

Abstract: In the present report are described and analyses modules buildings test bed for examined on the Continuously Variable Transmission (CVT). Described is and methods at examination to CVT in laboratory conditions.

KEYWORDS: SENSORS, STEPLESS TRANSMISSION, TESTBED, SHIFTING, CHARACTERISTICS

1. Introduction

In modern cars are used mostly traditional manual and automatic speed gearboxes. However, they have some serious drawbacks that are as follows:

- at manual gear boxes appear dynamic loads during gear changes, that reduce the reliability of the various nodes of the car transmission;
- have strict ratios of the individual gears that do not always meet the operational mode of the engine;
- poor fuel economy of car;
- high toxicity of exhaust gases.

Order to avoid these shortcomings, the most important is to ensure optimal modes of engine operation. At optimal mode of engine load is decreases the toxicity of exhaust emissions and improved fuel economy of cars. This mode is achieved by continuously variable mechanical transmissions, which have the property continuously and smoothly to change gear ratio depending on engine load and road conditions. One of the most used in automotive engineering mechanical continuously variable transmission is a V-belt variator. With its built-in car are achieved the following benefits:

- reduced toxicity of exhaust gases;
- improved fuel economy of cars;
- high reliability and capable of transmitting relatively high torques;
- improved traction-speed properties of the car.

This report is described and analyzed test bench for stepless mechanical gears. Designed stand is a complex system consisting of the following modules: drive unit, CVT transmission, final drive and loading unit. For better clarity, the stand is presented in the form of a block diagram shown in Figure1. The diagram shows and centrifugal clutch, which acts as a slipping element and the connecting element between test transmission and loading unit - represents a chain drive and electric brake. Drive unit, CVT transmission and the main transmission in a common housing and are fastened to the foundation with the help of specially made stands. The stands are shown in Figure 2.

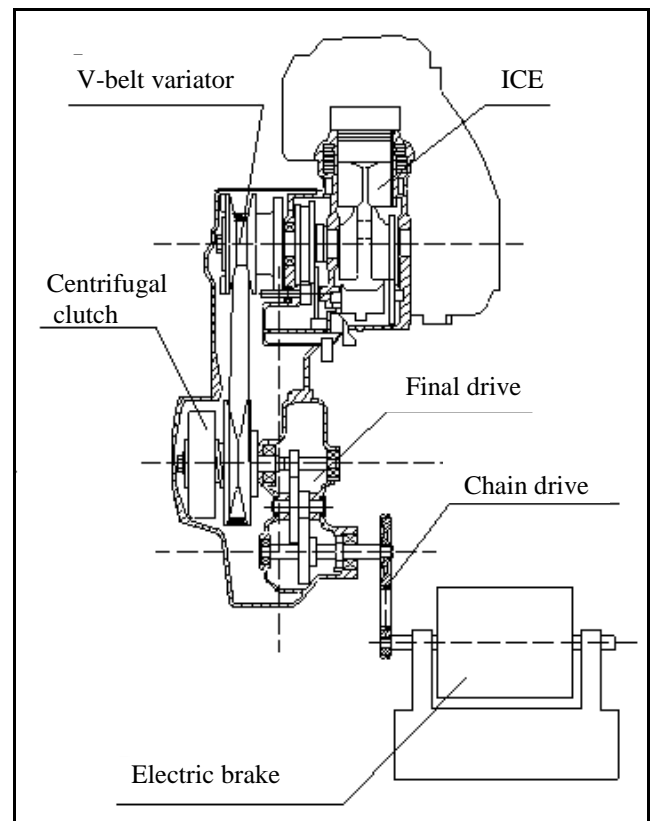


Figure 1.

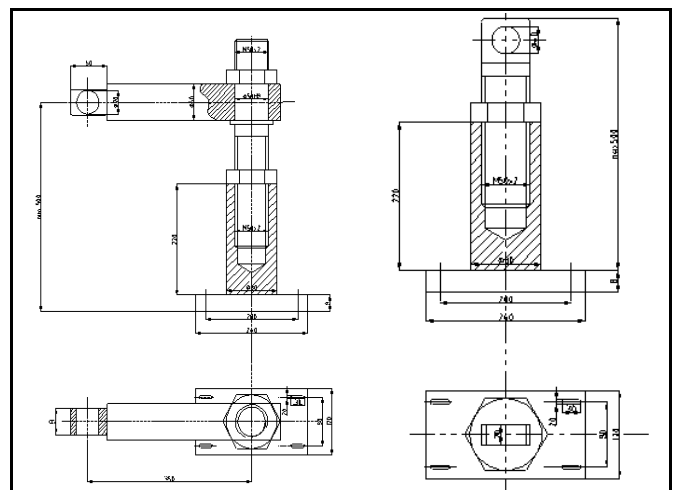


Figure 2.

2. Description of individual modules of the stand

- **Drive unit** – it represents a two-stroke gasoline internal combustion engine. The technical data are presented in Table 1. Figure 3 shows the external characteristics of the engine, given from the manufacturer.

Model	Piaggio Liberty 125 2T
Swept volume	125 cm ³
Engine type	single cylinder - gasoline
Stroke	two stroke
Power	8.8 kW / 6600 rpm
Torque	12.5 Nm / 5750 rpm
Compression ratio	10.6:1
Combustion system	carburetor SOHC
Launcher	electrical
Lubricating system	with an oil pump
Cooling system	air system
Own masse	108.0 kg

Table 1

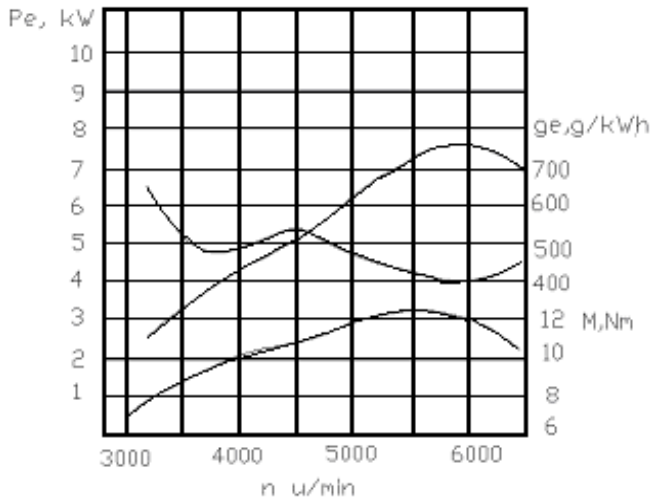


Figure 3

- **Loading unit** – represents a pendel electric machine with power 28 kW (shown in Figure 4). To the housing of the electric generator is attached a lever for measuring the reaction torque. For this purpose it is not stationary, but stored of special hinge to the foundation. The use of this type of loading unit ensures proper loading characteristics of the transmission and has an output consistent with the power of the drive unit and power, which can transmit continuously variable test transmission.

