

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

МОТО-РФОНЕ



София Франс Ауто

AEBTRI

SSAB

SKODA



ЕТ
УРА ЕК ООД



ТРАНСВАГОН АД

АВТОМОТОР
КОРПОРАЦИЯ

TURBOTRUCKS.bg
вашият партньор на пътя



SCANIA
Скания България ЕООД

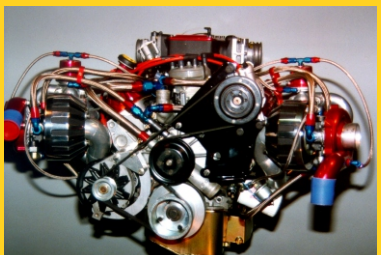
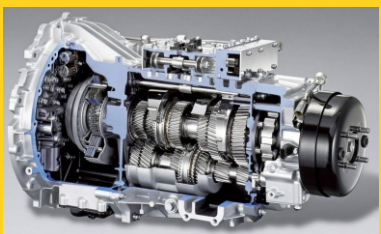
KNORR-BREMSE



BALKAN STAR



Lufthansa Technik



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. Plev, 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. Кableшков”-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

© Издателство на Техническия университет – София
© Technical University Academic Publishing House

© Редактор: Б. Гигов
© Editor: B. Gigov

Докладите са публикувани в сборника след рецензиране от двама специалисти в съответната област, членове на организационния комитет на конференцията.

Each report in the Proceedings is published after being reviewed by two experts in the respective field, members of the organizing committee of the Conference.

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

М. Петров, Моделиране полета на хеликоптера при изпълнение на спасителни операции в планинско-гориста местност	91
M. Petrov, Modelling the Flight of a Helicopter in Performing Rescue Operations in Mountain Woodland	
Й. Хаджиев, Хр. Панайотов и Д. Зафиров, Изследвания за реализация на автономен полет на безпилотен летателен апарат	94
J. Hadzhiev, Hr. Panayotov and D. Zafirov, Research to Realization of Autonomous Flight of the Unmanned Aerial Vehicles	
Ан. Павлов и Н. Величков, Изследване на точността на GPS приемник чрез изчисляване на геометричния фактор за работно съзвездие	99
A. Pavlov and N. Velichkov, Examination of the Accuracy of a GPS Receiver by Calculating a Geometrical Factor for Writing Constellation	
Пл. Роглев, Експериментални якостни изследвания на съчленено крило за безпилотен летателен апарат	103
Pl. Roglev, Experimental Structural Studies of Joined-Wing for a Unmanned Aerial Vehicles	
 Секция: Динамика, якост и надеждност на транспортната техника Section: Dynamics, Strength and Reliability of Vehicles	
Б. Борисов и М. Цонева, Изследване на хомогенността на температурното поле в камера за понижени температури	107
B. Borisov and M. Tsoneva, Study of the Homogeneity of the Temperature Field in a Chamber with Decreased Temperature	
Н. Коцев и Л. Лазов, Безопасност и оценка на риска при товароподемни кранове	110
N. Kotzev and L. Lazov, Safety and Risk Assessment of Hoisting Cranes	
П. Синапов и Цв. Велкова, Влияние на еластичността на крило с профил NASA 0012 върху нелинейните му трептения	115
P. Sinarov and Cv. Velkova, Influence of the Elasticity of the Wing with Airfoil NASA 0012 on Its Nonlinear Oscillations	
Иг. Игнатов, П. Синапов, Кр. Неделчев и Ив. Кралов, Изследване на фрикционни трептения на плоча	119
Ig. Ignatov, P. Sinarov, Kr. Nedelchev and Iv. Kralov, Study of Friction Induced Vibrations of a Plate	
Т. Желязов, Моделиране на механичните реакции на аксиално натоварен структурен елемент подсилен с базалтово-фибърен полимер по метода на крайните елементи	125
T. Zhelyazov, Finite Element Modeling of the Mechanical Response of an Axially Loaded Structural Element Strengthened with Basalt Fiber Reinforced Polymer	

