

ISSN 1311-3321 (print)  
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)  
ISSN 2603-4123 (on-line)

**UNIVERSITY OF RUSE “Angel Kanchev”**  
**РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “АНГЕЛ КЪНЧЕВ”**

**BSc, MSc and PhD Students & Young Scientists**  
**Студенти, докторанти и млади учени**

# **PROCEEDINGS**

**Volume 62, book 1.2.**

**Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian  
Science and Veterinary Medicine & Maintenance and  
Reliability & Thermal, Hydro-and Pneumatic  
Equipment & Ecology and Conservation & Industrial  
Design**

# **НАУЧНИ ТРУДОВЕ**

**Том 62, серия 1.2.**

**Земеделска техника и технологии, аграрни науки  
и ветеринарна медицина & Ремонт и надеждност  
& Топлотехника, хидравлика и пневматика &  
Екология и опазване на околната среда &  
Промислен дизайн**

**Ruse**  
**Русе**  
**2023**

Volume 62 of PROCEEDINGS includes the papers presented at the scientific conference RU & SU'23, organized and conducted by University of Ruse "Angel Kanchev" and the Union of Scientists - Ruse. Series 1.2. contains papers reported in the Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine; Maintenance and Reliability; Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment; Ecology and Conservation and Industrial Design.

Book	Code	Faculty and Section
<b>Agrarian and Industrial Faculty</b>		
1.1.	FRI-ONLINE-1-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	FRI-ONLINE-1-MR	Maintenance and Reliability
	FRI-ONLINE-1-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	FRI-ONLINE-1-EC	Ecology and Conservation
	FRI-ONLINE-1-ID	Industrial Design
1.2.	WED-ONLINE-SSS-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	WED-ONLINE-SSS- MR	Maintenance and Reliability
	WED-ONLINE-SSS-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	WED-ONLINE-SSS-EC	Ecology and Conservation
	WED-ONLINE-SSS-ID	Industrial Design
<b>Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering</b>		
2.1.	FRI-ONLINE-1-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
2.2.	WED-ONLINE-SSS-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
<b>Faculty of Electrical Engineering Electronics and Automation</b>		
3.1.	FRI-ONLINE-1-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
3.2.	FRI-ONLINE-1-CCT	Communication and Computer Technologies
3.3.	THU-ONLINE-SSS-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
	THU-ONLINE-SSS-CCT	Communication and Computer Technologies
<b>Faculty of Transport</b>		
4.1.	FRI-2.209-1-TMS	Transport and Machine Science
4.2.	FRI-2.204-SITSTL	Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics
4.3.	WED-ONLINE-SSS-TMS	Transport and Machine Science
<b>Faculty of Business and Management</b>		
5.1.	FRI-ONLINE-1-EM	Economics and Management
5.2.	FRI-ONLINE-1-LIPC	Linguoculturology, Intercultural and Political Communication
5.3.	THU-ONLINE-SSS-EM	Economics and Management
5.4.	FRI-ONLINE-1-ESIS	European Studies and International Security
8.2.	FRI-ONLINE-1-SW	Social Work
<b>Faculty of Natural Sciences and Education</b>		
6.1.	FRI-ONLINE-1-MIP	Mathematics, Informatics and Physics
6.2.	FRI-ONLINE-1-PP	Pedagogy and Psychology
6.3.	FRI-ONLINE-1-LL	Linguistics and Literature
	FRI-ONLINE-1-AS	Art Studies

6.4.	FRI-ONLINE-1-ERI	Education - Research and Innovations
6.5.	THU-ONLINE-SSS-FM	Financial Mathematics
	THU-ONLINE-SSS-PP	Pedagogy and Psychology
<b>Faculty of Law</b>		
7.1.	FRI-ONLINE-1-LS	Law Studies
7.2.	FRI-ONLINE-1-NS	National Security
7.3.	MON-ONLINE-SSS-L	Law Studies
<b>Faculty of Public Health and Health Care</b>		
8.1.	FRI-ONLINE-1-HP	Health Promotion
8.3.	FRI-ONLINE-1-HC	Health Care
8.4.	FRI-ONLINE-1-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
8.5.	THU-ONLINE-SSS-HP	Health Promotion
	FRI-ONLINE-SSS-HC	Health Care
	THU-ONLINE-SSS-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
<b>Quality of Education Directorate</b>		
9.1.	FRI-ONLINE-QHE	Quality of Higher Education
<b>Razgrad Branch of the University of Ruse</b>		
10.1.	FRI-LCR-1-CT(R)	Chemical Technologies
10.2.	FRI-LCR-1-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
10.3.	TUE-ONLINE-SSS-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
	TUE-ONLINE-SSS-CT(R)	Chemical Technologies
<b>Silistra Branch of the University of Ruse</b>		
11.1.	FRI-ONLINE-DPM(S)	Didactics, Pedagogy and Methodology of training in...
	FRI-ONLINE-LTLHF(S)	Linguistics; Theory of Literature and History; Philosophy
	FRI-ONLINE-ELENSTS(S)	E-Learning; Electrical; Technical Sciences
11.2.	FRI-ONLINE-SSH(S)	Humanities
	FRI-ONLINE-SSS-PPTM(S)	Pedagogy, Psychology, and Teaching Methodology
	FRI-ONLINE-SSS-TS(S)	Technical Sciences

The papers have been reviewed.

**ISSN 1311-3321 (print)**

**ISSN 2535-1028 (CD-ROM)**

**ISSN 2603-4123 (on-line)** Copyright © authors

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.

The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



## PROGRAMME COMMITTEE

- **Prof. Amar Ramdane-Cherif**  
University of Versailles, France
- **Assoc. Prof. Manolo Dulva HINA**  
ECE Paris School of Engineering, France
- **Prof. Leon Rothkrantz**  
Delft University of Technology, Netherlands
- **Assoc. Prof. Antonio Jose Mendes**  
University of Coimbra, Portugal
- **Prof. Ville Leppanen**  
University of Turku, Finland
- **Assoc. Prof. Marco Porta**  
University of Pavia, Italy
- **Prof. Douglas Harms**  
DePauw University, USA
- **Prof. Zhanat Nurbekova**  
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur Sultan, Kazakhstan
- **Prof. Mirlan Chynybaev**  
Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyzstan
- **Prof. Ismo Hakala, PhD**  
University of Jyväskylä, Finland
- **Prof. Artur Jutman, PhD**  
Tallinn University of Technology, Estonia
- **Prof. RNDr. Vladimír Tvarozek, PhD**  
Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
- **Assoc. Prof. Ing. Zuzana Palkova, PhD**  
Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovakia
- **Andrzej Tutaj, PhD**  
AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland
- **Prof. Valentin NEDEFF Dr. eng. Dr.h.c.**  
“Vasile Alecsandri” University of Bacău, Romania
- **Cătălin POPA, PhD**  
“Mircea cel Bătrân” Naval Academy, Constantza, Romania
- **Prof. dr Larisa Jovanović**  
Alfa University, Belgrade, Serbia
- **Prof. dr hab. Edmund LORENCOWICZ**  
University of Life Sciences in Lublin, Poland
- **Assoc. Prof. Ion MIERLUS - MAZILU, PhD**  
Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania
- **Prof. Dojčil Vojvodić PhD**  
Faculty of Philosophy, University of Novi Sad, Serbia
- **Prof. Alberto Cabada**  
University of Santiago de Compostela, Faculty of Mathematics, Santiago de Compostela, Spain
- **Kamen Rikev, PhD**  
Institute of Slavic Philology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland
- **Prof. Ricardo Gobato, PhD**  
Secretariat of State of Parana Education and Sport (SEED/PR), Laboratory of Biophysics and Molecular Modeling Genesis
- **Prof. Fatima Rahim Abdul Hussein, PhD**  
University of Misan, College of Basic Education, English Department, Iraq

- **Prof. Liqaa Habeb Al-Obaydi, PhD**  
English Department, College of Education for Human Science, University of Diyala, Iraq
- **Dra. Clotilde Lechuga Jiménez, PhD**  
Social Science Education, Education Science Faculty (Teatinos Campus), University of Malaga, Spain
- **Prof. Dr. Mehmet Şahin, PhD**  
Mersin University, Faculty of Education, Department of Curriculum and Instruction, Turkey
- **Prof. Igor Kevorkovich Danilov, DSc**  
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
- **Prof. Aleksander Valentinov Sladkowski, DSc**  
Silesian University of Technology, Poland
- **Prof. Vera Karadjova, PhD**  
“St. Kliment Ohridski” University – Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Aleksandar Trajkov, PhD**  
“St. Kliment Ohridski” University - Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Petar Pepur, PhD**  
University of Split, Croatia
- **Prof. Korhan Arun, PhD**  
Namik Kemal University, Tekirdağ, Turkey
- **Prof. Yuliya Yorgova, PhD**  
Burgas Free University, Bulgaria
- **Jelena Stankovic, PhD**  
University of Nis, Serbia
- **Prof. Dr. Diana E. Woolfolk Ruiz**  
CETYS University, Mexico
- **Prof. Gerhard Fiolka, PhD**  
University of Fribourg, Switzerland
- **Prof. Haluk Kabaalioglu, PhD**  
Yeditepe University, Turkey
- **Prof. Silva Alves, PhD,**  
University of Lisbon, Portugal
- **Hanneke van Brugge, DHC mult**  
Appeldoorn, The Netherlands
- **Prof. Elena Torina**  
Tula State Pedagogical University "L. N. Tolstoy", Tula, Russia
- **Prof. Violeta Jotova**  
Direction Pediatrics at St. Marina University Hospital - Varna, Bulgaria, Chair ESPE Postgraduate Qualification Committee
- **Prof. Tanya Timeva, MD, PhD**  
Obstetrics and Gynecology Hospital "Dr. Shterev", Sofia, Bulgaria
- **Prof. Kiril Stoychev, PhD,**  
Institute of Metal Science, Equipment and Technologies “Acad. A. Balevsci” with Hydroaerodynamics centre – BAS, Bulgaria
- **Assoc. Prof. Mark Shamtsyan, PhD**  
Technical University, Saint Petersburg, Russia
- **Assoc. Prof. Oleksii Gubenia, PhD**  
National University of Food Technologie, Kiev, Ukraine
- **Prof. Olexandr Zaichuk, DSc**  
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine
- **Prof. Eugene Stefanski, DSc**  
Samara University, Russia

- **Assoc. Prof. Tatiana Strokovskaya, PhD**  
International University of Nature “Dubna”, Dubna, Russia
- **Prof. DSc. Petar Sotirow**  
Maria Curie-Sklodowska University of Lublin, Poland
- **Prof. Papken Ehasar Hovsepian**  
Sheffield Hallam University, Sheffield, UK
- **Accos. Prof. Krassimir Dochev Dochev, PhD**  
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Mariana Yordanova Docheva, PhD**  
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Assoc. Prof. Ivan Antonov Lukanov, PhD**  
University of Botswana, Faculty of Engineering and Technology, Gaborone, Botswana
- **Assoc. Prof. Petko Vladev Petkov, PhD**  
Research Associate Cardiff University, UK
- **Prof. Stepan Terzian DSc**  
Bulgarian Academy of Science, Bulgaria
- **Prof. Gabriel Negreanu, PhD**  
University Politehnica of Bucharest, Romania

## ORGANISING COMMITTEE

◆ **ORGANIZED BY: UNIVERSITY OF RUSE (UR) AND UNION OF SCIENTISTS (US) - RUSE**

◆ **ORGANISING COMMITTEE:**

● **Chairperson:**

Prof. DTSc. Hristo Beloev, DHC mult., Academician of Bulgarian Academy of Sciences - Rector of UR, Chairperson of US - Ruse

● **Scientific Secretary:**

Prof. Diana Antonova, DSc  
dantonova@uni-ruse.bg, 082/888 249

● **THEMATIC FIELDS:**

- **Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Sciences and Veterinary Medicine**

- **Maintenance and Reliability**

- **Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment**

- **Ecology and Conservation**

- **Industrial Design**

Assoc. Prof. Plamen Manev, PhD  
pmanev@uni-ruse.bg, +359 82 888 485

- **Pedagogy; Psychology and Methodology of training in...;** (19.05.23, Silistra)

Assoc. Prof. Diana Zhelezova-Mindizova, PhD,  
dmindizova@uni-ruse.bg

- **Philology;** (19.05.23, Silistra)

Assoc. Prof. Rumiana Lebedova, PhD  
rlebedova@uni-ruse.bg

- **Technical Sciences;** (19.05.23, Silistra)

Assoc. Prof. Evgenia Goranova, PhD,  
egoranova@uni-ruse.bg

- **Chemical Technologies** (03-04.11., Razgrad)

- **Biotechnologies and Food Technologies** (03-04.11., Razgrad)

Assoc. Prof. Tzvetan Dimitrov  
conf\_rz@abv.bg, +359 887 631 645

- **Mechanical Engineering and Machine-building Technologies**

Prof. Ivelin Ivanov, PhD  
ivivanov@uni-ruse.bg, +359 82 888 472

- **Electrical Engineering, Electronics and Automation**

Assoc. Prof. Boris Evstatiev, DSc  
bevstatiev@uni-ruse.bg, +359 82 888 371

- **Communication and Computer Systems**

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD, giivanova@uni-ruse.bg, +359 82 888 855  
Assoc. Prof. Adriana Borodzhieva, PhD, aborodzhieva@uni-ruse.bg, +359 82 888 734

- **Transport and Machine Science**

Assoc. Prof. Simeon Iliev, PhD  
spi@uni-ruse.bg, +359 82 888 331

- **Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics**  
Prof. Velizara Pencheva, PhD  
vpencheva@uni-ruse.bg, +359 82 888 558, +359 82 888 608
- **Economics and Management**  
Pr. Assist. Miroslava Boneva, PhD, mboneva@uni-ruse.bg, +359 82 888 776  
Pr. Assist. Elizar Stanev, PhD, eastanev@uni-ruse.bg, +359 82 888 557
- **European studies and International Security**  
Prof. Vladimir Chukov, DSc, spi@uni-ruse.bg, +359 82 825 667
- **Mathematics, Informatics and Physics**  
Prof. Tsvetomir Vasilev, PhD  
tvasilev@uni-ruse.bg, +359 82 888 475
- **Education - Research and Innovations**  
Assoc. Prof. Emilia Velikova, PhD  
evelikova@uni-ruse.bg, +359 885 635 874
- **Pedagogy and Psychology**  
Assoc. Prof. Bagryana Ilieva, PhD  
bilieva@uni-ruse.bg, +359 82 888 219
- **History, Ethnology and Folklore**  
Pr. Assist. Reneta Zlateva, PhD  
rzlateva@uni-ruse.bg, +359 82 888 752
- **Linguistics, Literature and Art Science**  
Assoc. Prof. Velislava Doneva, PhD  
doneva\_v@uni-ruse.bg, +359 886 060 299
- **Health Promotion**  
Assoc. Prof. Stefka Mindova, PhD  
smindova@uni-ruse.bg, +359 882 895 149
- **Social Work**  
Pr. Assist. Ana Popova, PhD  
sipopova@uni-ruse.bg, +359 889 874 219
- **Medical and Clinical Diagnostic Activities**  
Pr. Assist. Deniza Trancheva, PhD  
dtrancheva@uni-ruse.bg, +359 82 888 410
- **Health care**  
Assist. Veselka Mihailova, PhD  
vmihaylova@uni-ruse.bg, +359 879586861
- **Law**  
Assoc. Prof. Elitsa Kumanova, PhD  
ekumanova@uni-ruse.bg, +359 884 980 050
- **National Security**  
Assoc. Prof. Milen Ivanov, DSc  
poligon@abv.bg, +359 82 888 736
- **Quality of Higher Education**  
Prof. Ivanichka Serbezova, PhD, iserbezova@uni-ruse.bg  
Daniela Todorova, dtodorova@uni-ruse.bg, +359 82 888 378



• **REVIEWERS:**

Prof. Plamen Kangalov, PhD

Assoc. Prof. Krasimir Tujarov, PhD

Assoc. Prof. Atanas Atanasov, PhD

Assoc. Prof. Plamen Manev, PhD

Assoc. Prof. Krasimir Kamenov, PhD

Assoc. Prof. Toni Uzunov, PhD

Assoc. Prof. Stefko Burdzhiev, PhD

**AGRICULTURAL MACHINERY AND TECHNOLOGIES, AGRARIAN  
SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE;  
MAINTENANCE AND RELIABILITY;  
THERMAL, HYDRO- AND PNEUMATIC EQUIPMENT;  
ECOLOGY AND CONSERVATION;  
INDUSTRIAL DESIGN**

**Content**

1. THU-SSS-AMT&ASVM-01	11
<b>Harmful and useful sunflower entomofauna at the Tutrakan region</b> <i>Angel Ivanov, Petya Angelova</i>	
2. THU-SSS-MR-01	16
<b>Research of the condition of engine oil used in a diesel internal combustion engine</b> <i>Plamen Shahanov, Todor Delikostov</i>	
3. THU-SSS-MR-02	20
<b>Analysis of the technique for inspection and non-destructive testing of railway tracks</b> <i>Borislav Valchev, Todor Delikostov</i>	
4. THU-SSS-THPE-01	29
<b>Experimental research of the gas content in bubble column and airlift reactor</b> <i>Enis Hasan, Galena Petkova, Veselin Iliev, Desislava Mutafchieva</i>	
5. THU-SSS-THPE-02	35
<b>Energy efficiency analysis of a complex ventilation system</b> <i>Nedelcho Kovachev, Gencho Popov, Kliment Klimentov</i>	
6. THU-SSS-EC-01	43
<b>Environmental effects of the exhaust gases of a passenger car with an installed automatic gas system</b> <i>Preslav Minkov, Nikolay Kovachev</i>	
7. THU-SSS-EC-02	48
<b>A change in vehicle noise at start until normal temperature is reached</b> <i>Preslav Minkov, Nikolay Kovachev</i>	
8. THU-SSS-ID-01	53
<b>Choice of colors in the residential interior</b> <i>Maya Yordanova, Yordan Doychinov</i>	
9. THU-SSS-ID-02	57
<b>Transformation of the staircase in historical time</b> <i>Svetlana Goreva, Yordan Doychinov</i>	

## HARMFUL AND USEFUL SUNFLOWER ENTOMOFAUNA AT THE TUTRAKAN REGION

---

### **Angel Ivanov – Student**

Department Agriculture machinery,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Tel.: +359 88 7174014  
E-mail: [aivanov@uni-ruse.bg](mailto:aivanov@uni-ruse.bg)

### **Petya Angelova, PhD**

Department Agriculture machinery  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 82 888 288  
E-mail: [pangelova@uni-ruse.bg](mailto:pangelova@uni-ruse.bg)

**Abstract:** *The studies were conducted in the period 2021 - 2023 in an experimental field in the land of Tsar Samuil village. The species composition of the enemies was established by standard entomological methods – visual observations, soil excavations, route surveys, mowing with an entomological bag and laboratory determinations. Surveys were carried out during the following periods: outside the sunflower growing season; from the budding phase to the flowering phase of the sunflower and from the flowering phase to the ripening phase of the sunflower. The study of the entomofauna in the sunflower crop will support the development of good plant protection practice. Protecting the sunflower from enemies is a good prerequisite for its cultivation.*

**Keywords:** *Sunflower, Entomofauna, Plant protection practice*

## **INTRODUCTION**

The sunflower (*Helianthus annuus L.*) is the main and most widespread oilseed crop for Bulgaria and one of the most suitable predecessors for cereal crops.

An important role in realizing the potential of a given variety or hybrid is played by both the genetic characteristics and the region with the specific soil and climatic conditions in which sunflower is grown. [3] With the coming changes in the climate and especially with the looming warming, the sunflower is becoming an increasingly preferred crop, especially from an economic point of view. The inclusion of new varieties and hybrids of sunflower in the crop rotation allows the diversification of the culture, as well as the reduction of some economic risks.

Sunflower is a crop where short-term drought has no significant economic impact. Of greater importance are the precipitation amounts during separate periods of the vegetation [1, 4]. Regardless of the fact that sunflower is a crop with good ecological plasticity, the choice of a hybrid should be made specifically for agro-ecological regions in order to realize its productive potential to the maximum in the relevant soil and climate conditions.

In Bulgaria, there are more than 70 species of sunflower enemies of economic importance - soil, trunk beetles, plant bugs, crickets and others. In some areas, sunflower cutting reduces yield by about 50-60%. Young plants are attacked by the larvae of the meadow butterfly and by swarming grasshopper species in individual years.

In recent years, as a result of the created extreme conditions, the regulating role of beneficial entomofauna has gained particular importance.

## **EXPOSURE**

### **Materials and methods**

We carried out the study in an experimental field in the land of the village of Tsar Samuil, commune. Tutrakan during the period 2021 - 2023. We established the species composition of the enemies through standard entomological methods - visual observations, soil excavations, route

inspections, mowing with an entomological bag and laboratory determinations. We carried out the surveys during the periods: outside the sunflower growing season; from the budding phase to the flowering phase of the sunflower and from the flowering phase to the ripening phase of the sunflower.

### Results and discussion

In the areas intended for sunflower sowing, during soil excavations, the enemies indicated in table 1 were found.