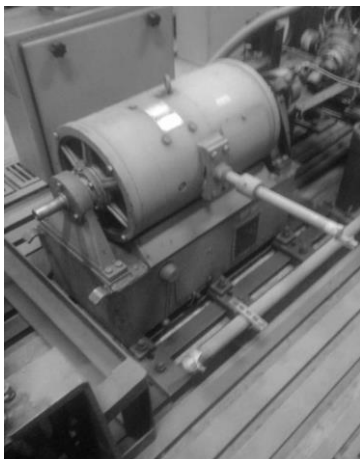
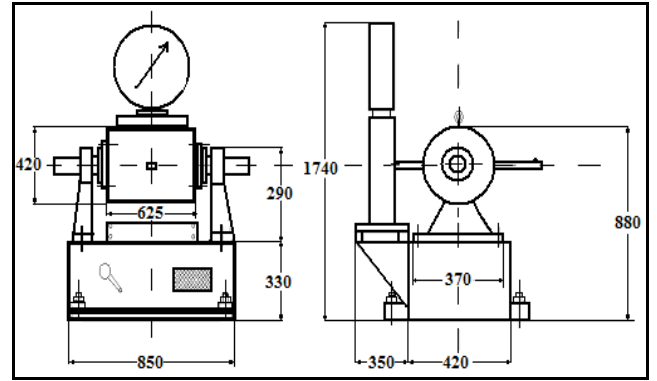


Figure 4

Its main parameters are shown in Table 2 and its loading characteristic of Figure 5.



electric brake **ELBTAWERK HEIDENAU**

Mark	ELbtawerk Heidenau
Model	Rapido
Type	GPFc7h
Rated voltage	330 V
Rated current	85 A
Power	28 kW
Rated rpm	6000 rpm
Masse	425 kg
Working temperature	40 °C

Table 2

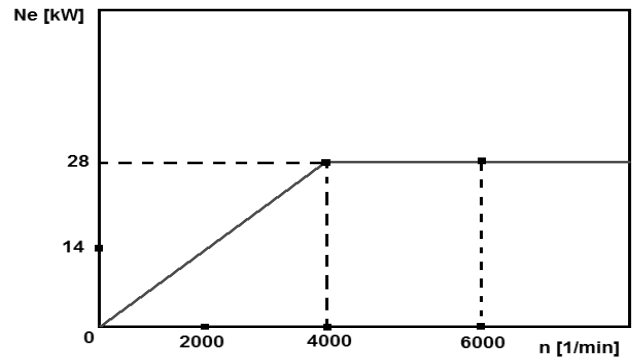


Figure 5

- **variator gear** – on the test rig is mounted symmetrical wedge belt transmission with mechanical control (Figure 6). The main parameters of the gear unit are given in Table 3.

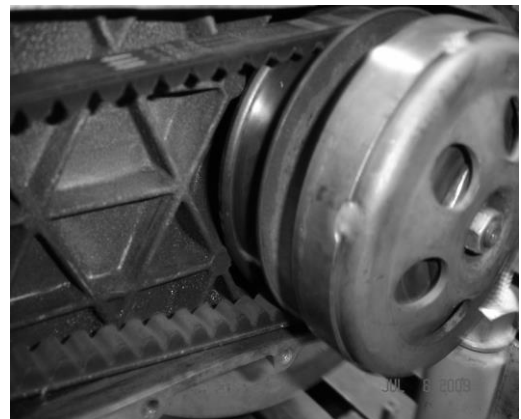


Figure 6

Diameter of the conical washers	$\Phi 130$ mm
Minimum ratio	$i_{MIN} = 0,5$
Maximum ratio	$i_{MAX} = 2,2$
Element that transmits the Torque	rubber V-belt
Variator type	mechanical, symmetric
Control system	mechanical with centrifugal clutch
Maximum torque	12 Nm
Radial move of the strap	40 mm

Table 3

Laboratory module for testing variator transmissions is equipped with sensors for speed, displacement and temperature. The location of the sensors and recording devices are shown in Figure 7.

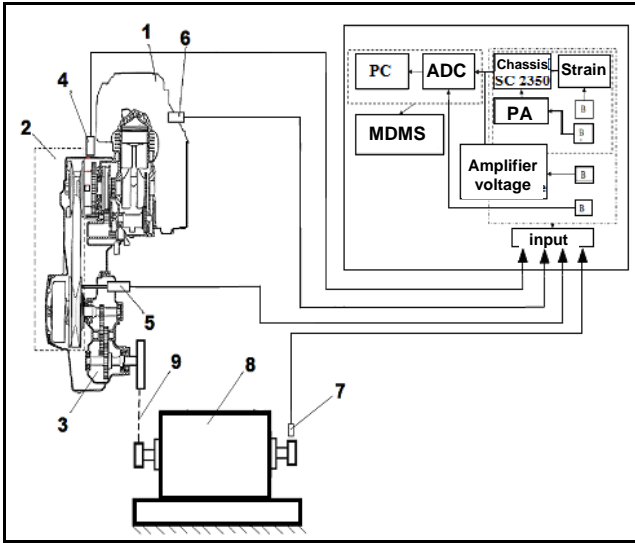


Figure 7

- 1 – Drive unit (ICE);
- 2 – Variator transmission;
- 3 – Main drive;
- 4 – Sensor to engine speed;
- 5 – Sensor for displacement of the conical washer;
- 6 – Temperature sensor of ICE
- 7 – Sensor to rotational speed the output gear;
- 8 – Electric brake.

The sensor for engine speed is inductive type and receives a signal from the ignition system of the engine. The ignition system is of a type dynamo-magnet. The output signal of the sensor is in the form of alternating voltage with 10V amplitude and frequency, proportional to the engine speed. After entering in the metering system voltage is converted to engine speed, rev / min.

A displacement sensor (shown in Figure 8) is of the inductive type. Stand is equipped with a sensor type RF 232 with a measuring range of movement 0-25 mm.



Figure 8

Geometric and technical data of the sensor are shown in Figure 9 and Table 5.

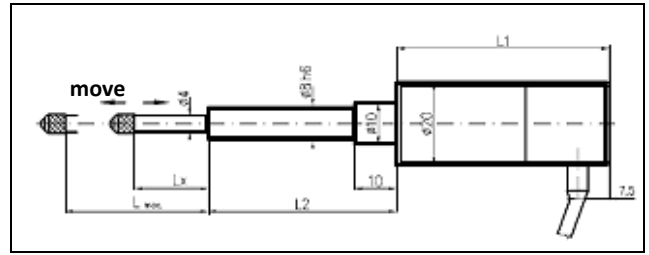


Figure 9

Sensor for displacement	
Type	RF 232
Measurement	± 25 mm
L_1	160 mm
L_2	83 mm
L_{MAX}	$69,5 \pm 1$ mm
L_x	$40 \pm 1,5$ mm

Table 5

The sensor is mounted on a secondary conical washer. It is contacted with the washer by means of a rolling bearing and a direct mechanical connection (Figure 10).

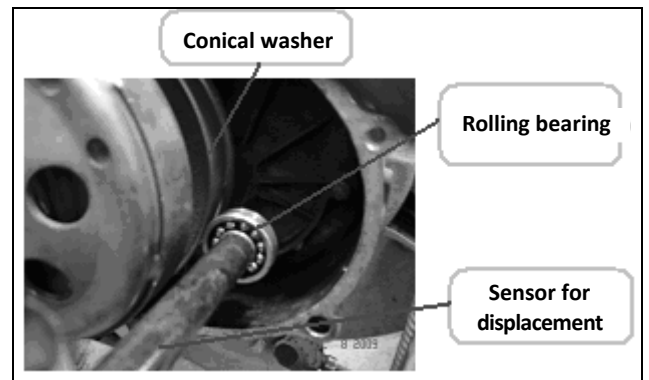


Figure 10

In the stand is mounted only one perceiver of moving because the studied variator transmission is symmetrical type, i.e. the move of a specified distance of one cone washer is proportional to the move of the other washer, but in the opposite direction. The throttle position of the internal combustion engine is regulated by a DC stepper motor (Figure 11), with which is adjusted very precisely the load mode of internal combustion engine and variator transmission.