- Ив. Кралов, Ана Пискова и К. Неделчев, **Експериментално и числено изследване на собствените честоти и форми на колоос** 129
 Iv. Kralov, Ana Piskova and Kr. Nedelchev, **Experimental and Numerical Study of Natural Frequencies and Modes of a 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, Изследване на възможностите за използване на пиезокристал, монтиран в релсовия път, като източник на алтернативна енергия	203
O. Krastev, K. Velkov and Ivo Minchev, Research of Possibilities for Usage of Piezo-Crystals, Mounted on Railroad, as an Alternative Energy Source	
К. Велков, О. Кръстев и С. Пургич, Процес на загуба на спирачна маса в дълги товарни влакове	207
K. Velkov, O. Krastev and S. Purgić, About Braked Weight Loss in Long Freight Trains	
Св. Славчев, К. Георгиева, В. Стоилов и С. Пургич, Анализ на резултатите от теоретични и експериментални изследвания на вагон Fals	211
Sv. Slavchev, K. Georgieva, V. Stoilov and S. Purgić, Analysis of the Results of Theoretical and Experimental Studies of Freight Wagon Fals	
Св. Славчев, К. Георгиева и В. Стоилов, Проблеми на моделирането на вагонни конструкции с черупкови крайни елементи	215
Sv. Slavchev, K. Georgieva and V. Stoilov, Issues of Wagon Modeling With Shell Elements	
Ил. Ангелов, Анализ на конструктивното изпълнение и синтез на силовата характеристика на хидропневматичен буфер	219
Il. Angelov, Analysis of the Constructive Performance and Synthesis of Force Characteristics for the Repair of an “Oleo-Type4” Buffer	
Д. Калинчак, Р. Резничек и М. Миколайчик, Влияние на композитни и лети спирачни накладки върху железопътните колела	223
D. Kalinčák, R. Řezníček and M. Mikolajčík, The Influence of Composite and Cast Iron Brake Blocks on Railway Wheels	

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

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

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

АНАЛИЗ НА ЗАДРЪЖКИТЕ ПРИ РАЗЛИЧНИ ВАРИАНТИ НА ПРЕСИЧАНЕ НА ПЪТНОТО ПЛАТНО ОТ ПЕШЕХОДЦИ

ДУРХАН САЛИЕВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт”,
Технически университет - София, България
durhan_saliev@tu-sofia.bg

ГЕОРГИ МЛАДЕНОВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт”,
Технически университет - София, България
gmladenov@tu-sofia.bg

ЕМИЛ МАДЖАРСКИ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт”,
Технически университет - София, България
majarski@tu-sofia.bg

ЕМИЛ СВИЛЕНОВ

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт”,
Технически университет - София, България

Резюме:

Основната тема засегната в доклада е определяне на оптималният вариант на пресичане на пешеходците за осигуряване на минимална сумарна задръжка на автомобилния и пешеходният поток.

Ключови думи: *транспортни потоци, пешеходни потоци, задръжки.*

1. Увод

От равнището на организацията на пътното движение до голяма степен зависят безопасността и ефективността на транспортния процес. При организиране на движението важен дял има удобното и безопасно движение на пешеходците. Успешни резултати от организацията на пътното движение могат да се получат, ако се вземе под внимание това, че всяка разработка, свързана с организацията на движението, трябва да се основава на задълбочени предварителни проучвания и изследвания въз основа на широка информация за състоянието на транспортните и пешеходните потоци и след като се анализира тази информация да се обмисли въпросът за въвеждането на нова организация или подобряване на старата [2].

2. Предпоставки и начини за решаване на проблема

Транспортните задръжки са основен проблем при движение в градовете. Тяхното намаляване води до постигане на ползи от различен характер, като намаляване на времето за пътуване – както на пътуващите в автомобили по уличната мрежа така и на пешеходците.

