

# Technical University of Sofia Faculty of Transport

SCIENTIFIC CONFERENCE  
on Aeronautics, Automotive and  
Railway Engineering and  
Technologies

# BulTrans-2014 PROCEEDINGS

Sponsored by:

Research and Development Sector  
of Technical University of Sofia



September 17-19, 2014  
Sozopol, Bulgaria

## SCIENTIFIC COMMITTEE:

### Chairman:

Prof. M. Hristov, Rector, TU Sofia, Bulgaria

### Members:

Prof. A. Ams, TU-Bergakademie-Freiberg, Germany

Prof. A. Dimitrov, TU Varna, Bulgaria

Prof. B. Belnikolovski, TU Sofia, Bulgaria

Prof. D. Katsov, TU Sofia, Branch Plovdiv, Bulgaria

Prof. D. Stoyanov, TU Sofia, Bulgaria

Prof. E. Bratschitsch, University Graz, Austria

Prof. F. Massouh, Arts et Metiers ParisTech, France

Prof. G. Descombes, Arts et Metiers ParisTech, France

Prof. G. Kolarov, Hamburg University, Germany

Prof. H-H. Krause, University Merseburg, Germany

Prof. J. Majerčák, University Žilina, Slovakia

Prof. K. Rotaru, Military Academy, Bucharest, Romania

Prof. K. Vesselinov, TU Sofia, Bulgaria

Prof. M. Sitarz, Silesian University, Poland

Prof. M. Svitek, TU in Prague, Czech Republic

Prof. N. Nenov, Kableshkov Transport University, Bulgaria

Prof. P. Dimitrov, TU Sofia, Bulgaria

Prof. P. Getsov, Bulgarian Academy of Science, Bulgaria

Prof. R. Rusev, University of Rouse, Bulgaria

Prof. S. Medvedsky, University of Žilina, Slovakia

Prof. V. Zhivkov, TU Sofia, Bulgaria

## ORGANIZING COMMITTEE:

### Chairman:

Assoc. Prof. T. Evtimov, Dean, TU Sofia, Bulgaria

### Vice-Chairman:

Assoc. Prof. B. Gigov, TU Sofia, Bulgaria

### Editorial Board:

Assoc. Prof. O. Krastev, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. M. Todorov, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. V. Iliev, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. L. Kunchev, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. K. Velkov, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. P. Sinapov, TU Sofia, Bulgaria

Assoc. Prof. N. Nikolov, TU Sofia, Bulgaria

### Secretariat:

Assist. Prof. P. Punov, PhD, TU Sofia, Bulgaria

Assist. Prof. V. Serbezov, PhD, TU Sofia, Bulgaria

Assist. Prof. N. Pavlov, PhD, TU Sofia, Bulgaria

Eng. Ph. Michaylov, TU Sofia, Bulgaria

## ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ:

### Председател:

проф. Марин Христов, Ректор на ТУ-София

### Членове:

проф. Алфонс Амс, ТУ- Фрайберг, Германия

проф. Ангел Димитров, ТУ- Варна

проф. Борис Белниколовски, ТУ- София

проф. Венелин Живков, ТУ- София

проф. Георги Коларов, Хамбург, Германия

проф. Димитър Кацов, ТУ-филиал Пловдив

проф. Димитър Стоянов, ТУ- София

проф. Емилия Брачич, UAS-Грац, Австрия

проф. Жорж Декомб, АМРТ-Париж, Франция

проф. Йозеф Майерчак, УЖ-Жилина, Словакия

проф. Камен Веселинов, ТУ- София

проф. Константин Ротару, Букурещ, Румъния

проф. Марек Ситарж, SUT- Катовице, Полша

проф. Мирослав Свитек, ТУ- Прага, Чехия

проф. Ненчо Ненов, ТУ “Т. Каблешков”-София

проф. Петър Гецов, ИКИ, БАН

проф. Петър Димитров, ТУ- София

проф. Руси Русев, РУ - Русе

проф. Фалоаз Масу, АМРТ -Париж, Франция

проф. Хорст-Х. Краузе, Мерзебург, Германия

проф. Щефан Медведски, Жилина, Словакия

## ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ:

### Председател:

доц. Теодоси Евтимов, Декан на Транспортния факултет, ТУ-София

### Зам.-председател:

доц. Бойко Гигов, ТУ- София

### Редакционна колегия:

доц. Олег Кръстев, ТУ- София

доц. Михаил Тодоров, ТУ- София

доц. Валентин Илиев, ТУ- София

доц. Лило Кунчев, ТУ- София

доц. Кирил Велков, ТУ- София

доц. Петко Синапов, ТУ- София

доц. Николай Николов, ТУ- София

### Научни секретари:

гл. ас. Пламен Пунов, ТУ- София

гл. ас. Владимир Сербезов, ТУ- София

гл. ас. Николай Павлов, ТУ- София

инж. Филип Михайло, ТУ- София

**ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ СОФИЯ**  
**ФАКУЛТЕТ ПО ТРАНСПОРТА**



**НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ**  
**по авиационна, автомобилна и**  
**железопътна техника и технологии**

**БулТранс-2014**

**СБОРНИК ДОКЛАДИ**

17 -19 Септември 2014 г.  
Морска почивна станция “Лазур” в гр.Созопол

© МП Издателство на Техническия университет – София

© Редактор: Б. Гигов

Всички доклади в сборника са рецензирани.