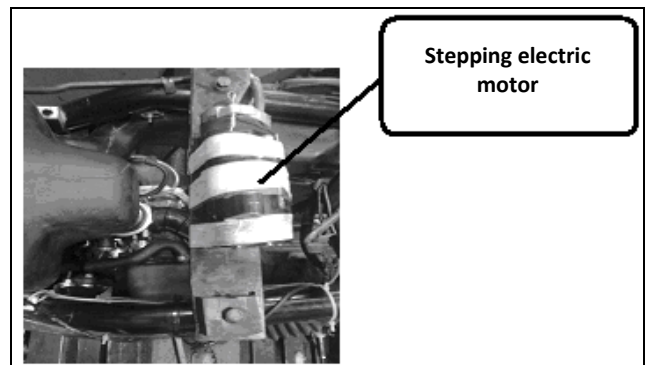


Figure 11

The drive unit, variator transmission and the main transmission are in a common housing and are positioned by stands to the foundation.

The output of variator transmission is associated with the loading device via dual chain drive, shown in Figure 12.



Figure 12

The gear ratio of this gear is $i = 2$, and is in line to cover the working range of the load unit.

3. Methodology of testing

The main parameters, that are considered at the bench tests are:

- Rotational speed of the input of the transmission - n_1 [min^{-1}]
- Moving the secondary cone washer - x_2 [mm]
- Rotational speed of the output of the transmission - n_2 [min^{-1}]
- Torque on the output of the transmission - M_2 [Nm]
- Temperature of ICE [$^{\circ}\text{C}$]

The input torque of the transmission is the torque of ICE M_1 [Nm]. The value of M_1 in the bench tests is reported by external characteristic of ICE at the respective speed n_1 [min^{-1}] or is determined indirectly by fuel consumption or from rarefaction in intake manifold of ICE. With the readings on the speed of the input and output of the transmission. (n_1, n_2) can be determined kinematic gear ratio of the variator gear.

$$i_k = \frac{n_2}{n_1} [-]$$

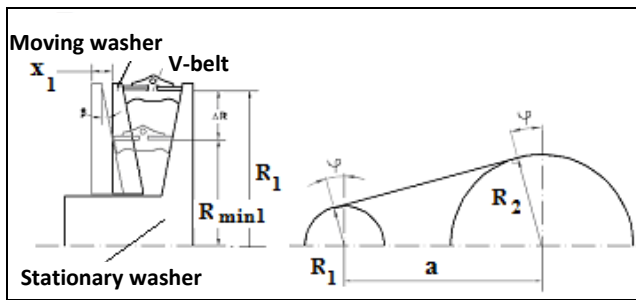


Figure 13. Kinematics of V-belt transmission

For variator gear apply the following kinematic relationships:

$$R_2 = R_{CP} + \Delta R ; \quad R_1 = R_{CP} - \Delta R , \quad [\text{mm}]$$

$$R_{CP} = (R_{1,\text{min}} + R_{1,\text{max}}) / 2 = (R_{2,\text{min}} + R_{2,\text{max}}) / 2 , \quad [\text{mm}]$$

The radii R_1 и R_2 depend on the move x_2 , which causes their amendment ΔR by the following equation:

$$\Delta R = \frac{\pi \cdot a \cdot \left(\sqrt{\text{tg}^2 \frac{\beta}{2} + \frac{4}{\pi \cdot a} \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2} \cdot x_2} - \text{tg} \frac{\beta}{2} \right)}{4 \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}} , \quad [\text{mm}] ,$$

where β is angle of conical washers.

The determined values of R_1 и R_2 , by measuring displacement x_2 can be used to calculate the current geometric transmission ratio of the test gear:

$$i_g = \frac{R_1}{R_2} [-]$$

From the measured and calculated values can be determined also following important parameters of the variator:

- speed of the V-belt:

$$V_s = \omega_1 \cdot R_1 - \omega_2 \cdot R_2 \quad [\text{m/s}]$$

- slip of the V-belt:

$$\nu = \frac{V_s}{\omega_1 \cdot R_1} = 1 - \frac{\omega_2 \cdot R_2}{\omega_1 \cdot R_1} = 1 - \frac{i_k}{i_g} [-]$$

With the obtained values for the torques M_1, M_2 and for the rotational frequencies n_1, n_2 can determine the efficiency of the tested variator:

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_1 \cdot \omega_1} [-]$$

4. Conclusions

With the help of descriptions stand can thoroughly explore the parameters of the stepless variator transmissions. The data, obtained in the study serve to build regulatory and loading characteristics of the studied transmissions. The tester can be equipped with additional sensors for vibration, and see how it works real arisen during work vibration the V-belt on the effectiveness of variator transmission. Data from the sensors enters in the digital measuring system, in which are set dependencies given out above. The output results are obtained in the form of graphs. At those graphics can be seen in real time power, kinematic and regulatory parameters, that characterize the studied transmission.

The data, obtained at laboratory tests, the maximum come close to relevant data at road tests. This is thanks to well-chosen features of the drive and loading devices. With the help of the stand can be explored various types of V-belts, control systems and conical washers.

Bibliography

1. **Петров. В. А.** Автоматическое управление бесступенчатых передач самоходных машин, Машиностроение, Москва, 1968.
2. **Пронин Б. А., Г. А. Ревков.** Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи, Машиностроение, Москва, 1980.
3. **Bonsen B.** Efficiency optimization of the push-belt CVT by variator slip control, 2006.
4. **Tenberge P.** Power transmission in Continuously Variable Chain-Gears, 2004.
5. <http://www.engines.piaggio.com>



TECHNICAL UNIVERSITY
VARNA
DEPARTMENT OF TRANSPORT
MACHINERY AND
TECHNOLOGIES



SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION
OF MECHANICAL ENGINEERING

**XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-
TECHNICAL CONFERENCE**

**trans &
MOTAUTO '09**

PROCEEDINGS

VOLUME 2

“TECHNICS. TECHNOLOGIES”

