



RS Global

ISSN 2413-1032



WORLD SCIENCE

Multidisciplinary Scientific Edition



RS Global

WORLD SCIENCE

*No 7(68)
July 2021*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles. CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re-used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed. Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,

Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

Publisher Office's address:
Dolna 17, lok. A_02
Warsaw, Poland,
00-773

Website: <https://rsglobal.pl/>
E-mail: editorial_office@rsglobal.pl
Tel: +4(822) 602 27 03

DOI: 10.31435/rsglobal_ws
OCLC Number: 1051262033
Publisher - RS Global Sp. z O.O.
Country – Poland
Format: Print and Electronic version
Frequency: monthly
Content type: Academic/Scholarly

EDITORIAL BOARD:

Dmytro Marchenko Ph.D., Associate Professor
Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine

Manwendra Kumar Tripathi Ph.D., National
Institute of Technology Raipur Chhattisgarh, India

Masoud Minaei Ph.D. of GIScience, Ferdowsi
University of Mashhad, Iran

Nobanee Haitham Associate Professor of Finance,
Abu Dhabi University, United Arab Emirates

Almazari Ahmad Professor in Financial
Management, King Saud University-Kingdom of Saudi
Arabia, Saudi Arabia

Lina Anastassova Full Professor in Marketing,
Burgas Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino Professor in Econometrics and
Macroeconomics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State
University, Georgia

Alkhawaldeh Abdullah Professor in Financial
Philosophy, Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys Doctor of Technical
Sciences, Professor, LLP "Scientific innovation center
"Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya Professor, Doctor of
Geography, Ivanovo State University, Shuya

Mazbayev Ordenbek Doctor of Geographical
Sciences, Professor of Tourism, Eurasian National
University named after L.N.Gumilev, Kazakhstan

Sentyabrev Nikolay Professor, Doctor of Sciences,
Volgograd State Academy of Physical Education, Russia

Ustenova Gulbaram Director of Education
Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical
Science, Kazakh National Medical University name of
Asfendiyarov, Kazakhstan

Harlamova Julia Professor, Moscow State
University of Railway Transport, Russia

Kalinina Irina Professor of Chair of
Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport,
Dr. Sci.Biol., FGBOU VPO Sibirsky State University of
Physical Culture and Sport, Russia

Imagazinov Sagit Director, Ph. D, Pavlodar
affiliated branch "SMU of Semei city", Kazakhstan

Dukhanina Irina Professor of Finance and
Investment Chair, Doctor of Sciences, Moscow State
Medical Dental University by A. I. Evdokimov of the
Ministry of health of the Russian Federation, Russian
Federation

Orehowskyi Wadym Head of the Department of
Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of
Historical Sciences, Chernivtsi Trade-Economic Institute
Kyiv National Trade and Economic University, Ukraine

Peshcherov Georgy Professor, Moscow State
Regional University, Russia

Mustafin Muafik Professor, Doctor of Veterinary
Science, Kostanay State University named after
A. Baitursynov

Ovsyanik Olga Professor, Doctor of Psychological
Science, Moscow State Regional University, Russian
Federation

Suprun Elina Professor, Doctor of Medicine, National
University of Pharmacy, Ukraine

Kuzmenkov Sergey Professor at the Department of Physics
and Didactics of Physics, Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Doctor of Pedagogic Sciences, Kherson State University

Safarov Mahmatali Doctor Technical Science, Professor
Academician Academia Science Republic of Tajikistan, National
Studies University "Moscow Power Institute" in Dushanbe

Omarova Vera Professor, Ph.D., Pavlodar State Pedagogical
Institute, Kazakhstan

Koziar Mykola Head of the Department, Doctor of
Pedagogical Sciences, National University of Water Management
and Nature Resources Use, Ukraine

Tatarintseva Nina Professor, Southern Federal University,
Russia

Sidorovich Marina Candidate of Biological Sciences, Doctor
of Pedagogical Sciences, Full Professor, Kherson State University

Polyakova Victoria Candidate of Pedagogical Sciences,
Vladimir Regional Institute for Educational Development Name
L. I. Novikova, Russia

Issakova Sabira Professor, Doctor of Philology, The
Akt'yubinsk regional state university of K. Zhubanov, Kazakhstan

Kolesnikova Galina Professor, Taganrog Institute of
Management and Economics, Russia

Utebaliyeva Gulnara Doctor of Philological Science, Al-
Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Uzilevsky Gennady Dr. of Science, Ph.D., Russian Academy
of National Economy under the President of the Russian
Federation, Russian Federation

Krokhmal Nataliia Professor, Ph.D. in Philosophy, National
Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Chorny Oleksii D.Sc. (Eng.), Professor, Kremenchuk
Mykhailo Ostrohradskyi National University

Pilipenko Oleg Head of Machine Design Fundamentals
Department, Doctor of Technical Sciences, Chernigiv National
Technological University, Ukraine

Nyyazbekova Kulanda Candidate of pedagogical sciences,
Kazakhstan

Cheshmedzhieva Margarita Doctor of Law, South-West
University "Neofit Rilski", Bulgaria

Svetlana Peneva MD, dental prosthetics, Medical University
- Varna, Bulgaria

Rossikhin Vasilii Full dr., Doctor of Legal Sciences,
National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine

Pikhtirova Alina PhD in Veterinary science, Sumy national
agrarian university, Ukraine

Temirbekova Sulukhan Dr. Sc. of Biology, Professor,
Federal State Scientific Institution All-Russia Selection-
Technological Institute of Horticulture and Nursery, Russian
Federation

Tsybaliuk Vitalii Professor, Doctor of Medicine, The State
Institution Romodanov Neurosurgery Institute National Academy
of Medical Sciences of Ukraine

CONTENTS

CHEMISTRY

- Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Nazi Gelashvili,
Ia Chitrekashvili, Ketevan Papava, Ketevan Archvadze**
CURING OF DIGLYCIDAL ESTERS OF BISPHENOLS WITH ACID HARDENERS..... 4
- Givi Papava, Ia Chitrekashvi, Nazi Gelashvili,
Marina Gurgenishvili, Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili**
SYNTHESIS OF POLYESTERS BY THE METHOD OF EQUILIBRIUM
POLYCONDENSATION..... 9
- Givi Papava, Ketevan Ebralidze, Eter Gavashelidze,
Marina Gurgenishvili, Shalva Papava, Nanuli Khotenashvili**
CURING OF DIGLYCIDAL ESTERS OF BISPHENOLS WITH AMINE HARDENERS..... 13

MEDICINE

- Івасієва Х. П.**
УЛЬТРАСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЛИЗОВОЇ ТА ХРЯЩІВ ГОРТАНІ
ЩУРА В НОРМІ..... 18

ECOLOGY

- Абдуллаева М. Я.**
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОННЫМИ ОТХОДАМИ И
СОЗДАВАЕМЫЕ ИМИ ПРОБЛЕМЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА..... 25

ENGINEERING SCIENCES

- К. Т. Арчвадзе, И. Р. Чачава, К. Р. Папавა,
Н. З. Хотенашвили, Р. Г. Липартелиани, З. Ш. Табукашвили**
РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ С ПОЛИКАРБОНАТНЫМ
ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СУШКИ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА..... 29
- Nozhenko Viktoriia, Bialobrzheskyi Olexii, Rodkin Dmytro,
Druzynina Viktoriia, Yakymets Serhii**
THE SYSTEM OF FORMING THE CONTROL MODE OF THE ELECTRIC DRIVE
DURING THE START-UP OF THE VIBRATION MACHINE..... 35

CHEMISTRY

CURING OF DIGLYCIDAL ESTERS OF BISPHENOLS WITH ACID HARDENERS

Givi Papava, Professor, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Nora Dokhturishvili, Doctor, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6021-1120>

Nazi Gelashvili, Doctor, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Ia Chtrekashvili, Doctor, Senior researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-191X>

Ketevan Papava, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5212-9362>

Ketevan Archvadze, Doctor, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7796-4137>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7631

ARTICLE INFO

Received: 04 May 2021
Accepted: 17 June 2021
Published: 30 July 2021

KEYWORDS

polymer, oligomer, bisphenol, norbornan, diaminodiphenylsulphon, thermomechanical curves, glycidic, polycyclic, anhydride, thermogravimetric, analysis, thermal, heat stability, structure, hardener, cyclic.

ABSTRACT

The unique properties of epoxy polymers have led to their wide application in various fields of modern technology. The influence of the structure of bisphenols on the properties of epoxy polymers, especially thermal ones, is known. However, the chemical structure of the hardener also affects the properties of cured epoxy polymers. As hardeners, we used acid hardeners of various structures: anhydrides of maleic, phthalic, pyromellitic, methyltetrahydrophthalic and other acids. The following hardeners give high results in heat resistance: pyromellitic and methyltetrahydrophthalic anhydrides. Polymers obtained by curing with these hardeners are deformed in the temperature range of 220-245°C. The use of these hardeners gives high results in terms of thermal stability. These polymers are formed by curing these components.

It is known that the properties of epoxy polymers depend on the chemical structure of the glycidic ether. There was some interest in investigating the influence on the properties of epoxy polymers as a chemical structure, as well as the nature of hardeners. For this purpose, diglycidal esters based on bisphenols were synthesized.