Table 1: Lists of harmful insects of the sunflower, established in the experimental section in the region of the village of Tsar Samuil

	Scientific name	Order: Family	
1	<i>Lygus pratensis</i> L.	Hemiptera: Miridae	++
2	<i>Lygus rugulipennis</i> Ropp.	Hemiptera: Miridae	++
3	<i>Adelphocoris lineolatus</i> Goeze	Hemiptera: Miridae	+
4	<i>Nezara viridula</i> L.	Hemiptera: Pentatomidae	+
5	<i>Dolycoris baccarim</i> L.	Hemiptera: Pentatomidae	+
6	<i>Halyomorpha halys</i> Stal.	Hemiptera: Pentatomidae	+
7	<i>Eurydema oleracea</i> L.	Hemiptera: Pentatomidae	+
8	<i>Spathocera dalmandii</i> Schilling	Hemiptera: Coreidae	+
9	<i>Cercopis vulnerata</i> Ger.	Hemiptera: Cercopidae	+
10	<i>Aphrophora alni</i> Fallen	Hemiptera: Aphrophoridae	+
11	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Hemiptera: Aphididae	+
12	<i>Tanymecus dilaticollis</i> Gyll.	Coleoptera: Curculionidae	+
13	<i>Gastrophysa polygoni</i> L.	Coleoptera: Chrysomelidae	+
14	<i>Chrysolina marginata</i> L.	Coleoptera: Chrysomelidae	+
15	<i>Acanthoscelides aureolus</i> Horn.	Coleoptera: Chrysomelidae	+
16	<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.	Lepidoptera: Noctuidae	+
17	<i>Ectobius vittiventris</i> Costa	Blatodea: Blatellidae	+

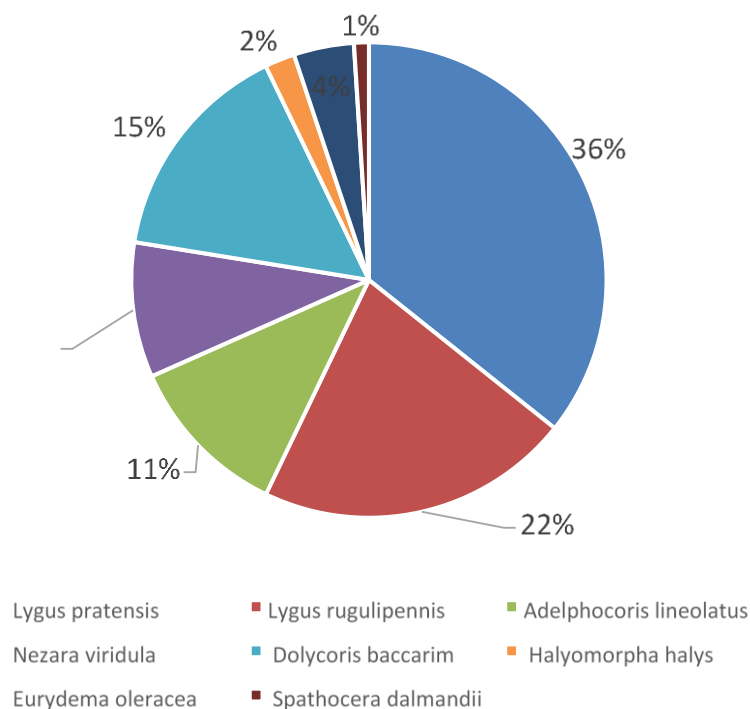


Fig. 1. Percentage ratio of bed bug species in a sunflower crop

The sunflower weevil and sunflower moth, described in the literature as important enemies of sunflower, were not identified. Of the moths, single caterpillars of the cotton moth *Helicoverpa armigera* were found, and the moth *Emmelia trabealis* was found in only one count and only as an adult. Small numbers of black bean aphid colonies were found on single plants. None of the enemies listed in the table. 1 did not cause any damage that would require any plant protection measures to be taken.

During the generative phase at physiological maturity, grain beetle *Acanthoscelides aureolus* adults appeared on the kernels, but grain damage was minor.

It can be concluded that the biggest pest of the sunflower was the birds, which pecked a certain part of the seeds.

Soil excavations done before sowing showed the presence of earthworms only.



Fig. 2. *Lygus pratensis* L.

Regardless of the presence of another sunflower crop at a distance of about 1 km from the experimental plot, at no point in the phenological development of the crop did the established enemy species exceed the threshold of economic harm.

The species composition of beneficial insects - predators and parasitoids - is indicated in table 2. The low density of aphids is the probable reason for the establishment of only two species of ladybirds - aphidophages: 7-spot ladybird and variable ladybird. The 22-spotted ladybird, which feeds on mealybug mycelium, was found in the crop only in isolated reports and most likely feeds on mealybug mycelium on some weed species. The predatory bedbug *Nabis* sp. was also found on sunflower plants, but its victims (thrips, aphids and other small insects) are mainly on weedy plants. The most abundant predators in May-June were the molluscs *Cantharis fusca* and *Rhagonycha fulva*, which have a mixed diet. Adults of the syrphid fly *Eoepodes corollae* are attracted to flowering plants on whose nectar they feed. No syrphid fly larvae were found in the sparse aphid colonies.

Table 2: Lists of useful insects of the sunflower, established in the experimental section in the region of the village of Tsar Samuil

	Scientific name	Order: Family
1	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (L.)	Coleoptera: Coccinellidae
2	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	Coleoptera: Coccinellidae
3	<i>Hippodamia variegata</i> Goeze	Coleoptera: Coccinellidae
4	<i>Cantharis fusca</i> L.	Coleoptera: Cantharidae
5	<i>Rhagoxycha fulva</i> (Scopoli)	Coleoptera: Cantharidae
6	<i>Nabis</i> sp.	Hemiptera: Nabidae
7	<i>Eopeodes corollae</i> Fabricius	Diptera; Syrphidae

As already mentioned, the harmful insect species found on the sunflower were in very low density (Fig. 3).

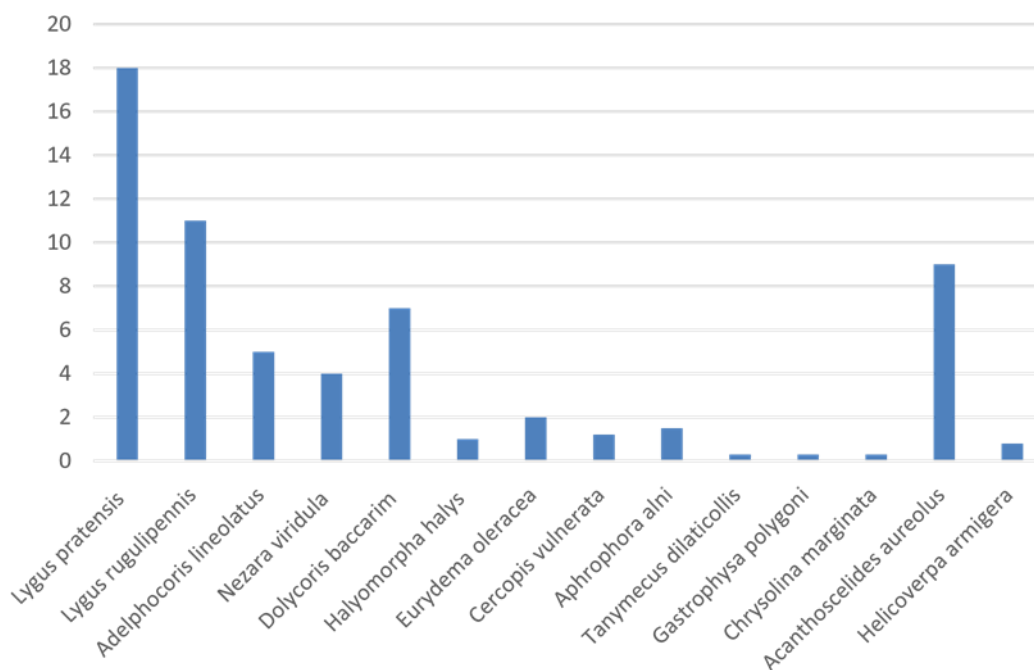


Fig. 3. Average population density of sunflower enemies

In none of the readings from the beginning of the growing season to harvest of the sunflower, there was no enemy that exceeded the defined thresholds of economic harm and necessitated the implementation of a treatment or another plant protection measure.

## CONCLUSION

Successful pest management depends on the correct identification of the pest, the study of its biology, establishing the population density and comparing it with the economic threshold of harm, as well as choosing appropriate control methods. The use of integrated management ensures that control decisions will be cost-effective and achieved with minimal negative impact on the environment, as little impact on non-target organisms as possible and with a reduced likelihood of secondary pests. Integrated pest management combines resistant varieties, biological control, and the application of insecticides only when pest populations have reached economically harmful levels. Low-cost components of pest management include crop rotation, modified planting dates, host plant resistance, and conservation of natural enemies (predators, parasitoids, and pathogens).

It is necessary to note that regardless of the many species of entomophages inhabiting sunflower crops and feeding on harmful insects, the regulation of their density by means of natural populations of entomophages is not possible for all enemies, especially for those that are polyphagous. Many occasional insect pests of sunflower can cause high levels of damage, but they are not consistent enough to justify the long-term resources needed to develop integrated management plans. In these cases, efforts are made to use the resistance of the host plants as the main tool to limit their damage. However, in a given area two or three species are considered dangerous pests and the cumulative costs and risks of dealing with them is an incentive to develop more detailed control plans.

#### REFERENCES

- Altieri M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 74: 19-31.
- Free JB. (1993) *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, London, UK, 125-142.
- Jadhav J.A., Sreedevi K., Rajendra Prasad P. (2011). Insect pollinator diversity and abundance in sunflower ecosystem. *Current Biotica*. 5(3): 344-350.
- Jones G.A., Gillett J.L. (2005). Intercropping with sunflowers to attract beneficial insects in organic agriculture. *Florida Entomologist*. 88(1): 91-96.
- Lanjar A.G, Solangi A.W., Khuhro S.A., Jiskani R.H., Bukero A., Nissa Rais M.U. 2014. Effect of mix cropping of mustard and sunflower on insect diversity. *Science International*. 26(4): 1601-1606.

TRU-SSS-MR-01

---

## RESEARCH OF THE CONDITION OF ENGINE OIL USED IN A DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINE<sup>1</sup>

---

**Eng. Plamen Shahanov, MSc**

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistic and Chemical Technologies

University of Ruse “Angel Kanchev”

Tel.: +359 82 888 458

E-mail: [plm3@abv.bg](mailto:plm3@abv.bg)

**Assoc. Prof. Todor Delikostov, PhD**

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistic and Chemical Technologies

University of Ruse “Angel Kanchev”

Tel: +359 82 888 458

E-mail: [delikostov@uni-ruse.bg](mailto:delikostov@uni-ruse.bg)

**Abstract:** *The article reviews the results of a study on condition of engine oil used in an internal combustion diesel engine. The study was conducted in order to determine the remaining useful life of the engine oil. FluidScan special appliance was used, which defined main parameters for the oil condition which are: total acid number (TAN), total alkaline number (TBN), oxidation, nitration, sulphation, depletion of additives, soot, glycol/antifreeze and water. Analysis of the results shows that the oil studied is in good condition and has a resource of over 15,000 km.*

**Keywords:** *engine oil, oil characteristics, internal combustion engine*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Двигателно масло или моторно масло е петролен или синтетичен продукт, чиято цел е да смазва възлите и детайлите в двигателя с вътрешно горене. Освен да смазват триещи се повърхности, моторните масла охлаждат определени части на двигателя и имат и почистващо действие. Газовите двигатели използват огромни количества масло, което се сменя след многократни тестове на маслото и неговите качества. Масова практика е маслото да се сменя на 10 000 – 15 000 км. В момента прочувания твърдят, че маслото трябва да се сменя на 20 – 30 хил. км (Antiniev, A. 2014).

Двигателните масла имат следните по-важни характеристики: име – определя се от производителя и спецификацията по SAE; спецификации по ACEA и API; вискозитет – динамичен  $\mu$  [ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ] и кинематичен  $\nu$  [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]; индекс на вискозитета IV; специфично тегло (плътност)  $\rho$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $\text{g}/\text{l}$ ]; температура на запалване (точка на възпламеняване) СОС [ $^{\circ}\text{C}$ ]; температура на сгъстяване/застиване (точка на изливане)  $T_{\text{min}}$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]; съдържание на добавки; съдържание на механични примеси; съдържание на пепел (минерални вещества) [%]; стабилност на маслото, коксирание (склонност за образуване на нагар и смола); коксово число; съдържание на вода; алкално число (съдържанието на водоразтворими киселини и основи); миенни свойства; цвят и прозрачност (Bekana D., Antoniev A., Zach M., Mareček J. 2015).

### ИЗЛОЖЕНИЕ

FluidScan (фиг. 1) е преносима система за поддържане, базирана на състоянието, която дава оценка на състоянието на флуида, базирана на приложенията на стандартите ASTM International и JOAP1.

---

<sup>1</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ СЪСТОЯНИЕ НА МОТОРНО МАСЛО, ИЗПОЛЗВАНО В ДИЗЕЛОВ ДВИГАТЕЛ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ.



Тя предпазва машините, като определя кога смазочния продукт трябва да се смени, поради прекомерно замърсяване или разграждане. FluidScan открива разграждане на смазочния продукт и замърсяване с други флуиди (вода, гликол, грешен смазочен продукт) в процеса на експлоатация като измерва ключови параметри на състоянието на маслото при синтетични и минерални смазочни продукти и флуиди.

FluidScan анализира смазочни продукти и флуиди, използвайки инфрачервена спектроскопия, техника която намира широко приложение като първичен тест за замърсяване и разграждане. Той извършва анализите със същата точност като лабораторни инструменти, но го прави на място в преносимата версия. По този начин FluidScan отчита и съхранява информация за състоянието на маслото при точката на употреба. Информацията, съхранена в системата, може да се синхронизира и свали чрез FluidScan Manager, мощна база данни, която работи на отделен персонален компютър и съхранява данни за архивиране, анализиране и отчитане. FluidScan Manager е включен във FluidScan, но не се изисква за рутинната експлоатация.



Фиг. 1. Уред FluidScan

Уредът за определяне състоянието на смазочни продукти FluidScan е приложим към всяка механична система, при която е недопустимо настъпването на отказ. Той позволява на операторите на оборудване за производство на електроенергия, морски плавателни съдове, камиони, вятърни турбини, руднично оборудване, военни превозни средства и самолети, тежко строително оборудване, или всяка голяма индустриална система, да установят програми за превантивна поддръжка, базирайки се на състоянието на маслото, вместо предварително зададен график, основан на време или разстояние.

FluidScan осигурява незабавен анализ на място на свойствата на смазочните продукти и акуратно предупреждава потребителя, когато е време за смяна на смазочния продукт, поради замърсяване или разграждане. Основните предимства на анализа на място в реално време включва:

1. Удължени интервали на смяна на маслото
2. Без забавяне за изчакване на лабораторни анализи
3. Намалени оперативни разходи и разходи за поддръжка
4. Редуциране на прекъсванията за непланирана поддръжка
5. Предотвратяване на катастрофални аварии
7. Измерва параметри, ключови за състоянието на маслото, включително: общо киселинно число (TAN); общо алкално число (TBN); оксидация; нитриране; сулфатиране; неправилен смазочен продукт; изчерпване на добавките; сажди; гликол/антифриз; вода.

#### **Обект и предмет на изследването**

Обект на изследването е синтетичното моторно масло URSA Premium FE SAE 5w30, предназначено за дизелови двигатели.

В табл.1 са представени основните технически свойства на изследваното масло, взети от спецификацията на производителя.

Таблица 1. Технически свойства на моторно масло URSA Premium FE SAE 5w30

Параметър	Метод	Стойност
Плътност при 15°C, kg/l	ASTM D4052	0,862
Кинематичен вискозитет при 40°C, mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445	71.4
Кинематичен вискозитет при 100°C, mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445	12.1
Индекс на вискозитета	ASTM D2270	166
Температура на втечняване, °C	ASTM D5950	-51
Температура на възпламеняване, °C	ASTM D92	230
Обща алкалност, mg KOH/g	ASTM D2896	15.1

Предмет на изследването изменението на свойствата на маслото в процеса на неговото използване.

Маслото е използвано при смяна на маслото на дизелов двигател, с обем 2998 cm<sup>3</sup> и максимална мощност 125 kW, товарен автомобил Iveco с показание на километража 258149 km.

За изследването на маслото са взети проба със свежо масло и проби на всеки 1000 километра пробег на автомобила. Пробите се съхраняват в подходящи контейнери за да се предотврати навлизането на влага при контакт с въздуха. Контейнерите са номерирани и са посочени изминатите километри след смяната на маслото на двигателя.

### Определяне състоянието на маслото с уред FluidScan

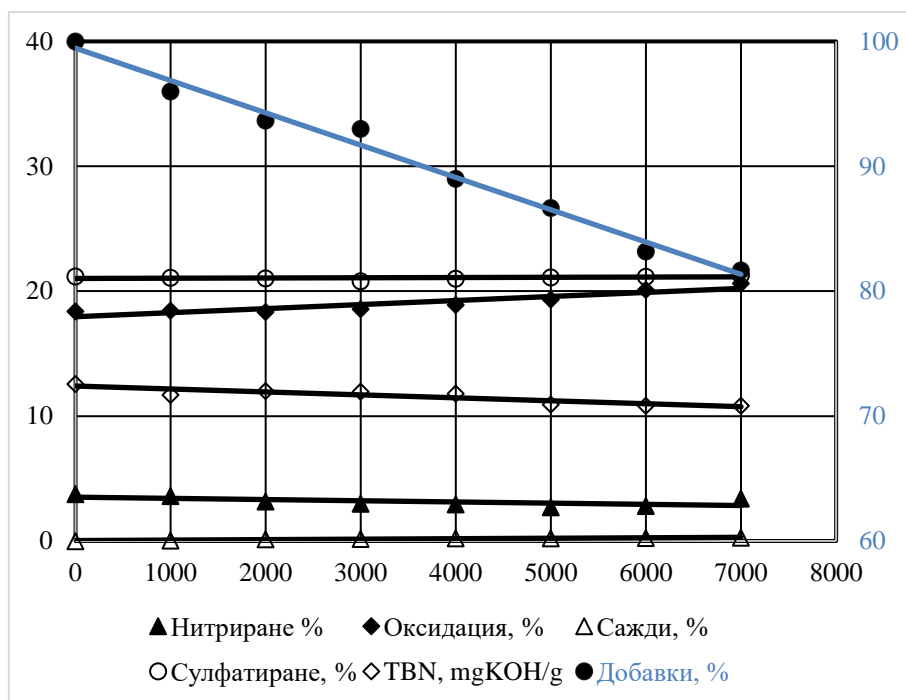
Пробите масло са изследвани по методиката, описана от Д. Бекана и др. (Bekana D., Antoniev A., Zach M., Mareček J., 2015). Пробата със свежо масло е изследвана първа и резултатите от нея служат за база за сравнение при изследване на следващите проби.

В таблица 2 са представени резултатите от изследването на пробите.

Таблица 2. Резултати от изследването на моторно масло URSA Premium FE SAE 5w30

Параметър	Измервателна единица	Отработка, km								Референтни стойности
		0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	
Добавки	%	100	96,00	93,67	93,00	89,00	86,67	83,2	81,67	> 40
Гликол	%	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 3
Нитриране	abs/mm <sup>2</sup>	3,77	3,6	3,17	3,00	2,93	2,70	2,80	3,40	< 30
Оксидация	abs/mm <sup>2</sup>	18,40	18,5	18,33	18,57	18,90	19,33	20,10	20,63	< 35
Сажди	%	0,00	0,05	0,14	0,17	0,21	0,22	0,25	0,26	< 3
Сулфатиране	abs/mm <sup>2</sup>	21,20	21,1	21,03	20,80	21,00	21,10	21,17	21,30	< 50
TBN	mgKOH/g	12,57	11,7	12,00	11,97	11,80	10,93	10,83	10,83	> 6,5
Вода	ppm	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3000

Получените резултати са представени графично на фиг. 2. В диаграмата не са включени резултатите от определяне на съдържанието на вода и гликол в маслото, тъй като стойностите им са 0 при всички проби.



Фиг. 2. Резултати от изследване на моторно масло URSA Premium FE SAE 5w30

Анализът на резултатите от изследването на маслото показват, че след изминаване на 7000 km моторното масло има стойности на контролираните параметри в допустимите граници. Параметърът, който се доближава най-много до допустимата стойност е съдържанието на добавки – 81,67 % при гранична стойност 40 %. При получената тенденция на изменение на параметрите може да се предположи, че остатъчният ресурс на маслото е още около 8000 km, а целият му ресурс е 15000 km – толкова, колкото е между две смени на маслото на двигателя.

## ИЗВОДИ

При получената тенденция на изменение на параметрите може да се предположи, че остатъчният ресурс на маслото е още около 8000 km, а общият му ресурс е 15000 km – толкова, колкото е между две смени на маслото на двигателя.

Получените резултати за състоянието на изследваното моторно масло показват, че маслената и охладителната системи на дизеловият двигател, в който то е използвано са в добро техническо, тъй като няма наличие на вода и гликол в състава му.

## REFERENCES

Antiniev, A. (2014). *Research on Used Engine Oil Quality Monitoring for Mobile Agricultural Machinery Monitoring*. Department of Repair, Reliability, Mechanism, Machines, Logistic and Chemical Technologies, Ruse, University of Ruse “Angel Kanchev”, Thesis submitted for PhD degree.

Bekana D., Antoniev A., Zach M., Mareček J. (2015). *Monitoring of Agricultural Machines with Used Engine Oil Analysis*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. Volume 63., Number 1, 2015. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563010015>

<https://cglapps.chevron.com/msdspds/PDSDetailPage.aspx?docDataId=359940&docFormat=PDF>

<https://www.spectrosci.com/product/fluidscan-1200>

TRU-SSS-MR-02

---

## ANALYSIS OF THE TECHNIQUE FOR INSPECTION AND NON-DESTRUCTIVE TESTING OF RAILWAY TRACKS <sup>2</sup>

---

**Eng. Borislav Valchev, PhD Student**

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistic and Chemical Technologies

University of Ruse “Angel Kanchev”

Tel.: +359 82 888 701

E-mail: [prostosmyrten@gmail.com](mailto:prostosmyrten@gmail.com)

**Assoc. Prof. Todor Delikostov, PhD**

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistic and Chemical Technologies

University of Ruse “Angel Kanchev”

Tel: +359 82 888 458

E-mail: [delikostov@uni-ruse.bg](mailto:delikostov@uni-ruse.bg)

### ВЪВЕДЕНИЕ

При съвременната експлоатация на железопътната транспортна технология релсите са изложени на постоянно увеличаване на скоростта и натоварването върху осите на вагоните и на постоянно увеличаване на напрежението в заварените железопътни релсови мрежи. За да се отговори на повишените изисквания за експлоатация са поставени нови изисквания за качеството на релсовата стомана в производствения процес и методите за проверка в процеса на производство и поддържане. В първата част на тази статия се разглеждат класифицицията на вероятните дефекти в различни етапи като топене, валцуване, термична обработка, пробиване, рязане, инсталиране, термитно заваряване и експлоатация и е описана тяхната инспекция посредством подходящ безразрушителен контрол (NDT). Във втората част на тази работа са обяснени възможността и допустимостта на различните методи за NDT за откриване на възникващите определени видове дефекти.

Една от новостите в нашето съвремие е Интернет на нещата (IoT) и следващото поколение индустриално производство и развитие на техниката (Индустрия 4.0) обхваща пълното свързване в мрежа на всички индустриални сфери. Нови производствени техники, като например 3D печат, ще позволят ефективно производство навреме за малък брой уникални части. Важен аспект е и качеството и поддържането на тези понякога уникални структури и компоненти. NDE трябва да следва тези тенденции, като не само адаптира техниките на NDE към новите технологии, но и въвежда способността на кибер физически системи в процесите на инспекция и поддръжка. Това може да бъде наречено като NDE 4.0. Аспектите на новите тенденции са: създаване на 3D обемни данни и управление на големи файлове, компонентни файлове с данни за живо, управление на големи данни, наблюдение в реално време на целостта на структурата, надеждността на инспекцията на отделни компоненти, NDE планиране и интерпретация въз основа на моделиране и дистанционно чрез WIFI връзка NDE за включване на компетентност, която не е налична на място.

