тягово-зчіпних пристроїв (ТЗП) задіяних в колісному, гусеничному і рейковому транспорті були прийняті режими роботи при одному варіанті завантаження: номінальні довготривалі режими натягу-стиску; максимальні навантаження; короточасні знакозмінні навантаження; ударні навантаження (ривки). Далі ТЗП досліджувалися при різних варіантах завантаження автопоїзда і таких режимах руху як: розгін, гальмування, переїзд через

перешкоду, ривок (кидок зчеплення).

Для проведення натурального експерименту використовувався вантажний автомобіль ЗиЛ-ММЗ-555 з двома двовісними причепами (рис. 1).



Рис. 1. Триланковий автопоїзд (а) з комплексом вимірювальної апаратури (б-д):
1 – інтегрований у вимірювальний комплекс автономний ПК з програмним забезпеченням на базі ноутбука; 2 - модем для дистанційної передачі даних; 3 – модуль ЦАП-ЦАП з гальванічною розв'язкою, лініями цифрового вводу-виводу; 4 – блоки живлення датчиків; 5, 7 - датчики лінійних переміщень; 6 – вібродатчики; 8 - датчик кутових переміщень; 9 – датчик швидкості; 10 – акселерометр; 11 – тензодатчик.

Розроблена методика для макрорівня досліджуваних об'єктів враховує всі етапи проведення експериментальних досліджень. До того ж вона дозволяє майже повністю виключити вплив індивідуальних особливостей роботи водія на режимах рушання автопоїзда і значно зменшити цей вплив при перемиканні передач в процесі форсованого розгону автопоїзда, що забезпечує добру повторюваність результатів випробувань. На режимах рушання це досягається тим, що включення зчеплення відбувається не за рахунок переміщення ноги водія разом з педаллю зчеплення з різним ступенем інтенсивності, а за рахунок швидкого і повного звільнення педалі зчеплення в її крайньому положенні повного виключення зчеплення. Завдяки цьому завжди досягається постійний і цілком визначений темп включення зчеплення, не залежний від індивідуальних властивостей водія. В цьому випадку темп включення зчеплення визначається зусиллями натискних і відтяжних пружин зчеплення, приведеною масою педалі зчеплення, кінематикою приводу зчеплення і моментами тертя в шарнірах і опорах приводу, тобто тими чинниками, які для даного автопоїзда є величинами постійними.

Випробування багатоланкового автопоїзда проводилися на рівній горизонтальній ділянці з сухим асфальтовим покриттям і на ґрунтовому покритті. Погода була сонячна без опадів, температура повітря 10–16°C, атмосферний тиск 760 – 780 мм. рт. ст.

Комплекс вимірювальної апаратури і розроблена методика передбачають можливість досліджувати і спеціальні питання: визначення динамічних навантажень, що є максимально можливими для даних умов експлуатації, визначення розмаху коливань крутного моменту в трансмісії при русі автопоїзда по ґрунтовій дорозі, визначення тих динамічних навантажень, які викликають поломки деталей трансмісії, визначення циркуляції потужності в трансмісії повноприводного автопоїзда і т.д.

Максимальні коливання спостерігалися в останнього причепа, тому стійкість його руху визначала стійкість руху всього автопоїзда (рис. 2). Різке зростання амплітуди коливань спостерігалось при збільшенні кількості причепів і швидкості руху. Швидкість руху автопоїзда з одним причепом становить біля 50 км/год, для автопоїзда з двома причепами – біля 43 км/год. Як видно з графіка, при зростанні швидкості до 20 км/год амплітуда коливань зростає на 24%, до 30 км/год – на 27%, до 43 км/год – на 29%.

Досліджуючи процес рушання, можна побачити, що швидкість 2 м/с стабілізується при $t = 2,2$ с, час перехідного процесу = 1,2 с (рис.3). При цьому з деяким запізненням відбувається скачок динамічних навантажень в ТЗП причепів. Поздовжні зусилля в причепах зміщенні на величини зазорів в елементах автопоїзда, які знаходяться між першим і другим ТЗП.