ISSN 1313-955X

# CONTENTS / СЪДЪРЖАНИЕ

## Keynote Lectures / Доклади

### Plenary Session / Пленарна сесия

- Пер Хедмарк, Д. Делчев, **Повишаване якостта на умора на стоманите чрез ултразвук** 9  
Per Hedmark, D. Delchev, **Fatigue Improvements with Ultrasonic Peening**

### Секция: **Авиационна техника и технологии** Section: **Aeronautics**

- Цв. Велкова, Г. Дюран и М.Тодоров, **Изследване на влиянието на процепа между крило и задкрилка върху аеродинамичните характеристики на крилен профил на ултра лек самолет** 11  
Cv. Velkova, G. Durand and M. Todorov **Study the Influence of a Gap between Thewing and Slotted Flap over the Aerodynamic Characteristics of Ultra-Light Aircraft Wing Airfoil**
- К. Ротару, Р. И. Еду, М. Андрес-Михайла и М. Иваница, **Интегриран модел на двигателя и надлъжната динамика на самолета** 17  
C. Rotaru, R. I. Edu, M. Andres-Mihaila and M. Ivănică, **Integrated Model of the Engine and Aircraft Longitudinal Dynamics**
- Г. Маклаков, **Използване на системи за виртуална реалност за повишаване на ефективността в подготовката на авиационни специалисти** 21  
G. Maklakov, **The Use of Virtual Reality Systems to Increase Efficiency in the Training of Aviation Specialists**
- Г. Маклаков, **Особености при моделирането на поведението на авиационни специалисти в екстремални ситуации** 25  
G. Maklakov, **Special Features at Modeling of the Behavior of Aviation Specialists in Extreme Situations**
- Д. Блонски, А. Виерциак, К. Йезионек и В. Посполита, **Адаптиране на авиационен турбодвигател за целите на разпределение на енергията** 29  
D. Błoński, A. Wierciak, K. Jesionek and W. Pospolita, **Adaptation of Aviation Turboengine for Purposes of Distributed Energy Generation**
- В. Илиев, **Компонентен модален синтез на краен елемент пластина** 33  
V. Iliev, **Component Mode Synthesis of Plate Finite Elements**

Б. Василева, Ст. Бабалов и Б. Василев, <b>Програмен продукт за симулационен анализ на операционните характеристики на приемника на метеорадар за целите на неговата калибровка</b>	39
B. Vassileva, St. Babalov and B. Vassilev, <b>Simulation Tool for Roc Analysis in the Context of Weather Radar Calibration</b>	
К. Калагирева, <b>Сравнение на ефективността на алгоритми за определяне на параметри на ЕГНОС</b>	43
K. Kalagireva, <b>Comparison of the Efficiency of EGNOS Parameters Determination Algorithms</b>	
К. Калагирева и П. Граматиков, <b>Европейската SBAS: алтернативата на инструментална система за кацане</b>	49
K. Kalagireva and P. Gramatikov, <b>The European SBAS: The Alternative Equivalent to Instrument Landing System</b>	
П. Граматиков и К. Калагирева, <b>Вторичен източник за захранване на жироскоп на безпилотни летателни апарати</b>	55
P. Gramatikov and K. Kalagireva, <b>Secondary Power Source for Unmanned Aerial Vehicle Gyroscope</b>	
П. Граматиков и Б. Бойчев, <b>Първичен електрозахранващ източник за безпилотен летателен апарат</b>	59
P. Gramatikov and B. Boychev, <b>Primary Power Sources for Unmanned Aerial Vehicle</b>	
В. Радков, <b>Метод за интелигентно смушаване на GSM комуникации</b>	63
V. Radkov, <b>GSM Communications Jamming - An Intelligent Method</b>	
Ем. Маринчев, Д. Гешев и Ив. Димитров, <b>Относно теоремата на Кутта-Жуковски, нейното обобщение и приложение в реален 3-мерен флуид</b>	68
Em. Marinchev, D. Geshev and Iv. Dimitrov, <b>On the Kutta - Joukovski Theorem, Its Generalization and Application in 3d Fluid</b>	
Пл. Петров, <b>Алгоритъм за откриване на конфликти във въздушното движение</b>	73
Pl. Petrov, <b>Air Traffic Conflict Detection Algorithm</b>	
Пл. Петров, <b>Геометричен метод за откриване на конфликти във въздушното движение</b>	77
Pl. Petrov, <b>Geometrical Air Traffic Conflict Detection Method</b>	
Ал. Шамлиев, Ив. Ковачев и Цв. Стоянов, <b>Симулация и визуализация на въздушния трафик и цифровата комуникация ръководител полети - пилот на базата на FANS</b>	81
Al. Shamliev, Iv. Kovachev and Tsv. Stoyanov, <b>Simulation and Visualization of the Air Traffic and Digital Communication Controller – Pilot on the Basis of the FANS</b>	
Хр. Панайотов и С. Хафъзоглу, <b>Изследване на аеродинамичните характеристики на профил с помощта на автоматизиран CFD-анализ</b>	86
Hr. Panayotov and S. Hafizoğlu, <b>Airfoil Aerodynamics Investigation Using Automated CFD Analysis</b>	