Нови ръчни устройства, базирани на таблетни компютри или мобилни телефони, се използват за NDE налични и достъпни за всеки служители. Това може значително да увеличи приемането на NDE за решаване на нови възникващи проблеми с целодневно непрекъсната инспекцията за обслужване. Адаптирането на NDE към тази нова индустриална и

---

<sup>2</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ТЕХНИКАТА ЗА ИНСПЕКЦИЯ И БЕЗРАЗРУШИТЕЛЕН КОНТРОЛ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ РЕЛСИ.

технологична среда ще изисква нови концепции за стандартизация и лично обучение. Възникването на NDE 4.0 което означава NDE които работи в мрежа с производствени отдели и продукти. Това обаче може да означава и NDE за всички.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Класификацията на методи за безразрушителен: Методите за безразрушителен контрол може да се разглежда с няколко варианта. Една от тези варианти е дадена в Табл. 1. Методите за NDT са разделени на 5 групи те са: зрителен (визуален); капиларен (с проникваща течност); акустичен; електромагнитен и високоскоростен.

Всеки от горе посочените методи съдържа в себе си повече от една технология за безразрушителен контрол.

Един от най-належащите проблеми пред управлението на инфраструктурата е липсата на точност и променливостта между оценките, получени чрез традиционните методи на изследване, и действителното състояние на дадена структура. Конвенционалните подходи са субективни по природа и силно зависят от опита и уменията на инспекторите (Carino, N. 2003); липсата на обективна и количествена информация може да доведе до значителни разлики между прогнозното и действителното състояние на дадена конструкция и обема на необходимите ремонтни дейности. Въпреки че традиционните методи са били използвани с известна степен на успех, те не са демонстрирали способността да прогнозира проблемите с влошаване състоянието преди желания период от време, необходим за планирането на поддържането на инфраструктурата (U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2003). Някои методи за изображения се оказаха много ефективни при събирането на инфраструктурни данни. Въпреки това, събирането на данни е само първата стъпка в оценката на влошаването на инфраструктурата. Тези данни трябва да бъдат обработени и интерпретирани, за да се представи информацията в по-смислен и полезен формат за работа.

Различни техники за обработка на изображения могат да бъдат използвани за ефикасно и ефективно получаване на надеждни данни относно действителното състояние на инфраструктурата, която може да се използва за прогнозиране на безопасността и работоспособността на инфраструктурата. Методите за оценка, базирани на визуални проверки, зависят от обучени инспектори, които да изследват различни компоненти с помощта на техники за неразрушителен контрол (NDT), да оценят състоянието на компонентите и да определят нивото на повреда. Въпреки че визуалната проверка може да бъде ефективна в много случаи, тя е скъпа, отнема време и често нарушава нормалните дейности. Освен това тази оценка е субективна по природа и силно зависи от опита и уменията на инспекторите; липсата безразрушителен контрол NDT, базирани на радиография, ултразвук, вихрови токове и цветни и луминцентни капиларни методи за дефектоване, се използват в индустрията от десетилетия.

С непрекъснатото развитие на технологиите горните на обективна и количествена информация може да доведе до значителни разлики между прогнозното и действителното състояние на конструкцията и обема на необходимите ремонтни дейности (Kabir, Sh. 2008). От друга страна, традиционните методи за методи са претърпели различни подобрения, което води до допълнително намаляване на разходите за NDT и по-добра точност. С бързото развитие и неизбежното остаряване на инфраструктурата е жизненоважно да се наблюдава изправността на инфраструктурата, за да се гарантира целостта на системите или компонентите чрез откриване появата на откази, като пукнатини от умора и корозия в релсите (Cheng, Y. et al. 2013). Използването на тези технологии за инспекция на релсите на железния път има своя особеност и тези особености се разглеждат в следващите точки.

Таблица 1. Класификация на често използвани методи за безразрушителен контрол (NDT)

МЕТОД	ТЕХНОЛОГИЯ	ВЕРОЯТЕН ВИД НА ДЕФЕКТА	ХАРАКТЕРИСТИКА
Зрителен (визуален)	Човешко зрение	Едри повърхностни дефекти	Малките дефекти са трудни за откриване, не се използва за под повърхностни дефекти
	Машинно зрение	Едри повърхностни дефекти	Може да открие неравности, оголване. Трудни за откриване повърхностни затворени микропукнатини и вътрешни дефекти
Капилярен	Цветна с течности проникващи	Повърхностни дефекти	Не се използва за под повърхностни дефекти и за пораста материали
	Луминесцентна с течности проникващи	Повърхностни дефекти	Не се използва за под повърхностни дефекти и за пораста материали. Използва се в комбинация с магнитна дефектоскопия
Акустичен	Ултразвукова фазирана решетка	Вътрешни дефекти в глава релса, шията на релсата и стъпалото на релсата	Силно чувствителен към вътрешни равнинни дефекти, изисква свързващ агент и трудно се откриват повърхностни пукнатини. Може да наблюдава една и съща област от различни ъгли
	Насочена с ултразвукова вълна	Вътрешни дефекти в глава релса, шията на релсата и основата на релсата	Дефектоване на дълги разстояния и бързо откриване на дефекти и може точно да локализира местата на дефекти. Ефективността е много по-голяма
	Електромагнитен ултразвук	Вътрешни дефекти в глава релса, релсовата шийка и стъпалото на релсата	Висока точност на откриване и не е необходим свързващ агент.
	Лазерен ултразвук	Вътрешни дефекти в глава релса, релсовата шийка и стъпалото на релсата.	Високо прецизно откриване на малки дефекти и не е необходим свързващ агент
	Акустична емисия	Динамични дефекти	Висока чувствителност и може да наблюдава динамични пукнатини независимо от формата, но не може да открие съществуващи статични пукнатини. Силно повлиян от външен шум
Електромагнитен	Вихров ток	Повърхностни и близки до повърхността дефекти	Стойностите на издигане силно го влияят. Има богати времево-честотни характеристики.
	Изтичане на магнитен поток	Повърхностни и близки до повърхността дефекти	Може да открие повърхностни и близки до повърхността пукнатини от умора на глава релса
	Променливотоково поле	Измерване на повърхностни и близки до повърхността дефекти	откриване на дефектите бързо и се влияе по-малко от изходните стойности
	Вихровотокова импулсна термография	Повърхностни и близки до повърхността дефекти	Има висока резолюция на откриване, богата на преходна информация и е подходяща за бързо безконтактно откриване
	Шумът на Баркхаузен	Повърхностни дефекти	Може да открие големината на напрежението, издръжливостта на умора и микроструктурата, като малки пукнатини
Високоскоростен	Акустичен и електромагнитна	Ултразвуков и Вихровотокова	Скоростта на предвижване се ограничава до около 60 Km/h с увеличаване на скоростта точността намалява рязко

### **Безразрушителен контрол на железопътни релси:**

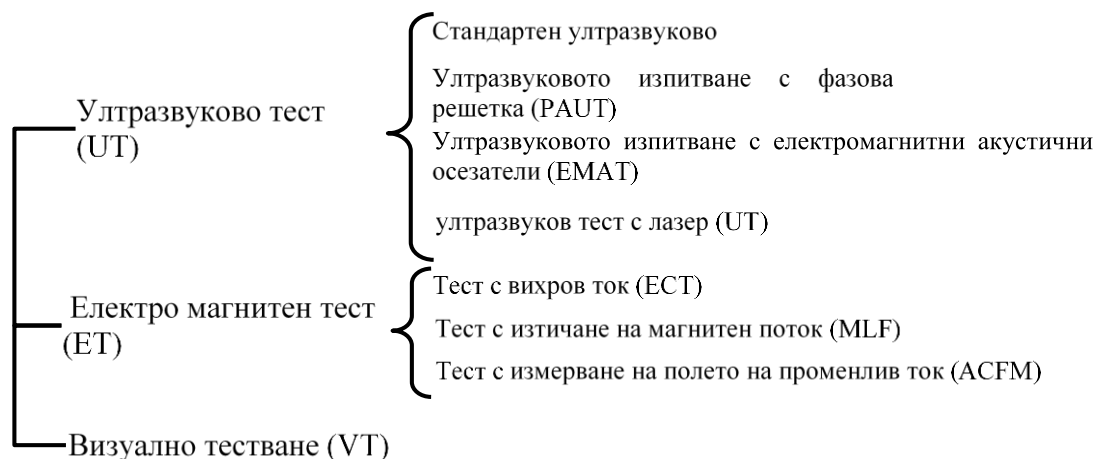
За да се повиши надеждността на железопътната мрежа и да се подобри ефективността на процедурите за поддържане, релсите се инспектират на редовни интервали от време за вътрешни и повърхностни дефекти, както и деформация и износване на профила на релсите, липсващи скрепителни елементи, повредени траверси и необичайни промени в релсовите габарити. Железопътните релси обикновено се инспектират визуално от подходящо обучен персонал, който върви по релсите и отбелязва дефекти, което е сравнително субективна процедура, която понякога може да включва грешки и пропуски, и не предоставя никаква информация по отношение на наличието на вътрешни дефекти или повредени траверси (Papaelias, M. et al., 2010).

В нашите дни ускоряващата се деградация на железопътните релси създава много проблеми за железопътните инженери, тъй като железопътните конструкции се влошават поради ежедневната експлоатация. Освен това неравностите на колелата, релсите или характеристиките на коловоза значително влияят върху дефектите. По този начин оценката и определянето на състоянието на железопътните релси е от голямо значение за инженерите по ЖП, особено в потенциални рисковни зони. Все пак данните за структурната изправност и износването на железопътните релси са много ограничени. Освен редовните визуални инспекции от служители на терена, на площадките на релсите редовно се извършват проверка за деформация на релсите. Тестването за деформация (Corrugation) се занимава само с отделни релси и само горната повърхности на главите на релсите. Ето защо, за да се установи състоянието на железопътните релси, които са постоянно подложени на вибрации, причинени от влака, трябва да се извърши динамично изпитване на релсите, при които динамичните свойства могат да бъдат извлечени и оценени от вибрационните реакции на ЖП конструкции. Трябва да се отбележи, че тези параметри са важни за динамичния анализ и проектиране на структурни системи, които са съвместими с динамични натоварвания, като железопътни релси, мостове или високи конструкции. Резонансите могат да причинят сериозни щети на такива системи (Kaewunruen, S. et al., 2006).

Структурното състояние на железопътните релси обикновено не е известно нито преди, нито след процедурите по поддържане. Следователно на практика операциите по поддържане и обновяване обикновено се основават на емпирични критерии. Има нужда от по-добро разбиране на структурните състояния и степента на влошаване, което може да доведе до подобро стратегическо планиране и изпълнение на железопътните линии. За да се увеличи максимално безопасността, като същевременно се минимизират разходите за поддържане и обновяване на железния път, мониторингът и оценяването на структурната цялост на железопътните релси и техните компоненти са наложителни. Проведени са различни научни изследвания и модели за прогнозиране на умора на материала и разпространението на пукнатини в железопътните релси породени от напрежение породени от взаимодействието на релсите с колелетата на подвижния състав, също така причинено от механични натоварвания и процеса на пресоване на колело на железопътния състав, като например използването анализ на 3D нелинеен модел за напрежение и модел за анализ на елементите (Farrahi, G. H. et al. 2015).

Релсите често се проверяват систематично за вътрешни и повърхностни дефекти, като се използват различни техники за неразрушителен контрол (NDT). В нашите дни съществува възможност по време на производствения процес релсите да се проверяват с помощта на автоматизирани оптични камери и системи за измерване на вихрови токове за всякакви повърхностни дефекти и повреди, докато наличието на вътрешни дефекти се оценява чрез ултразвукова проверка. По подобен начин ултразвуковите преобразуватели и сензорите за магнитна индукция са широко използвани от железопътната индустрия за проверка на релси в експлоатация. Съвсем наскоро бяха въведени автоматизирани визуални техники и хибридни системи, базирани на едновременното използване на импулсни сонди за вихров ток и конвенционални ултразвукови сонди за високоскоростна инспекция на железопътни релси. Други NDT техники фиг. 1, като електромагнитни акустични преобразуватели, лазерни, ултразвукови, насочени вълни и сонди за измерване на променливо - токово поле, също се

разработват за приложение в железопътната индустрия (Papaelias, M. et al. 2008; Xiong, L. et al., 2023).

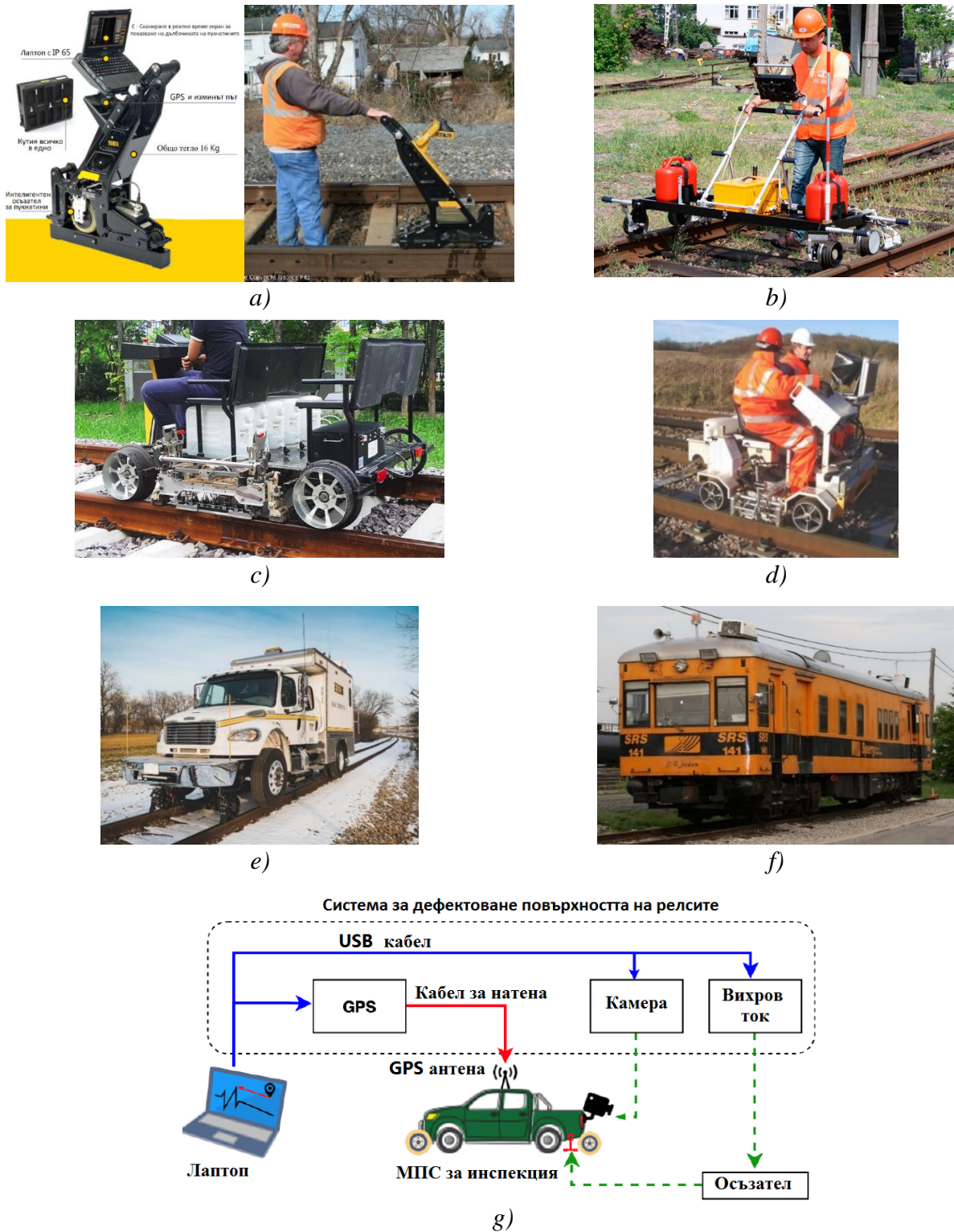


Фиг. 1. Недразрушителен контрол за железопътни релси Xiong, L. et al. (2023)

Железопътните мрежи в цяла Европа стават все по-натоварени с влакове, пътуващи с по-високи скорости и превозващи повече пътници и по-тежки осови натоварвания от всякога. Въпреки че тежките железопътни произшествия са относително редки в рамките на ЕС, честотата им все още е на недопустимо ниво. Железопътните инциденти могат да се дължат на човешка грешка, дефекти в инфраструктурата или отказ на оборудването на подвижния състав (Papaelias M et al., 2008). В няколко страни от Европа и Азия се вижда увеличени разходи за железопътна инфраструктура. Националната икономика на Турция непрекъснато се засилва; в момента тя е 16-тата по големина икономика в света и шестата по големина икономика спрямо ЕС. Турция все повече се признава като страна, която се модернизира бързо и се движи нагоре по веригата на уменията с подобрени способности. Железопътните линии се радват на период на значителни и устойчиви инвестиции в Турция, с големи инвестиции във високоскоростни железопътни линии, железопътни решения за превоз на товари и междуградски и градски транспорт в големите градове в страната. Беше поет ангажимент за инвестиране на 45 милиарда щатски долара (23,5 милиарда щатски долара преди 2023 г.) в програма за разширяване до 2035 г. (UK Trade and Investment 2011). Извън Европа страни като Саудитска Арабия също вижда големи инвестиции в железопътни мрежи. Обхватът на планираните саудитски железопътни проекти и необходимите инвестиции са огромни на около 45 милиарда долара. Една трета от железопътния бюджет на Съвет за сътрудничество в Персийския залив (GCC) е разпределен за модернизирани съществуващи линии и изграждане на нови железопътни мрежи в кралството преди 2030 г. Въпреки това, с огромната земя на Саудитска Арабия, разнообразните географски характеристики, както и амбициозните срокове и цели на плана, уникален набор от финансови, логистични и инженерни предизвикателства ще изисква новаторски и еднакво амбициозни решения (Rail, S. 2015). По този начин подобренията на масивна железопътна мрежа заедно със съществуващата железопътна инфраструктура ще доведат до повишени изискванията за инспекция и поддръжка на железопътни активи поради по-високия риск от катастрофална повреда. По този начин разходите за инспекция и поддръжка нарастват стабилно през последните няколко години (Papaelias, M. et al., 2010).

Алваренда (Alvarenga et al., 2021) предложи системата за дефектоване на релсовата повърхност (RSDVS) и я интегрира в превозното средство за проверка въз основа на вихров ток. Диаграмата на системата е показана на фиг. 2. Има две сонди за вихров ток, монтирани на превозното средство и те са на 2 mm от повърхността на релсата. Обикновено превозното средство се движи под анализ с постоянна скорост от 5~30 km/h, но за да се намали шумът, дължащ се на трептенията, препоръката е по-ниска скорост.





Фиг. 2. Техника за неразрушаващ контрол на ЖП релси:

- а) Ръчен уред за неразрушаващ контрол еднорелсов (Sperry B-Scan Single Rail Walking Stick);  
 б) Ръчен уред за неразрушаващ контрол двурелсов (UDS2-77 ultrasonic single rail flaw detector);  
 в) количка за неразрушаващ контрол самоходна четири местна (UT-M18 features 18 ultrasonic detection channels, ScanMaster);  
 д) количка за неразрушаващ контрол самоходна двуместна (BANSE Ultrasonic Test Vehicle);  
 е) камион за неразрушаващ контрол;  
 ф) локомотив за неразрушаващ контрол;  
 г) Диаграма на Система за дефектоване повърхността на релсите. (Alvarenga et al., 2021).

Настоящите интервали на проверки в България се основават на опит от други страни, международни препоръки и т.н., но в момента тези интервали не са оценени въз основа на анализ на разходите и ползите от предотвратяване на инциденти. Годишните разходи за проверка на ЖП мрежа възлизат на няколко хиляди лева. От друга страна, има значителни разходи, ако се пренебрегнат дефектите, водещи до отказ на релсите и възможно дерайлиране (Vatn, J., H. Svee, 2002). Релсите са конструирани основно така, че да имат работоспособност, която осигурява приблизително безкраен живот. Въпреки това, високите натоварвания на осите, отказите на релсите и повредите на насипа могат значително да компрометират това. За да се осигури безопасна железопътна експлоатация, важно е релсите да нямат дефекти като пукнатини, деформации (геометрични отклонения) и т.н. В съвременната железопътна експлоатация съществуват два вида вагони за наблюдение на релсите: обикновени вагони за измерване, които измерват геометрията на релсите и влошаването на повърхността и вагони за ултразвукова проверка, които проверяват за дефекти т.е. счупвания на релси и вътрешни пукнатини (Vatn, J., H. Svee, 2002).