**Sea resort Sunny Beach- Bulgaria
September, 17th- 19th 2009**

ISSN: 1313-5031

СЪДЪРЖАНИЕ / CONTENTS

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ШУМА НА ХИДРАВЛИЧНИТЕ СИСТЕМИ ACOUSTIC EMISSION MONITORING OF HYDRAULIC SYSTEMS Hejmal Z.	4
ПОВЕДЕНИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНО ТРАНСПОРТНО СРЕДСТВО В СЛЕДСТВИЕ ПРОФИЛА НА КОЛЕЛАТА И РЕЛСИТЕ THE WHEELS AND RAILS PROFILES WEAR INFLUENCE ON RAILWAY VEHICLE BEHAVIOUR Chudzikiewicz A., Sowinski B., Szulczyk A.	7
ХИБРИДНА ТЯГА В РЕЛСОВИТЕ ТРАНСПОРТНИ СРЕДСТВА HYBRID PROPULSION OF RAILWAY VEHICLES J. Zavada, J. B. Zavada, T. Pleša	11
РАЗПИСАНИЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦИТЕ В ЧЕШКАТА РЕПУБЛИКА И БЪЛГАРИЯ RAILWAY TIMETABLES IN CZECH REPUBLIC AND BULGARIA Vít Janoš, Karel Baudyš, Jiří Pospíšil	15
ПРОЦЕДУРА НА ОПЕРАЦИОНАТА ПРОГРАМА ЗА ПОДДРЪЖКА НА АВТОМОБИЛИ PROCEDURE OF OPERATIONAL VEHICLES MAINTENANCE PROGRAMME Furch J.	18
МЕТОДИКА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ХИДРОСТАТИЧНА КОРМИЛНА УРЕДБА METHODICAL FOR EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF HYDROSTATIC STEERING SYSTEM Nedelchev K., Dimitrov S.	22
ВЛИЯНИЕ НА ДИАМЕТРИТЕ НА ЗАПРЕСОВАНИТЕ ЧАСТИ ВЪРХУ ЯКОСТНИТЕ КАЧЕСТВА НА ЛОКОМОТИВНИТЕ ОСИ INFLUENCE ON THE DIAMETERS OF THE FITTED ELEMENTS ON THE STRENGTH OF THE AXLES OF LOCOMOTIVES Николов В. , Васко Р.	28
КОНЦЕПЦИЯ ЗА ГРАДСКИ МОНОРЕЛСОВ ТРАНСПОРТ CONCEPT FOR MONORAIL TRANSPORT IN THE CITY Св. Стоилова	32
ЯКОСТЕН АНАЛИЗ НА НОСЕЩАТА КОНЗОЛА ЗА КОНТАКТЕН ПРОВОДНИК НА ЕЛЕКТРИФИЦИРАН ЖЕЛЕЗЕН ПЪТ STRENGTH ANALYSIS OF THE BEARING CONSOLE FOR THE CONTACT CONDUCTOR OF ELECTRIFIED RAILWAY В. Стоилов	38
АНАЛИЗ НА ПОВЕДЕНИЕТО НА КОРПУСА НА АВТОМОБИЛИТЕ ОТ ОСНОВНИТЕ И ИЗВЕСТНИТЕ АВТОМОБИЛНИ МОДЕЛИ ANALYSIS OF THE BEHAVIOUR OF CAR BODY OF MAIN AND DEVELOPED VEHICLE MODELS Milovanović M., Vitošević N.	44
НАПРЕЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИЯ В КРИТИЧНИТЕ ТОЧКИ НА СВЪРЪЗКИ В АВТОМОБИЛНИЯ КОРПУС STRESS FIELD AND DEFORMATION OF CRITICAL CAR BODY JOINTS Vrekić Sn., Živkovic M., Milovanović M.	48
ПРЕСМЯТАНЕ И АНАЛИЗ НА ОСТАТЪЧНИТЕ НАПРЕЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ЛЯТА ГРЕДА ЗА ЗАДЕН МОСТ НА ТОВАРЕН АВТОМОБИЛ CALCULATION AND ANALYSIS OF THE HEAVY VEHICLE REAR AXLE CAST BEAM RESIDUAL STRESS AND DEFORMATIONS Николов Н., Лазов Л.	52
МОБИЛНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА МОЩНОСТ ПРИ ЕЛЕКТРОМОБИЛИ MOBILE SYSTEM FOR POWER MEASUREMENT OF ELECTRICAL CAR Асенов А., Пенчева В., Зъбов Е.	55
МОДЕЛ ЗА КИНЕМАТИЧЕН АНАЛИЗ НА ПЕТЛОСТОВО ПРОСТРАНСТВЕНО НЕЗАВИСИМО ОКАЧВАНЕ НА ЛЕК АВТОМОБИЛ A METHOD FOR KINEMATIC ANALYSIS OF FIVE-ROD SPATIAL INDEPENDENT PASSENGER CAR SUSPENSION Hlebarski D.	59
СЪВРЕМЕННИ ДОСТИЖЕНИЯ НА ЯПОНСКИТЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ НА АВТОМАТИЧНИ ТРАНСМИСИИ - ХРОНОЛОГИЯ MODERN ACHIEVEMENTS OF THE JAPANESE PRODUCERS OF AUTOMATIC TRANSMISSIONS - CHRONOLOGY А. Колев	65

МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ ОКАЧВАНЕТО НА АВТОМОБИЛА METHOD FOR DETERMINATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE ELEMENTS OF THE AUTOMOBILE'S SUSPENSION Е. Маджарски, И. Дамянов, Р. Милетиев и Г. Гинев	71
ОПТИМИЗИРАНЕ НА ДВИЖЕНИЕТО НА СВЕТЛИННО РЕГУЛИРАНО КРЪСТОВИЩЕ С ГОЛЯМО ТРАНСПОРТНО НАТОВАРВАНЕ OPTIMIZATION OF THE TRAFFIC IN JUNCTION REGULATED BY TRAFFIC LIGHT WITH HIGH TRANSPORT LOADING Е. Маджарски, Д. Салиев, Г. Младенов, Г. Станев	77
ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПОТОЦИ НА СЛОЖНО КРЪГОВО КРЪСТОВИЩЕ RESEARCH AND ANALYSIS OF THE TRANSPORT FLOW OF THE COMPLEX CIRCLE JUNCTION Е. Маджарски, Г. Младенов, Д. Салиев, Д. Драганов	83
ГЕОПОЛИТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА КОНЦЕПЦИЯТА „ГОСПОДСТВО ПО МОРЕ“ GEOPOLITICAL ANALYSIS OF THE "MARITIME SUPREMACY" CONCEPT Василев В.	89
ЕДИННИЯ МОРСКИ (РЕЧЕН) ЕКОЛОГИЧНО-ИНФОРМАЦИОНЕН ПОДЦЕНТЪР – ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НА ЕДИННИЯ МОРСКИ (РЕЧЕН) ИНФОРМАЦИОНЕН ЦЕНТЪР ЗА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ UNITED MARINE (RIVER) ECOLOGICAL INFORMATION SUBCENTRE – PART OF THE UNITED MARINE (RIVER) INFORMATION CENTRE FOR REPUBLIC OF BULGARIA Жекова Т. Л.	93
РАЗВИТИЕ НА ОТНОШЕНИЕТО КЪМ БЕЗОПАСНОСТТА В АВИАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ: ЕВОЛЮЦИЯ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МОДЕЛА ЗА ПРИЧИНИТЕ ЗА АВИАЦИОННИ ПРОИЗШЕСТВИЯ DEVELOPMENT OF ATTITUDE TOWARDS SAFETY IN THE AVIATION SAFETY: EVOLUTION AND IMPROVEMENT OF THE MODEL FOR THE CAUSES FOR AVIATION ACCIDENTS Загорски Н., Асенов Св.	96
СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВИАЦИОННАТА БЕЗОПАСНОСТ: ИЗИСКВАНИЯ, ФУНКЦИИ, ПРИНЦИПИ, ОТГОВОРНОСТИ AVIATION SAFETY MANAGEMENT SYSTEM: REQUIREMENTS, FUNCTIONS, PRINCIPLES, RESPONSIBILITIES Загорски Н., Асенов Св.	100
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОСНОВНИТЕ ПАРАМЕТРИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПРОЦЕСИ В АКУМУЛАТОРНИТЕ БАТЕРИИ DETERMINING THE MAIN PARAMETERS OF MODELLING OF ELECTRICAL PROCESSES IN STORAGE BATTERIES Картунов Ж.	104
СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕЗСТЕПЕННА ВАРИАТОРНА ТРАНСМИСИЯ TESTBED FOR EXAMINER ON THE CONTINUOUS VARIABLE TRANSMISSION Gigov B., Motishev V. Dimitrov E.	108
VISIC DANCER – МОДЕЛ НА КОМПЮТЪРЕН СОФТУЕР ЗА МУЗИКАЛНА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ VISIC DANCER – COMPUTER SOFTWARE MODEL FOR MUSIC VISUALIZATION Петков Б.	114
СИНХРОНИЗИРАНО ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ SYNCHRONIZED PERFORMANCE OF PROCESSES Shterev Y.	117
УПРАВЛЕНИЕ ДОСТЪПА ДО БАЗИ ДАННИ CONTROL OF ACCESS DATABASE Shterev Y.	120
ПРОГРАМЕН МОДЕЛ НА ИНТЕРАКТИВНА МУЗИКАЛНА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ PROGRAMMING MODEL FOR INTERACTIVE MUSIC VISUALIZATION Митрофанов Б.	124
ДИНАМИЧНИ НАТОВАРВАНИЯ НА ИНЕРЦИАНИЯТ ВЪРТЯЩ СЕ ТРАНСФОРМАТОР НА ГРАДСКИЯ АВТОБУС DYNAMIC LOADS IN INERTIAL TORQUE TRANSFORMER OF THE CITY BUS Vazhenov S.	126
ТРАНСПОРТ ЗА ХОРА С УВРЕЖДАНИЯ TRANSPORT FOR PEOPLE WITH DISABILITIES Сафронов К.	129
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАКСИМАЛНОТО НАПРЕЖЕНИЕ НА АВТОБУСНАТА КОНСТРУКЦИЯ ПРИ СПЕЦИФИЧНИ ЕКСПЛАТАЦИОННИ НАТОВАРВАНИЯ DETERMINATION OF THE MAXIMUM TENSION OF BUS CONSTRUCTION BY SPECIFIC EXPLOATATION LOADINGS Mikarovska V., Stojanovski V.	133