Citation: Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Nazi Gelashvili, Ia Chtrekashvili, Ketevan Papava, Ketevan Archvadze. (2021) Curing of Diglycidal Esters of Bisphenols with Acid Hardeners. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7631

Copyright: © 2021 Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Nazi Gelashvili, Ia Chtrekashvili, Ketevan Papava, Ketevan Archvadze. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

It is known that the properties of epoxy polymers depend on the chemical structure of the glycidic ether [1-7]. There was some interest in investigating the influence on the properties of epoxy polymers as a chemical structure, as well as the nature of hardeners. For this purpose, diglycidic esters based on bisphenols were synthesized. Table 1 shows the characteristics of diglycidic esters.

Table 1. Characteristics of diglycidic esters of bisphenols

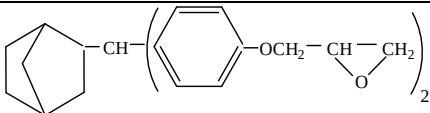
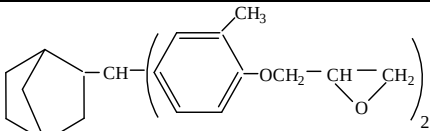
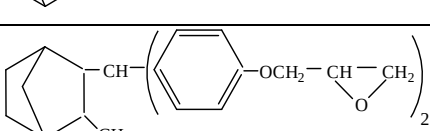
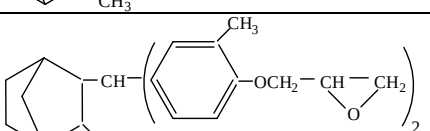
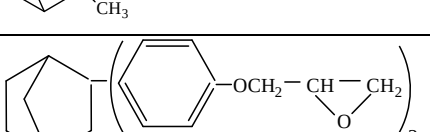
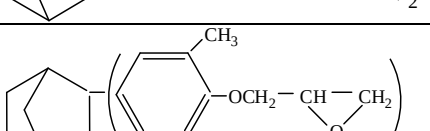
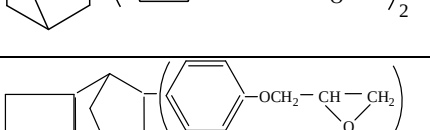
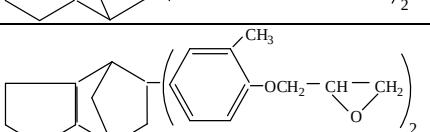
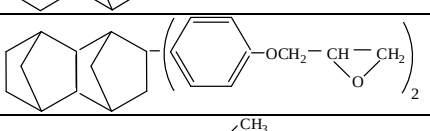
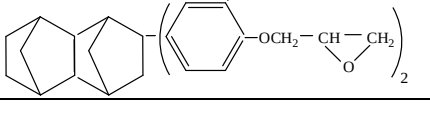
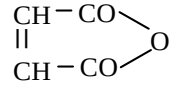
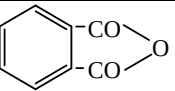
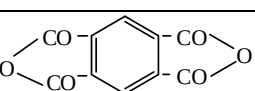
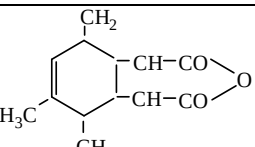
№	Structure of glycidic ether	Temperature softening, °C	Content of epoxy groups, %		Molecular weight	
			calculated	found	In theory	Determine d by ebullioscopy
1		61	21.23	19.00	405	424
2		69	20.04	18.86	429	406
3		71	20.62	20.02	419	422
4		75	19.23	18.6	449	505
5		55	21.9	17.0	392	480
6		75	20.4	17.5	420	505
7		65	19.9	15.1	432	612
8		65	18.6	17.4	460	472
9		83	18.7	14.0	458	508
10		75	17.9	15.3	486	530

Table 2 and Figures 1 - 3, as an example, show the properties of polymers obtained on the basis of the glycidic ether 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol and various acid hardeners.

Table 1. Properties of structured polymers obtained on the basis of 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol glycid ether and various acid hardeners

№	Structure of the hardener	Name of the hardener	The amount of hardener per 100 glycid ether, is prepared	10% deformation according to the thermomechanical curve, °C	The temperature of mass reduction by 10%, °C**
1	2	3	4	5	6
1		Maleic anhydride	39,2	322	270
2		Phthalic anhydride	54,0	170	310
3		Pyromellitic anhydride	83,5	215	410
4		Methyltetrahydrophthalic anhydride	62,2	200	320

*Here and in the following tables] the conditions for curing glycid ether are as follows: 120°C-2 hours, 160°C-3 hours, 180°C-3 hours, 200°C-5 hours.

** Here and in the following table, the temperature of mass reduction by 10% is determined from the thermogravimetric curve at a temperature rise rate of 4.50 S/min.

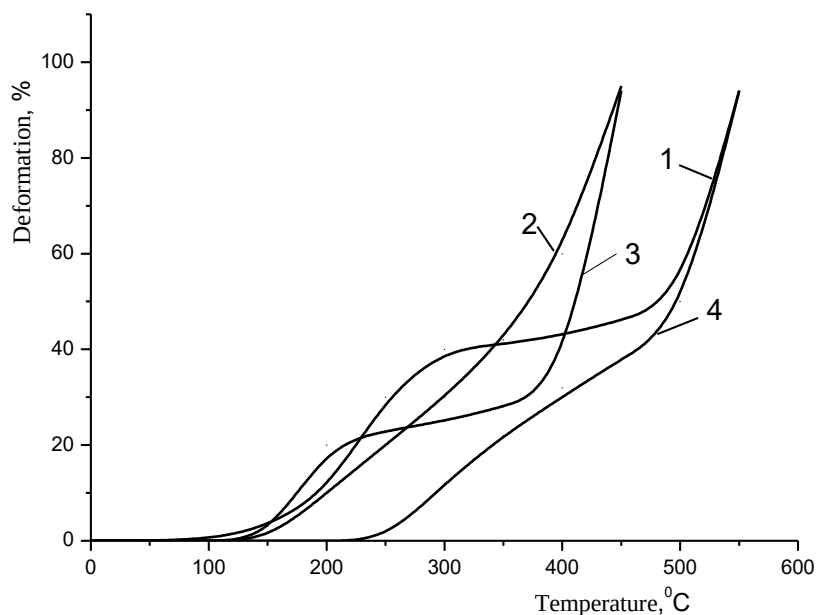


Fig. 1. Thermomechanical curves of epoxy polymers based on glycid ether 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol ether, hardeners:

1. methyltetrahydrophthalic anhydride, 2. pyromellitic anhydride, 3. Phthalic anhydride, 4. maleic anhydride.

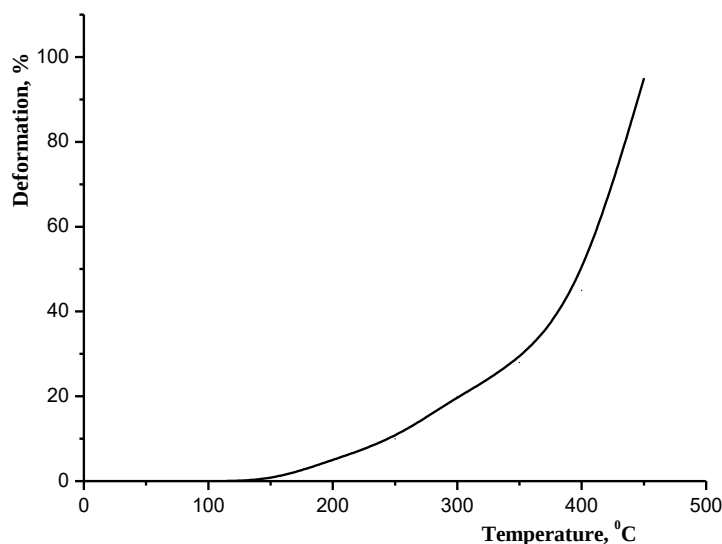


Fig. 2. Thermomechanical curve of an epoxy polymer based on glycidic ether 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. The hardener is methyltetrahydrophthalic anhydride.

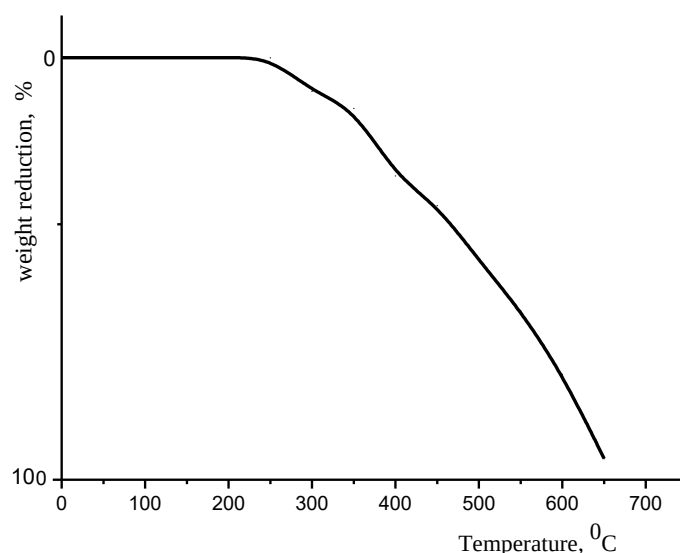


Fig. 3. Thermogravimetric curve of an epoxy polymer based on the glycidic ether of 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. The hardener is methyl tetrahydrophthalic anhydride.