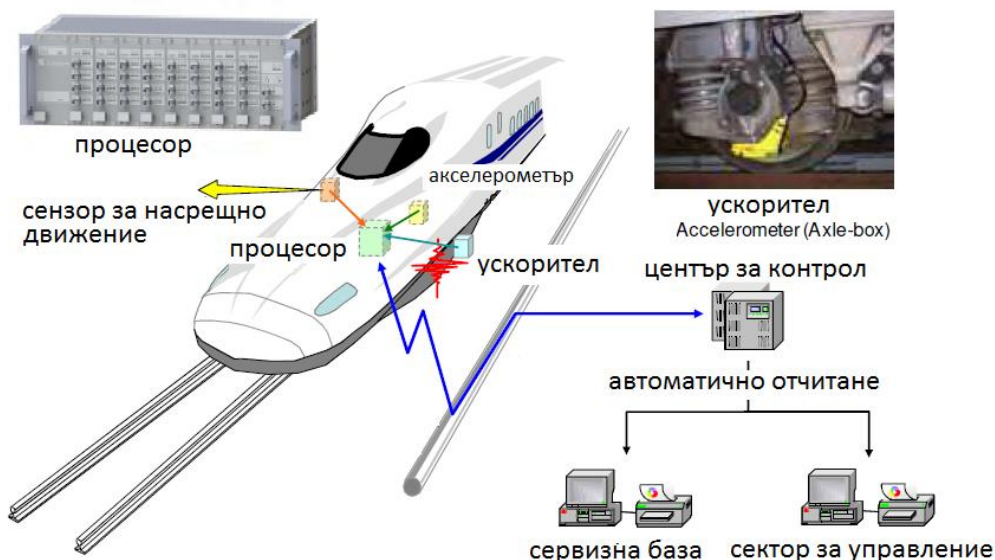
### **Съвременни тенденции при откриване дефекти на релсите**

С постоянното увеличаване на използването на железопътния транспорт и товарносимостта, контактът между колелата на влаковете и ЖП релсите се увеличава, което увеличава натоварването на релсите. Това прави повърхността на релсите податливи на умора на материала и отказ, което е вероятно да се развие в напречни и хоризонтални вътрешни пукнатини. За да се избегнат инциденти, човешки жертви и прекъсване на транспортните услуги, ранния безразрушителен контрол на релсите е много важна. Безразрушителният контрол е един от най-важните методи за контрол. Някои методи за безразрушителен контрол са разглеждани, прилагани при откриване на дефекти на релси. Въпреки че визуалното откриване е най-простият и най-старият метод за дефектоване, използван при откриване на дефекти на релси, той отнема време и е субективен, което може да доведе до грешни заключения. В момента най-популярните методи за дефектоване на релси са ултразвуковите и магнитните за дефектоване (методите за изпитване с вихрови токове) (Hur, D. et al., 2010). Ултразвуковото дефектоване включва отразяване на акустични вълни за откриване на вътрешни дефекти (Raisutis, R. et al., 2010). Той е бърз, изключително надежден и достига дълбоко в структурата. Въпреки това показването на резултатите от ултразвуковата дефектоскопия не е лесно за разбиране; освен това този метод често изисква обработка на изследваната повърхност (Song, Z. et al., 2010). Наскоро бяха разработени други методи за откриване при дефектоване на релси. Ултразвуковото дефектоване на заваръчния шев вътре в главата на релсата има предимствата на точност и интуиция, но не е в състояние да открие дефекта на повърхността или близо до повърхността. Методът за откриване, който комбинира дефектоване с ултразвукови вълни и вихрови токове (магнитна), използва множество сензорни сонди и е в състояние да открие дефектите на релсите вътре и на повърхността на релсовия железен път. Неговите аналитични показатели за степента и вида на дефектите обаче са незадоволителни (Pohl, R. et. al., 2004).

Високоскоростното откриване на дефекти с помощта на вихрови токове може да се използва за оценка на местоположението и степента на повредата на релсата. Съществуват обаче трудности при интуитивното показване на различните видове дефекти на релсите. При някои изследвания се използва дефектоване с вихрови токове, за да се разграничат и количествено анализират различни видове дефекти на релсовите повърхности. Чувствителността на амплитудата на фазата на сигнала на вихровия ток се използва за оценка на неравната повърхност на глава релса и страничните пукнатини на релсите, който действително се използваше.

През 2009 г. е разработено ново устройство за наблюдение на състоянието на железния път, което е в състояние да измерва вертикалните неравности на релсите, използвайки двойно интегриране на ускорението на буксата (axle-box acceleration). Новите устройства, наречени RAIDARSS-3 (фиг. 3) вече са инсталирани на шест влакови композиции шинкансен от серия N700, за да проверяват състоянието на релсите няколко пъти на ден. Ако измерените

ускорения или неравностите на релсите надхвърлят предварително определените целеви стойности, тези измерени стойности и местоположения автоматично се докладват на центъра за управление на влака и сервиза за поддържане на железния път.



Фиг. 3. RAIDARSS-3: Система за мониторинг на железния път на Tokaido shinkansen, (Tsunashima, H. et. al., 2009)

През 2009 г. е разработено ново устройство за наблюдение на състоянието на железния път, което е в състояние да измерва вертикалните неравности на релсите, използвайки двойно интегриране на ускорението на буксата (axle-box acceleration). Новите устройства, наречени RAIDARSS-3 (фиг. 3) вече са инсталирани на шест влакови композиции шинкансен от серия N700, за да проверяват състоянието на релсите няколко пъти на ден. Ако измерените ускорения или неравностите на релсите надхвърлят предварително определените целеви стойности, тези измерени стойности и местоположения автоматично се докладват на центъра за управление на влака и сервиза за поддържане на железния път.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всяка конвенционална техника за безразрушителен контрол има своите предимства и ограничения по време на инспекциите на дефекти на релси. Методът за визуална инспекция е подходящ за откриване на дефекти като пукнатини, деформация и корозия по повърхността на релсата. Той обаче не може да открие вътрешни повреди и откази. Ултразвуковият метод за дефектоване е типичен метод за акустична инспекция и се представя добре при откриване на вътрешни дефекти. Въпреки това, той не може да открие точно повърхностни повреди, а повърхностните дефекти могат да засенчат критичните вътрешни дефекти и по този начин да дадат нереална картина на структурната цялост на релсата. Докато методите за електромагнитна дефектоване като инспекция с вихров ток, инспекция с изтичане на магнитен поток, инспекция с измерване полето на променлив ток и импулсна термография с вихров ток имат по-опростена структура за откриване и по-висока скорост на откриване, но могат да се използват само за откриване на дефекти по горната повърхност на глава релса. Бяха разработени и успешно приложени при наблюдение и поддържане на безотказната работа на релсите за работа с различни превозни средства за безразрушителен контрол на дефектите им, включително ръчно тласкани уреди за дефектоване и големи автоматизирани средства за инспекция. Системата за интелигентно наблюдение безотказната работа на релсите включва главно съпротивителни тензодатчици, пиезоелектрически сензори за деформация, оптични сензори за деформация, сензори за вибрации, сензори за акустични емисии и сензори за ускорение. Сливането на технология за големи данни може да оцени текущите безотказната

работа на железния път и да даде прогноза за развитието на риск. Междувременно може да анализира възникването на отказа и режима на повреда на релсите в експлоатация, за да помогне за подобряване поддържането на релсите.

Техниките за безразрушителен контрол, във съчетание с алгоритмите за изкуствен интелект, имат огромен потенциал и надеждност за инспекция на дефекти на релси. Алгоритмите с изкуствен интелект могат да подобрят точността на дефектоването и да осигурят инспекция почти в реално време, като по този начин намаляват времето за производство и увеличават производителността. В допълнение, комбинираните на техниките за безразрушителен контрол (NDT) могат да подобрят точността на откриване дефектите, да получат по-добре интегрирани резултати от проверката и да преодолеят ограниченията в сравнение с отделните NDT метод. Прилагането на изкуствения интелект и комбинираните NDT техники са бъдещи тенденции на развитие.

## REFERENCES

Alvarenga, T. A.; Carvalho, A.L.; Honorio, L.M.; Cerqueira, A.S.; Filho, L.M.; Nobrega, R.A. Detection and classification system for rail surface defects based on Eddy current. *Sensors* 2021, 21, 7937.

Carino, N. Nondestructive test methods to evaluate concrete structures. *Proceedings of the 6th CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete, Thessaloniki, Greece, 2003.*

Cheng, Y., Y. Deng, J. Cao, X. Xiong, L. Bai, and Z. Li, Multi-Wave and Hybrid Imaging Techniques: A New Direction for Nondestructive Testing and Structural Health Monitoring, *Sensors (Basel)*, 13(12) (2013), 16146–16190.

Farrahi, G. H., S. Sohrabpoor, S. M. Salehi, R. MasoudiNejad, Prediction of Fatigue Life in the Railway Wheels Under the Influence of Residual Stress Field, *International Journal of Railway Research*, 1 (6) 2015.

Kabir, Sh. Image Processing in Infrastructure Applications: Review and Prospective, *CSCE Annual Conference Québec, 2008.*

Kaewunruen, S., Remennikov, Non-destructive testing (NDT): A tool for dynamic health monitoring of railway track structures, *Materials Australia*, 39 (6) (2006) 14-16.

Papaelias, M., C. Roberts, C. Davis, Rail inspection technology, Centre for Rail Research and Education, University of Birmingham, 2010.

Papaelias, M., C. Roberts, C. L. Davis, A review on non-destructive evaluation of rails: State-of-the-art and future development, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* July 1, 222 (4) (2008) 367-384.

Saudi Rail, An Engine for Growth in the Region, <http://saudirail-expo.com/home.php>, 2015.

U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, National Technical Information Service, Springfield, VA 22616, NTIS publication no. PB255322, 2003.

UK Trade and Investment, Railway Sector Fact-Finding Mission to Turkey, UK Trade and Investment, 2011.

Xiong, L.; Jing, G.; Wang, J.; Liu, X.; Zhang, Y. Detection of Rail Defects Using NDT Methods. *Sensors*, 2023, 23, 4627. <https://doi.org/10.3390/s23104627>; <https://www.mdpi.com/journal/sensors>.

THU-SSS-THPE-01

---

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE GAS CONTENT IN BUBBLE COLUMN AND AIRLIFT REACTOR<sup>3</sup>

---

**Elis Hasan – Student**

Department of of Polymer engineering,  
University of Chemical Technology and Metallurgy  
Tel.: 087 687 1930  
E-mail: [enishasan001@gmail.com](mailto:enishasan001@gmail.com)

**Galena Petkova – Student**

Department of Organic Synthesis,  
University of Chemical Technology and Metallurgy  
Tel.: 088 467 6221  
E-mail: [galenapetkova2@abv.bg](mailto:galenapetkova2@abv.bg)

**Assoc. Prof. Veselin Iliev, PhD**

Department of Applied Mechanics,  
University of Chemical Technology and Metallurgy  
Tel: 087 764 2779  
E-mail: [veso@uctm.edu](mailto:veso@uctm.edu)

**Assist. Prof. Desislava Mutafchieva, PhD**

Department of Engineering Chemistry,  
University of Chemical Technology and Metallurgy  
Tel.: 089 856 5315  
E-mail: [dmoutaf@uctm.edu](mailto:dmoutaf@uctm.edu)

**Abstract:** Gas-liquid reactors are used in organic synthesis, the petrochemical industry, and the treatment of polluted waters. They are used for stirring and transporting various multi-component and multi-phase mixtures. Depending on the method of formation of an interphase surface, two types of gas-liquid reactors were used: a bubble column and an airlift reactor.

The bubble column is a cylindrical vessel with a ratio of diameter to height greater than 7. In the lower part, the column is equipped with a gas distribution device (sparger). The column can be sectioned with horizontal baffles serving for intermediate gas distribution and reduction of longitudinal mixing. The design of airlift reactors can be very diverse, but regardless of the design, the basis of their operation is the presence of a circulation loop consisting of an upward gas-liquid flow and a downward flow of a liquid with a greater density.

Laboratory experiments with both types of reactors require a large resource of finance and time, which is why computer simulation is necessary as a preliminary stage in the research.

In the present work, a study of the hydrodynamic processes in a gas-liquid reactor was carried out using ANSYS CFX software for engineering calculations.

A model of a gas-liquid reactor was created, the model was validated by comparing it with a real laboratory model, the gas content in the reactor was determined at different distances of the circulation tube from the bubbler, the gas content was determined at different gas consumption, the non-stationary regime at gas release was studied, is the process of changing the reactor from bubble column mode to airlift reactor mode.

**Keywords:** Bi-fuel, LPG, Gazoline, Effectiveness, Carbon monoxid, Lambda value;

---

<sup>3</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГАЗОСЪДЪРЖАНИЕТО В БАРБОТАЖНА КОЛОНА И ЕРЛИФТ РЕАКТОР.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Газотечностните реактори намират приложение в органичния синтез, нефтохимичната промишленост и пречистването на замърсени води. Те се използват за разбъркване и транспортиране на различни многокомпонентни и многофазни смеси. В зависимост от начина на образуване на междофазна повърхност съществуват 2 вида газотечностни реактори: барботажна колона и ерлифт реактор (Tzibranska, I., Moutafchieva, D., 2018).

Барботажната колона представлява цилиндричен съд с отношение на диаметъра към височината по-голямо от 7. В долната част колоната е снабдена с газоразпределително устройство (барботьор). Колоната може да бъде секционирана с хоризонтални прегради, служещи за междинно газоразпределяне и намаляване на надлъжното смесване.

Конструктивното изпълнение на ерлифт реакторите може да бъде много разнообразно, но независимо от конструкцията, в основата на тяхната работа е наличието на циркуляционен контур, състоящ се от възходящ газотечностен поток и низходящ поток от течност с по-голяма плътност. В настоящата работа е използвана колона с вътрешна циркулация описана в (Stoqnov, V., 2015).

Лабораторните експерименти с двата вида реактора изискват голям ресурс от финанси и време, поради което като предварителен етап при изследванията се налага провеждането на компютърна симулация (Chernev, V., 2014).

В настоящата работа е извършено изследване на хидродинамичните процеси в газотечностен реактор с помощта на софтуер за инженерни пресмятания ANSYS CFX. Създаден е модел на газотечностен реактор с който са определени газосъдържанието в реактора при различно разстояние на циркуляционната тръба от барботьора, газосъдържанието при различен разход на газ, изследвани са нестационарният режим при пускане на газа и процесът на преминаване на реактора от режим на барботажна колона в режим на ерлифт реактор. Моделът е валидиран чрез сравняване с реален лабораторен модел.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Настоящото изследване се състои от два етапа. Първо посредством компютърна симулация е проведено подробно изследване на хидродинамиката на реактор с определени форма и размери. Вторият етап включва провеждане на лабораторен експеримент при същите условия с аналогичен реален модел на реактора и валидиране на компютърния модел.

### Компютърна симулация



Фиг. 1. Процедура за компютърната симулация

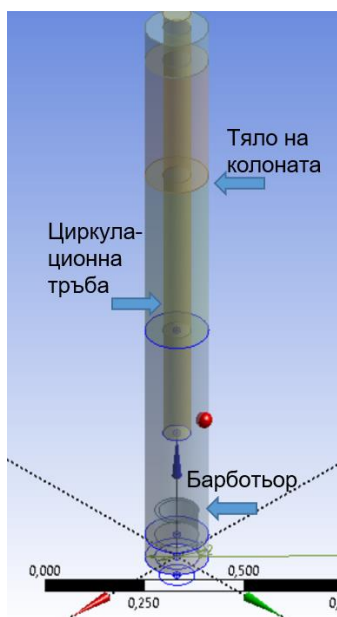
Компютърната симулация е проведена с помощта на софтуера за хидродинамични анализи ANSYS CFX, по процедурата представена на фиг. 1.

#### 1. Геометричен модел

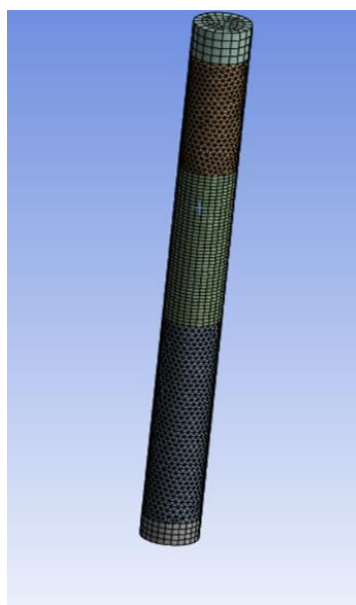
На фиг. 2 е показан геометричният модел, използван при симулацията, който обхваща само изследваната област на газотечната фаза. Всеки елемент на модела е създаден чрез манипулиране на равнинна фигура или „скеч“. Обемът на колоната е разделен на три части, което дава възможност за получаване на резултати за различни области по височина на колоната.

## 2. Омрежване

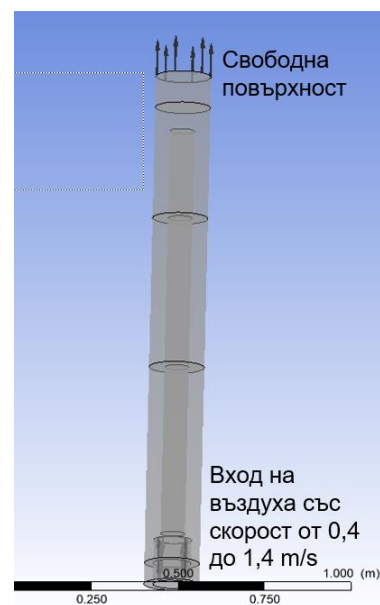
При омрежването на геометричния обем са използвани хексагонални и тетраедрични елементи със съгъстяване в областта на барботьора. Общият вид на елементната мрежа е показан на фиг. 3.



Фиг. 2. Геометричен модел



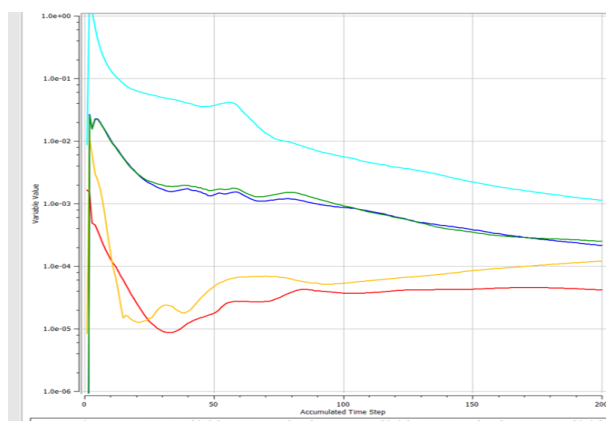
Фиг. 3. Общ вид на елементната мрежа



Фиг. 4. Гранични и начални условия

## 3. Гранични и начални условия

Гранични условия са зададени в долния край на реактора, където се намира барботьора, който представлява плочка с 20 отвора с диаметър 1 mm, през който в реактора влиза въздух със скорост от 0,4 до 1,4 m/s. Въздухът, навлизайки в течната среда, образува мехурчета с диаметър 6 mm, които започват да се движат нагоре към свободната повърхност, където напускат изследваната област. Всички останали повърхности са дефинирани като стени. Като начални условия е зададено съдържанието на реактора изцяло запълнен с вода в покой. Общият вид на граничните и начални условия е показан на фиг. 4.



Фиг. 5. Средноквадратично отклонение между итерациите

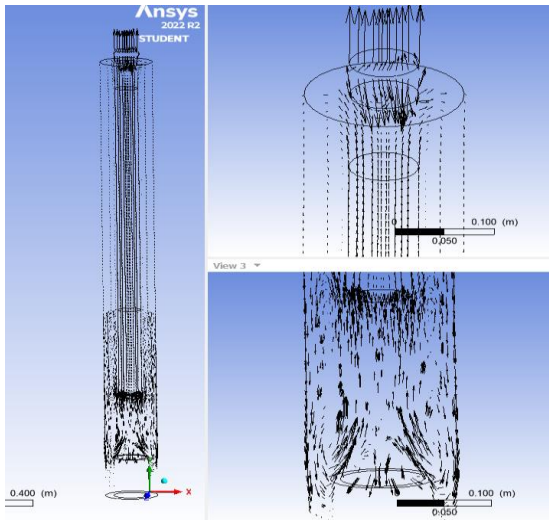
## 4. Решение

На фиг. 5 е показано средноквадратичното отклонение на резултатите между 2 последователни итерации. Тъй като линиите са низходящи, получените резултати след 200 итерации са приети за достоверни.

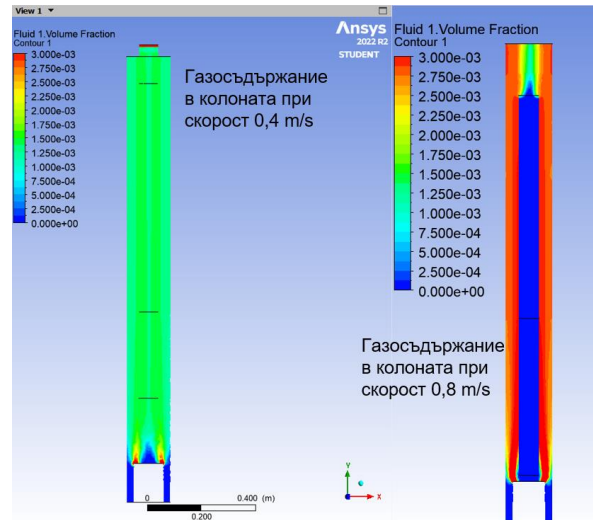
## 5. Резултати

На фиг. 6 са показани получените резултати за векторното поле на скоростите като вляво е показано разпределението в цялата колона, а вдясно - в горния и долния край на колоната.

На фиг. 7 са показани резултатите за газосъдържанието, демонстриращи разликите при две различни скорости на газа при барботьора.



Фиг. 6. Векторно поле на скоростите



Фиг. 7. Газосъдържание в реактора

### Лабораторен експеримент

За валидиране на създадения модел за компютърна симулация е проведен лабораторен експеримент при аналогични условия. Използваната лабораторна установка е показана на фиг. 8.



Фиг. 5. Средноквадратично отклонение между итерациите

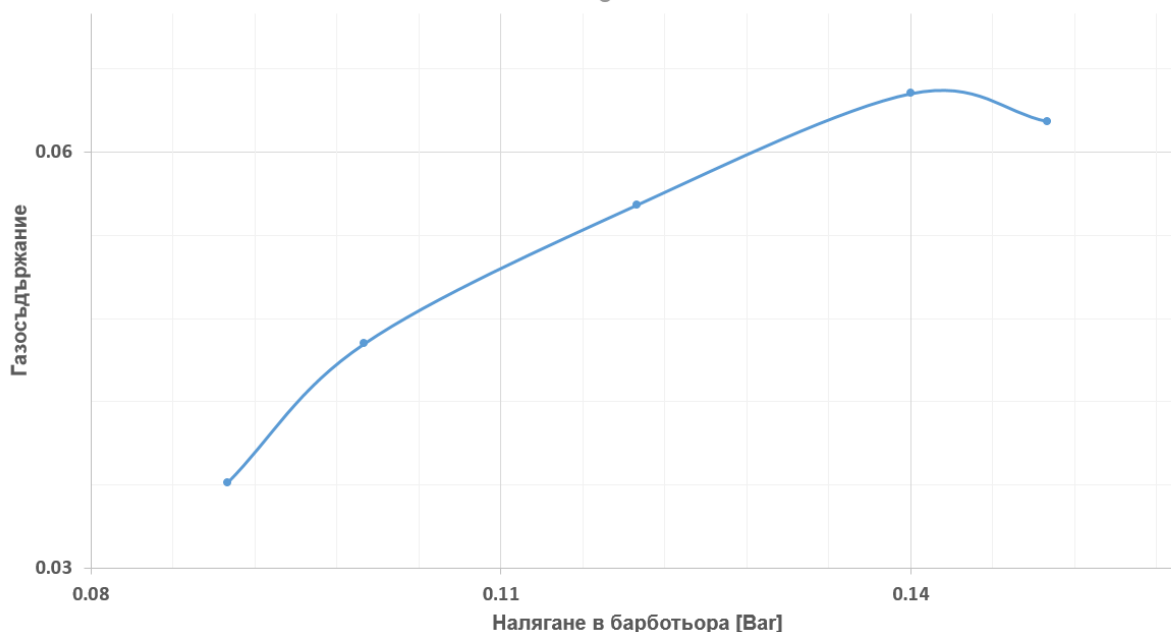
За определяне на газосъдържанието по височина на реактора са фиксирани четири точки (отвори) за измерване на налягането, свързани посредством гъвкави връзки с манометър. Точките са разположени на границите между отделните части на геометричния модел, използван при компютърната симулация, и позволяват определяне на газосъдържанието при същите условия.