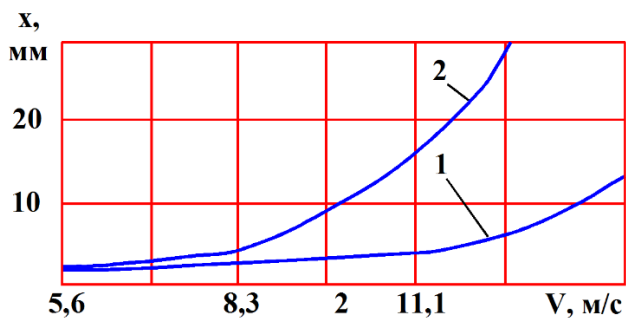


Рис. 2. Амплітуда коливань залежно від швидкості руху автопоїзда:
1 – дволанкового; 2 – триланкового.

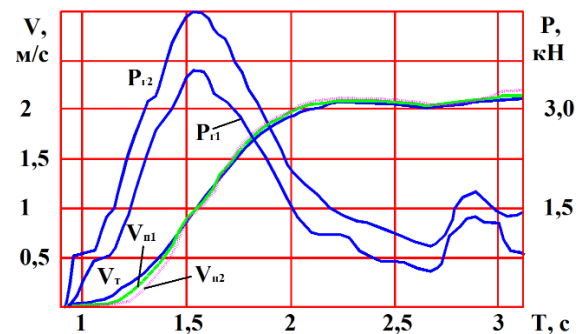


Рис. 3. Зміна зусилля в ТЗП, швидкості руху автопоїзда і причепів.

Висновки. Актуальним є створення загальної методики проведення експериментальних досліджень для автомобільних транспортних засобів. Експериментальні дослідження є частиною багатоетапного визначення ефективності використання дослідного зразка. Залежно від конкретних задач розробляється методика, яка містить логічно взаємозв'язані етапи. Експерименти проводяться поетапно з нарощуванням обсягів експерименту і з переходом від менш складного до більш складного.

Література

- ГОСТ 30600-97. Шкворни сцепные автомобильных полуприцепов. Технические требования и методы испытаний. Москва, Госстандарт России, 1993. 20 с.
- ГОСТ Р 52453-2005. Автомобильные транспортные средства. Механизмы рулевые с гидравлическим усилителем и рулевые гидроусилители. Технические требования и методы испытаний. Москва, Стандартинформ, 2006. 30 с.
- ГОСТ Р 55855-2013. Автомобильные транспортные средства. Методы измерения и оценки общей вибрации. Москва, Стандартинформ, 2006. 20 с.
- СТБ 1877-2008. Транспорт дорожный. Массы и размеры. Технические требования и методы испытаний. Госстандарт. Минск. 2008. 40 с.
- Поляков В.М., Тимков А.Н., Горпинюк А.В. Модальный автопоезд для дорожных экспериментальных испытаний // Автомобильный транспорт.– Харьков: ХНАДУ, 2003.– Вып.13.– с.68-70.
- Вороніна І.Ф., Кузнецов Р.М., Енглезі О.А., Шкварко К.В. Експериментальні дослідження триланкових автопоїздів // Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник ПНЦ ТАУ. 2005. №8. С.139 – 143.
- Макаров В.А., Омельченко А.А., Костенко А.В., Куплинов А.В., Петров А.В., Сакно О.П. Оборудование для экспериментального исследования курсовой устойчивости движения легкового автомобиля // Вісник ДІАТ, 2007, №3. – С.48- 57.
- Вікович І.А., Зінько Р.В., Черевко Ю.М. Узагальнений алгоритм проведення досліджень при фізичному моделюванні // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2008. - №3(46). – Том 2. – С.37 – 43.

Стаття надійшла до редакції 12.04.2016