Избора на вариант за осигуряване на пресичане-

то на пешеходци през уличното платно не винаги е обосноваван от гледна точка на създаваните задръжки за всеки от потоците.

Вземането на решение от подобен характер може да се осъществи с помощта на изследване свързано с определянето на интензивностите на транспортните и пешеходните потоци, определяне на времената за задръжките им съобразно получените стойности и съпоставянето им между четирите най-разпространени в Република България възможности за осигуряване на пресичане на пешеходците на пътното платно за движение, а именно:

- пешеходна пътека;
- пешеходна пътека с изкуствена неравност на платното за движение (повдигната пешеходна пътека);
- светофарна уредба за пешеходци с бутон за управление;
- светофарна уредба за пешеходци със зададен цикъл.

Определянето на транспортните задръжки за посочените варианти трябва да се осъществява съобразно тяхната спецификата и осигуряване на безопасното пресичане на пешеходците.

1. Пешеходна пътека

Според Закона за движение по пътищата [1], при преминаването през пешеходна пътека, пешеходците са с предимство пред автомобилите,

следователно при този вариант транспортната задръжка е само на автомобилите и пътуващите в тях. В този случай транспортните задръжки при преминаването през пешеходна пътека се определя по формулата:

$$T_{зад1}^{авт} = T_{осв.п.п} - T_{присм}^{авт}, \text{сек.} \quad (1)$$

където:

$T_{зад1}^{авт}$ – транспортна задръжка на автомобилите, сек.;

$T_{осв.п.п}$ – момент на освобождаване на пътната лента от пешеходци, сек.;

$T_{присм}^{авт}$ – момент на пристигане на автомобила, сек.

Моментът на освобождаване на пътното платно от пешеходец е сборът от момента на пристигане на пешеходеца ($T_{присм}^{авт}$) и времето необходимо за неговото пресичане на лентата за движение ($T_{пр}$), което зависи от широчината на лентата и скоростта на движение на пешеходците.

$$T_{осв.п.п} = T_{присм}^{авт} + T_{пр}, \text{сек.} \quad (2)$$

Полученият резултат се увеличава с коефициент 1,2, което отразява приемането, че в един автомобил пътуват средно по 1,2 души.

2. Пешеходна пътека с изкуствена неравност на платното за движение (повдигната пешеходна пътека)

При изпълнението на пешеходна пътека с изкуствена неравност на платното за движение се получава забавяне на транспортния поток за преминаване на този участък от пътя. На определено разстояние от пешеходната пътека с изкуствена неравност, автомобилите намаляват своята скорост на движение, преминават през пешеходната пътека и на определено разстояние след нея достигат максимално допустимата скорост за движение в градски условия. Експериментално е установено, че това разстояние ($S_{прем}$) е 25 метра.

Според вече изложените съображения транспортна задръжка ще съществува само за автомобилите като за всеки тях ще съществува и забавяне ($T_{зад.нер.}^{авт}$) породено от разликата във времето за преминаване на разстоянието $S_{прем}$ с максимално разрешена скорост и с намалена скорост на движение. Приема се, че средно за потока, автомобилите намаляват скоростта си до около 20 км/час.

$$T_{зад.нер.}^{авт} = t^{20km} - t^{50km}, \text{сек.} \quad (3)$$

където:

t^{20km} - времето за преминаване през пешеходната пътека с 20 км/час

t^{50km} - времето за преминаване на пешеход-

ната пътека с 50 км/час

В този случай общата транспортна задръжка ($T_{зад2}^{авт}$) е сбора от задръжката при пресичането на пешеходци и задръжката от изкуствената неравност на лентата за движение:

$$T_{зад2}^{авт} = T_{зад1}^{авт} + T_{зад.нер.}^{авт}, \text{сек.} \quad (4)$$

3. Светофарна уредба за пешеходци с бутон за управление

За оценка на транспортните задръжки в случай на поставяне на светофар за пешеходци е необходимо неговото оразмеряване. Съображенията при това са свързани с времето за зелен сигнал на пешеходците, времето за освобождаване на платното за движение, което ни гарантира, че и последният пешеходец, навлязъл по време на зелен сигнал, ще премине безопасно през нея. Съобразно средната скорост на движение на пешеходците се определя минимум за зелен сигнал към тях. Време за пресичане на една лента за движение $T_{3min}^{неи} = 3\text{сек.}$ Взема се предвид времето за сработване на светофарната уредба след натискане на бутон от пешеходец, времената за жълт сигнал, както и периода от време от червен сигнал за автомобилите до зелен сигнал за пешеходците.

За осигуряване на преминаване на автомобилният поток е необходимо приемане на минималното време за зелен сигнал за автомобилите между тяхното спиране.

Транспортната задръжка в този случай ($T_{зад3}^{авт}$) е сбора от задръжката на пешеходците ($T_{зад.св.б}^{неи}$), която е равна на интервала от време от момента на пристигане на пешеходец до момента на неговото преминаване и задръжката на автомобилния поток ($T_{зад.св.б}^{авт}$), която е сумата от задръжката на всеки един автомобил в опашката.

$$T_{зад3}^{авт} = T_{зад.св.б}^{авт} + T_{зад.св.б}^{неи}, \text{сек.} \quad (5)$$

При пресмятане на транспортната задръжка трябва да се вземе под внимание невъзможността на всички автомобили да преминат едновременно в момента на подаване на сигнал разрешаващ тяхното преминаване. На база това при интензивност на автомобилният поток над определени стойности е невъзможно преминаването на всички автомобили през времето за зелен сигнал и се стига до натрупване на опашка.

Отчита се и невъзможността на всички пешеходци да преминат едновременно при подаване на зелен сигнал на пешеходната секция на светофара.

4. Светофарна уредба за пешеходци със зададен цикъл

За оразмеряването на светофарната уредба се спазват разпоредбите в [3] като се приема макси-

малната определена продължителност на цикъла. Интензивността на пешеходния поток играе важна роля в определянето на продължителността на зеления сигнал за пешеходците. Както вече е определено минималната продължителност на времето за зелен сигнал за пешеходците $T_{3\min}^{neu} = 3\text{сек.}$, времето за освобождаване на лентата за движение $T_{осв} = 3\text{сек.}$ С повишаване интензивността на пешеходния поток, трябва да се увеличава и времето за зелен сигнал. Определят се до шест продължителности на времето за зелен сигнал, разрешаващ преминаване на пешеходците:

- $T_3^{neu} = 3\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 28;

- $T_3^{neu} = 4\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 36;

- $T_3^{neu} = 5\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 44;

- $T_3^{neu} = 6\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 52;

- $T_3^{neu} = 7\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 60;

- $T_3^{neu} = 8\text{сек.}$ – за интензивност, при която за продължителността на светофарния цикъл, броя на пешеходците не надхвърля 68.

При определяне на транспортната задръжка се взема под внимание невъзможността на всички автомобили да преминат едновременно в момента на подаване на сигнал разрешаващ тяхното преминаване. Отчита се и невъзможността на всички пешеходци да преминат едновременно при подаване на зелен сигнал на пешеходната секция на светофара.

При този вариант на пропускане на пешеходците през платното за движение транспортната задръжка се изчислява по формула (5) с отчитане на времената за съответните сигнали и времето за светофарният цикъл.