Средното газосъдържание в колоната при различни налягания на въздуха е показано на Фиг. 9.

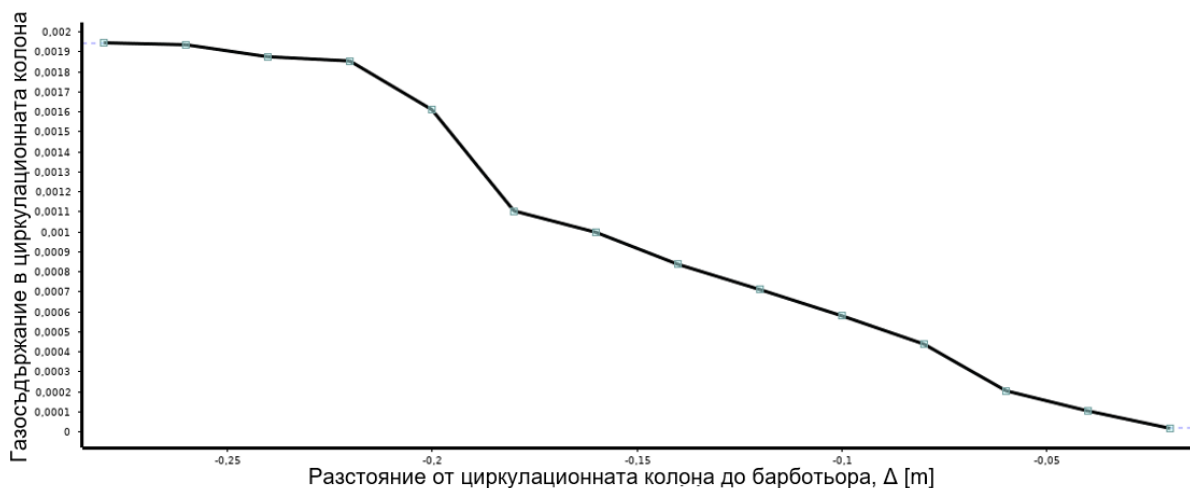
Създадения модел за компютърна симулация позволява да бъде проведено по-детайлно изследване на хидродинамиката на реактора в сравнение с проведените в лабораторни условия.

На фиг. 10 е показано средното газосъдържание във вътрешността на циркулационната колона при различно отстояние от барботьора. При малко отстояние газосъдържанието е ниско, което говори, че реактора работи като ерлифт, при увеличаване на отстоянието над 0,2m газосъдържанието рязко нараства, което е признак, че реакторът преминава в режим на барботажна колона.





Фиг. 9. Средното газосъдържание в колоната при различни налягания на въздуха



Фиг. 10 Влияние на разстоянието до барботьора върху газосъдържанието в циркуляционната колона

## ИЗВОДИ

Моделите за компютърна симулация, създадени в средата на Ansys CFX успешно могат да бъдат прилагани при хидродинамичен анализ на газотечностни реактори тип барботажна колона и ерлифт. За всеки конкретен случай на приложение компютърните модели е необходимо да бъдат валидирани с резултати от лабораторни експерименти. Освен основните хидродинамични параметри компютърната симулация позволява да бъдат определени и условията за смяна на режима на работа на реактора.

## REFERENCES

Tzibranska, I., Moutafchieva, D., 2018. Bioreactor Systems, UCTM Sofia (**Оригинално заглавие:** Цибранска, И., Мутафчиева, Д., 2018. Биореакторна техника, Издателство „ХТМУ София“).

Stoqnov, V., 2015. Experimental study of the gas holdup in a bubble column. Bachelor thesis. UCTM Sofia (**Оригинално заглавие:** Стоянов, В., 2015. Експериментално изследване на газосъдържанието в барботажен апарат. Бакалавърска теза. ХТМУ София).

Chernev, V., 2014. Numerical and experimental investigation of two-phase bubbling column reactors. Master thesis. UCTM Sofia. (*Оригинално заглавие*: Чернев, В., 2014. Числено и експериментално изследване на двуфазни барботажни колонни реактори. Магистърска теза. ХТМУ София).

## ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF A COMPLEX VENTILATION SYSTEM<sup>4</sup>

---

**Nedelcho Kovachev - PhD Student**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse "Angel Kanchev"  
Tel.: +359 82 888 581  
E-mail: [nvkovachev@uni-ruse.bg](mailto:nvkovachev@uni-ruse.bg)

**Prof. Gencho Popov, PhD**

Department of Heat, hydraulics and environmental engineering,  
"Angel Kanchev" University of Ruse  
Tel.: +359 82 888 581  
E-mail: [gspopov@uni-ruse.bg](mailto:gspopov@uni-ruse.bg)

**Assoc. Prof. Kliment Klimentov, PhD**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse "Angel Kanchev"  
Tel.: +359 82 888 581  
E-mail: [kklimentov@uni-ruse.bg](mailto:kklimentov@uni-ruse.bg)

***Abstract:** This work analyzes the performance of an existing complex fan system. The operating mode is determined with fully open valves of the outlet branches, where different flow rates are obtained through them. The mode of operation at equal flow rates through the outgoing branches is determined, which is 10% lower than the existing project. Two solutions have been proposed to achieve the design flow rate in the system with equal flow rates through the outgoing branches – by increasing of the speed rotation and by increasing the size of the air ducts. A comparative analysis of the energy efficiency of the proposed solutions was carried out.*

***Keywords:** Fan System, Energy Efficiency*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Осигуряването и поддържането на необходимите параметри на въздушната среда в помещенията на обществени сгради е важна задача и актуална задача. Тези параметри се определят от изискванията за комфорт, в зависимост от предназначението на даденото помещение. Част от необходимите параметри – чистота и подвижност на въздуха, се осигуряват и поддържат с помощта на вентилация на помещенията. Вентилацията представлява съвкупност от мероприятия за осигуряване на пресен въздух с дебит, който е достатъчен за потребностите на хората в помещението (Stamov et. Al., 1993).

Вентилацията се реализира с помощта на вентилационна инсталация. Тя представлява система от един или няколко вентилатора, въздухопроводи и спомагателни елементи – дроселиращи устройства, вентилационни решетки, филтри, шумозаглушители и др.

В зависимост от предназначението си вентилационните инсталации се разделят на нагнетателни и смукателни (Stamov et. Al., 1993).

При нагнетателните инсталации пресен въздух се подава в помещението, след като се филтрира и загрява (или охлажда).

При смукателните инсталации замърсен въздух се изтегля от помещението и се изхвърля в атмосферата.

---

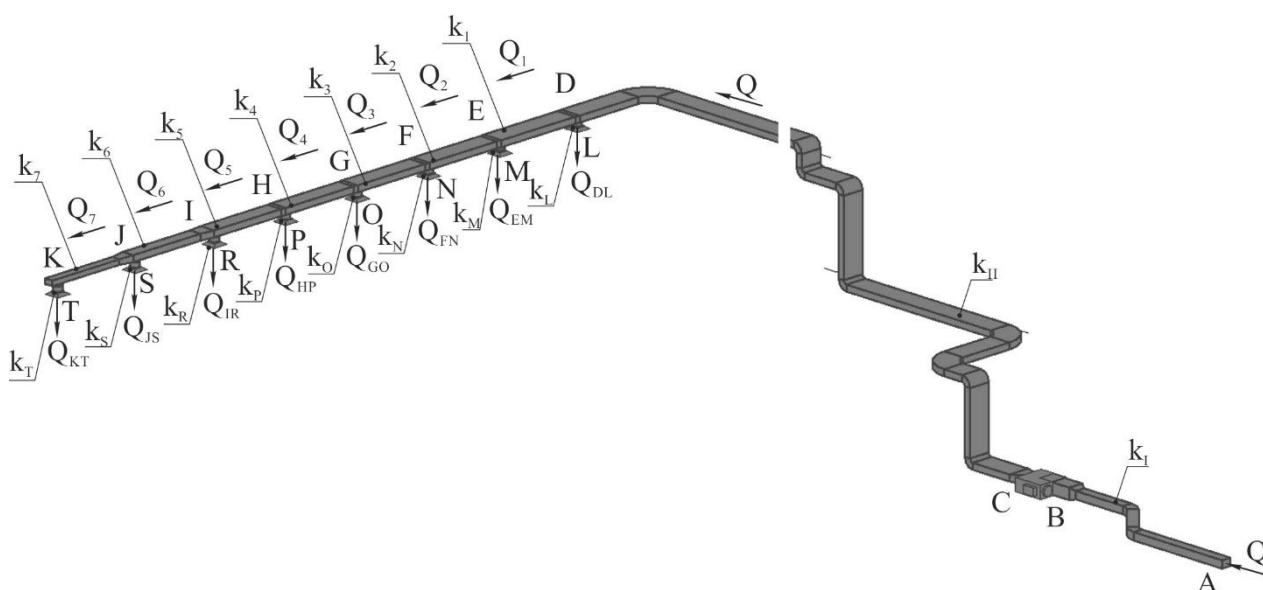
<sup>4</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА СЛОЖНА ВЕНТИЛАТОРНА СИСТЕМА.

Осигуряването на необходимите дебити и скорости на въздуха през изходите на нагнетателните инсталации се гарантира от коректно проведени хидравлични изчисления на вентилационната система и правилна настройка на регулиращите елементи (дроселни клапи) в процеса на експлоатация. Целта на настоящата работа е да се анализира работата на съществуваща нагнетателна вентилаторна система и да се предложат варианти за подобряване на работните режими от гледна точка на енергийната им ефективност.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### Обект на изследване

Обект на изследване в настоящата работа е нагнетателна вентилационна система, която осигурява част от вентилацията на съществуваща спортна зала. Схема на вентилационната система е показана на фигура 1.



Фиг. 1. Схема на изследваната вентилационна система

Пресният въздух постъпва в климатичната камера BC по въздухопровод AB. В климатичната камера е монтиран вентилаторът THLZ 280 FF, който работи с честота на въртене  $n = 2910 \text{ min}^{-1}$ . След камерата въздухът се пренася през участък CD, след който следват последователно съединените участъци DE, EF, FG, GH, HI, IJ и JK. В точки D, E, F, G, H, I, J и K са присъединени крайните участъци DL, EM, FN, GO, HP, IR, JS и KT, които завършват с дифузори. Въздухът постъпва с дебит  $Q$  в точка D и напуска системата през осемте крайни участъци с дебити  $Q_{DL}$ ,  $Q_{EM}$ ,  $Q_{FN}$ ,  $Q_{GO}$ ,  $Q_{HP}$ ,  $Q_{IR}$ ,  $Q_{JS}$  и  $Q_{KT}$ . Участъци AB, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ и JK са с правоъгълни напречни сечения. Напречните размери на участъците от DE към JK намаляват и са съединени посредством конфузори. Всички крайни участъци (DL..KT) са с еднакви кръгли сечения и дължини. В крайните участъци са монтирани дроселни клапи за регулиране на дебита през тях.

Размерите и дължините на участъците са дадени в таблица 1.

Таблица 1. Размери на участъците на системата

Участък	Дължина, m	Размери на напречното сечение $a \times b_i (D_i)$ , m
AB	6,0	0,25x0.9

CD	56,3	0,25x0.9
DE	3,5	0,25x0.85
EF	3,2	0,25x0.8
FG	3,2	0,25x0.75
GH	3,2	0,25x0.7
HI	3,2	0,25x0.65
IJ	3,2	0,25x0.5
JK	3,2	0,25x0.35
DL..KT	0,4	0,315

### Определяне режима на работа на системата при напълно отворени дроселни клапи в крайните участъци

Известно е, че работните режими във вентилаторните системи за транспорт на флуиди се определят от пресечната точка на вентилаторната характеристика  $p-Q$  със съпротивителната характеристика на въздухопроводната система  $p_v-Q$ . Аналитично вентилаторната характеристика може да се представи с уравнение от вида:

$$p = aQ^2 + bQ + c. \quad (1)$$

Съпротивителната характеристика на въздухопроводната система има аналитичния вид

$$p_v = kQ^2. \quad (2)$$

Съвместното решение на (1) и (2) при условие, че  $p = p_v$ , определя дебита в системата:

$$Q = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4(a-k)c}}{2(a-k)}. \quad (3)$$

При известна характеристика на вентилатора, публикувана в каталога на производителя, лесно се определят коефициентите  $a$ ,  $b$  и  $c$  от (1). Коефициентът на съпротивителната характеристика на системата  $k$ , се определя по известни зависимости, дадени в (Роров&Kostov, 2023). Загубите на налягане в системата могат да се представят във вида:

$$k_I Q^2 + k_{II} Q^2 + k_L Q_{DL}^2 = k_I Q^2 + k_{II} Q^2 + k_L (MN^{-1})^2 Q^2 = k Q^2, \quad (4)$$

където  $k_I$  е коефициентът на съпротивителната характеристика на участък АВ;  $k_{II}$  - коефициентът на съпротивителната характеристика на участък CD;  $k_L$  - коефициентът на съпротивителната характеристика на участък DL;  $M$  и  $N$  – коефициенти, определени по зависимости, дадени в таблица 2.

От (4) за коефициента  $k$  следва:

$$k = k_I + k_{II} + k_L (MN^{-1})^2. \quad (5)$$

В таблица 2 са дадени зависимости, даващи връзка между дебитите в отделните участъци на системата.

Таблица 2. Зависимости между дебитите в отделните участъци

Дебити, изразени чрез $Q_7$		Дебити, изразени чрез $Q$		Коефициенти	
$Q_1 = LQ_7$	$Q_{KT} = Q_7$	$Q_1 = LN^{-1}Q$	$Q_{DL} = MN^{-1}Q$	$A = \sqrt{\frac{k_7 + k_T}{k_S}}$	$I = \sqrt{\frac{k_3H^2 + k_0G^2}{k_N}}$
$Q_2 = JQ_7$	$Q_{JS} = AQ_7$	$Q_2 = JN^{-1}Q$	$Q_{EM} = KN^{-1}Q$	$B = I + A$	$J = H + I$
$Q_4 = FQ_7$	$Q_{IR} = CQ_7$	$Q_3 = HN^{-1}Q$	$Q_{FN} = IN^{-1}Q$	$C = \sqrt{\frac{k_6B^2 + k_SA^2}{k_R}}$	$K = \sqrt{\frac{k_2J^2 + k_NI^2}{k_M}}$
$Q_5 = DQ_7$	$Q_{HP} = EQ_7$	$Q_4 = FN^{-1}Q$	$Q_{GO} = GN^{-1}Q$	$D = B + C$	$L = J + K$
$Q_6 = BQ_7$	$Q_{GO} = GQ_7$	$Q_5 = DN^{-1}Q$	$Q_{HP} = EN^{-1}Q$	$E = \sqrt{\frac{k_5D^2 + k_RC^2}{k_P}}$	$M = \sqrt{\frac{k_1L^2 + k_MK^2}{k_L}}$
$Q_6 = BQ_7$	$Q_{FN} = IQ_7$	$Q_6 = BN^{-1}Q$	$Q_{IR} = CN^{-1}Q$	$F = D + E$	$N = L + M$
$Q_7 = N^{-1}Q$	$Q_{EM} = KQ_7$	-	$Q_{JS} = AN^{-1}Q$	$G = \sqrt{\frac{k_4F^2 + k_P E^2}{k_O}}$	-
$Q = NQ_7$	$Q_{DL} = MQ_7$	-	$Q_{KT} = N^{-1}Q$	$H = F + G$	-

Коефициентите на съпротивителните характеристики на отделните участъци се определят по известната зависимост:

$$k_i = \frac{8\rho}{\pi^2 D_{h,i}^4} \left( \lambda_i \frac{l_i}{D_{h,i}} + \Sigma \zeta_i \right), \quad (6)$$

където  $\rho, kg/m^3$  е плътността на въздуха;  $\lambda_i$  - коефициент на триене в съответния участък – определя се по зависимости, дадени в (Popov&Kostov, 2023) в зависимост от числото на Рейнолдс и относителната грапавост на въздухопроводите;  $l_i$  - дължина на съответния участък;  $\Sigma \zeta_i$  - сума от коефициентите на местни съпротивления в съответния участък – определят се от зависимости, дадени в (Idelchik, 2007);  $D_{h,i}$  - хидравличен диаметър на съответния участък. При кръгло напречно сечение хидравличният диаметър съвпада с диаметъра на съответния участък. При правоъгълно сечение  $D_{h,i}$  се определя по известната зависимост (Stamov et Al., 1993):

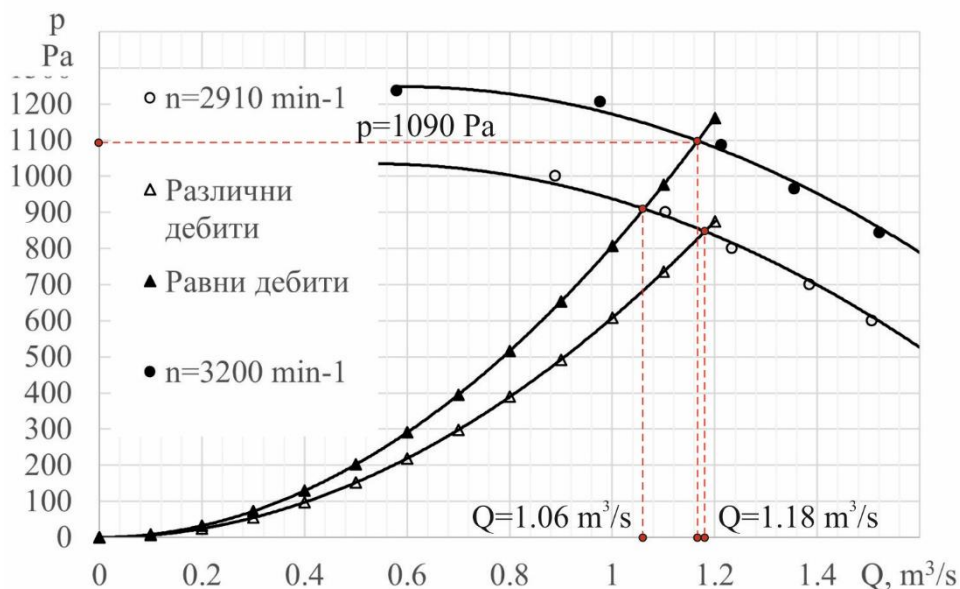
$$D_{h,i} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i}, \quad (7)$$

където  $a_i$  и  $b_i$  са размерите на сечението, дадени в таблица 1.

В резултат на изчисленията са получени стойности за коефициента  $k$  на съпротивителната характеристика на системата и е построена гарфичната зависимост  $p_v - Q$  при различни дебити през крайните участъци – фиг. 2. За работния режим в този случай се получава дебит  $Q = 1,18 m^3/s$ . Дебитите през отделните участъци са дадени в таблица 3.

Таблица 3. Изчислени дебити през отделните участъци

$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_5$	$Q_6$	$Q_7$	$Q_{DL}$	$Q_{EM}$	$Q_{FN}$	$Q_{GO}$	$Q_{HP}$	$Q_{IR}$	$Q_{JS}$	$Q_{KT}$
$m^3 / s$														
0.800	0.551	0.387	0.274	0.191	0.121	0.058	0.381	0.249	0.164	0.112	0.083	0.070	0.063	0.058



Фиг. 2. Работни режими при различни и равни дебити през крайните участъци и честототи на въртене  $2910 \text{ min}^{-1}$  и  $3200 \text{ min}^{-1}$

От данните, дадени в таблица 3 се вижда, че дебитите през крайните участъци се различават значително един от друг. По проектно задание би трябвало да са еднакви и равни на  $0,1458 \text{ m}^3 / \text{s}$ , при което общият дебит в системата е  $1,1667 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

### Определяне режима на работа на системата при еднакви дебити в крайните участъци

Условието за еднакви дебити през крайните участъци има вида:

$$Q'_{JS} = Q'_{IR} = Q'_{HP} = Q'_{GO} = Q'_{FN} = Q'_{EM} = Q'_{DL}, \quad (8)$$

или

$$A' = C' = E' = G' = I' = K' = M'. \quad (9)$$

В (8) и (9) и по-долу с „прим“ са означени всички величи, които се отнасят за случая с еднакви дебити през крайните участъци. Те се постигат чрез настройка на съответните дроселни клапи и съответна промяна в коефициентите  $k'_i$ .