As can be seen from the data in the table and figures, cured epoxy polymers are characterized by a fairly high heat resistance. High results in heat resistance are given by the following hardeners: pyromellite and methyltetra-hydrophthalic anhydrides. Polymers obtained by curing with these hardeners are deformed in the temperature range of 220-245°C. It should be particularly noted that the polymers formed during curing with maleic anhydride are deformed at 310°C. This can obviously be explained by the formation of additional crosslinking due to the disclosure of the double bonds present in maleic anhydride.

The use of the hardeners listed in Table 2 gives high results in terms of heat resistance. In all cases, the polymers formed by curing these components decrease in mass by 10% in the temperature range of 340-400°C.

From the hardeners listed in Table 2, based on the results obtained by us, some were selected for the purpose of curing the glycidic esters of 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol and 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. Table 3 and Figures 2 and 3 show the properties of polymers obtained by curing the above glycidic esters with methyltetrahydrophthalic anhydride.

Based on these data, the thermal heat resistance of the cured polymers does not change significantly compared to the polymers obtained by curing the glycidic ether of 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. Obviously, the change in the structure of the cyclic group does not affect these indicators.

As the study showed, the epoxy polymers obtained by curing the glycidic esters listed in Table 1 of cyclic bisphenols with these hardeners are characterized by high heat and heat resistance, which causes some practical interest. It is only necessary to pay attention to the fact, the ester of 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol is slightly higher than that of polymers based on other bisphenols.

REFERENCES

1. Zedlinski Z. *Kem. Kore*, 27, 3, 273 (1967).
2. Krylova L. V., Molotkov R. V., Gonor E. S., Kazanskaya V. F., Gwintz E. M. *Plast. Masses*, 10, 13 (1960)
3. Budnowski M. *Kuststoffe* 55, 8, 641 (1945).
4. Nikolaev A. F., Van Er-Shadow Van, Zyryanova G. A., Balaeva G. A., Lebedeva E. V., Afanasyeva K. S. *Plast. Masses*, 3, 17 (1966).
5. Korshak V. V., Solovyova L. K., Kamensky I. V. *High-molecular compounds*, XIII, I, 150 (1971)
6. Dokhturishvili N. S., Popova G. Sh., Tsiskarishvili P. D., Solovyova L. K., Vinogradova S. V., Korshak I. I. *Synthesis and properties of some new polymer materials*, Metsniereba Publishing house, Collection, 66, 1974.
7. Solovyova L. K. *Candidate's dissertation*, Moscow Art Institute named after D. I. Mendeleev, 1969.

SYNTHESIS OF POLYESTERS BY THE METHOD OF EQUILIBRIUM POLYCONDENSATION

Givi Papava, Professor, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Ia Chitrekashvi, Doctor, Senior researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-191X>

Nazi Gelashvili, Doctor, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Marina Gurgenshvili, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Eter Gavashelidze, Doctor, Senior researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Nora Dokhturishvili, Doctor, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6021-1120>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7632

ARTICLE INFO

Received: 05 May 2021

Accepted: 23 June 2021

Published: 30 July 2021

KEYWORDS

aromatic, polyester, bisphenol, dichloroanhydride, polycondensation, macromolecule, films, fibres, plasticity, flexibility.

ABSTRACT

Aromatic polyesters were synthesized on the base of polycyclic bisphenols and dichloroanhydride of aromatic dicarboxylic acid by the method of equilibrium polycondensation in solvent. The obtained polymers are characterized by high heat- and thermal stability, are well soluble in chlorinated hydrocarbons and they form transparent films from solutions which are characterized by good mechanical and dielectric properties.

Citation: Givi Papava, Ia Chitrekashvi, Nazi Gelashvili, Marina Gurgenshvili, Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili. (2021) Synthesis of Polyesters by the Method of Equilibrium Polycondensation. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7632

Copyright: © 2021 Givi Papava, Ia Chitrekashvi, Nazi Gelashvili, Marina Gurgenshvili, Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Development of a series of branches of new technology, such as space engineering, aviation, rocket technology, radio electronics and others ask for the creation of new type materials, which should preserve high strength at strict conditions of exploitation at high temperature, at high mechanical charges. With this in view the polymers, which are characterized by high heat- and thermal resistance, high strength and other significant indices are most interesting.

As has been shown by the researches, with the view of heat- and thermal stability, the polymers with macromolecules which contain aromatic and heterocyclic rings are most perspective materials, but because of high rigidity of recurrent cycles of such polymers, often it becomes impossible to use them for obtaining films, fibres and other articles, where materials must possess high plasticity, flexibility, high dielectric and other specific properties. General method to obtain such polymers is creation of the polymers, macromolecules of which, together with aromatic and heterocyclic rings would contain relatively more flexible groups such as ester, ether and the like

bonds; creation of such macromolecules can be achieved either in the process of polymer synthesis, when such bonds are formed in the reaction process, e.g. polyarylates, polyimides, epoxy, silicium-containing or other polymers, or by inculcation of such fragments into polymer chain by the use of the monomers, which contain such groups. With this in view the so-called card-type polymers are perspective polymers, which in their recurrent ring contain side cyclic groups, one of the atoms of which simultaneously is in the composition of a macromolecule structure. Presence of such groups grants specific properties to the polymers, when high thermal stability of a polymer is fused with its good solubility [1-4]. It is especially important for aromatic heterocyclic polymers of rigid structure, when softening temperature of such polymers is close, or even is higher than polymer destruction temperature, which, of course complicates the process of obtaining articles from such materials.

Considering the above stated the card-type polymers, aromatic polyimides, polyamides, polyoxazoles, which in their polymer chain contain phthalide, norbornane and the like card-type groups they become important [5, 6].

In special literature there are rather scarce data about the polymers, which contain norbornane type card groups, which are very interesting because of their original spatial structure, creating closed three dimensional, volumetric cycles. Such structure distinguishes them from other card groups. This is why it was expected that for building macromolecules, it would be interesting and perspective to use the monomers, which as substituted groups contain norbornane type and other cyclic groups characterised by non-coplanar structure.

Materials and Methods.

For obtaining of heterochain polymers we used the norbornane type monomers, which contain biatomic phenols in which phenol hydroxyl groups were in various nuclei of benzol. In their synthesis we used the easily accessible material such as wastes of gas and petroleum treatment.

For the synthesis of polymers we used the following norbornane type polycyclic bisphenols: 4,4¹-(2-norbornyliden)diphenol; 4,4¹-(2-norbornyliden)di-ortho-cresol; 4,4¹-(2-norbornyliden)bis-2-chlorophenol; 4,4¹-(hexahydro-4,7-methylenindan-5-yliden)diphenol; 4,4¹-(hexahydro-4,7-methylenindan-5-yliden)-di-ortho-cresol; 4,4¹-(hexahydro-4,7-methylenindan-5-yliden)bis-2-chlorophenol; 4,4¹-(decahydro-1,4,5,8-dimethylnaft-2-yliden)-di-ortho-cresol; 4,4¹-(decahydro-1,4,5,8-dimethylnaft-2-yliden)-bis-2-chlorophenol.

As an acid component we used 4,4¹-(diphenyldicarboxylic acid dichloroanhydride. Synthesis of polymers was performed by the method of equilibrium polycondensation in ditolylmethane. Properties of the synthesized polymers are given in Table 1.

Results and Discussion.

IR- spectroscopic studies of the synthesized polymers showed an absorption band in the 1770 cm⁻¹ zone in IR spectrum, which is characteristic for polymer ester groups and an absorption band in the 1460 cm⁻¹ zone, which is characteristic for bisphenolCH₂ groups.

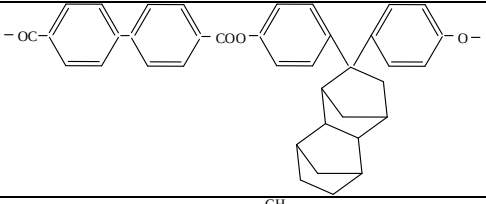
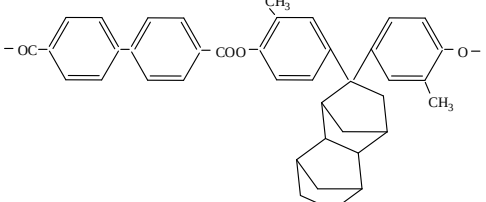
As is seen from the data of Table #1 the polymers obtained on the base of polycyclic bisphenols and aromatic dicarboxylic acid are characterized by high thermal stability. High softening temperature of the polymers is explained by high rigidity of polymer chain, which is conditioned by non-coplanarity of norbornane type cycles. These cycles have significant dimensions in all directions. This is why these groups are not capable to orientate in any definite direction, hence they can't move in a small space between macromolecules similar to that taking place in case of alkyl or phenyl groups. By the same reason free circulation of two phenyl groups which are linked to norbornane cycle carbon atom is complicated. Due to the fact that the polymer softening and melting temperatures are associated with movement of certain definite zones of macromolecules towards each other, presence of non-coplanar polycyclic structure in polymer recurring ring conditions high softening temperature of polymers.