3. Резултати и дискусия

Извършени са изчисления за една лента за движение при следните приемания: широчина на лентата за движение 4 метра и широчина на пешеходната пътека 3,50 метра. Пресмятането се извършва за различно натоварване, както на автомобилният така и за пешеходният поток, като се пресмята общата задръжка за различните

варианти на пресичане на пешеходците. Стойностите на интензивността на автомобилния поток са в границите от 60 авт./ч до 1800 авт./ч, което според Златанов [2] е максималната пропускателна способност на една лента на движение, със стъпка 60 авт./ч, а стойността на интензивността на пешеходния поток е от 30 пеш./ч до 2000 пеш./ч със стъпка 30 пеш./ч.

Средната скорост на движение на пешеходците за извършване на изчисленията се приема средна скорост от 4 км/час или $V_n = 1,33\text{м/сек.}$

От анализа на изчисленията за пешеходна пътека се установи, че при интензивност на пешеходния поток по-голяма от 1170 пеш./ч интервалът, на който те пристигат е по-малък от времето необходимо на един пешеходец да премине лентата за движение, а при интензивност в интервала 900 – 1170 пеш./ч интервала от време от напускането на платното от пешеходеца до пристигането на друг такъв е недостатъчен за спокойното преминаване на един автомобил. Следователно при интензивност на пешеходния поток по-голяма от 900 пеш./ч автомобилния поток спира и се осъществява движение само на пешеходци.

Изчисленията за повдигната пешеходна пътека показват, че всеки един от автомобилите преминава през пешеходната пътека с намалена скорост на движение за 2,7 секунди повече, отколкото с разрешената в градски условия скорост.

При изчисленията за светофарна уредба за пешеходци с бутон за управление се прие периода от време от червен сигнал за автомобилите до зелен сигнал за пешеходците да е 1сек. На база това се определи цикъл с продължителност $T_u = 15\text{сек.}$ Минималното време за зелен сигнал за автомобилите между тяхното спиране се прие 30 секунди.

Изчисленията за светофарна уредба за пешеходци със зададен цикъл се извършиха съобразно различните продължителности на цикли спрямо времената за зелен сигнал към пешеходците.

Сравнението на резултатите за различните вариантите за осигуряване на възможност за пресичане на пешеходците на пътното платно, които ще осигурят преминаване, както на пешеходния така и на автомобилния поток, с най-малко време на транспортната задръжка при различни стойности на параметрите за тяхната интензивност е показан на фиг. 2.

С различните цветове се обозначават следните варианти:

- Жълт – вариант на пресичане с пешеходна пътека;

- Червен – вариант на пресичане с пешеходна пътека с изкуствена неравност на платното за движение (повдигната пешеходна пътека);

- Син – вариант на пресичане със светофарна уредба за пешеходци с бутон за управление;

- Кафяв – вариант на пресичане със светофарна уредба за пешеходци със зададен цикъл.

4. Заключение

Представеното сравнение на транспортните задръжки на автомобили и пешеходци при различни варианти на пресичане на пътното платно предполага усъвършенстване на решенията свързани с избор на вариант за прилагане според съответните условия на движение. При това освен удовлетворяване на изискванията за намаляване времето за