М. Петров, <b>Моделиране полета на хеликоптера при изпълнение на спасителни операции в планинско-гориста местност</b> M. Petrov, <b>Modelling the Flight of a Helicopter in Performing Rescue Operations in Mountain Woodland</b>	91
Й. Хаджиев, Хр. Панайотов и Д. Зафиров, <b>Изследвания за реализация на автономен полет на безпилотен летателен апарат</b> J. Hadzhiev, Hr. Panayotov and D. Zafirov, <b>Research to Realization of Autonomous Flight of the Unmanned Aerial Vehicles</b>	94
Ан. Павлов и Н. Величков, <b>Изследване на точността на GPS приемник чрез изчисляване на геометричния фактор за работно съзвездие</b> A. Pavlov and N. Velichkov, <b>Examination of the Accuracy of a GPS Receiver by Calculating a Geometrical Factor for Writing Constellation</b>	99
Пл. Роглев, <b>Експериментални якостни изследвания на съчленено крило за безпилотен летателен апарат</b> Pl. Roglev, <b>Experimental Structural Studies of Joined-Wing for a Unmanned Aerial Vehicles</b>	103

**Секция: Динамика, якост и надеждност на транспортната техника**

**Section: Dynamics, Strength and Reliability of Vehicles**

Б. Борисов и М. Цонева, <b>Изследване на хомогенността на температурното поле в камера за понижени температури</b> B. Borisov and M. Tsoneva, <b>Study of the Homogeneity of the Temperature Field in a Chamber with Decreased Temperature</b>	107
Н. Коцев и Л. Лазов, <b>Безопасност и оценка на риска при товароподемни кранове</b> N. Kotzev and L. Lazov, <b>Safety and Risk Assessment of Hoisting Cranes</b>	110
П. Синапов и Цв. Велкова, <b>Влияние на еластичността на крило с профил НАСА 0012 върху нелинейните му трептения</b> P. Sinapov and Cv. Velkova, <b>Influence of the Elasticity of the Wing with Airfoil NACA 0012 on Its Nonlinear Oscillations</b>	115
Иг. Игнатов, П. Синапов, Кр. Неделчев и Ив. Кралов, <b>Изследване на фрикционни трептения на плоча</b> Ig. Ignatov, P. Sinapov, Kr. Nedelchev and Iv. Kralov, <b>Study of Friction Induced Vibrations of a Plate</b>	119
Т. Желязов, <b>Моделиране на механичните реакции на аксиално натоварен структурен елемент подсилен с базалтово-фибърен полимер по метода на крайните елементи</b> T. Zhelyazov, <b>Finite Element Modeling of the Mechanical Response of an Axially Loaded Structural Element Strengthened with Basalt Fiber Reinforced Polymer</b>	125

- Ив. Кралов, Ана Пискова и К. Неделчев, **Експериментално и числено изследване на вибрационните параметри на колоос** 129  
Iv. Kralov, Ana Piskova and Kr. Nedelchev, **Experimental and Numerical Study of Vibration Parameters of Wheelset**

**Секция: Двигатели с вътрешно горене и алтернативни горива**

**Section: Internal Combustion Engines and Alternative Fuels**

- К. Данел, Кр. Перильон, П. Подван, Пл. Пунов, Ст. Лакоур и Ж. Декомб, **Избор на работен флуид в система за рекуперирание на енергия чрез цикъл на Ранкин във функция от източника на топлина** 136  
Q. Danel, Chr. Perilhon, P. Podevin, Pl. Punov, St. Lacour and G. Descombes, **Working Fluid Selection of Rankine-Hirn Cycle in Function of the Heat Source**
- Пл. Пунов, Кр. Перильон, К. Данел, Ст. Лакоур, Ж. Декомб, П. Подван и Т. Евтимов, **Разработване на симулационен модел за оптимизиране на топлообменника от система за рекуперирание на енергия чрез цикъл на Ранкин** 142  
Pl. Punov, Chr. Perilhon, Q. Danel, St. Lacour, G. Descombes, P. Podevin and T. Evtimov, **Development of 0d Simulation Model for Rankine-Hirn Cycle Heat Exchanger Optimization**
- Н. Милков, Пл. Пунов, Т. Евтимов, Ж. Декомб и П. Подван, **Топлинен баланс и анализ на възможността за рекуперирание на енергия в дизелов двигател с директно впръскване** 149  
N. Milkov, Pl. Punov, T. Evtimov, G. Descombes and P. Podevin, **Energy and Exergy Analysis of an Automotive Direct Injection Diesel Engine**
- Е. Димитров, Хр. Кочев и Ат. Ташев, **Стенд за изследване влиянието на газови горива върху показателите на дизелов двигател** 155  
E. Dimitrov, Hr. Kochev and At. Tashev, **An Experimental System to Study the Impact of Gas Fuels on Performance of Diesel Internal Combustion Engine**
- М. Мутафчиев, **Квазистационарен модел на процесите протичащи в двигателите с вътрешно горене** 159  
M. Mutafchiev, **Quasi-Stationary Model of the Processes in Internal Combustion Engines**
- М. Мутафчиев, **Термодинамичен модел на основните процеси в двигателите с вътрешно горене** 163  
M. Mutafchiev, **Thermodynamic Model of Fundamental Processes in Internal Combustion Engines**
- П. Баран, П. Кукуца и Д. Барта, **Симулации на неконвенционални механизми за двигател на Стирлинг** 167  
P. Baran, P. Kukuca and D. Barta, **Simulations of Non-Conventional Mechanisms for Stirling Engine**