Таблица 4. Зависимости, използвани при равни дебити през крайните участъци

$B' = I + A'$	$J' = H' + I'$	$k'_S = \frac{k_7 + k'_T}{A'^2}$	$k'_O = \frac{k'_4 F'^2 + k'_P E'^2}{G'^2}$
---------------	----------------	----------------------------------	---

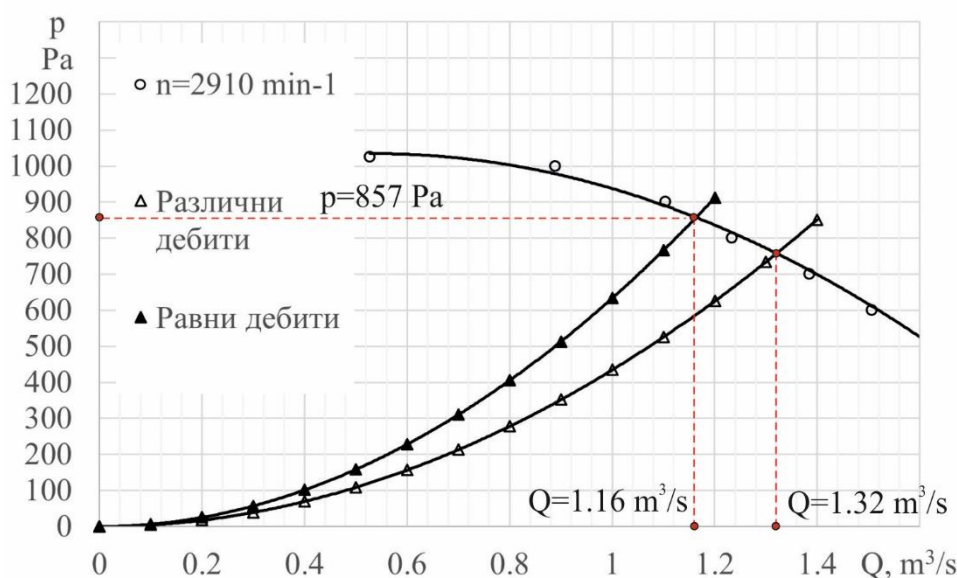
$D' = B' + C'$	$L' = J' + K'$	$k'_S = \frac{k_7 + k_T}{A'^2}$	$k'_N = \frac{k'_3 H'^2 + k'_O G'^2}{I'^2}$
$F' = D' + E'$	$N' = L' + M'$	$k'_R = \frac{k_6 B'^2 + k'_S A'^2}{C'^2}$	$k'_M = \frac{k'_2 J'^2 + k'_N I'^2}{K'^2}$
$H' = F' + G'$	$k'_T = k_T$	$k'_P = \frac{k_5 D'^2 + k'_R C'^2}{E'^2}$	$k'_L = \frac{k'_1 L'^2 + k'_M K'^2}{M'^2}$

В таблица 4 са дадени зависимостите за определяне на  $k'_i$  при случая с равни дебити през крайните участъци. След провеждане на изчисленията за новия режим се получава общ дебит в системата  $Q = 1,06 \text{ m}^3 / \text{s}$  (фиг. 2), който е с близо 10% по-нисък от зададения по проект. При това дебитите през карйните участъци са еднакви и равни на  $0,1357 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

### Постигане на проектния дебит при еднакви дебити през крайните участъци

В настоящата работа са предложени два начина за постигане на проектния дебит при еднакви дебити през крайните участъци. При първия се предлага вентилаторът да се задвижи с честота на въртене  $n = 3200 \text{ min}^{-1}$ . Полученият работен режим е при общ дебит  $\approx 1,18 \text{ m}^3 / \text{s}$  и налягане на вентилатора  $p \approx 1090 \text{ Pa}$  (фиг. 2).

Второто предложение е височината на участък CD да се увеличи от  $0,25 \text{ m}$  на  $0,3 \text{ m}$ , което ще доведе до намаляване на коефициента на съпротивителната характеристика на системата.



Фиг. 3. Работни режими при различни и равни дебити през крайните участъци и увеличен размер на участък CD

На фиг. 3 са дадени режимите, получени след увеличаване на височината на участък CD. Режимът, получен при равни дебити през крайните участъци е с общ дебит  $Q = 1,16 \text{ m}^3 / \text{s}$ .



Стойностите на дебитите през крайните са еднакви и равни на  $0,1487 \text{ m}^3 / \text{s}$ , с изключение на  $Q_{KT} = 0,1226 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

### Оценка на енергийната ефективност на предложените методи за постигане на проектния дебит

За оценка на енергийната ефективност на вентилаторни системи обикновено се използва величината специфичната мощност на вентилатора (Specific Fan Power - SFP). Съгласно европейския стандарт (EN 13779, 2006) този показател представлява изразходваната енергия за пренасяне на единица обем:

$$SFP = \frac{P}{\eta}, \text{ Ws/m}^3, \quad (10)$$

където  $\eta$  е коефициентът на полезно действие (КПД) на вентилаторния агрегат.

За сравнение на двата предложени метода за постигане на проектния режим е изчислена разликата

$$\Delta SFP = \frac{P_1}{\eta_1} - \frac{P_2}{\eta_2}, \quad (11)$$

където:  $p_1$  и  $\eta_1$  са налягането и коефициентът на полезно действие на вентилатора при работа с честота на въртене  $n = 3200 \text{ min}^{-1}$  и еднакви дебители през крайните участъци;  $p_2$  и  $\eta_2$  са налягането и коефициентът на полезно действие на вентилатора при работа с честота на въртене  $n = 2910 \text{ min}^{-1}$ , увеличени размери на участък CD и еднакви дебители през крайните участъци.

След проведените изчисления е установено, че  $\Delta SFP = 0,359 \text{ kWh}$  за 1 час работа на вентилатора,  $\Delta SFP = 2,874 \text{ kWh}$  за 8 часа работа и  $\Delta SFP = 179,648 \text{ kWh}$  за 500 часа работа. При пресмятане на  $\Delta SFP$  не са отчетени коефициенти на полезно действие на предавката, на звдвижващия електродвигател и на честотен инвертор, което би довело до увеличаване на стойностите на  $\Delta SFP$ .

### ИЗВОДИ

В резултат на проведеня анализ на съществуваща сложна вентилаторна система могат да се наравят следните изводи:

- При реализиране на еднакви дебители през изходящите дифузори на изследваната вентилаторна система, дебитът в системата е с близо 10% по-нисък от задания по проект.
- За постигане на проектните еднакви дебители е необходимо честотата на въртене на вентилатора да се увеличи с 10% (до  $3200 \text{ min}^{-1}$ ).
- При промяна на размерите на въздуховода на участък CD от  $250 \text{ mm} \times 900 \text{ mm}$  до  $300 \text{ mm} \times 900 \text{ mm}$  е възможно да се постигнат проектните еднакви дебители без промяна на честотата на въртене на вентилатора. При това се реализира икономия от  $0.359 \text{ kWh}$  електроенергия за 1 час работа на системата в сравнение с режима при  $n=3200 \text{ min}^{-1}$ .

### REFERENCES

EN 13779 (2006) Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning system.

Idelchik, I. E. (2007) Handbook of hydraulic resistance. Begell House Publishers Inc., U.S.; 4th Revised edition (31 July 2007).

Popov, G., B. Kostov. (2023) Short Handbook for hydraulic estimation of simple pipelines. University of Ruse "Angel Kanchev".

Stamov, S et Al. (1993) Handbook of HVAC – Part III (*Оригинално заглавие*: Стамов, С и колектив, (1993). Справочник по отопление, вентилация и климатизация – трета част. София: Издателство „Техника“).

THU-SSS-EC-01

---

## ENVIRONMENTAL EFFECTS OF THE EXHAUST GASES OF A PASSENGER CAR WITH AN INSTALLED AUTOMATIC GAS SYSTEM<sup>5</sup>

---

### **Preslav Minkov – Student**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 82 888 498  
E-mail: [preslav.minkov@abv.bg](mailto:preslav.minkov@abv.bg)

### **Assist. Prof. Nikolay Kovachev, PhD**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 82 888 498  
E-mail: [nkovatchev@uni-ruse.bg](mailto:nkovatchev@uni-ruse.bg)

***Abstract:** In the paper, an analysis of the exhaust gases of a passenger car using two types of fuel - gasoline and LPG - were carried out. This was done at two types of engine revolutions, according to the requirements of the regulation. Measurements was made at rest and at 2200 rpm. The indicators when using the two types of fuel were compared and the environmental effects were assessed.*

***Keywords:** Bi-fuel, LPG, Gazoline, Effectiveness, Carbon monoxid, Lambda value;*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Транспортът е един от най-големите замърсители на атмосферния въздух и е в основата на негативните последици върху климата. Парадоксалното е, че при нарастваща необходимост от спешни мерки за ограничаване на въздействията, се увеличава важността на транспорта за функциониране на глобалното общество и пазари (Sestrimski, D., 1977).

Затова е важно да се познава естеството на замърсяване на масовите автомобили с ДВГ и да се търсят начини за редуциране на замърсяването и да се анализира необходимостта от замената на даден вид транспорт с друг, щадящ околната среда.

Това прави актуална темата на настоящото изследване, при което са анализирани отработилите газове на бензинов лек автомобил с АГУ.

### **Цел и задачи**

Целта на работата е да се анализира съставът на отработилите газове при работа на двигателя с бензин и газ, при различни обороти на въртене на вала.

Задачите за решаване са:

- Разработване на методика за провеждане на изследването;
- Провеждане на изпитване;
- Анализ на резултатите и изводи; - Анализ на резултатите и изводи.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

#### **Методика за провеждане на изпитването**

Методиката е описана в НАРЕДБА No Н-32 от 16.12.2011 г. за периодичните прегледи за проверка на техническата изправност на пътните превозни средства. Горивата трябва да притежават качества, съгласно наредбата за изискванията за качеството на течните горива, условията, реда и начина за техния контрол.

---

<sup>5</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ЕКОЛОГИЧНИ ЕФЕКТИ НА ОТРАБОТЕНИТЕ ГАЗОВЕ НА ЛЕК АВТОМОБИЛ ПРИ МОНТИРАНЕ НА АВТОМОБИЛНА ГАЗОВА УРЕДБА.

**Тя включва следните стъпки:**

Измерване при работа на двигателя на празен ход (без натоварване) и минимална устойчива честота на въртене. Установява се минимална честота на въртене на празен ход. Предният край на сондата за вземане на проби се разполага в изпускателната тръба или в удължението на дълбочина не по-малко от 300 mm. Измерва се съдържанието на СО през време, достатъчно за получаване на минималната и максималната стойност, но не повече от 30 s. Резултатите се отпечатват.

Измерване при работа на двигателя на празен ход (без натоварване) и честота на въртене най-малко 2000 min<sup>-1</sup>. Установява се честота на въртене на празен ход най-малко 2000 min<sup>-1</sup>. Предният край на сондата за вземане на проби се разполага в изпускателната тръба или в удължението на дълбочина не по-малко от 300 mm. Измерва се съдържанието на СО и стойността на въздушното отношение λ през време, достатъчно за получаване на минималните и максималните им стойности, но не повече от 120 s. Резултатите се отпечатват. На фигура 1 е показан протоколът от извършеното изпитване при работа на двигателя с бензин. По същият начин изглежда и листът с показателите на отработените газове при работа с пропан бутан.

Таблица 1. Резултати от проведеното изпитване на отработилите газове

Параметър	Пропан бутан		Бензин		Дименсия
Обороти	690	2210	650	2400	min <sup>-1</sup>
СО	1,66	1,87	0,86	1,05	% vol
□	1,08	1,03	1,13	0,99	-
СО <sub>2</sub>	10,9	11,5	12,3	14,5	% vol
НС	245	100	196	89	ppm vol
О <sub>2</sub>	3,11	2,15	3,3	0,65	% vol

В таблица 1 са посочени резултатите от проведеното изпитване на отработилите газове. Анализът на отделните параметри води до следните изводи:

**СО**

Силно токсичен газ, който при вдишване блокира транспорта на кислорода до мозъка, сърцето и други жизненоважни органи в човешкото тяло. Особено чувствителни към токсичното му действие са бременните жени, новородените, болните от анемия и хората с хронични заболявания на сърдечно-съдовата система.

Съгласно наредбата максимално допустимите стойности се определят от производителя на моторното превозно средство при работа на двигателя на празен ход с минимална честота на въртене за МПС, регистрирани или пуснати в експлоатация преди 1 юли 2002 г. – съдържание на СО – 0,5 % обемни. В таблицата се вижда значително превишаване на тази стойност. При работа на двигателя с пропан бутан стойността е 1,66 % vol, а на бензин е по-малко, но пак над допустимото – 0,86. При 2000 min<sup>-1</sup> ситуацията е сходна – за пропан бутан стойността е 1,87 % vol, а на бензин е по-малко, но пак над допустимото – 1,05. Тук обаче допустимата стойност е 0,3 % vol.

**Ламбда**

Коефициентът ламбда- (λ) представлява съотношението гориво-въздух. Стойност едно (λ=1) се смята за търсена референтна стойност, позната още като стохиометрично съотношение. При това съотношение е налице количеството О<sub>2</sub>, нужно за изгаряне на цялото гориво. При бензин А95 Н за килограм гориво в лабораторни условия са необходими 14,7 кг въздух. Ако в отработените газове има по-високо съдържание на кислород, сместа е бедна (λ>1), а при твърде много гориво (λ<1) сместа е прекалено обогатена.

При всички измервания за настоящото изследването стойностите за благоприятни и вариат от 0,99 до 1,13.

<b>Анализатор:</b>	TECNOTEST s.r.l. ВИД STARGAS 898 хомологационен номер: Сериен номер: - Срок на калибровка.: 18/10/2023				
<b>Оборотомер:</b>	TECNOTEST s.r.l. ВИД STARGAS RPM хомологационен номер: Сериен номер: - Срок на калибровка.: 18/10/2023				
<b>Данни за клиент:</b>	Производител:	Subaru		Шаси:	
	Модел	Outback			
	Номер:				
	Двигател:	Катализатор			
	Тип двигател:				
	гориво:	Бензин	Регистрация:	01/01/2003	
	km:				
<b>Стойности:</b>	Температура на маслото:	80	°C	Мин	
	Автомоб.хомологирани съгласно т.5.3.1.4, приложения А,В на директива 70/220/CEE, 98/69/CE следв.модификации или с първа рег. след 1/7/2002				
	Мин.обор.на пр.ход:	Обороти	1000	1/min	Макс
		CO	0.3	% vol	Макс
	Вис.обор.на пр.ход :	Обороти	2000 - 3000	1/min	
		CO	0.2	% vol	Макс
		Ламбда	0.97 - 1.03	-	
<b>Атмосферни условия:</b>					
Температура:	18	°C	Налягане:	100.7	kPa
			Относ.влажност:	35	%
начало-дата и час:	12/05/2023 13:00:10		Край-час:	13:03:42	
<b>Тест на мин.об.пр.ход:</b>			<b>тест ва вис.об.пр.ход:</b>		
Обороти	650	1/min	Положителен	Обороти	2400 1/min Положителен
Темп.масло.	80	°C	Положителен#	Темп.масло.	80 °C Положителен#
CO	0.86	% vol		CO	1.05 % vol Отрицателен
Ламбда	1.13	-		Ламбда	0.99 - Положителен
CO <sub>2</sub>	12.3	% vol		CO <sub>2</sub>	14.5 % vol
HC	196	ppm vol		HC	89 ppm vol
O <sub>2</sub>	3.30	% vol		O <sub>2</sub>	0.65 % vol
Резултати от теста: <b>Отрицателен</b>					
<b>Сервиз</b>			(#) Ръчно въвеждани данни от оператор		
-			-		
-			-		
-			-		
Оператор:	Nome e Cognome Responsabile Tecnico		Подпис:	_____	

Фиг. 1. Резултати от измерване показателите на изгорелите газове на бензинов двигател

## HC

Въглеродородите в отработените газове са следващия партаметър, който се измерва, съгласно наредбата. Въглеродородите и летливите органични съединения се получават при непълното изгаряне на горивата, както и с изпаренията при дейности, свързани с презареждане (бензин) и действия по ремонт на автомобила. Въглеродородите са фотооксиданти, чието токсично действие се характеризира с:

- дразнещо действие върху кожата и лигавицата на дихателната система и очите;
- усложнения при протичането на хроничните заболявания на дихателната система;
- канцерогенно действие, особено в комбинация с други замърсители и физични условия.

Анализът на таблица 1 показва, че при работа на двигателя с пропан-бутан стойностите на този показател за значителни. На тих ход, стойността е 245 ppm. При нормални обороти стойността пада на 100 ppm, но въпреки това е значителна. Това говори за недобре настроена автоматична газива уредба. При работа с бензин, тези стойности са съответно 196 и 89 ppm.

## O<sub>2</sub>

Кислородът в отработените газове има стойност 3,11% vol при честота на въртене на вала на двигателя 690 min<sup>-1</sup> и 2,15 vol при 2210 min<sup>-1</sup> и гориво – пропан бутан. При работа с бензин, тези стойности са съответно 3,3 и 0,65 % vol, тъй като при нормални обороти на двигателя и работа с бензин, се използва значително количество кислород.

## CO<sub>2</sub>

Стойностите на този показател са значителни за изпитвания автомобил. При работа с пропан-бутан имат стойност 10,9 % vol при честота на въртене на вала на двигателя 690 min<sup>-1</sup> и 11,5 vol при 2210 min<sup>-1</sup>. И съответно 12,3 и 14,5 % vol при работа с бензин.

При направеното изследване, като цяло сместа е бедна, само при работа с бензин при 2000 оборота е малко под 1, което говори за обогатяване на горивната смес.

От таблицата се вижда значително по-малко количество въглеродороди, които се отделят в атмосферата при работа с бензин. Тук обаче количеството на въглеродния диоксид е по-голямо.

## ИЗВОДИ

- при работа на двигателя с пропан бутан стойността на отделяния въглероден окис е 1,66 % vol, а на бензин е по-малко, но пак над допустимото – 0,86. При 2000 min<sup>-1</sup> ситуацията е сходна – за пропан бутан стойността е 1,87 % vol, а на бензин е по-малко, но пак над допустимото – 1,05. Тук обаче допустимата стойност е 0,3 % vol.
- коефициентът  $\lambda$  при всички измервания е около 1, като най-неблагоприятната стойност -1,13 е при работа с бензин на тих ход.
- въглеродородите в отработените газове при работа на двигателя с пропан-бутан на тих ход, имат стойността 245 ppm. При нормални обороти стойността е 100 ppm, но въпреки това е значителна. Това говори за недобре настроена автоматична газива уредба. При работа с бензин, тези стойности са съответно 196 и 89 ppm.
- кислородът в отработените газове има стойност 3,11% vol при честота на въртене на вала на двигателя 690 min<sup>-1</sup> и 2,15 vol при 2210 min<sup>-1</sup> и пропан бутан, а при работа с бензин, тези стойности са съответно 3,3 и 0,65 % vol.
- въглеродния диоксид има стойности при работа с пропан-бутан имат стойност 10,9 % vol при честота на въртене на вала на двигателя 690 min<sup>-1</sup> и 11,5 vol при 2210 min<sup>-1</sup> и съответно 12,3 и 14,5 % vol при работа с бензин.

## REFERENCES

ORDINANCE № Н-32 of 16.12.2011 on the periodic inspections for checking the technical condition of road vehicles (*Оригинално заглавие:* НАРЕДБА № Н-32 от 16.12.2011 г. за периодичните прегледи за проверка на техническата изправност на пътните превозни средства).

ORDINANCE № 12 of July 15, 2010 on Norms for Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide, Fine Dust Particles, Lead, Benzene, Carbon Monoxide And Ozone In Atmospheric Air (*Оригинално заглавие:* Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух).

ORDINANCE on the requirements for the quality of liquid fuels, the conditions, order and method of their control, from 01.10.2003, adopted by DCM No. 156 from 15.07.2003 ” (*Оригинално заглавие:* Наредба за изискванията за качеството на течните горива, условията, реда и начина за техния контролв сила от 01.10.2003 г.приета с пмс по 156 от 15.07.2003 г.).

Road Traffic Act (*Оригинално заглавие:* Закон за движението по пътищата).

Sestrimski, D., 1977. The car and the Environment. Sofia. State press “Technika” (*Оригинално заглавие:* Сестримски, С., 1977. Автомобилът и околната среда. София. ДИ „Техника)

## A CHANGE IN VEHICLE NOISE AT START UNTIL NORMAL TEMPERATURE IS REACHED<sup>6</sup>

---

### **Preslav Minkov – Student**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 82 888 498  
E-mail: [preslav.minkov@abv.bg](mailto:preslav.minkov@abv.bg)

### **Assist. Prof. Nikolay Kovachev, PhD**

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 82 888 498  
E-mail: [nkovatchev@uni-ruse.bg](mailto:nkovatchev@uni-ruse.bg)

**Abstract:** *The study examines the change in noise when the car engine reaches normal operating temperature. Two cars with a similar year of manufacture and mileage were examined - a diesel and a petrol car. When starting the engine, the noise is recorded until normal operating temperature is reached at constant engine rotational speed. Noise was recorded with a duration of 300 seconds. A post-processing has been carried out, which makes it possible to analyze the spectral distribution of the noise in octave bands with a width of one octave. Conclusions and recommendations for noise reduction are drawn.*

**Keywords:** *noise, operational temperature, spectral analyses, sound pressure levels*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Шумът е важен фактор, който има хигиени аспекти, свързани със сигурността на пътуването и безопасността, но може да бъде и важен диагностичен фактор за оценка на работата на двигателя.

С експлоатацията на автомобила и амортизацията на елементи по ходовата част, се променят някои параметри на емитирания шум. Полезно е да се познават тенденциите на тези изменения, за да се анализира по-детайлно техният негативен ефект (Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov. 2012). Автомобилите винаги ще излъчват шум. Дори и двигателите, като най-сериозен компонент в общите нива на шума при автомобилите с ДВГ, да се заменят с електрически, остават редица източници на шум от различни елементи и системи в автомобила.

### **Цел и задачи**

Целта на работата е да се извърши експериментално изследване на динамиката шума на празен ход на 2 различни автомобила при загряване на двигателя до достигане на нормален температурен режим

Задачите за решаване са:

- Разработване на методика за провеждане на изследването;
- Провеждане на измерване на шума;
- Анализ на резултатите и изводи.

---

<sup>6</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ИЗМЕНЕНИЕ НА ШУМА НА АВТОМОБИЛ ПРИ СТАРТИРАНЕ ДО ДОСТИГАНЕ НА НОРМАЛЕН ТЕМПЕРАТУРЕН РЕЖИМ.



## ИЗЛОЖЕНИЕ

### Методика за провеждане на изпитването

Важен момент при провеждане на шумови измервания в купето на лек автомобил е свързан с избора на точките за измерване. Обикновено шумомерът се поставя в близост до мястото, където е разположена главата на водача (Hassall, J.R., K. Zaveri, 1988).

В случая е избрана по-ниска точка. Извършено е измерване с продължителност 300 секунди. Използван е шумомер SVANTEK 971, клас 1. И вграден октавен филтър (ISO 5128:1980).

Данните се запазват в устройството, след което се обработват със специализиран софтуер SVAN++.

Двигателят работи на празен ход по време на измерването до достигане на работна температура на двигателя.