ТЕОРИТИЧЕН АНАЛИЗ НА НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ НА АВТОБУС ОТ ТИП Т715 THEORETICAL ANALYSIS OF BEARING CONSTRUCTION OF BUS TYPE T715 Stojanovski V., Mikarovska V.,	136
КОМФОРТ НА ГРЪБНАЧНИЯ СТЬЛЪБ ПРИ РАБОТА В ЗАТВОРЕНА КАБИНА ERGONOMICS OF SPINAL OPERATIONAL COMFORT WHILE WORKING AT TOLLBOOTHs Jurum – Kipke Jasna, Muftić Osman, Baksa Sarajko	140
ТЪРСЕНЕ НА ПРОЦЕСИ ЗА РЕЦИКЛИРАНЕ ДЕТАЙЛИТЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКАТА ТЕХНИКА С ЕЛЕКТРОИСКРОВА СПЛАВОВА ОБРАБОТКА, ИЗПОЛЗВАЙКИ ТЕОРЕТИЧНИТЕ МЕТОДИ НА ПОДОБИЕ И ИЗМЕРВАНЕ SEARCHING PROCESSES OF RENEWAL DETAILS OF AGRICULTURAL TECHNICs WITH THE ELECTRO SPARKLING ALLOY, USING THE THEORETHICAL METHODS OF SIMILARITY AND MEASUREMENT Кацитадзе Д.В., Сарджвеладзе Н.Н., Хизанишвили А.А., Капанадзе И.Г.	142
ПРОЦЕДУРА ЗА АНАЛИЗ НА ПРЕДЕЛНАТА ЯКОСТ НА КОРПУСНАТА СТРУКТУРА НА КОРАБА ПОД ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ЛЕДЕНО НАТОВАРВАНЕ PROCEDURE OF ANALYSIS OF ULTIMATE STRENGTH FOR SHIP HULL STRUCTURES AND OFFHORE UNITS UNDER ICE LOADS Kulesh V., Kalenchuk S., Sidorenko I.	145
ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ (<i>LCF - LCB</i>)/ <i>L</i> ДЛЯ СУДОВ С РАЗЛИЧНЫМ КОЕФФИЦИЕНТОМ ОБЩЕЙ ПОЛНОТЫ INFLUENCE OF POSITIONS (<i>LCF - LCB</i>)/ <i>L</i> FOR VESSELS WITH VARIOUS BLOCK COEFFICIENTS OF FINENESS Суров О., Карпов П.	150
ОПТИМИЗИРАНЕ НА СЕРВИЗНИ БАЗИ ЗА ЗЕМЕДЕЛСКА И АВТОТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА MAINTENANCE SERVICE DEPARTMENT OPTIMIZATION FOR AGRICULTURAL AND TRANSPORT MACHINERY Рачев Д., Бекана Д., Белоев Хр.	153
ОПТИМИЗИРАНЕ ДЕЙНОСТТА НА СЕРВИЗНИ БАЗИ ЗА ЗЕМЕДЕЛСКА И АВТОТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА ПРИ СЪВМЕСТНО ОБСЛУЖВАНЕ OPTIMIZATION OF MAINTENANCE SERVICE DEPARTMENTS FOR JOINT AGRICULTURAL AND TRANSPORT MACHINERY Бекана, Д., Рачев, Д., Тодоров, Д.	159
ОБОСНОВАВАНЕ ОПТИМАЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА СЕРВИЗНИ БАЗИ ЗА ЗЕМЕДЕЛСКА И АВТОТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА ESTABLISHING THE OPTIMAL PARAMETERS OF AGRICULTURAL AND TRANSPORT MACHINERY MAINTENANCE SERVICE MASS CUSTOMIZATION Бекана, Д., Рачев, Д.	165
ИЗСЛЕДВАНЕ ДЪЛЖИНАТА НА ЗАВАРЪЧНАТА ВАНА ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ ОТ ЗЕМЕДЕЛСКА И АВТОТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА RESEARCHING OF THE WELD POOL SIZE USING ARC WELD COATINGS ON WORN OUT MACHINE PARTS FROM AGRICULTURAL AND TRANSPORT TECHNIQUE Lyubenov D.A., Mitev I.A., Bekana D.L.	171
ОТНОСНО ТЕОРИЯТА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТТА И ИЗПРАВНОСТТА НА МАШИНИИЯ ПАРК REGARDING THE THEORY OF WORKING ABILITY AND RELIABILITY OF THE MACHINE PARK Григорьевич, К.	174
МЕТОД ЗА МНОГОКРИТЕРИАЛНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ИЗБОРА НА ЛИЧЕН АВТОМОБИЛ MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD ON SELECTION OF PERSONAL VEHICLE Kavran Z., Zovak G., Šarić Ž.	177
PRINCIPLES OF PARKING POLICY IN BIG CITIES ПРИНЦИПЫ ПОЛИТИКИ ПАРКОВКИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ Kendra M., Barta D., Dolinayová A.	181
ТУНИНГ НА ЗАДНО ОКАЧВАНЕ НА МОТОЦИКЛЕТ ИЗПОЛЗВАЙКИ CAD ТЕХНОЛОГИИТЕ REDESIGN OF MOTORCYCLE REAR SUSPENSION WITH CAD TECHNOLOGY Božič S., Gombač E., Harmel A.	184
АВТОБУСНИТЕ СПИРКИ – СЪСТАВНА ЧАСТ ОТ СТРУКТУРАТА УСТОЙЧИВА ГРАДСКА ТРАНСПОРТНА МРЕЖА BUS STOPS – COMPONENTS OF THE STRUCTURAL SUSTAINABLE URBAN TRANSPORT NETWORK Dragneva N.	190
СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МЕХАНО-МАТЕМАТИЧНИ МОДЕЛИ ОПИСВАЩИ ТРЕПЕНИЯТА НА АВТОМОБИЛНИ НЕЗАВИСИМИ ОКАЧВАНИЯ COMPARATIVE ANALYSIS ON MATHEMATICAL MODELS DESCRIBING VIBRATIONS OF AUTOMOTIVE INDEPENDENT SUSPENSIONS Кунчев, Л., Павлов, Н.	193
МЕХАНО-МАТЕМАТИЧНО МОДЕЛИРАНЕ НА НЕЗАВИСИМО ОКАЧВАНЕ С ОТЧИТАНЕ ЕЛАСТИЧНОСТТА НА ГУМЕНО- МЕТАЛНИТЕ ВИБРОИЗОЛАТОРИ. MECHANIC-MATHEMATICAL MODELING OF AN INDEPENDENT SUSPENSION AS TAKE ACCOUNT OF ELASTICITY OF SILENT BLOCKS Павлов, Н., Кунчев, Л., Яначков Г.	199