Polymer thermal stability was investigated by the method of thermogravimetric analysis, at heating on air (sample heating velocity – 4,5°/min). As is seen from the data of Table #1, polymers are characterized by high thermal stability. Decrease of their mass at heating on air commences above 300-400°C. Especially high heat resistance is inherent to the polymers obtained on the base of chlorine substituted bisphenols, destruction of which commences only at 470-480°C.

Table 1. Properties of polyesters obtained in solvent by equilibrium polycondensation.

#	Structure of polymer recurring ring	Decrease of polymer mass at heating on air			Yield, %	0.5% polymer solution in chloroform $\eta^{20}_{\text{finished}}$, dl./g	Softening temperature, °C		Polymer structure according to X-ray diffraction analysis
		start	by 10%	by 5%			in capillary	according to thermo mechanical curves	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		366	410	535	80	0,65	330-345	220	Amorphous
2		360	380	510	80	0,50	339-340	227	Amorphous
3		365	400	525	80	0,65	345-360	235	Amorphous
4		360	365	510	70	0,70	340-352	245	Amorphous
5		370	415	540	90	0,52	345-350	250	Amorphous
6		370	400	515	70	0,55	320-330	290	Amorphous
7		450	480	560	85	0,48	355-360	305	Amorphous
8		435	440	500	94	0,40	345-355	300	Amorphous

Continuation of table 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9		450	510	580	94	0,40	360-365	325	Amorphous
10		445	490	500	80	0,88	340-345	320	Amorphous

As has been shown by the studies polyarylates which contain the polycyclic bisphenols are characterized by high resistance to water. Films prepared on the base of these polymers are characterized also by high resistance to 20% sodium alkaline solution and to ultraviolet rays. At the long-term impact of ultraviolet rays polymers factually remain unchanged. Chlorine containing polymers are characterized also by refractory properties.

Conclusions. Heterochain polyesters were synthesized on the base of polycyclic bisphenols and dichloroanhydride of dicarboxylic acid by the use of equilibrium polycondensation method. The obtained polymers are characterized by high heat and thermal stability, are well soluble in chlorinated hydrocarbons. In solutions they form transparent films, which are characterized by good mechanical and dielectric properties.

REFERENCES

1. S.V. Vinogradova, S.N. Salazkin, G.Sh. Chelidze, G.L. Slonimskii, A.A. Askadskii, K.A. Bychko, L.I. Komarova, I.V. Zhuravleva, V.V. Korshak. Methylidenphthalide copolymers. Plastic Masses, 1971, #8, 10 (Rus.).
2. V.V. Korshak, S.V. Vinogradova, S.N. Salaskin, "Hetero chain Polyesters. 33. Polyarylates on the basis of Phenolphthalein". High Molecular Compounds, vol.4. #3. p.339 (1962) (Rus.)
3. V.V. Korshak, S.V. Vinogradova, G.L. Slonimskii, S.N. Salaskin, A.A. Askadskii. "Poly arylates with side phthalide in polymer chain based on diphenylphthalide carboxylic acid." High Molecular Compounds, vol. 8, №3, p.548 (1966) (Rus.).
4. S.V. Vinogradova, Ya.S. Vygodskii. Card Polymers. Achievements in Chemistry, 42, 1225 (1973) (Rus.)
5. V.V. Korshak. Chemical structure and temperature characteristics of polymers. Publ. House "Nauka", M., 1970. (Rus.)
6. V.V. Korshal, S.V. Vinogradova. Polyarylates. Publ. House "Nauka", M. 1964 (Rus.)

CURING OF DIGLYCIDAL ESTERS OF BISPHENOLS WITH AMINE HARDENERS

Givi Papava, Professor, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Ketevan Ebraliidze, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

Eter Gavashelidze, Doctor, Senior researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

Marina Gurgenshvili, Doctor, Chief Scientific researcher, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

Shalva Papava, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,

Nanuli Khotenashvili, Research worker, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7633

ARTICLE INFO

Received: 05 May 2021

Accepted: 25 June 2021

Published: 30 July 2021

KEYWORDS

polymer, oligomer, bisphenol, norbornan, diaminodiphenylsulphon, thermomechanical curves, glycidic, polycyclic, anhydride, thermogravimetric, analysis, thermal, heat stability, structure, hardener, cyclic.

ABSTRACT

The effect of hardeners on the properties of cured epoxy polymers is studied. For the purpose of synthesis of polymers with increased thermal properties.

The glycidic esters of polycyclic bisphenols synthesized by us were used as a diol component. Since the thermal and heat resistance of polymers, in addition to the chemical structure of bisphenols, also depend on the structure of the hardener used, amine hardeners of different chemical structure are used to improve the thermal parameters of polymers, both heat resistance and heat resistance. The influence of the chemical structure of these hardeners on the properties of epoxy polymers is studied.

Cured epoxy polymers are characterized by high heat resistance. High heat resistance results are obtained by 4,4'-diaminodiphenylsulfone, benzidine, 4,4'-diaminodiphenyloxide and other aromatic diamines.

Polymers obtained by curing with these hardeners are deformed in the temperature range of 220-245°C.

The use of the above hardeners gives high results in terms of heat resistance. In all cases, the polymers obtained on the basis of these hardeners decrease in weight by 10% in the temperature range of 340-400°C.

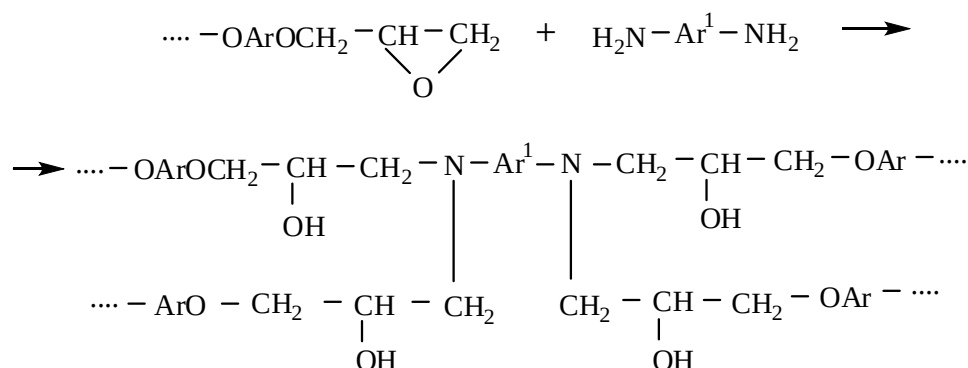
Citation: Givi Papava, Ketevan Ebraliidze, Eter Gavashelidze, Marina Gurgenshvili, Shalva Papava, Nanuli Khotenashvili. (2021) Curing of Diglycidal Esters of Bisphenols with Amine Hardeners. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7633

Copyright: © 2021 Givi Papava, Ketevan Ebraliidze, Eter Gavashelidze, Marina Gurgenshvili, Shalva Papava, Nanuli Khotenashvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

In works [1-7], epoxy polymers based on various bisphenols are described. Continuing research in the field of this interesting, practically important class of polymers, it was considered interesting to synthesize polymers with increased thermal properties. It was found that the presence of cyclic groups in the diol component, both aromatic and alicyclic in nature, largely determines the properties of the structured polymer, contributing to the growth of thermal parameters of polymers. Components containing various cyclic groups were used as hardeners. Since the thermal and heat resistance of polymers, in addition to the chemical structure of bisphenols, also depend on the

structure of the hardener used, amine hardeners of different chemical structure were used to improve the thermal properties of polymers, both heat resistance and heat resistance. The influence of the chemical structure of hardeners on the properties of epoxy polymers was studied.

The structure of the final product obtained by curing the glycidic ester of bisphenol with amine can be represented as follows:

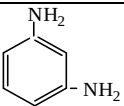
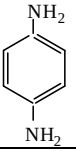
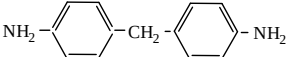
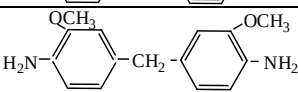
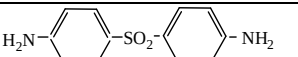
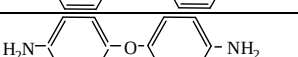
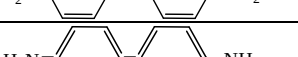
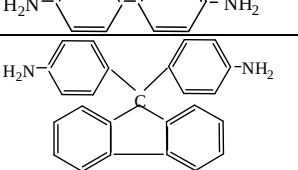


Where Ar^1 - is a residue of a diamine molecule,

Ar - is the remainder of the bisphenol molecule.

Table 1 and Figures 1 - 3, as an example, show the properties of polymers obtained on the basis of the glycidic ether 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol and various amine hardeners.

Table 1. Properties of structured polymers based on glycidic ether 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol and various amine hardeners.

№	Structure of the hardener	Name of the hardener	The amount of hardener per 100 glycidic ether, is prepared	10% deformation according to the thermomechanical curve, °C	The temperature of mass reduction by 10%, °C**
1	ΠО - 300	PolyethylenePolyamine	27.1	-	250
2		M-phenylenediamine	13.0	210	360
3		P-phenylenediamine	14.0	170	220
4		4,4' - diaminophenylmethane	19.0	145	390
5		4,4'-diamino-3,3' - dimethoxydiphenylmethane	25.0	150	340
6		4,4' - diaminodiphenylsulfone	24.8	235	400
7		4,4' - diaminodiphenyl oxide	21.5	205	330
8		benzidine	18.1	195	325
9		AnilineFluorene	17.1	200	295

*Here and in the following table, the conditions for curing glycidic ether are as follows: 120°C-2 hours, 160°C-3 hours, 180°C-3 hours, 200°C-5 hours.