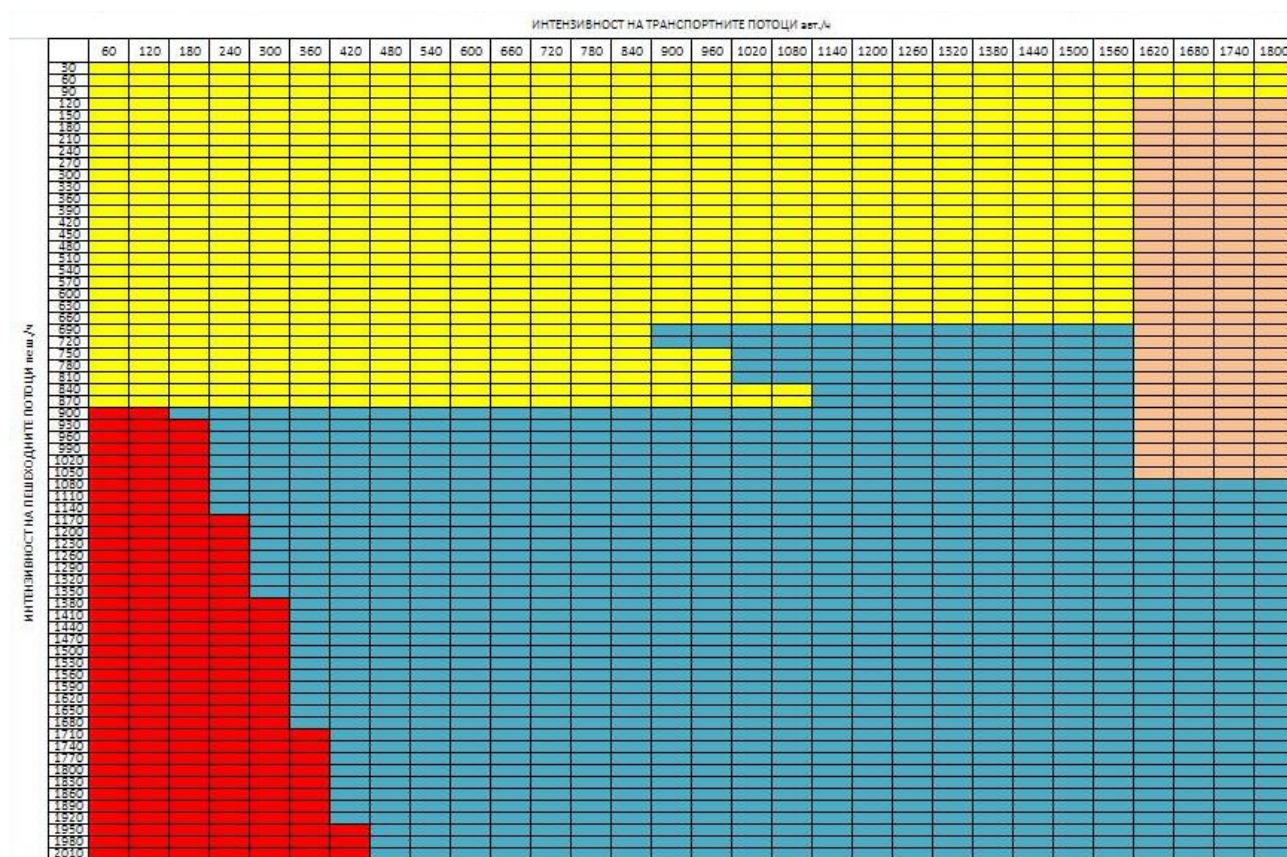
чакане при преминаване на пешеходна пътека е необходимо и спазването на условието за осигуряване, преди всичко, на безопасното преминаване на пешеходците.

Литература

[1] Закон за движението по пътищата, в сила от 01.09.1999 г.

[2] Златанов, И., 1985. *Организация и безопасност на движението*. София, Техника.

[3] Наредба № 17 от 23.07.2001 г. за регулиране на движението по пътищата със светлинни сигнали Издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството, обн., ДВ, бр. 72 от 17.08.2001 г., изм. и доп., бр. 18 от 5.03.2004 г.



Фиг. 2 Минимална транспортна задръжка при различни варианти на пресичане на пътното платно от пешеходци, при различни стойности на интензивността за транспортния и пешеходния поток

ANALYSIS OF TIME DELAY UNDER DIFFERENT PEDESTRIAN CROSSINGS

Durhan Saliev, Emil Madjarski, Georgi Mladenov, Emil Svilenov, Department of engines, motor vehicles and transport, Technical University of Sofia, Bulgaria

Summary: The main topic addressed in this report is to determine the optimal pedestrian crossing to ensure the minimum total retention of road and pedestrian flow.

Keywords: traffic flows, pedestrian flow, inhibitions