**Секция: Автомобилна техника и технологии**  
**Section: Automotive Engineering and Technologies**

- Ив. Добрев и Ф. Масу, **Изследване на зависимостта между съпротивителната и подемната сила на автомобил с опростена форма** 171  
Iv. Dobrev and F. Massouh, **Investigation of Relationship between Drag And Lift Coefficients for a Generic Car Model**
- Кр. Георгиев, Р. Иванов и Ив. Евтимов, **Аналитично изследване влиянието на някои фактори върху износването на гумите при движение без напречно увличане** 175  
Kr. Georgiev, R. Ivanov and Iv. Evtimov, **Analitical Study on Influence of Some Factors on Tire Wear in Case of Motion without Side Slip**
- Ив. Евтимов, **Изследване влиянието на масата на автомобилите върху разхода на гориво при различни условия на движение** 179  
Iv. Evtimov, **The Impact of the Vehicle's Mass on Its Fuel Consumption in Different Driving Conditions**
- Р. Иванов, Ив. Евтимов, Г. Кадикянов и Евг. Аврамов, **Изследване на сцеплението на гума за товарен автомобил с мобилна експериментална уредба** 182  
R. Ivanov, Iv. Evtimov, G. Kadikjanov and Ev. Avramov, **A Study of the Truck Tire Grip Using Mobile Experimental Facility**
- Евг. Соколов и Д. Хлебарски, **Усъвършенстване на стенд за изпитване на автомобилни трансмисии по схема със затворен контур** 187  
E. Sokolov and D. Hlebarski, **Improvement of a Test Bench for Testing of Automotive Transmission Units, Working on Recirculation Power Scheme**
- Сл. Божков и Л. Кунчев, **Приложение на програмата Catia V5 в автомобилната техника** 191  
Sl. Bozhkov and L. Kunchev, **About the Features of Catia V5 Software in Automobile Engineering**
- П. Иванов, Е. Златанов и О. Кръстев, **Симулатор за определяне на енергийна ефективност и екологично въздействие на автономни транспортни средства** 195  
P. Ivanov, Ev. Zlatanov and O. Krastev, **Simulator for Assessment of Energy Efficiency and Environmental Impact of Autonomous Transport Vehicles**

**Секция: Железопътна техника и технологии**  
**Section: Railway Engineering and Technologies**

- П. Иванов, **Изследване на зависимостта между енергийната ефективност и времепътването на товарен железопътен състав по маршрута Сеново – Варна** 199  
P. Ivanov, **Investigation of the Dependence Energy Efficiency - Travel Time for a Freight Train Operated on the Rail Section Senovo – Varna**

О. Кръстев, К. Велков и Иво Минчев, <b>Изследване на възможностите за използване на пиезокристал, монтиран в релсовия път, като източник на алтернативна енергия</b>	203
O. Krastev, K. Velkov and Ivo Minchev, <b>Research of Possibilities for Usage of Piezo-Crystals, Mounted on Railroad, as an Alternative Energy Source</b>	
К. Велков, О. Кръстев и С. Пургич, <b>Процес на загуба на спирачна маса в дълги товарни влакове</b>	207
K. Velkov, O. Krastev and S. Purgić, <b>About Braked Weight Loss in Long Freight Trains</b>	
Св. Славчев, К. Георгиева, В. Стоилов и С. Пургич, <b>Анализ на резултатите от теоретични и експериментални изследвания на вагон Fals</b>	211
Sv. Slavchev, K. Georgieva, V. Stoilov and S. Purgić, <b>Analysis of the Results of Theoretical and Experimental Studies of Freight Wagon Fals</b>	
Св. Славчев, К. Георгиева и В. Стоилов, <b>Проблеми на моделирането на вагонни конструкции с черупкови крайни елементи</b>	215
Sv. Slavchev, K. Georgieva and V. Stoilov, <b>Issues of Wagon Modeling With Shell Elements</b>	
Ил. Ангелов, <b>Анализ на конструктивното изпълнение и синтез на силовата характеристика на хидропневматичен буфер</b>	219
Il. Angelov, <b>Analysis of the Constructive Performance and Synthesis of Force Characteristics for the Repair of an “Oleo-Type4” Buffer</b>	
Д. Калинчак, Р. Резничек и М. Миколайчик, <b>Влияние на композитни и лети спирачни накладки върху железопътните колела</b>	223
D. Kalinčák, R. Řezníček and M. Mikolajčik, <b>The Influence of Composite and Cast Iron Brake Blocks on Railway Wheels</b>	