** Here and in the following table, the temperature of mass reduction by 10% is determined from the thermogravimetric curve at a temperature rise rate of 4.50 S/min.

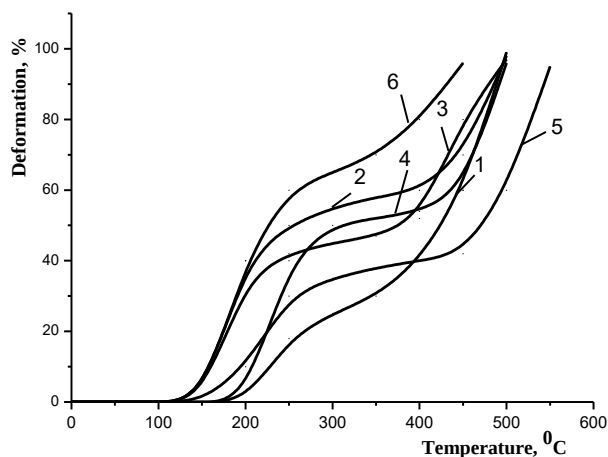


Fig. 1. Thermomechanical curves of epoxy polymers based on 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol. Hardeners: 1. 4,4'-diaminodiphenylsulfone, 2. Benzidine, 3. 4,4'-diaminodiphenylmethane, 4. Aniline fluorene, 5. M-phenylenediamine, 6. P-phenylenediamine

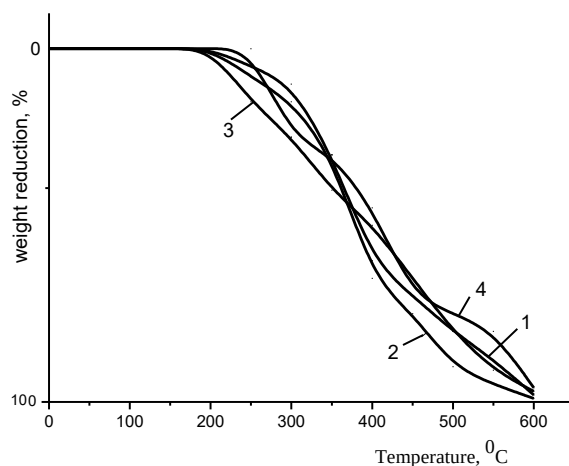


Fig. 2. Thermogravimetric curves of epoxy polymers based on the glycidic ether 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol. Hardeners: 1. 4,4'-diaminodiphenylsulfone, 2. Benzidine, 3. Aniline fluorene, 4. Polyethylene polyamine.

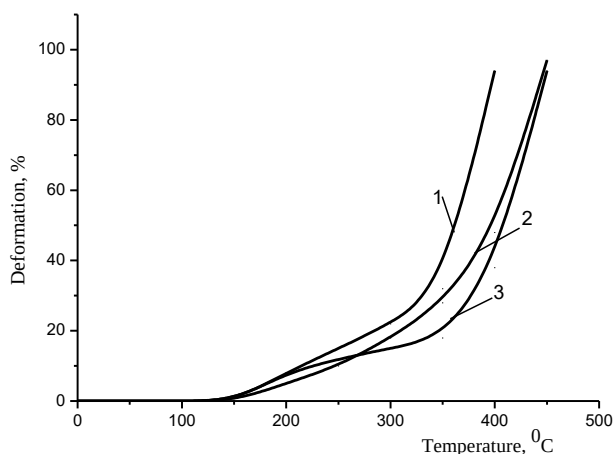


Fig. 3. Thermomechanical curves of epoxy polymers based on 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. Hardeners: 1. 4,4'-diaminodiphenylsulfone, 2. 4,4'-diaminodiphenylsulfide, 3. Benzidine

As can be seen from the data in the table and figures, cured epoxy polymers are characterized by a fairly high heat resistance. The exception is polymers obtained by curing 4,4'-diamino-3,3'-

dimethoxydiphenylmethane and 4,4'-diaminodiphenyl-methane, whose heat resistance is equal to 145 and 150°C. This is obviously due to the structure of the above - mentioned diamines, namely, the presence of methoxy- and methylene groups in their molecules. 4,4'-diaminodiphenylsulfone gives high results in heat resistance. Polymers obtained by curing with these hardeners are deformed in the temperature range of 220-245°C.

The use of the hardeners listed in Table 1 gives high results in terms of heat resistance. In all cases, the polymers formed by curing these components decrease in mass by 10% in the temperature range 340-400°C. The only exception is the polymer obtained by curing the glycidic ether with polyethylene polyamine. The temperature of reduction in mass by 10% for it is 260°C. The use of 4,4'-diaminodiphenylsulfone for curing glycidic ether gives a high result. The temperature of the mass reduction by 10% at the same time increases to 400°C.

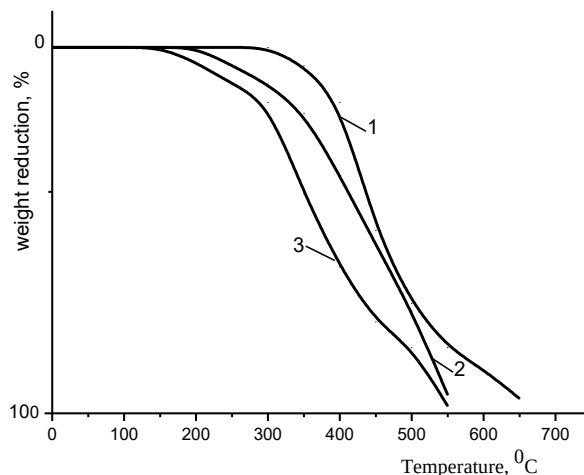


Fig. 4. Thermogravimetric curves of epoxy polymers based on the glycidic ether 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol.
Hardeners: 1. 4,4'-diaminodiphenylsulfone, 3. 4,4'-diaminodiphenyl oxide, 4. Benzidine

Table 2. Properties of structured compounds based on glycidic esters 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol (1) and 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol (2).

№	Structure of the hardener	The amount of hardener per 100 glycidic ether, is prepared		10% deformation according to the thermomechanical curve, °C		The temperature of mass reduction by 10%, °C**	
		1	2	1	2	1	2
1		20,0	17,3	195	260	325	300
2		19,7	16,2	205	210	330	300
3		24,5	25,9	225	235	400	280

Based on the results obtained, some of the hardeners listed in Table 1 were selected for the purpose of curing the glycidic esters of 4,4'-(2-norbornylmethylene)diphenol and 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. Table 2 and Figures 4 show the properties of polymers obtained by curing the above glycidic esters with the following hardeners: 4,4'-diaminodiphenyl-sulfone, benzidine and 4,4'-diaminodiphenyl oxide.

Based on these data, the thermal heat resistance of the cured polymers does not change significantly compared to the polymers obtained by curing the glycidic ether of 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol. Obviously, the change in the structure of the cyclic group does not affect these indicators.

Epoxy polymers obtained by curing glycidic esters of cyclic bisphenols with these hardeners are characterized by high heat and heat resistance, which causes some practical interest. You should only pay attention that the heat and heat resistance of ester of 4,4'-(3-methyl-2-norbornylmethylene)diphenol is slightly higher than polymers based on other bisphenols.

REFERENCES

1. Zedlinski Z. *Kem. Kore*, 27, 3, 273 (1967).
2. Krylova L. V., Molotkov R. V., Gonor E. S., Kazanskaya V. F., Gwintz E. M. *Plast. Masses*, 10, 13 (1960)
3. Budnowski M. *Kunststoffe* 55, 8, 641 (1945).
4. Nikolaev A. F., Van Er-Shadow Van, Zyryanova G. A., Balaeva G. A., Lebedeva E. V., Afanasyeva K. S. *Plast. Masses*, 3, 17 (1966).
5. Korshak V. V., Solovyova L. K., Kamensky I. V. *High-molecular compounds*, XIII, I, 150 (1971).
6. Dokhturishvili N. S., Popova G. Sh., Tsiskarishvili P. D., Solovyova L. K., Vinogradova S. V., Korshak I. I. *Synthesis and properties of some new polymer materials*, Metsniereba Publishing house, Collection, 66, 1974.
7. Solovyova L. K. *Candidate's dissertation*, Moscow Art Institute named after D. I. Mendeleev, 1969.

MEDICINE

УЛЬТРАСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЛИЗОВОЇ ТА ХРЯЩІВ ГОРТАНІ ЩУРА В НОРМІ

*Івасівка Х. П.,**Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна*DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7635

ARTICLE INFO

Received: 16 May 2021**Accepted:** 12 July 2021**Published:** 30 July 2021

KEYWORDS

electron microscopy, mucosa, laryngeal cartilage, rat.

ABSTRACT

In our work, the aim was to conduct a fundamental study of the issue concerning the ultrastructural characteristics of the mucous membrane and cartilaginous corset of the rat larynx in the norm.

This information in the future will make it possible to form a base that will be used to compare the components of the mucosa and laryngeal cartilage in the norm with the dynamics of their changes as a result of experimental opioid exposure.