Abstract: In the present report are described and analysed modules buildings test bed for examined on the Continuous Variable Transmission (CVT). Described is and methods at examination to CVT in laboratory conditions.

KEYWORDS: SENSORS, STEPLESS TRANSMISSION, TESTBED, SHIFTING, CHARACTERISTICS

1. Въведение

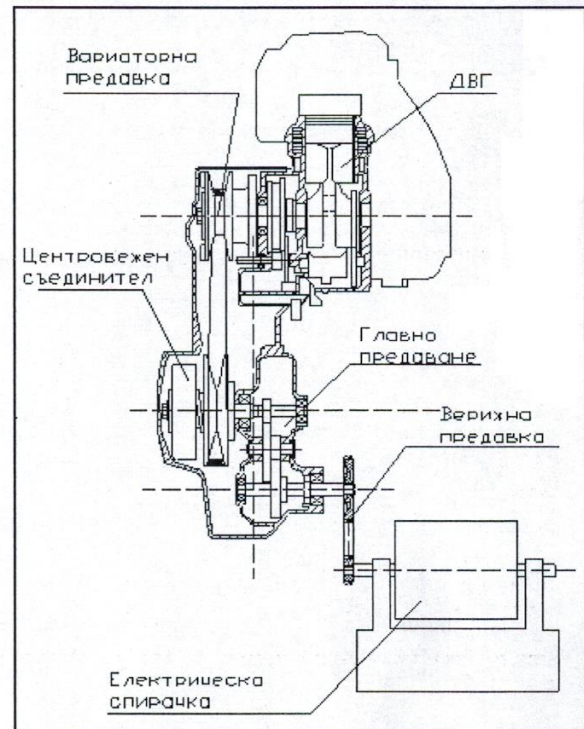
В съвременните автомобили се използват най-често традиционните ръчни и автоматични степенни предавателни кутии. Те обаче имат някои сериозни недостатъци, които се изразяват в следното:

- при ръчните степенни предавателни кутии се появяват динамични натоварвания, при смяна на предавките, които намаляват надеждността на различни възли от трансмисията на автомобила.
- имат строго определени предавателни отношения на отделните предавки, които не винаги отговарят на работния режим на двигателя.
- влошена горивна икономичност на автомобила.
- висока токсичност на отработените газове.

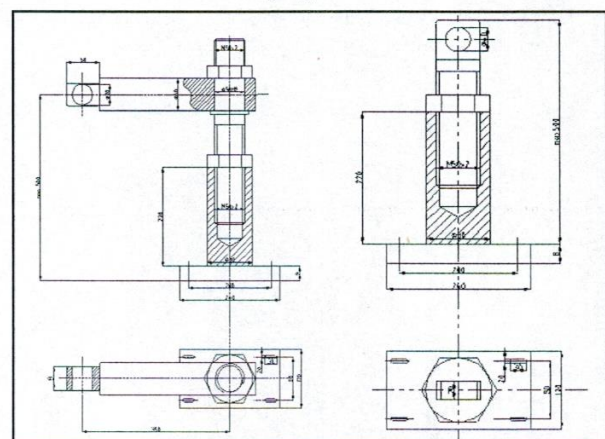
За да се решат тези недостатъци най-важно е да се гарантират оптимални режими на работа на двигателя. При оптимален режим на натоварване на двигателя се намалява токсичността на отработените газове и се подобрява горивната икономичност на автомобила. Този режим се постига чрез безстепенните механични трансмисии, които имат свойството безстепенно и плавно да изменят предавателното си отношение в зависимост от натоварването на двигателя и пътните условия. Една от най-използваните в автомобилната техника безстепенна механична трансмисия е клиноремъчната (CVT). С нейното вграждане в автомобила се постигат следните предимства:

- намалена токсичност на отработените газове.
- подобрена горивна икономичност на автомобила
- висока надеждност и възможност за предаване на сравнително големи въртящи моменти.
- подобрени теглително-скоростни свойства на автомобила.

В настоящия доклад е описан и анализиран стенд за изпитване на безстепенни механични предавки. Проектираният стенд е комплексна система състояща се от следните модули: задвижващ агрегат, вариаторна трансмисия, главно предаване и натоварващо устройство. За по-добра прегледност стенда е представен във вид на блок-схема показана на фигура 1. На схемата е показан и центробежен съединител, който изпълнява ролята на хлъзгаш елемент, както и свързващия елемент между изпитваната трансмисия и натоварващото устройство, което представлява верижна предавка. Задвижващия агрегат, вариаторната предавка и главното предаване са в общ корпус, и са закрепени неподвижно към фундамент с помощта на специално изработени стойки. Стойките са показани на фигура 2.



фигура 1.



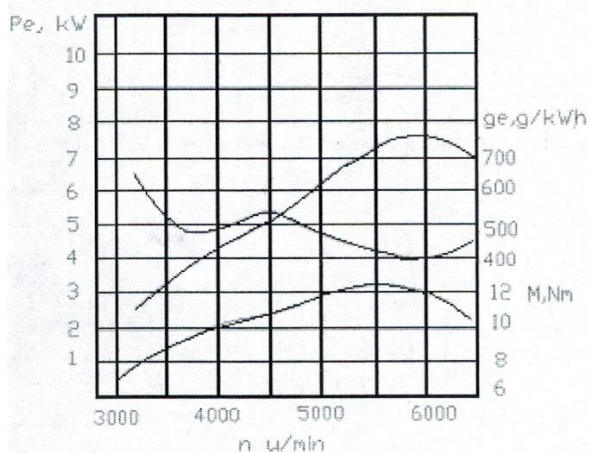
фигура 2.