**Секция: Мениджмънт и логистика в транспорта**  
**Section: Transport Management and Logistics**

Д. Салиев, <b>Алгоритми за оптимизиране времената на фазите при промяна на продължителността на цикъла на светофарна уредба на кръстовище</b>	227
D. Saliev, <b>Time of Phase Optimization Algorithms in Case of Change the Traffic Signal Cycle Duration</b>	
Д. Салиев, Ем. Маджарски, Г. Младенов и Ем. Свиленов, <b>Анализ на задръжките при различни варианти на пресичане на пътното платно от пешеходци</b>	231
D. Saliev, Em. Madzharski, G. Mladenov and Em. Svilenov, <b>Analysis of Time Delay under Different Pedestrian Crossings</b>	
Св. Стоилова и Р. Николова, <b>Изследване схемата на движение на пътническите влакове с комбинирано прилагане на теорията за избор на решение и линейно оптимизиране</b>	235
S. Stoilova and R. Nikolova, <b>Investigation the Scheme of Movement of the Passenger Trains With Combination of Theory for Decision and Linear Optimization Method</b>	

Св. Стоилова и В. Стоев, <b>Приложение на софтуера за дискретно-събитийно симулиране ARENA за моделиране на технологичните процеси свързани със заминаването на пътниците в метеостанциите на софийския метрополитен</b> S. Stoilova and V. Stoev, <b>Application of ARENA Discrete Event Simulation Tool in the Modeling of Technological Processes on Departure of Passengers in Sofia's Metro Stations</b>	243
Св. Мартинов, <b>Определяне на основни елементи на техническия комплекс на наземната контейнерна транспортна система на България</b> Sv. Martinov, <b>Determination of Main Elements of the Technical Complex of the Inland Container Transportation System of Bulgaria</b>	251
Р. Димитров и Св. Мартинов, <b>Оптимизиране на модулна мултимодална логистична верига за превоз на уедрени товарни единици</b> R. Dimitrov and Sv. Martinov, <b>Optimization of Modular Multimodal Logistics Chain for the Transport of Cargo Consolidation</b>	255
Р. Димитров и Д. Дичев, <b>Анализ на компютъризирана информационна и резервационна система за железопътен транспорт в контекста на TSI TAP: български случай</b> R. Dimitrov and D. Dichev, <b>Analysis of Computerized Information and Reservation System for Rail Transport in the Context of TSI TAP: Bulgarian Case</b>	259
Б. Арнаудов, <b>Оценка на нивото на либерализацията на железопътния транспорт в България</b> B. Arnaudov, <b>Assess of the Level of Railway Liberalization in Bulgaria</b>	265
Б. Арнаудов, <b>Количествени модели за определяне на равнището на либерализацията в железопътния транспорт</b> B. Arnaudov, <b>Quantitative Model for Determining the Level of Railway Liberalization</b>	271

## **УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА АВТОМОБИЛНИ ТРАНСМИСИИ ПО СХЕМА СЪС ЗАТВОРЕН КОНТУР**

**ЕВГЕНИ СОКОЛОВ**

Катедра Двигатели, автомобилна техника  
и транспорт, Технически Университет,  
София, България  
evg.sok@tu-sofia.bg

**ДАНАИЛ ХЛЕБАРСКИ**

Катедра Двигатели, автомобилна техника  
и транспорт, Технически Университет,  
София, България  
dhlebarski@tu-sofia.bg

### **Анотация:**

С цел усъвършенстване на съществуващ стенд за изпитване на автомобилни трансмисии, работещ по схема със затворен контур, е проведен анализ на конструкцията на стендове със същата схема. Дадено е описание на принципа на работа, предимствата и недостатъците им. Въз основа на резултатите от анализа е избрана схема и са проектирани и изработени допълнителни елементи, позволяващи увеличаване на номенклатурата на възлите от трансмисията, които могат да бъдат изпитвани върху съществуващия стенд.

**Ключови думи:** *стенд, натоварващо устройство, предавателна кутия, диференциал, карданен вал*

### **1. Увод**

Стендовете за лабораторни изпитвания на автомобилни агрегати, възли и детайли на умора и дълготрайност са добре известни. Изпитванията върху тях могат да заменят експлоатационните изпитвания. При тази замяна най-големи успехи се достигат в оценката за умора и дълготрайност на конструкцията. Поради това делът на стендовите изпитвания на дълготрайност на елементи от конструкцията на автомобила при разработването и производството на нови автомобили нараства значително.