Citation: Ivasivka K. P. (2021) Ultrastructural Characteristics of the Laryngeal Mucosa and Cartilage Rat is Normal. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7635

Copyright: © 2021 **Ivasivka K. P.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра нормальної анатомії, м. Львів. Результати статті відповідають плану наукових досліджень Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького і є частиною науково – дослідної теми кафедри нормальної анатомії «Морфофункціональні особливості органів у пре – та постнатальному періодах онтогенезу, при впливі опіоїдів, харчових добавок, реконструктивних операцій та ожирінні» (номер держреєстрації 0120U002129) впродовж 2020 – 2024 рр.

Вступ. Причини зловживання наркотичними речовинами та формування наркотичної залежності складні й різноманітні [1]. Наркотична залежність стала значущою причиною розвитку множинної поліорганної патології, що разом із великими економічними і моральними збитками ставлять проблему наркоманії в ряд найважливіших проблем у багатьох країнах світу [2, 3]. Серед препаратів, зловживання якими має велике соціальне значення, найбільш важливими є препарати опіоїдного ряду, оскільки використовуються у лікуванні хронічного болювого синдрому [4, 5].

Вищезазначене окреслює мету нашої роботи, що полягала у вивченні особливостей ультраструктурної організації слизової та хрящів гортані в нормі з метою в подальшому співставити появу початкових патоморфологічних змін при експериментальному опіоїдному впливі у гострий, субхронічний та хронічний терміни.

Мета. Метою проведеного нами дослідження було вивчити ультраструктурну організацію слизової та хрящів гортані в нормі.

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом дослідження слугували статеві зрілі, безпородні щури – самці в кількості 15-ти тварин, масою 80 г, віком 4,5 місяців. Усі тварини знаходились в умовах віварію і робота, що стосувалася питань утримання, догляду, маркування та всі інші маніпуляції проводилися із дотриманням положень “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей” [Стразбург, 1985], “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики [Київ, 2001]. Комісією з біоетики

Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького встановлено, що проведені наукові дослідження відповідають етичним вимогам згідно наказу МОЗ України № 231 від 01. 11.2000 року (протокол № 10 від 26.12.2011 року).

Перед проведенням забору некропсійного матеріалу тварину виводили з експерименту за допомогою дибутилового ефіру. Як матеріал для ультраструктурного дослідження використали слизову та хрящі гортані щурів. Ультраструктурні препарати готували за загальноприйнятою методикою [6-8].

Результати дослідження. У результаті ультраструктурного дослідження нами було встановлено, що ділянки слизової оболонки, які зазнають механічних навантажень вистелені багатошаровим плоским епітелієм, що утворений з 3-4 шарів клітин. Епітеліоцити базального шару низької призматичної форми, розташовані на неперервній базальній мембрані помірної електронної щільності. Дещо розширена базальна частина цих клітин широка, цитоплазма містить невеликі мітохондрії, короткі поодинокі профілі гранулярної ендоплазматичної сітки, вільні рибосоми. Об'ємні ядра епітеліоцитів базального шару неправильної форми, зміщені до базального полюса клітин, містять значну кількість гетерохроматину та добре виражені ядерця. Між клітинами базального шару наявні щільні контакти та десмосоми. Над базальним шаром, у 2-3 ряди, розташовуються полігональної форми епітеліоцити проміжної зони. Ядра клітин проміжної зони неправильної видовженої форми, каріоплазма містить значну кількість еухроматину, а гетерохроматин розташовується переважно біля внутрішньої поверхні каріолеми. У цитоплазмі, окрім поодиноких мітохондрій, каналців гладкої та гранулярної ендоплазматичної сітки зустрічаються чисельні везикули, що були заповнені електроннопрозорим вмістом і зосереджуються в основному у люмінальній частині клітин, поблизу цитоплазматичної мембрани. Поверхневі клітини плоскої видовженої форми, містять незначну кількість десмосом. Кількість органел у цитоплазмі поверхневих клітин незначна. Більшість епітеліоцитів поверхневого шару містять дрібні ядра, що розташовані в центрі клітини. Поодинокі епітеліоцити злущуються у просвіт гортані. Під базальною мембраною, рідше між епітеліоцитами місцями візуалізуються поодинокі лейкоцити.

Епітеліальний пласт більшої частини голосових складок представлений двома клітинними шарами: базальним та поверхневим. Ядра клітин поверхневого шару містять глибокі інвагінації каріолеми. Гетерохроматин локалізується переважно в периферичних ділянках ядра, поблизу внутрішньої поверхні каріолеми. У цитоплазмі локализуються помірна кількість мітохондрій, короткі цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки, вільні рибосоми. Цитоплазма люмінальної поверхні неоднорідно просвітлена, містить невеликі виступи, що нагадують мікроворсинки. Ядра клітин базального шару_неправильної форми, містять глибокі інвагінації каріолеми. Їх цитоплазматичний матрикс містить осміофільні включення, поодинокі мітохондрії та цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки. Міжклітинні простори у базальному шарі досить широкі, містять неоднорідну осміофільну масу.

Ділянки гортані, які вкриті одношаровим багаторядним війчастим епітелієм включають війчасті, проміжні епітеліоцити, серозні, келихоподібні, базальні клітини та клітини Кульчицького. Окрім цього, між епітеліальними клітинами також зустрічаються поодинокі пензликові епітеліоцити, лімфоцити та дендритні клітини.

Війчасті епітеліоцити простягаються від базальної мембрани до поверхні епітелію. Їх овальне ядро розташовується в базальній частині клітини, містить значну кількість еухроматинових ділянок. Апікальна поверхня війчастих клітин вкрита чисельними довгими паралельно розташованими війками, що несуть комплекс мікротрубочок та базальні тільця циліндричної форми. У цитоплазмі війчастих епітеліоцитів зустрічаються лізосоми різного розміру, значна кількість вільних рибосом, що розсіяні по всій цитоплазмі. Гранулярна ендоплазматична сітка виражена слабо, представлена поодинокими каналцями та цистернами, що містять прикріплені рибосоми. Мітохондрії дрібні, поодинокі, з інтенсивноосміофільним матриксом та дрібними паралельними кристами, що розташовуються перпендикулярно до повздовжньої вісі мітохондрії.

Келихоподібні клітини (рис. 1), видовженої форми, своєю звуженою основою прилягають до базальної мембрани. Форма келихоподібних клітин залежить від фази секреції та заповнення їх цитоплазми гранулами, що містять муциногени. Ядро келихоподібних клітин округлої або овальної форми, центральна частина його заповнена еухроматином.

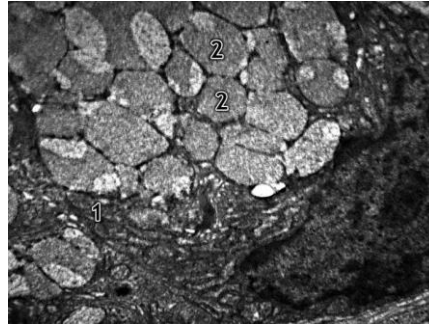


Рис. 1. Ультраструктура келихоподібної клітини цура в нормі. Зб. х 4000.

1 – апікальна частина цитоплазми келихоподібної клітини; 2 – секреторні гранули з муциногеном.

Комплекс Гольджі розташовується поблизу ядра, в оточенні секреторних гранул. Секреторні гранули різного розміру: дрібні, а надалі збираються пачками та заповнюють апікальну частину цитоплазми. Гранулярна ендоплазматична сітка добре розвинена. Кількість прикріплених та вільних рибосом значна. Мітохондрії в цитоплазмі зустрічаються рідко. В основі клітин зустрічаються поодинокі тонофібрили. Апікальна поверхня келихоподібних клітин нерівна, місцями дрібноворсинчата.

Базальні клітини багатокутної або видовженої форми, контактують між собою завдяки наявності десмосом. Ядро базальних клітин об'ємне, заповнене переважно гетерохроматином, в цитоплазмі локалізуються чисельні мітохондрії, профілі каналців гранулярної ендоплазматичної сітки, значна кількість вільних рибосом, а також тонофібрини. Їх апікальна частина звужена, не досягає поверхні епітеліального пласту.

Проміжні епітеліоцити зустрічались рідко, їх цитоплазма неправильної, видовженої форми, інтенсивноосміофільна, містить комплекс Гольджі, мітохондрії з інтенсивноосміофільним матриксом, каналці та цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки, з фіксованими рибосомами, а також вільні рибосоми та полісоми. Ядра проміжних епітеліоцитів овальної або видовженої форми, заповнені переважно гетерохроматином.

Серозні клітини розташовуються групами, у їх цитоплазмі нагромаджуються електроннощільні секреторні гранули, значна кількість цистерн гранулярної ендоплазматичної сітки, мітохондрії та лізосоми, комплекс Гольджі, цистерни, дрібні пухирці та вакуолі якого розташовуються поблизу ядра. Центральна частина ядер серозних клітин заповнена переважно еухроматином, а каріолема місцями утворює інвагінації.

Клітини Кульчицького лежать поодинокі, їх апікальні відростки виходять за межі епітеліального пласту, а в базальній частині клітини нагромаджуються чисельні дрібні гормоновмісні гранули з неоднорідним, переважно інтенсивноосміофільним, вмістом. Цитоплазматичний матрикс у ділянках, що не містить гормоновмісних гранул світлий, включає поодинокі каналці гранулярної ендоплазматичної сітки.