2. Описание на отделните модули на стенда

- **Задвижващ агрегат** – представлява двутактов бензинов двигател с вътрешно горене. Техническите данни са представени във вид на таблица, и имат вида показан в таблица 1. На фигура 3 е показана външната характеристика на задвижващия агрегат дадена от завода производител.

Модел	Piaggio Liberty 125 2T
Ходов обем	125 cm ³
Двигател тип	Едноцилиндров-бензинов
Тактност	Двутактов
Мощност	12 к.с (8.8 kW)@6000 rpm
Въртящ момент	12.5 Nm@5750 rpm
Степен на сгъстяване	10.6:1
Горивна система	Карбуратор
Управляваща горивна система	SONIC
Стартер	Електрически
Мазилна система	Маслена помпа
Оладителна система	Въздушна
Собствена маса	108.0 kg

таблица 1



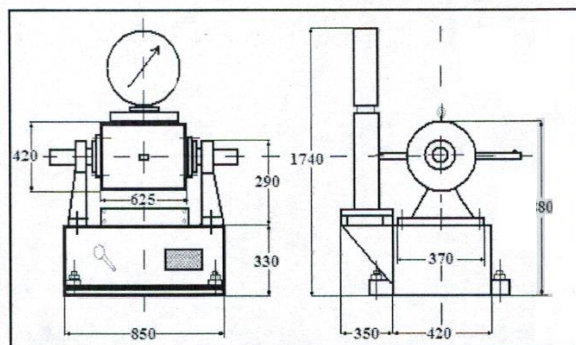
фигура 3

- **Натоварващ агрегат** – представлява електрическа спирачка (показана на фигура 4) лагерувана пенделово с натоварваща мощност 28 kW. Използването на този тип натоварващо устройство осигурява подходяща натоварваща характеристика на трансмисията, и е с мощност съобразена със мощността на задвижващия агрегат, и мощността която може да предаде изпитваната безстепенна предавка.



фигура 4

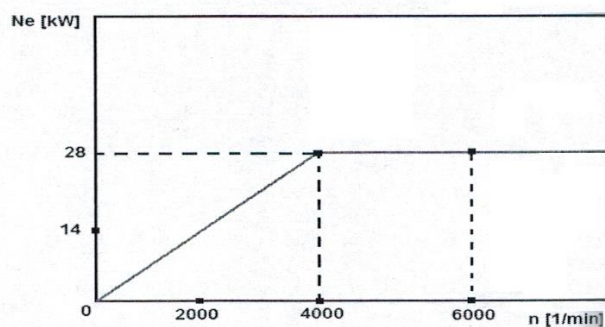
Основните ѝ параметри са показани в таблица 2, а натоварващата ѝ характеристика на фигура 5.



Електрическа спирачка ELBTAWERK HEIDENAU

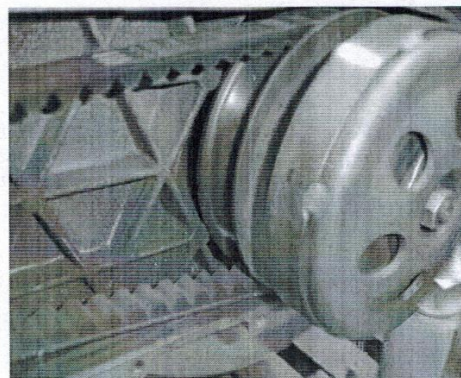
Марка	ELBTALWERK HEIDENAU
Модел	Rapido
Тип	GPFc7h
Номинално напрежение [V]	330
Номинален ток [A]	85
Мощност [kW]	28
Номинални обороти [rpm]	6000
Маса [kg]	425
Работна температура [C]	40

таблица 2



фигура 5

- **Вариаторна предавка** – на стенда за изпитване е монтирана симетрична клиноремъчна трансмисия с механично управление (фигура 6). Основните параметри на предавката са дадени в таблица 3.

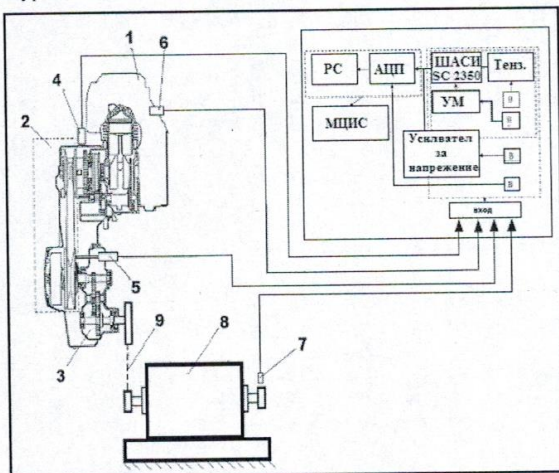


фигура 6

Диаметър на конусните шайби [mm]	∅ 130
Минимално пред. отношение $(\frac{L_{min}}{L_x})$	0.5
Максимално пред. отношение $(\frac{L_{max}}{L_x})$	2.2
Елемент предаващ въртящия момент	Гумей трапецовиден ремък
Вид вариатор	Механичен, симетричен
Управляваща система	Механична, центробежен съединител
Максимално предаван въртящ момент	12 Nm
Радиално преместване на ремъка [mm]	40

таблица 3

Лабораторния модул за изпитване на вариаторни трансмисии е комплектован със сензори за честота на въртене, преместване и температура. Разположението на сензорите и регистриращата апаратура са показани на фигура 7.



фигура 7

- 1 – Задвижващ агрегат (ДВГ)
- 2 – Вариаторна трансмисия
- 3 – Главно предаване
- 4 – Сензор за честота на въртене на ДВГ
- 5 – Сензор за преместване на конусната шайба
- 6 – Сензор за температура на ДВГ
- 7 – Сензор за честота на въртене на изхода на предавката
- 8 – Електрическа спирачка

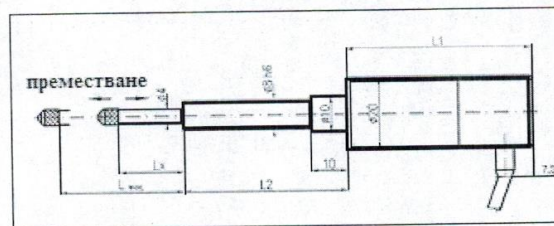
Сензора за честота на въртене на ДВГ е от индуктивен тип, и получава сигнал от запалителната уредба на двигателя. Запалителната уредба е от типа динамо-магнет. Изходния сигнал на сензора е във вид на променливо напрежение с амплитуда 10V, и честота пропорционална на оборотите на двигателя. При постъпването си в измервателната система напрежението се преобразува в честота на въртене, об/мин.

Сензора за преместване (показан на фигура 8) е от индуктивен тип. Стенда е оборудван със сензор тип RF 232, с диапазон на измерване на преместване 0 - 25 мм.



фигура 8

Геометричните и технически данни на сензора са показани съответно на фигура 9 и таблица 5.