Стендовото изпитване на отделни възли и агрегати от автомобила на умора дава възможност да се определят „слабите“ детайли в тях. Повишаването на якостта на умора и дълготрайността на слабото звено на автомобила довежда до увеличаване на ресурса на всички възли на агрегата. Изследването на умора и дълготрайност само на такива детайли, а в някои случаи и на прости възли, дава възможност съществено да се намали стойността на експеримента и необходимостта от използване на много опитни образци. В този случай е необходимо да се изучи развитието на повредите при еднотипни режими, тъй като в тези случаи експлоатационното натоварване на детайлите може да се възпроизведе много по-точно,

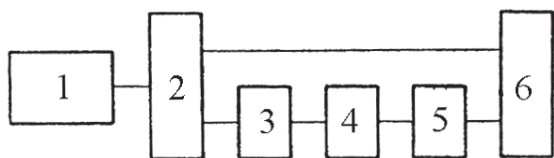
отколкото при стендовото експериментално изпитване на всички агрегати. Това дава възможност в стендови условия, като се имитират експлоатационните процеси на натоварване, достатъчно просто да се решат много въпроси, свързани с конструкцията, технологията на производство и качеството на продукцията.

Целта на настоящата работа е да се усъвършенства съществуващ стенд за изпитване на възли на автомобилни трансмисии с цел увеличаване на номенклатурата на възлите от трансмисията, които могат да бъдат изпитвани върху него.

### **2. Анализ на конструкцията на стендове за изпитване на автомобилни трансмисии работещи по схема със затворен контур**

При стендове, работещи по схема със затворен контур, натоварването на изпитвания възел става за сметка на използването на вътрешни сили в системата. Явлението се нарича „циркуляция на мощност“. Те са предназначени за изпитване на обекти на дълготрайност, умора, износоустойчивост и др. К.П.Д. на тези стендове може да достигне до 100%, ако всичките загуби на мощност възникнат в изпитваните обекти.

Стендовете, работещи по схема със затворен контур, имат принципна схема, показана на фиг. 1.



**Фиг. 1.** Принципна схема на стенд работещ по затворен контур

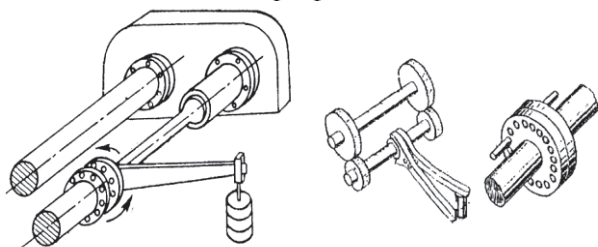
Кинематичната верига на стенда включва задвижващ двигател 1, зъбни предавки 2 и 6, затварящи контура, изпитвани обекти 4 и 5 и натоварващо устройство 3.

Според вида на натоварващото устройство, те могат да бъдат с фрикционно натоварващо устройство, с еластичен елемент и с диференциално натоварващо устройство.

При стендовете с фрикционно натоварващо устройство големината на циркулиращата мощност се променя чрез промяна на силата на притискане на фрикционните елементи. Недостатъците им са бързото износване на фрикционните елементи в натоварващото устройство и голямата загуба на мощност в него. Поради това вече почти не се използват.

При изпитването на възли на стендове работещи по схема със затворен контур с еластично или диференциално натоварващо устройство трябва да се спазва условието, че общото предавателно отношение на затворения контур е единица. Предавателното отношение на натоварващото устройство е различно от единица.

В еластичните натоварващи устройства най-често се използват еластичните сили на торзионни валове, които чрез различни механизми се усукват и създават статично натоварване в затворения контур. При задвижване на стенда в затворения контур възниква циркулация на мощност. Механизмите могат да бъдат червячна предавка, палцов съединител и др., фиг. 2.

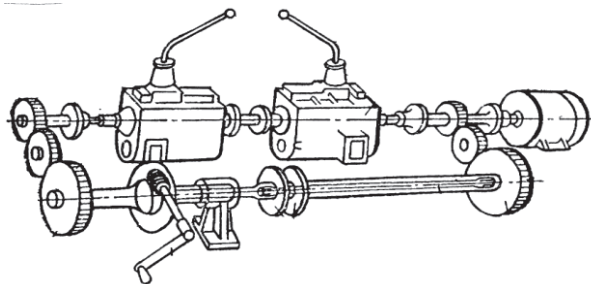


**Фиг. 2.** Механизми за усукване на торзионни валове

На фиг. 3 е показана схема на стенд за изпитване на автомобилни предавателни кутии работещ по затворен силов контур с еластично натоварващо устройство.

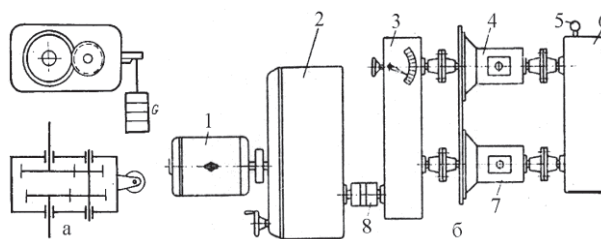
Диференциално натоварващо устройство е показано на фиг. 4 а. При него натоварването се реализира с предварително натягане в зъбната

предавка с помощта на тежести и различни механизми.