Обект на изследването са 2 автомобила, съответно с бензинов и дизелов двигател, съответно:

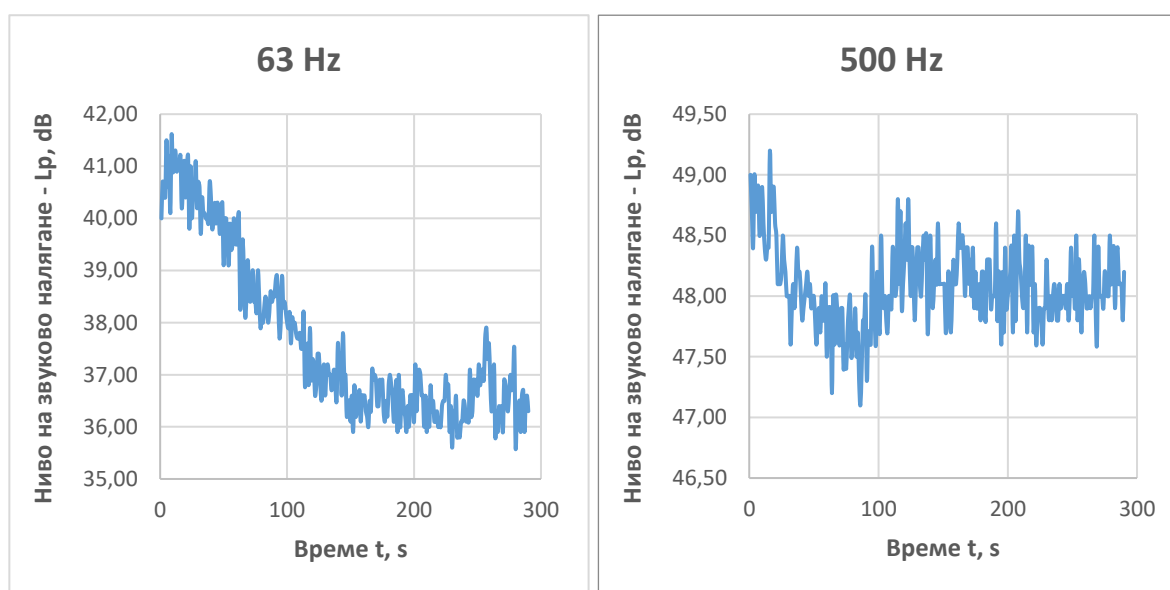
- Citroen C3, с дизелов двигател 1,4 HDi, мощност 74 hp, произведен през 2003 г.
- Subaru outback 2,5 с бензинов двигател, мощност 167 hp, произведен през 2002 г.

### Дизелов двигател

На фигура 1 са представени нивото на звуковото налягане във функция от времето при дизелов двигател в октавна честотна лента 63 Hz, 500 Hz, 4000 Hz и по скала A на шумомера. Вижда се, че при ниските честоти се получава значително намаляване на нивото на звуково налягане, при достигане на работната температура на двигателя – фиг. 1a.

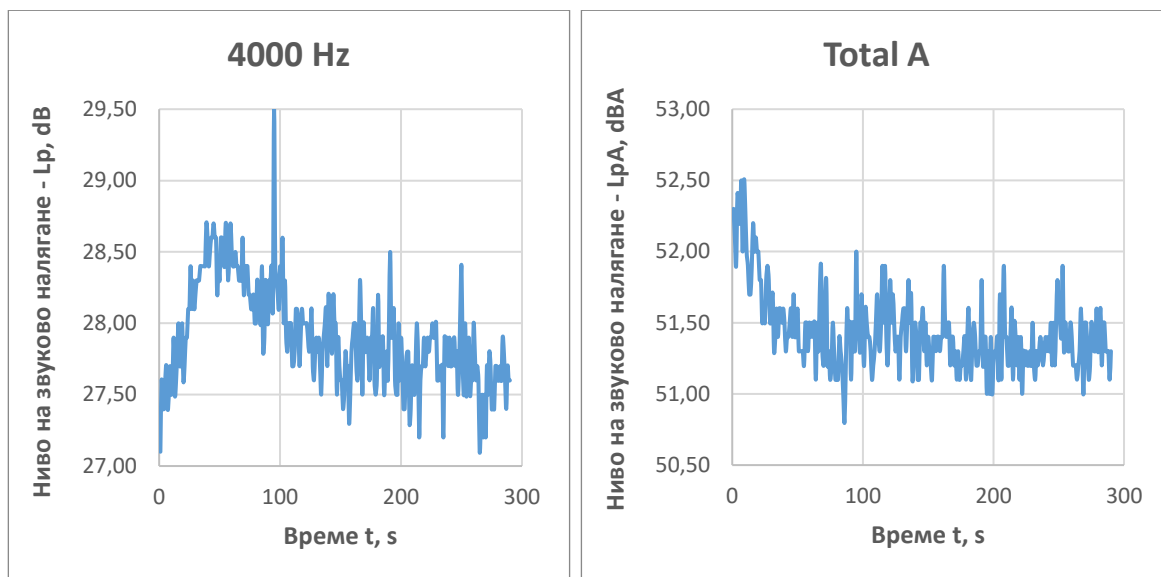
Като намаляването е около 7 dB. При средните честоти намаляването на шума е малко, до около 100 секунди, след което се стабилизира 0 фиг. 1b, но при значителна дисперсия на стойностите около някаква средна стойност. Високите честоти, над 4 KHz нарастват – 1 с.

В точката около 95 секунда от измерването с наблюдава локален максимум, на стойностите. На последната графика е показано общото ниво на шума по скала A на шумомера, което следва тенденцията за намаляване на шума при достигане на работната температура на двигателя - фигура 1d.



a)

b)



c)

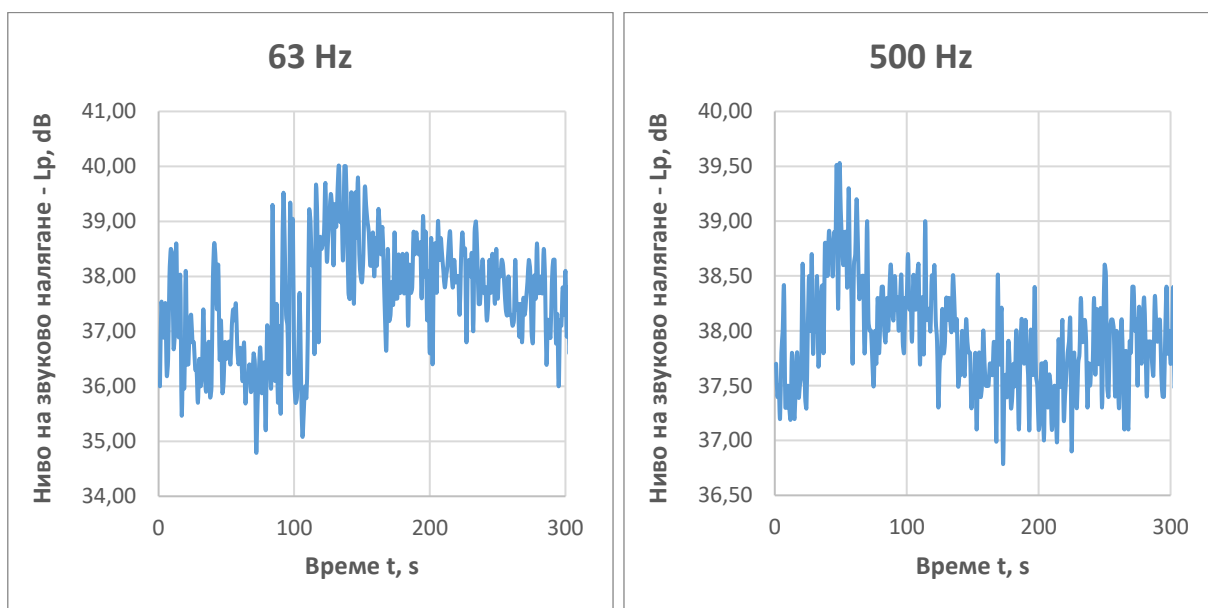
d)

Фиг. 1. Ниво на звуковото налягане във функция от времето при дизелов двигател в октавна честотна лента 63 Hz, 500 Hz, 4000 Hz и по скала A на шумомера.

#### Бензинов двигател

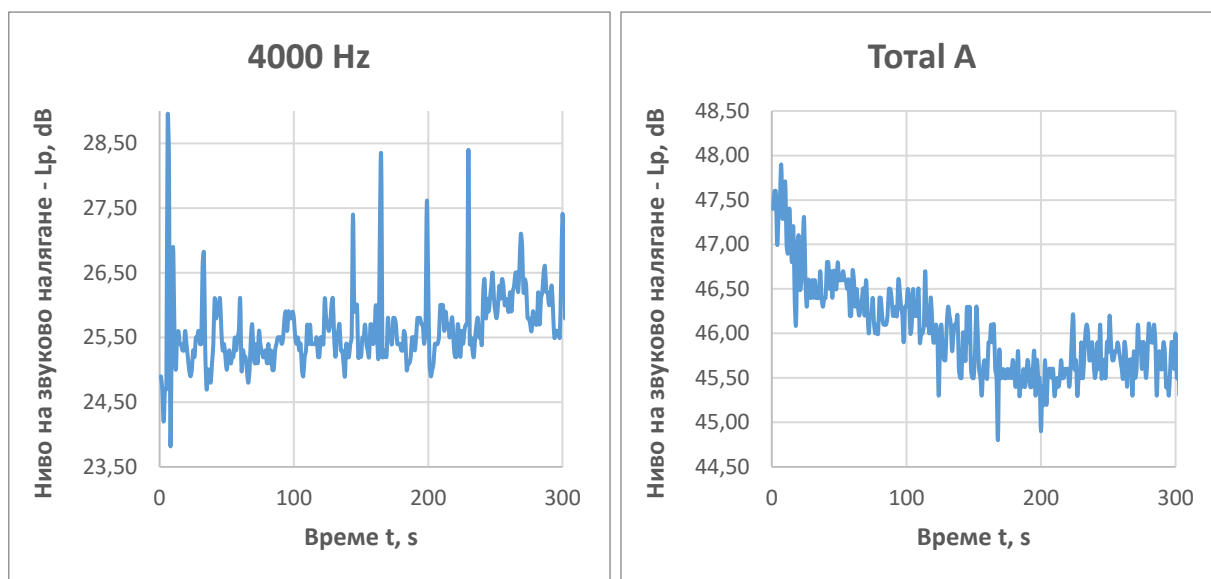
Тук разсейването на стойностите е значително. На фигура 2 са представени нивото на звуковото налягане във функция от времето при бензинов двигател в октавна честотна лента 63 Hz, 500 Hz, 4000 Hz и по скала A на шумомера.

На фиг. 2а се вижда, че при ниските честоти се получава увеличаване на нивото на звуково налягане, при достигане на работната температура на двигателя. Като увеличаването до 120-тата секунда е около 5 dB. Следва намаляване на стойностите. При средните честоти се наблюдава сходна динамика на стойностите. При високите честоти плавно увеличение на шума е малко с отчетливи локални пикове – фиг 2с. Макар и не голямо, на последната графика общото ниво на шума по скала A на шумомера, следва тенденцията за намаляване на шума при достигане на работната температура на двигателя. Стойностите от 52,5 dB, намаляват до 51 – фигура 2d.



a)

b)



c)

d)

Фиг. 2. Ниво на звуковото налягане във функция от времето при бензинов двигател в октавна честотна лента 63 Hz, 500 Hz, 4000 Hz и по скала A на шумомера.

Таблица 1. Основни статистически показатели на измерването на шума на бензинов и дизелов двигател

Бензинов двигател							
	Средна стойност	Медиана	Дисперсия	Стандартно отклонение	Коефициент на вариация	Асиметрия	Ексцес
63 Hz	46,00742	45,90000	0,270204	0,519811	1,129842	0,889285	0,873106
500 Hz	37,60806	37,70000	1,102491	1,049996	2,791943	-0,108953	0,595509
4 kHz	37,92839	37,90000	0,224823	0,474155	1,250131	0,435136	0,234035
Total A	46,64258	45,50000	0,345107	0,587458	2,290946	1,818925	6,681097
Дизелов двигател							
	Средна стойност	Медиана	Дисперсия	Стандартно отклонение	Коефициент на вариация	Асиметрия	Ексцес
63 Hz	37,69138	37,00000	2,549510	1,596719	4,236296	0,844561	0,576428
500 Hz	48,07483	48,00000	0,108395	0,329234	0,684837	0,364880	0,641232
4 kHz	27,91034	27,90000	0,127574	0,357175	1,279724	0,539650	0,561767
Total A	51,43276	51,40000	0,074806	0,273506	0,531774	1,262957	2,258579

В Таблица 1 са показани някои базови статистически показатели на измерването на шума на бензинов и дизелов двигател. Основно интерес представлява дисперсията. Която при ниските честоти при дизелов двигател е значителна – 2,55. При бензиновия двигател максималната дисперсия се наблюдава при средните честоти-1,1. Като цяло обаче разсейването на стойностите при дизеловият двигател е по-малко, което показва стабилни стойности на шума.

### ИЗВОДИ

Шумът като цяло намалява и при двата типа ДВГ при достигане на работната температура;

При дизеловият двигател шумът има по-малка дисперсия, но стойностите му са малко по-високи;

Намаляването на шума е по-значително при ниските честоти, като при високите, някои компоненти дори се завишават;

Като насоки за бъдещи изследвания могат да се посочат измервания в различни точки от купето, както и емисиите на шума извън купето, и измерване при други обороти на вала на двигателя.

### REFERENCES

ISO 5128:1980 (en) Acoustics — Measurement of noise inside motor vehicles

Hassall, J.R., K. Zaveri, (1988) Acoustic noise measurements, Bruel & Kaer, Sweden

Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov. (2012) Protection against noise and vibration. Guide for practical exercises. “Mediatech” Publishing house, Pleven, 2012, p. 96, ISBN 978-954-8467-78-8

THU-SSS-ID-01

---

## CHOICE OF COLORS IN THE RESIDENTIAL INTERIOR <sup>7</sup>

---

### **Maya Yordanova – Student**

Department of Industrial Design,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Tel.: +359 88 715 7077  
E-mail: [mayya.2073@gmail.com](mailto:mayya.2073@gmail.com)

### **Assoc. Prof. Yordan Doichinov, PhD**

Department of of Industrial Design,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 88 727 3040  
E-mail: [doichinov@uni-ruse.bg](mailto:doichinov@uni-ruse.bg)

***Abstract:** The paper reviews the basic knowledge that a designer or consumer needs to choose the right color for themselves or their client. Some basic topics are touched upon such as the color wheel, color temperature, light, colors and style trends in the interior, as well as the use of accents.*

***Keywords:** Colors, Residential Interior, Interior Space, Psychology, Color Temperature, Light, Style Directions, Accents.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Интериорният дизайн като професия се е появил заедно с развитието на обществото, архитектурата и индустриалните процеси. В днешно време все още търпи развитие и ще продължава да се променя с всяко поколение. Една важна част от интериора, която влияе върху ползвателите изключително много са цветовете, които избираме за определеното вътрешно пространство. Този аспект на интериорния дизайн има влияние върху психиката и емоциите на хората, затова в работни и индустриални помещения светлината и цветовете следват да бъдат едни, а в жилищно пространство съвсем други. Това се дължи на различните предназначения на интериора, затова и изборът на цветове трябва да бъде подкрепен от добри знания в сферата на интериорния дизайн и теорията на възприятието.

Целта на този доклад е да представи основните елементи, от които зависи успешният подбор на цветови комбинации в интериорните решения.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

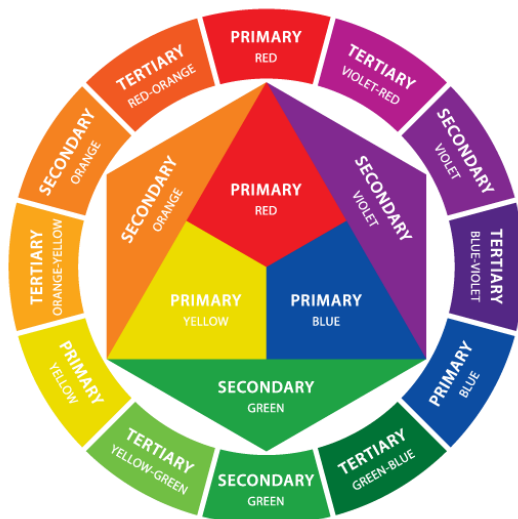
Познанията за интериорния дизайн, които са необходими, за да се избере правилния цвят и да се създаде професионално издържан проект за нашия клиент са многобройни. Поради ограничения, свързани с обема на разработката, в настоящата статия ще бъдат разгледани част от тях, отнасящи се до теорията на цветовете:

- **Колело на цветовете**

Колелото на цветовете се състои от първични, вторични и третични цветове. То се получава чрез смесване на трите основни цвята- червено, жълто и синьо. В резултат на тяхното смесване се получават вторичните цветове, които са съставни на първия вид, например виолетово, зелено и оранжево и последният вид са третичните цветове, които са смесица между вторични и основни цветове като жълто-оранжево и синьо-зелено (фиг. 1).

---

<sup>7</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ИЗБОР НА ЦВЕТОВЕ В ЖИЛИЩНИЯ ИНТЕРИОР.



Фиг. 1. Колело на цветовете с първични, вторични и третични цветове.

От тук спрямо предпочитанията на клиента може да се избере основния цвят на помещението, а после посредством различни принципи (аналогични, допълващи, разделно допълващи, триадични и др.) на съчетаване на цветовете да подбере съответната цвятова палитра.

- **Цветна температура и светлина**

Цветовете могат да бъдат разделени на два основни вида - студени и топли цветове. Това е важно при избора им за интериорният дизайн, защото спрямо жилищното пространство следва да се избере дали би бил подходящ визуално по-топъл или студен цвят за повърхностите в помещението (стени и подови настилки). Този избор може да бъде направен след оценка на изложението на жилищното пространство.



Фиг. 2. Цветови климат в интериора в зависимост от цветната температура на източника на осветление

При северно изложение в стаята би имало сравнително малко светлина и при това студена (около 6000K), за това би било подходящо да се избере някой топъл цвят. Ако стаята е южна, то тогава помещението е добре осветено през светлата част на денонощието и се препоръчва да избор на студени цветове. При източно изложение получаваме светлина главно сутрин, а при западно получаваме светлина главно привечер. Тогава стаите следва да бъдат светли, но е възможно да бъдат добавени и тъмни акценти на определени места, по такъв начин, че да отразява светлината когато я има, а не да я поглъща. Важно е да се подбере правилния цвят, за да може светлината, идваща през прозорците да протрминава през помещението, за да има добра осветеност през възможно най-голяма част от денонощието. Също като растенията, хората също нужа от светлина за да работи правилно нашият биологичен часовник и за да произвеждаме достатъчно мелатонин (хормонът на съня) и да понижим кортизола (хормонът на стреса) в организма ни.

- **Психологичен ефект на цветовете и целева група**

В жилищно пространство е много подходящо да се подбере някои от цветовете от топлата гама и да го изсветлим, за да може светлината в помещението да се отразява и увеличава количествено. Като добър пример може да се посочи бежовият цвят, който в интериора се възприема като доверие, мекота, мъдрост, спокойствие и е възможно хората да го свържат с ванилов сладолед. Розовият цвят пък се свързва с любов, доброта, невинност и грижа, а жълтият цвят е представител на позитивизма, игривостта и слънцето. Всичко това са начини, по които по-голямата част от хората биха възприели и описали тези цветове.

Но както те си имат позитивни значения за нас така, хора от други култури и места по света възприемат тези цветове по съвсем различен начин. Например бежовия цвят също може да бъде разгледан като консервативен и зависим, жълтият цвят може да се свърже клиники за ментално здраве, а розовия цвят може да бъде възприет като освобождение от материализма в будизма.

Поради тези специфики във възприятието се налага обществото да се раздели условно на определени целеви групи като всяка от тях има различни нужди и потребности. Съществува една група от хора, които използват жилището си както за почивка, така и за домашен офис, следователно това би повлияло на избора ни, защото в този случай ние не можем да поставим тъмен цвят или много различни цветове и форми в помещението, защото нивото на концентрация би спаднало и човек в такива условия би станал неефективен.

Други пък използват жилището си само за почивка и отпих като в този случай е възможен избор на по-тъмен цвят, който кара хората да се чувстват отпочинали, например тъмно зелено. Разбира се има и други целеви групи затова всеки цвят има нужда от проучване и добро познание преди да бъде поставен в определено пространство, както и да опознаем добре човека и нуждите му, за да може крайният продукт да го удовлетворява.

- **Стилови направления в интериора**

Когато избираме цветове за жилищно пространство е изключително важно да вземем в предвид и какви стилови направления най-много подхождат на нашия клиент. Някои хора харесват авангардното, други хора предпочитат класическото, а трети пък биха се спрели на модерното/съвременното като за всеки стил е подходяща различна гама цветове.

За авангардното направление би било най-подходящо използването ярка и светла комбинация от основните цветове в различни форми.

За класическото един дизайнер би използвал светли варианти на бежовите цветове като добави тъмен акцент, който да контрастира на всичко останало.

При модерното/съвременно направление е най-подходящо да се използват отново светли цветове доближаващи се до белият цвят с кафяви/дървени акценти.

• **Акценти в интериора - сезонни**

При изборът на цветове е нормално да се обърне внимание не само цветовете на стените, но също така и на мебелите и акцентите, които довършват цялостния изглед и композиция на интериора. Точно тези вещи, аксесоари и художествени произведения позволяват на дизайнера да експериментира и по този начин да изрази смисловия характер на композицията. Те дават възможност да се привлече или отнеме внимание от определени несъвършенства или функционалности.

Възможно е акцентите да се подменят и по този начин цялостно да се промени усещането на стаята или цветовият климат спрямо времето в годината, настроението или празниците. Затова има и доста добро примерно правило наречено „шестдесет-тридесет-десет“ (60-30-10), което помага в преценката на количеството на всеки от цветовете. Шестдесет процента е доминантният цвят, който е избран съобразно изброените по-горе фактори, като той трябва да присъства на стените, на пода и на основните мебели като диван и кухненски шкафове. Тридесет процента е вторичният цвят, който би бил на някои от килимите завесите акцентните мебели и шкафове. Десет процента остават точно за контрастния акцентен цвят върху някои елементи - възглавници, вази, растения, художествени произведения, книги и други аксесоари. Специфичното при тях е, че щом заема толкова малка част от интериора е възможна и тяхната подмяна заедно със сезона или настроението на собственика, защото те се водят подвижни. Това би ни помогнало да разнообразяваме собствения си интериорен дизайн сравнително лесно и при желание често, както и да изградим колекцията си от декор бавно и да я запълним само с качествени и стойностни орнаменти без да подкрепяме бързото производство.

**ИЗВОДИ**

Основните цветове в жилищното пространство трябва да бъдат подбрани изключително внимателно, обосновано и подкрепено със знания. Ако съществува голяма доза неувереност какъв да бъде основния цвят (респективно цветовата гама), би било най-подходящо да се вземе за база някой по-неутрален цвят като основа за помещението.

Подборът на цвета на мебелите е също толкова важен елемент от цялостното решение, колкото и избора на основен цвят. В повечето случаи се препоръчва мебелите да се доближават до основната цветовата гама, но в практиката съществуват и безброй много решения, които са реализирани на базата на контраста.