Кістчкові епітеліоцити зустрічаються рідко, їх форма витягнута, на апікальній поверхні містять довгі мікрворсинки, біля основи яких розташовувались дрібні везикули з просвітленим вмістом. У інтенсивноосміофільній цитоплазмі кістчкових епітеліоцитів розташовуються каналці гранулярної ендоплазматичної сітки, з фіксованими рибосомами, місцями зустрічаються вільні рибосоми, тонофібрили. Ядро, що заповнене переважно гетерохроматином, зміщене до базальної частини клітини.

Власна пластинка слизової оболонки та підслизова основа гортані утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, що містить чисельні судини та значну кількість колагенових, еластичних та ретикулярних волокон, нервові закінчення.

Стінка гемокапілярів утворена ендотеліоцитами, що оточені збереженою плазмолемою, базальною мембраною, до зовнішньої поверхні якої прилягають перицити. В кожному ендотеліоциті виділяють чотири зони: ядерну, зону органел, периферійну та навколоконтактну. Ядра в ендотеліоцитах овальної, децю видовженої форми з чітко розділеними ділянками хроматину: еухроматин локалізується в центрі ядра, а гетерохроматин в периферичних зонах, переважно у вигляді інтенсивноосміофільної смужки, поблизу внутрішньої поверхні нуклеолеми. Поблизу ядер ендотеліоцитів візуалізується комплекс Гольджі, центріолі, каналці гранулярної ендоплазматичної сітки, мітохондрії, а також дрібні везикули. У цитоплазмі периферійної та навколоконтактної зони також виявляють дрібні піноцитозні міхурці, кавеоли

та чисельні фенестри, що вказує на участь цих структурних компонентів у трансендотеліальному перенесенні макромолекул з крові в тканини та у зворотному напрямку.

Базальна мембрана, на якій розташовуються ендотеліоцити, несучільна, складається з гомогенного матриксу та фібрилярних компонентів. До зовнішньої поверхні гемокапіллярів прилягають перицити, цитоплазма яких утворює відростки. У ділянках де базальна мембрана містить пори перицити контактують з ендотеліальними клітинами. Ядро в перицитів овальної або ущільненої форми, займає більшу частину цитоплазми клітини, каріоплазма заповнена здебільшого гетерохроматином. Цитоплазма перицитів займає незначний об'єм, містить невелику кількість органел: поодинокі мітохондрії, нечисельні рибосоми та полісоми, короткі мікротрубочки та міофіламенти, зерна глікогену, дрібні везикули. Цитоплазматичні відростки перицитів, що оточують капіляри формують розширення. Між перицитами та ендотеліоцитами, у ділянках де базальна мембрана переривчаста, зустрічаються різноманітні контакти. Гемокапіляри також оточує основна речовина пухкої сполучної тканини, що містить клітинні елементи, серед яких переважають клітини фібробластичного диферону (рис. 2), колагенові та еластичні волокна, нервові закінчення. Зрілі активні фібробласти об'ємні, відросчасті, їх ядро переважно овальної форми, окрім грудочок гетерохроматину містить значну кількість еухроматину, у каріолемі візуалізують пори. У цитоплазмі активних фібробластів добре виражені органели синтезу: цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки, які місцями контактують з плазмолемою. На поверхні цистерн гранулярної ендоплазматичної сітки локалізуються чисельні рибосоми. Структурні компоненти комплексу Гольджі (цистерни та пухирці) локалізуються в різних ділянках цитоплазми з чисельними рибосомами на її поверхні. Також зустрічаються великі мітохондрії, поодинокі лізосоми. Навколо плазмолемі активних фібробластів нагромаджується дрібнозерниста речовина та новоутворені фібрили колагенових волокон.

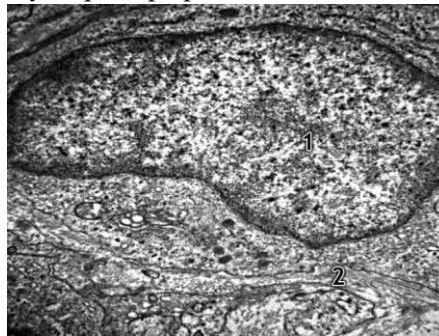


Рис. 2. Ультраструктура фібробласта щура в нормі. Зб. х 6000.
1 – фібробласт; 2 – фібрили колагенових волокон.

Значна кількість пучків з фібрил колагенових волокон (рис. 3), візуалізується у зв'язках гортані. У таких ділянках фібрили колагенових волокон розташовані впорядковано, щільно, в них візуалізується поперечна посмугованість. Також зустрічаються еластичні волокна, що не володіють поперечною посмугованістю. Центральна частина еластичних волокон включає центрально розташований аморфний гомогенний компонент та периферично розташовані фібрилярні структури. Присутні ділянки в стромі гортані де зустрічаються поодинокі макрофаги, лімфоцити, тканинні базофіли, плазмоцити, еозинофіли. Ядро сегментоядерних (зрілих) еозинофілів включає два об'ємних сегменти, що з'єднані між собою перетинкою, з переважанням в каріоплазмі гетерохроматину.

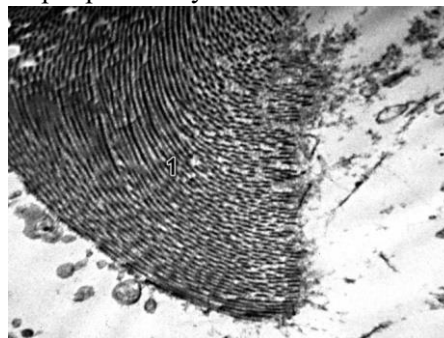


Рис. 3. Ультраструктура колагенового волокна щура в нормі. Зб. х 6000.
1 – пучки фібрил колагенових волокон.

У цитоплазмі еозинофілів локалізуються специфічні гранули видовженої округло овальної форми, в екваторіальній площині яких локалізуються інтенсивноосміофільні щільні кристалоїдні структури у вигляді пластинчастого тіла, що розташоване в аморфному матриксі (рис. 4). Основна речовина сполучної тканини на більшості ділянок власної пластинки слизової оболонки та підслизової основи низької електронної щільності. У стромі гортані розташовуються чисельні нервові волокна. Безмієлінові нервові волокна побудовані з декількох осьових циліндрів, нейролеми і базальної мембрани. Осьовий циліндр представлений відростком нейрона. Нейролема складається з тяжів нейролемоцитів, плазмалема яких оточує осьовий циліндр, утворюючи мезаксон. Безмієлінове нервово волокно вкрите базальною мембраною. Мієлінове нервово волокно, окрім осьового циліндра, містить добре розвинену мієлінову оболонку, нейролему і базальну мембрану. Осьовий циліндр оточує аксолема, що є продовженням цитолеми тіла нейрона.

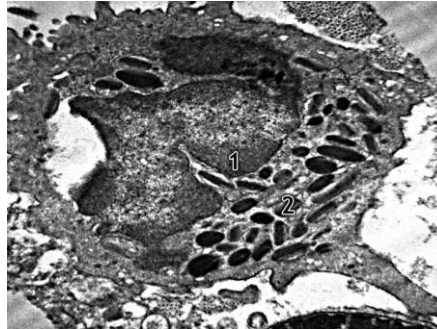


Рис. 4. Ультраструктура еозинофіла щура в нормі. Зб. x 6000.

1 – еозинофіл; 2 – чисельні цитоплазматичні гранули в екваторіальній площині яких візуалізуються осміофільні щільні кристалоїдні структури.

Мієлінова оболонка утворюється унаслідок нашарувань подвійної складки плазмалеми нейролемицита навколо відростка нейрона, містить ліпіди в концентрично нашарованих відростках мезаксона, високої електронної щільності, виразно осміофільна (рис. 5, 6). Цитоплазма і ядро нейролемоцита локалізуються на периферії, утворюючи нейролему. Зовні мієлінове волокно також огортає базальна мембрана.

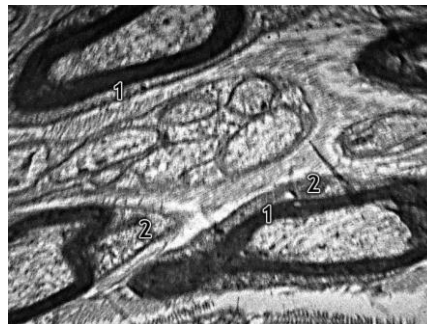


Рис. 5. Ультраструктура нервових волокон щура в нормі. Зб. x 6000.

1 – інтенсивноосміофільна мієлінова оболонка; 2 – подвійна складка плазмалеми нейролемоцита.



Рис. 6. Ультраструктура нервових волокон щура в нормі. Зб. x 6000.

1 – інтенсивноосміофільна мієлінова оболонка нервового волокна.

Волокна сполучної тканини власної пластинка слизової оболонки і підслизової основи переходять в охрясті хрящів гортані, а також залягають між м'язами гортані, поперечно-посмуговані м'язові волокна яких збережені, кожне з волокон оточене сарколемою, що складається з зовнішньої базальної мембрани та плазмолемою міосимпласта (рис. 7). Зовнішня оболонка симпласта пов'язана з колагеновими та ретикулярними волокнами. Чисельні ядра лежать безпосередньо під плазмолемою, видовжено-овальної форми, містять незначну кількість гетерохроматину та добре помітні ядерця.