**Фиг. 3.** Схема на стенд с торзионен вал, усукван от червячна предавка

Показаният на фиг. 4 б стенд е за изпитване на предавателни кутии. Натоварващото устройство 3 е с възможност за регулиране на предварителното натягане, което води до промяна на циркулиращата мощност в контура.



**Фиг. 4.** Стенд с диференциално натоварващо устройство

Предимствата на стендовете, работещи по затворен контур, са простата конструкция и надеждността на работа. Недостатъците им са невъзможността за променяне на натоварването по време на работа на стенда и намаляване на циркулиращата мощност вследствие износване на механизмите в натоварващото устройство.

Съществуват и пневматични и хидравлични натоварващи устройства. Конструкцията им е много усложнена, натоварването е затруднено и нямат голяма надеждност при работа.

### 3. Проектиране и изработване на детайлите за усъвършенстване на съществуващия стенд

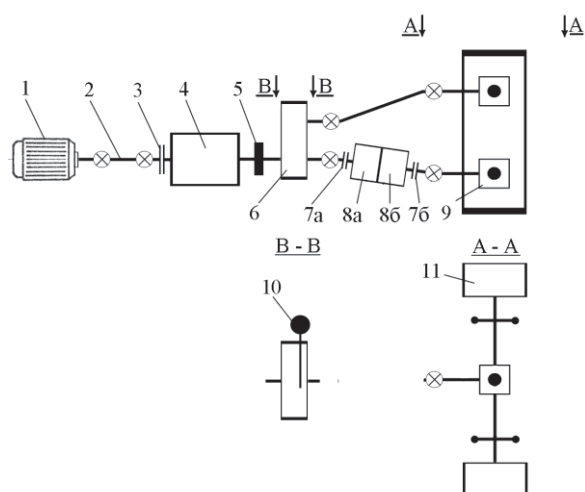
След направения анализ на стендове за изпитване на автомобилни трансмисии, работещи по схема със затворен контур, се установи, че съществуващият стенд в катедра „Двигатели автомобилна техника и транспорт“ на Технически университет-София може да се усъвършенства. Същият е предназначен за изпитване на главното предаване и междуколесния диференциал на автомобилни трансмисии. Задвижва се от електрически двигател и посредством карданно предаване, механичен триещ съединител, предавателна кутия и демпфер движението достига до диференциално натоварващо устройство. От него движението се преда-

ва на две карданни предавания. Те са разположени едно над друго и между долното и основата на стенда има голямо разстояние. След измерване на това разстояние се установи, че на мястото на долния карданен вал може да се поставят и свържат челно една към друга две предавателни кутии.

Вертикалното разстояние от основата на стенда до долното карданно предаване трябваше да се намали значително. Това стана като се оразмери по дължина и след това завари към основата една двойно Т-образна греда. От нея се измериха разстоянията до долната ос на натоварващото устройство и оста на задвижващия вал на долния задвижващ мост. За предаване на движението от едната предавателна кутия към другата след като се свържат челно една към друга, се проектира и изработи кух вал с определена дължина и вътрешни шлицы в двата края за свързване на първичните им валове. След осъществяването на тази връзка с помощта на шайби, гайки, контрагайки и шпилки прекарани през присъединителните отвори на кожусите, двете предавателни кутии бяха захванати една за друга и вече представляваха едно цяло. Поставиха се върху двойно Т-образната гредата и с помощта на подложки оста им на въртене съвпадна с оста на снетия долен карданен вал.

Измерени бяха разстоянията между долната ос на натоварващото устройство и края на вторичния вал на едната предавателната кутия и разстоянието от края на вторичния вал на другата предавателна кутия до оста на задвижващия вал на долния задвижващ мост. Това беше много важно, за да може да се определят размерите на необходимите детайли и възли за свързване и предаване на движението. Започна се от натоварващото устройство, от което трябваше да бъдат задвижени предавателните кутии. Проектира се и се изработи присъединяващ фланец с необходимите за центроване повърхнини. Пробиха се осеви отвори за закрепване към вала на натоварващото устройство. Направиха се и четири осеви вътрешни резби. Определи се оставащото разстояние за дължината на карданния вал свързващ изработения фланец и еластичния съединител поставен на вторичния вал на предавателната кутия. За да може да се предаде движението от вторичния вал на другата предавателна кутия към задвижващия мост, се изработи втори фланец с центриращи повърхнини, осеви отвори и осеви вътрешни резби. Определи се разстоянието за втори карданен вал свързващ еластичния съединител поставен на вторичния вал на другата предавателна кутия и изработения фланец, поставен върху оста задвижващия вал на долния задвижващ мост. След определяне на дължините на карданните валове, те се проектираха и изработиха, като се взеха елементи от други такива.

На следващия етап беше много важно след поставяне на фланците, карданните валове и еластичните съединители, свързването им към натоварващото устройство и задвижващия вал на долния мост да се определят разстоянията между двойно Т-образната греда и предавателните кутии с цел проектиране и изработване на стойки, които да ги държат надеждно в това положение. Изработиха се две стойки от П-образен профил с нужните отвори за захващане с болтове към двойно Т-образната греда и отвори за захващане по същите шпилки, с които бяха захванати твърдо двете предавателни кутии.