Акцентният цвят е препоръчително да е контрастиращ, а в същото време да позволява лесна промяна. Това се налага в случаите, когато не допадне на потребителите или те почувстват нужда от разместване или преосмисляне на пространството.

Ако тези стъпки биват следвани и се достигне до подбора на цвят, то със сигурност той би бил най-правилният за крайният потребител.

**REFERENCES**

Grozev, O., & Tiholov, O. (1993) Interior - design guide. Sofia: Tehnika (*Оригинално заглавие: Грозев, О., Тихолов К. 1993 Интериор-ръководство за проектиране. София, издателство „Техника“*)

Delev, S. (1993). Fundamentals of industrial design in architecture. Sofia: Tehnika (*Оригинално заглавие: Делев, С. 1993. Основи на промишления дизайн в архитектурата. София, издателство „Техника“*)

Harbinger, P. (2014). *The Interior Design Productivity Toolbox. Checklists and Best Practices to Manage Your Workflow*. New Jersey: Wiley

[http://e-university.tu-sofia.bg/e-publ/files/2838\\_MEvtimova\\_KIN%202017.pdf](http://e-university.tu-sofia.bg/e-publ/files/2838_MEvtimova_KIN%202017.pdf)

[https://foyr.com/learn/color-theory-in-interior-design/#1\\_Color\\_Wheel](https://foyr.com/learn/color-theory-in-interior-design/#1_Color_Wheel)



## TRANSFORMATION OF THE STAIRCASE IN HISTORICAL TIME<sup>8</sup>

---

### **Svetlana Goreva – Student**

Fakulty of Fine arts,  
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities  
Tel.: +48 537 650 124  
E-mail: [sg83060@stud.uph.edu.pl](mailto:sg83060@stud.uph.edu.pl)

### **Assoc. Prof. Yordan Doichinov, PhD**

Department of of Industrial Design,  
University of Ruse “Angel Kanchev”  
Phone: +359 88 727 3040  
E-mail: [doichinov@uni-ruse.bg](mailto:doichinov@uni-ruse.bg)

***Abstract:** The purpose of this study is to show what functions the staircase has served in human history. How its design has influenced practical and aesthetic aspects in different periods of time. How ergonomics affects the usability of stairs in the modern world.*

***Keywords:** Stairs, Historical Period, Architectural Design, Ergonomics, cConstruction, Function.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Лестницей называется архитектурный элемент, основная функция которого – обеспечение вертикальных связей между соседними уровнями. Данный термин используется к конструктивным частям сооружений и зданий, а также для подъемных элементов транспортных средств, трапов самолетов, судов, садовых стремянок, веревочных лестниц, эскалаторов [8]. Лестница – незаменимый атрибут почти каждого дома. При этом лестница может выступать не только как средство безопасного передвижения с одного этажа на другой, но и быть красивым декоративным элементов, сразу привлекающим внимание и являющимся интересным дизайнерским решением.

Цель данного исследования – показать, какие функции выполняла лестница в истории человечества. Как ее дизайн влиял на практические и эстетические аспекты в разные исторические периоды. Как эргономика влияет на удобство использования лестниц в современном мире.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

Рождение лестницы берет свое начало в доисторическом периоде, когда еще не было письменности. Во времена палеолита люди переняли манеру животных подниматься и спускаться по тропам, опираясь на одни и те же участки почвы. А чтобы обезопасить себя от хищников, места для ночлега выбирались на некоторой высоте, обычно в пещерах скалистых гор. Следовательно, для подъема на высоту делались специальные ниши-полочки, которые затем постепенно изменились в классическую лестницу. Спустя много лет лестничная конструкция изменилась. Недалеко от Валенсии в Паучьих пещерах нашли рисунок, где показана лестница в виде жердей и поперечных палок, а на ней изображен человек лезущий к гнезду пчел. Рисунок датируется около 6 тысячным годом до нашей эры [8]. Исследователь О. Гладуш предлагает вести отсчет истории лестниц со времен Древнего Египта. Египтяне еще в 4 тысячелетии до н. э. владели технологией устройства подъемных форм (примеры лестничных имитаций можно наблюдать в пирамидах). Поэтому назвать точную дату изобретения лестницы не представляется возможным.

---

<sup>8</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на АИФ на 18.05.2023 г. с оригинално заглавие на български език: ТРАНСФОРМАЦИЯ НА СЪЛБИТЕ В ИСТОРИЧЕСКИ ПЛАН

Лестница всегда обладала некой индивидуальной символикой: это нерушимая связь между верхним и нижним миром, ход по вертикали. Практически во всех религиях мира лестница символизирует связь трех миров – богов, людей и подземного мира. Лестница в верованиях означает одновременно что-то мистическое и привычное, что-то реальное и непостижимое. Движение по ступеням лестницы издревле стало частью ритуальных шествий. С античных времен архитекторы тонко чувствовали, как можно варьировать длиной проступи и высотой ступени, режиссируя движение пользователей лестницы. Его можно было утруднить и облегчить, ускорить или замедлить. На крутых склонах театров и амфитеатров, которые сами были своего рода лестницами, устраивали крутые и короткие лестничные марши с мелкими ступенями, что пробуждало осторожность зрителей, зато площадки между маршами удлинняли так, чтобы на них была возможность передохнуть и оглядеться вокруг.

Определенный тип лестниц имеет свое отражение и в социальных сословиях. Так в многоэтажных домах Древнего Рима лестницы разделялись. На второй этаж, где селились наиболее состоятельные люди, вели широкие лестницы, что давало понять об особом положении хозяев. В тоже время с другой стороны дома размещались отдельные узкие лестницы, ведущие на верхние этажи, предназначенные для жильцов более низкого сословия. К XIV веку многоярусные башни и колокольни имели лестницу с очень пологими ступенями, по которой могли подниматься и лошади. Предводителю воинства полагалось перемещаться только в седле, что возвышало его над всеми прочими. Чтобы он мог спешиваться у самого порога своих парадных покоев, такие лестницы стали возводить внутри замков [2].

Масштабное строительство средневековых замков и крепостей с узкими башнями и глубокими подземельями поставило перед архитекторами проблему связывания верхних и нижних уровней. Решение нашли в оригинальной конструкции винтовой лестницы, закручивающейся по спирали и практически не занимающей места. Подъем по винтовым лестницам делался по часовой стрелке. Это было необходимо сугубо в оборонительных целях. Защитники замка в таком случае имели преимущество перед атакующими. Но винтовые конструкции не всегда проектировались с правой спиралью. В родовом замке Валленштейнов (Германия) все лестницы закручены против часовой стрелки, так как костяк защитников замка составляли леворукие рыцари.



Рис. 1. Слева: лестница в парке Zwingerlgarten (Зальцбург, Германия).  
Справа: лестница в Крепости Мариенберг (Вюрцбург, Германия). Фото автора.

Первоначально лестницы несли исключительно практическую пользу. В Средневековье лестницы строились для спуска в темницы и подвалы, а также для подъема в башни и прочие оборонительные сооружения. Но уже в эпоху Ренессанса данные конструкции стали выполнять не только практическую функцию, но и эстетическую – у лестниц появлялись своеобразные формы. Благодаря своему расположению преимущественно в самом центре здания, носили репрезентативный характер. Лестницы тонко декорировали многообразными

скульптурами и балюстрадой (рис. 1). Мастера создавали неповторимые и изящные конструкции, изгибали их, украшали кованными перилами. Во времена рококо, классицизма, модерна, барокко лестницы приобретали четкий отпечаток эпохи и несли свою загадку. Винтовая лестница во французском замке Рошфуко была спроектирована самим Леонардо да Винчи. Она состоит из двух спиральных секций, расположенных одна над другой. Курьез дизайна знаменитой лестницы заключается в том, что два прохожих могут видеть друг друга, но не могут встретиться.

Пирамида Кукулькана (VII в.), расположенная среди руин древнего города майя Чичен-Ица, является искусственной горой, на вершине которой расположен храм. Каждая из четырех лестниц, ведущих к храму, состоит из 91 ступени, то есть вместе с верхней площадкой их получается 365 – по числу дней в году. Искусствовед С. Кавтарадзе называет это сооружение и первым в мире кинотеатром: в дни весеннего и осеннего равноденствия ступенчатые грани пирамиды отбрасывают зубчатую тень на боковые стены лестниц, и с ходом солнца эта тень ползет вдоль стен парапета, как змея [4].

Вместе с тем, многие художники концентрируют свое внимание исключительно на исследовании возможностей самой формы лестницы. В работах голландского художника Мориса Корнелиса Эшера часто отображаются лестницы, преподанные с оптическими иллюзиями, образуя замысловатые линии и фигуры. Пожалуй, самая известная картина с названием «Восхождение и спуск» (рис. 2). В центре изображен монастырь. Прямоугольник внутреннего двора замкнут стенами здания, у которого вместо крыши – бесконечная лестница. Удивительное заключается в том, что, пройдя буквально несколько маршей, человек начинает свой путь якобы с первоначальной точки.

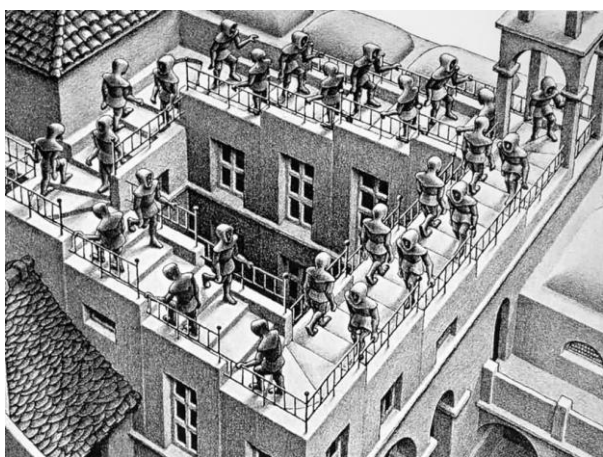


Рис. 2. Фрагмент Литографии Восхождение и спуск М.К. Эшер

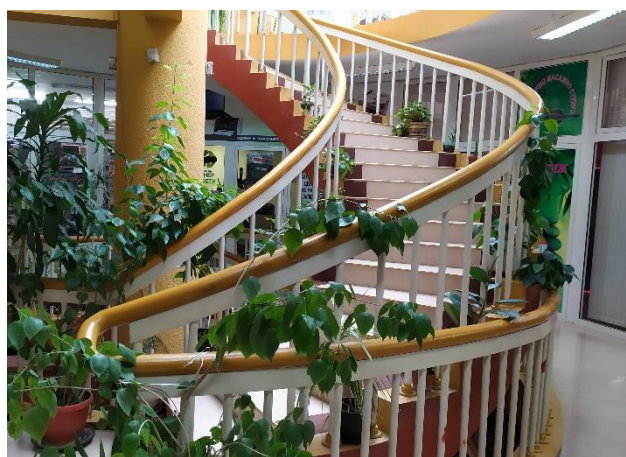


Рис. 3 Лестница в торговом комплексе «Евас» (Русе, Болгария). Фото автора.

С бурным развитием науки, осваивались новые материалы, методы обработки, отделка и внешний вид лестниц в целом. По материалам лестницы бывают деревянными, бетонными, из натурального камня, металлические (рис. 3). За все время существования лестницы, придумано множество ее типов и видов. Как в исторических, так и современном музеях лестница всё чаще обретает функцию иммерсионного и перформативного пространства, в которое вовлечён и зритель, и художник (рис. 4). И в наши дни также лестницы завораживают своей уникальностью и часто используются в строительстве как важный элемент архитектурного дизайна. Особенно это заметно в случае с современными минималистичными лестницами из бетона. Чтобы соответствовать функциональным и техническим требованиям, конструкции таких лестниц требуют большого количества ноу-хау с точки зрения планирования и реализации. Лестницы из архитектурного бетона можно встретить во многих зданиях по двум причинам: первая – это конструктивные возможности материала, а вторая – высокая прочность лестниц в многоквартирных и коммерческих зданиях. Бетонные лестницы смотрятся интересно, но условием должного эффекта является соответствующая форма этого

материала. Кроме того, такие лестницы должны иметь скрытую звукоизоляцию, которая не будет нарушать визуальные аспекты проекта, но при этом будет поглощать шум с лестничной площадки.

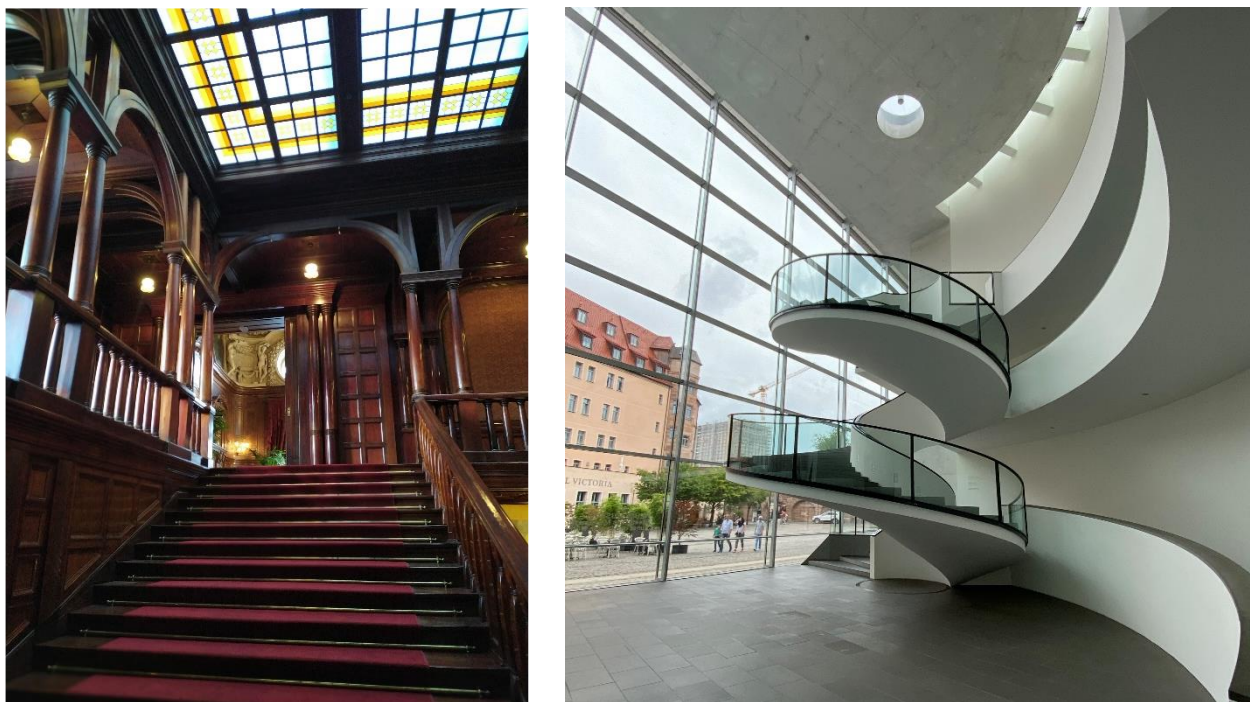


Рис. 4. Слева: лестница в Историческом музее (Лодзь, Польша). Справа: лестница в Музее современного искусства (Нюрнберг, Германия). Фото автора.

Современные стили, приветствующие смелые комбинаторные сочетания, позволяют представить в качестве материала даже стекло. Так как стеклянные лестницы весьма дорогостоящий продукт, поэтому иногда стекло заменяют имитацией – цельнолитыми панелями из прозрачного пластика. Полированное дерево, гладкий камень, стекло – все это – скользкие поверхности. В целях безопасности лестницы часто украшают ковровыми дорожками, задающими дополнительные цветовые акценты, ритмические сочетания. Другой способ обезопасить конструкцию, не скрывая при этом красоту материала, – противоскользящие полосы, которые нарезают или напыляют по внешнему краю ступени.

В настоящее время очень модными стали лестницы в индустриальном стиле, которые в своей необработанной конструкции прекрасно гармонируют с декором дома, оформленного вполне по-современному. В их конструкции в основном используется металл в самом простом виде. Древесина тоже появляется, но в совершенно натуральном и простом виде. Лестница может стать настоящим украшением частного дома. Прямая она или извилистая, деревянная или металлическая, современная или классическая, она всегда должны быть удобной, чтобы спускаться и подниматься по ней не составляло труда.

Разные источники указывают отличные друг от друга оптимальные размеры ступеней. Одни утверждают, что количество ступеней в марше не должно быть менее трех и более восемнадцати. Эти числа – результат длительного изучения биомеханики ходьбы и расхода человеком энергии. Так, Е. В. Иовлева оптимальный размер высоты ступени определяет равным 17 см, проступи – 29 см [3]; Т.Л. Кильпе говорит о лестнице со ступенями, у которых высота ступени равна 13,4 см, проступь – 34 см. [5]; К. Э. Молчанова рекомендует для лестниц жилых домов высоту ступени в размерах от 16 до 19,3 см, проступь – 23-30 см [6]. Наибольшее распространение в проектировании получили ступени с размерами высоты в 15 см, а проступи – 30 см. Эргономичность лестницы во многом определяется шириной человеческого шага. Все указанные размеры соответствуют эмпирической формуле:  $2A + B = 59...65$  см, исходящей из средней величины шага человека (А – высота ступени, В – глубина проступи) [7].

Джон А. Темплер из Массачусетского технологического института, автор работы «Лестница: исследование рисков, падений и безопасных проектов», считает, что сделать лестницу безопасной можно двумя способами: надо либо «избегать особенностей, которые приводят к несчастным случаям», либо проектировать лестницу таким образом, чтобы свести к минимуму неудобства и травмы. Он же говорит, что лестница с наклоном больше  $45^\circ$  ощущается как слишком крутая, а с наклоном менее  $27^\circ$  – слишком пологая и монотонная [1]. При наклоне меньше оптимальных значений лучше всего сделать пандус вместо лестницы. Самый опасный вид лестницы – с одной ступенью (порог, о который человек наверняка споткнется, не видя перед собой преграды).

## ИЗВОДИ

За все время существования лестницы, придумано множество её типов и видов: наружные и внутренние; прямые и винтовые; на тетивах, косоурах и больцах; веревочные, приставные и монолитные; выдвижные, стационарные и складные и так далее (рис. 5). В последнее время набирает популярность такое исполнение, когда ступени с обеих сторон соединяются друг с другом при помощи дополнительных больцев – вертикальных. В данном случае ступени соединены с центральной вертикальной прочной стойкой (обсадной трубой), сделанной из металла. Такие лестницы имеют винтовой вид.



Рис. 5. Слева направо: схема лестницы на тетивах, косоурах, больцах и обсадной трубе.

Сегодня набирают популярность всевозможные комбинированные варианты лестниц, как в плане использования различных типов основ, так и материалов. Маршевая лестница может переходить в винтовую конструкцию, а участок с косоурами сменяется на участок с больцами и так далее. Лестницы должны обязательно сочетать надежность конструкции, удобство эксплуатации и эстетичный внешний вид. Соответствие всем стандартам качества и безопасности – это основное, на что опираются разработчики при создании проекта лестницы.

## REFERENCES

- Bryson, B. (2010) *At Home: A Short History of Private Life*. Doubleday
- Galzichev, V. (202) *Architecture. Encyclopedia*. Moskva: AST- Sova (**Оригинально заглавие:** Глазычев, В. (2002). *Архитектура. Энциклопедия*. Москва: АСТ- Сова).
- Iovleva, E. (2003) *Elementary living space: textbook*. Ekaterinburg: Architecton, 56. (**Оригинально заглавие:** Иовлева, Е. В. 2003. *Элементарное жилое пространство: учебное пособие*. Екатеринбург: Архитектон, 56).
- Kavtazradze, S. (2015) *Anatomy of architecture. Seven books on logic, form and sense*. Moskva: Home of the Higher School of Economics (**Оригинально заглавие:** Кавтарадзе, С., 2015. *Анатомия архитектуры. Семь книг о логике, форме и смысле*. – Москва: Изд. Дом Высшей школы экономики).

Kilpe, T. (2002) *Fundamentals of architecture: textbook*. Moskva: Higher School (**оригинально заглавие:** Кильпе, Т., 2002. *Основы архитектуры: учебник*. Москва: Высшая школа).

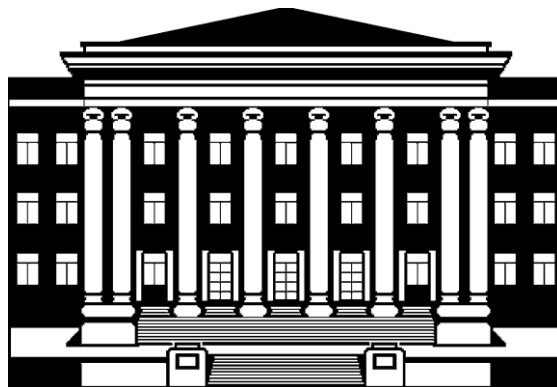
Molchankova, K., Irmanova, E., & Molchankova, M. (2007) *Individual residential house: methodical instructions*. Rostov na Don: IArchI, 88. (**Оригинально заглавие:** Молчанова, К. Э., Ирманова, Е. В., Молчанова, М. В. 2007. Индивидуальный жилой дом: методические указания. Ростов на Дону: ИАрХИ, 88..

Neufert, P., & Neff, L. (2007) *Gekonnt Planen - Richtig Bauen. Haus, Wohnung, Garten*. Vieweg Verlagsgesellschaft.

Лестница: от начала истории до наших дней. URL: [http://praktika.spb.ru/statii/lestnica\\_ot\\_nachala\\_istorii\\_do\\_nashih\\_dney](http://praktika.spb.ru/statii/lestnica_ot_nachala_istorii_do_nashih_dney) (дата обращения: 10.05.2023).

**UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“**

**UNION OF SCIENTISTS - RUSE**



**63-TH ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
OF UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“  
AND UNION OF SCIENTISTS – RUSE**

**OCTOBER 2024**

**INVITATION**

**Ruse, 8 Studentska str.  
University of Ruse  
Bulgaria**

**PROCEEDINGS**  
**Volume 62, Series 1.2.**

**Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary  
Medicine & Maintenance and Reliability & Thermal, Hydro-and Pneumatic  
Equipment & Ecology and Conservation & Industrial Design**

**Under the general editing of:  
Assoc. Prof. Plamen Manev, PhD**

**Editor of Volume 62:  
Prof. Diana Antonova, DSc**

**Bulgarian Nationality  
First Edition**

**Printing format: A5  
Number of copies: on-line**

**ISSN 1311-3321 (print)  
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)  
ISSN 2603-4123 (on-line)**

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.  
The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



**PUBLISHING HOUSE  
University of Ruse "Angel Kanchev"**