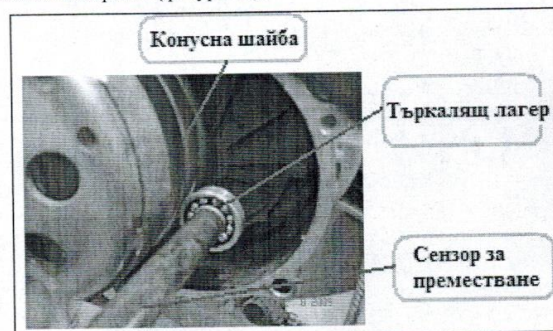


фигура 9

Преместване в мм	
Тип	RF 232
Измерване	±25
L1	160
L2	83
L _{max} (±1 mm)	69,5
L _x (±1,5 mm)	40

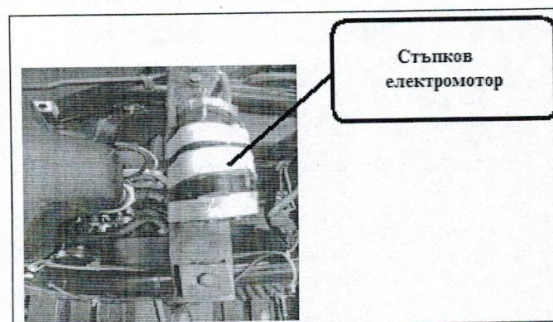
таблица 5

Сензора е монтиран на вторичната конусна шайба. Той контактува с шайбата посредством търкалящ лагер и директна механична връзка (фигура 10).



фигура 10

В стенда е монтиран само един възприемател за преместване, защото изследваната вариаторна предавка е от симетричен тип, т. е. преместването на определено разстояние на едната конусна шайба е пропорционално на преместването на другата шайба, но в обратна посока. Положението на дроселната клапа на ДВГ се регулира посредством постоянно токов стъпков мотор (фигура 11), с който много точно се регулира режима на натоварване на ДВГ и вариаторната предавка.



фигура 11

Задвижващия агрегат, вариаторната предавка и главното предаване са в общ корпус, и са позиционирани посредством стойки към фундамент. Изхода на вариаторната трансмисия се

свързва с натоварващото устройство посредством двойна верижна предавка, показана на фигура 12.



фигура 12

Предавателното число на тази предавка е $i = 2$, и е съобразено с оглед покриване на работния диапазон на натоварващия агрегат.

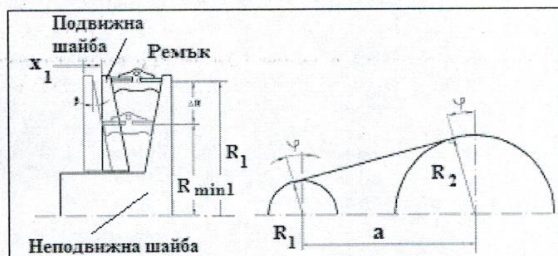
3. Методика на изпитанията

Основните параметри които се отчитат при стендовите изпитания са:

- Честота на въртене на входа на трансмисията - n_1 [min^{-1}]
- Преместване на вторичната конусна шайба - x_2 [mm]
- Честота на въртене на изхода на трансмисията - n_2 [min^{-1}]
- Въртящ момент на изхода на трансмисията M_2 [Nm]
- Температура на ДВГ [$^{\circ}\text{C}$]

Моментът на входа на трансмисията е моментът на ДВГ M_1 [Nm]. Стойността на M_1 при стендовите изпитания се отчита от външната характеристика на ДВГ, при съответната честота на въртене n_1 [min^{-1}] или се определя косвено от разхода на гориво или разреждането в смукателния колектор на ДВГ. С отчетените стойности за честотата на въртене на входа и изхода на предавката (n_1 , n_2) може да се определи кинематичното предавателно отношение на вариаторната предавка.

$$i_k = \frac{n_2}{n_1} [-]$$



фигура 13. Кинематика на клиноремъчна предавка

За вариаторната предавка са в сила следните кинематични зависимости:

$$R_2 = R_{CP} + \Delta R; \quad R_1 = R_{CP} - \Delta R, \quad [\text{mm}]$$

$$R_{CP} = (R_{1,\text{min}} + R_{1,\text{max}}) / 2 = (R_{2,\text{min}} + R_{2,\text{max}}) / 2, \quad [\text{mm}]$$

Радиусите R_1 и R_2 зависят от преместването x_2 , предизвикващо изменението им ΔR чрез следното уравнение:

$$\Delta R = \frac{\pi \cdot a \cdot \left(\sqrt{\text{tg}^2 \frac{\beta}{2} + \frac{4}{\pi \cdot a} \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2} \cdot x_2} - \text{tg} \frac{\beta}{2} \right)}{4 \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}}, \quad [\text{mm}],$$

където β е ъгъл на конусните шайби.

Определените стойности за R_1 и R_2 , чрез измереното преместване x_2 могат да се използват за изчисляване на текущото геометрично предавателно отношение на изследваната предавка:

$$i_2 = \frac{R_1}{R_2} [-]$$

От измерените и изчислените величини могат да се определят също и следните по-важни параметри на вариатора:

- скорост на клиновидния ремък

$$V_s = \omega_1 \cdot R_1 - \omega_2 \cdot R_2 \quad [\text{m/s}]$$

- хлъзгане на ремъка

$$\nu = \frac{V_s}{\omega_1 \cdot R_1} = 1 - \frac{\omega_2 \cdot R_2}{\omega_1 \cdot R_1} = 1 - \frac{i_k}{i_2} [-]$$

С получените стойности за моментите M_1 , M_2 и честотите на въртене n_1 , n_2 може да се определи КПД на изпитваната вариаторна предавка:

$$\eta = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{M_1 \cdot \omega_1} [-]$$

4. Изводи

С помощта на стенда описан в настоящия доклад се дава възможност за подробно изследване на параметрите на безстепенните вариаторни предавки. Данните получени при изследването служат за построяване на регулаторни и натоварващи характеристики на изследваните трансмисии. Стенда може да бъде комплектован с допълнителни сензори за вибрации, и да се види реално как действат възникналите по време на работа вибрации в клиновидния ремък върху ефективността на вариаторната предавка. Данните от сензорите постъпват в цифрова измервателна система, в която са заложили зависимостите изложени по-горе, която ги калкулира и инициализира изходните резултати във вид на графики. На тези графики може в реално време да се видят силови, кинематични и регулаторни параметри, които характеризират изследваната предавка.

Получените при лабораторните изпитания данни максимално близо се доближават до съответните данни при пътни изпитания. Това е така благодарение на добре подобрите характеристики на задвижващите и натоварващи устройства. С помощта на стенда могат да бъдат изследвани различни видове клиновидни ремъци, управляващи системи и конусни шайби.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Петров. В. А.** Автоматическое управление бесступенчатых передач самоходных машин, Машиностроение, Москва, 1968.
2. **Пронин Б. А., Г. А. Ревков.** Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи, Машиностроение, Москва, 1980.
3. **Bonsen B.** Efficiency optimization of the push-belt CVT by variator slip control, 2006.
4. **Tenberge P.** Power transmission in Continuously Variable Chain-Gears, 2004.
5. <http://www.engines.piaggio.com>