**Фиг. 5. Схема на усъвършенстван стенд за изпитване на автомобилни трансмисии**

1 – електрически двигател; 2 – карданно предаване; 3 – механичен триещ съединител; 4 – предавателна кутия; 5 – демпфер; 6 – натоварващо устройство; 7а и 7б еластичен съединител; 8а и 8б – предавателна кутия; 9 – задвижващ мост с междуколесен диференциал; 10 – рамо с тежест, поставено върху натоварващото устройство; 11 – зъбни предавки

За устойчивост на конструкцията, към двойно Т-образната греда бяха заварени четири специално огънати стоманени пръта с нарязани на краищата им резби. Местата им бяха определени от разположението на оригиналните конзоли на двете предавателни кутии. Краищата на стоманените пръти преминаха през отворите им и с помощта на шайби, гайки и контрагайки се фиксираха на нужната височина.

#### 4. Описание на усъвършенствания стенд

Принципна схема на усъвършенствания стенд е представена на фиг. 5, а на фиг. 6 е показана допълнителната част от стенда със съосно свързаните автомобилни предавателни кутии на мястото на долното карданно предаване. Стендът е задвижван от електродвигателя 1 (фиг. 5). Посредством

карданно предаване 2 и механичен триещ съединител 3 движението се предава на предавателна кутия 4, с която се променя честотата на въртене. С поз. 5 е означен демпфер, намаляващ трептенията преди да се задвижи натоварващото устройство 6, което е двувалов редуктор, лагеруван на единия си вал. С помощта на натоварващо устройство в стенда се прилага натоварващ момент, мощността от който циркулира в стенда – явление, известно като „циркуляция на мощност”. То разделя движението на два клона. По единия – горния на схемата, клон чрез карданно предаване движението се предава на горния задвижващ мост с междуколесен диференциал. По другия клон през еластичен съединител 7а, изпитвана предавателна кутия 8а, еталонна предавателна кутия 8б и еластичен съединител 7б движението се предава на другия задвижващ мост с междуколесен диференциал. Предавателните кутии 8а и 8б са поставени съсно и са включени на една и съща предавка. Левите и десните полувалове на двата задвижващи моста с междуколесни диференциали са свързани помежду си с помощта на зъбни предавки 11, за да се осъществи затварянето на контура на стенда.



Фиг. 6. Изглед към основната част от стенда

## 5. Изводи

От казаното дотук могат да се направят следните изводи:

1. След проведен анализ на конструкцията на стендове за изпитване на автомобилни трансмисии, работещи по схема със затворен контур, е избрана схема и са проектирани и изработени допълнителни елементи, позволяващи изпитването върху съществуващ стенд, предназначен за изпитване на главното предаване и междуколесния диференциал на автомобилни трансмисии, също и на предавателни кутии.

2. В резултат от работата, е увеличена номенклатурата на възлите от трансмисията, които могат да бъдат изпитвани върху съществуващия стенд.

## Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани по договор № 141ПД0010-04 от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2014 г.

## Литература

- [1] Вълчев К. Е. Изпитване на автомобила, трактора и кара. София, Техника, 1979.
- [2] Димитров Й. Н. Теория на автомобила, трактора и кара. ТУ-София, 1991.
- [3] Морчев Е. П. Проектиране и конструиране на автомобила. София, Техника, 1991.
- [4] Найденов Л., С. Нейков, Г. Генов. Автомобили. София, Техника, 1990.
- [5] Голд Б. В., Оболенский Е. П., Стефанович Ю. Г., Трофимов О. Ф. Прочность и долговечность автомобиля. Москва, Машиностроение 1974.
- [6] Цонов Л., Т. Тодоров. Определяне на основните характеристики на механични импулсни предавки. VIII Конференция „Машинознание и Машинни елементи”, София, 2012.
- [7] Семов Д., Иванов Н., Лозанов Д. Автомобили трактори и кари. София, Техника, 1992.
- [8] Malmedahl G. A. Analysis of Automotive Damper and Design of a Portable Measurement System. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Science with Distinction, The Ohio State University, May 2005.
- [9] Гадолин В. Л., Дроздов Н. А., Иванов В. Н., Решетов Д. Н., Машины и стенды для испытания деталей. Москва, Машиностроение, 1979.
- [10] В.Ф.Рещиков, Трение и износ тяжело нагруженных передач, Москва, Машиностроение, 1975.

## IMPROVEMENT OF A TEST BENCH FOR TESTING OF AUTOMOTIVE TRANSMISSION UNITS, WORKING ON RECIRCULATION POWER SCHEME

Evgeni SOKOLOV, Danail HLEBARSKI

### Abstract:

In order to improve an existing test bench for automotive transmissions working on recirculation power scheme, an analysis of the structure of test benches with the same scheme is made. A description is given of the operating principle, advantages and disadvantages of such test benches. Based on the results of the analysis, a scheme is selected and additional elements are designed and constructed, allowing an increase in the nomenclature of the transmission mechanisms, which can be tested on the existing test bench.

**Keywords:** test bench, loading unit, gearbox, differential, transmission shaft