Рис. 7. Ультраструктура поперечно-посмугованих м'язових волокон гортані щура в нормі. 3б. X 4000. 1 – міофібрили поперечно-посмугованих м'язових волокон гортані.

Біля полюсів ядер розташовуються структурні елементи комплексу Гольджі та мітохондрії. Гранулярна ендоплазматична сітка розвинена слабо. У той же час гладка ендоплазматична сітка (саркоплазматична сітка) добре виражена, представлена чисельними плоскими трубочками та цистернами. Більшу частину саркоплазми заповнюють міофібрили, що побудовані з тонких та товстих мікрофіламентів, мають характерну посмугованість зумовлену чергуванням темних анізотропних та світлих ізотропних смуг. Телофрагми, що мають вигляд темних ліній чітко оконтуровані, цілісні. Саркомери, що локалізуються між двома телофрагмами збережені. У саркомерах ідентифікуються повздовжні нитки та міофіламенти двох типів: тонкі і товсті. Товсті міофіламенти локалізуються лише у середній частині саркомера. Між міофібрилами локалізуються цистерни саркоплазматичної сітки та мітохондрії видовженої форми. Місцями у саркоплазмі зустрічаються поодинокі краплі жиру, гранули глікогену. Між базальною мембраною та плазмолемою візуалізуються дрібні клітини – міосателіоцити. Кожен міосателіоцит містить одне ядро, що заповнене переважно світлим еухроматиновими ділянками та органели загального призначення.

Фіброзно-хрящова оболонка гортані окрім чисельних поперечно-посмугованих м'язів та волокнистої сполучної тканини містить еластичну та гіалінову хрящову тканину.

Хондроцити гіалінових хрящів розташовані в лакунах, їх цитоплазма містить добре виражену гранулярну ендоплазматичну сітку, із значною кількістю рибосом на її канальцях. Також у цитоплазмі хондроцитів зустрічається значна кількість вільних рибосом та полісом, гранули глікогену. Поруч з ядром розташовується складно організований комплекс Гольджі, цистерни якого широкі, містять значну кількість синтезованих речовин, різноманітні секретеронні міхурці з гранулами. Цитоплазматичні ніжки хондроцитів виражені добре, без деструктурних змін. Матрикс, що оточує хондроцити просвітлений (рис.8), унаслідок неоднорідного нагромадження синтезованих білків та глікозаміногліканів, також містить дрібні волокнисті структури та протеоглікани.

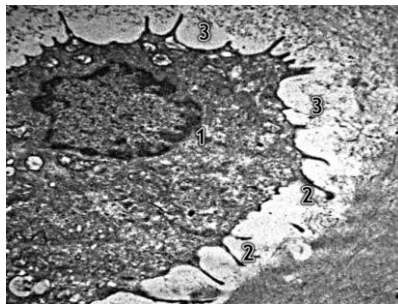


Рис. 8. Ультраструктура хондроцита гіалінового хряща гортані щура в нормі. 3б. x 4000. 1 – хондроцит гіалінового хряща гортані; 2 – цитоплазматичні ніжки; 3 – ділянки просвітленого пери целюлярного матриксу.

Міжклітинну речовину еластичних хрящів окрім фібрил колагенових волокон пронизують чисельні еластичні волокна, які навколо хондроцитів формують капсули. Хондроцити в еластичних хрящах розташовуються групами по дві або чотири клітини. Досить часто сусідні хондроцити розмежовані основною речовиною сполучної тканини та сіткою еластичних волокон. Більшість хондроцитів еластичних хрящів досить об'ємні, гіпертрофовані, в їх цитоплазмі локалізуються каналці гранулярної ендоплазматичної сітки, з чисельними рибосомами, структурні компоненти комплексу Гольджі, мітохондрії, включення глікогену та вакуолі, що містять заповнені просвітленим вмістом, нерідко містять ліпіди.

Висновки.

1. Епітеліоцити базального шару низької призматичної форми, розташовані на неперервній базальній мембрані помірної електронної щільності. Дещо розширена базальна частина цих клітин широка, цитоплазма містить невеликі мітохондрії, короткі поодинокі профілі гранулярної ендоплазматичної сітки, вільні рибосоми.

2. Над базальним шаром, у 2-3 ряди, розташовуються полігональної форми епітеліоцити проміжної зони. Ядра клітин проміжної зони неправильної видовженої форми, каріоплазма містить значну кількість еухроматину, а гетерохроматин розташовується переважно біля внутрішньої поверхні каріолеми.

3. Епітеліальний пласт більшої частини голосових складок представлений двома клітинними шарами: базальним та поверхневим. Ядра клітин поверхневого шару містять глибокі інвагінації каріолеми.

4. Ділянки гортані, які вкриті одношаровим багаторядним війчастим епітелієм включають війчасті, проміжні епітеліоцити, серозні, келихоподібні, базальні клітини та клітини Кульчицького.

5. Стінка гомокапілярів утворена ендотеліоцитами, що оточені збереженою плазмолемою, базальною мембраною, до зовнішньої поверхні якої прилягають перицити. В кожному ендотеліоциті виділяють чотири зони: ядерну, зону органел, периферійну та навколоконтактну.

6. Фіброзно-хрящова оболонка гортані окрім чисельних поперечно-посмугованих м'язів та волокнистої сполучної тканини містить еластичну та гіалінову хрящову тканину. Хондроцити гіалінових хрящів розташовані в лакунах, їх цитоплазма містить добре виражену гранулярну ендоплазматичну сітку, із значною кількістю рибосом на її каналцях. Також у цитоплазмі хондроцитів зустрічається значна кількість вільних рибосом та полісом, гранули глікогену.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабаян Э.А., Гонопольский М.Х. Наркология. — М., 1987; БМЭ. — М., 1979; Дунаевский В.В., Стяжкин В.Д. Наркомании и токсикомании. — Л., 1990; Личко А.Е., Битенский В.С. Подростковая наркология. — Л., 1991; ЮЕ. — К., 2002. С. 66-69.
2. Беловицкий О.В. Субмикроскопическая морфология головного мозга при алкогольно-морфинной интоксикации в эксперименте / О.В. Беловицкий // Таврический мед.-биол. Вестн. - 2010.-31. С. 13-16.
3. EU drugs Strategy (2005-2012), 15074/04 Council of the European Union, Brussels. - 2004.
4. Голубев В.Л. Психологические установки пациента и переживание боли / В.Л. Голубев, А.Б. Данилов // РМЖ; специальный выпуск "Болевой синдром". - 2009.-С. 16-20.
5. Овчаренко Н.А. Динамические изменения показателя лей цитолита, холестаза и липидограммы у наркозависимых больных / Н.А. Овчаренко, Л.Л. Пинский, Т.Н. Радченко // Укр. Журн. Клін. Та ла. Мед. - 2012. - т7, №2. - С. 116-117.
6. Glauert A.M. Fixation, dehydration and embedding of biological specimens. - In: Practical methods in electron microscopy / Ed. by Glauert A.M.-North-Holland (American Elsevier), 1975. - 207p.
7. Stempac J.G., Ward R.T. An improved staining method for electron microscopy //J. Cell Biology. - 1964.- V.22. - P.697-701.
8. Reynolds E.S. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy //J. Cell Biology. - 1963. - № 17.-P. 208-212.

ECOLOGY

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОННЫМИ ОТХОДАМИ И СОЗДАВАЕМЫЕ ИМИ ПРОБЛЕМЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Абдуллаева М. Я.,

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, г. Баку,
Азербайджанская Республика, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1380-1216>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7634

ARTICLE INFO

Received: 11 May 2021

Accepted: 19 July 2021

Published: 30 July 2021

KEYWORDS

electronic waste, hazardous
substances, waste, environment,
human health.

ABSTRACT

This article explores the issues of dealing with electrical and electronic departures in different countries and Azerbaijan, as well as the analysis of legal and regulatory acts of these countries in this area and the impact of these departures on people here.

Electronic waste is a serious source of danger to the human body and the environment. The preparation of regulatory documents governing the e-waste management system in Azerbaijan is an urgent issue, and for this, the provisions of the legislation adopted in the countries of Eastern Europe can be used.

Citation: Abdullayeva M. Y. (2021) Environmental Pollution by Electronic Waste and Their Health Challenges. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7634

Copyright: © 2021 Abdullayeva M. Y. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. В процессе жизни людей в любой сфере, помимо материальных благ и услуг, есть еще и отходы. Отходы – это источник серьезной угрозы для здоровья человека и окружающей среды, с одной стороны, и источник постоянно возобновляемого (альтернативного) сырья и тепловой энергии (возобновляемые материальные ресурсы) с другой. Они являются остатками сырья, полуфабрикатов, других продуктов или продуктов, образовавшиеся в процессе производства и потребления, либо товары и продукты, утратившие свои потребительские свойства [1-4].

Утилизация электрического и электронного оборудования, которые являются одним из самых быстрорастущих потоков отходов в мире, имеет две характеристики, отличающиеся от других видов муниципальных отходов. Во-первых, это быстрые темпы роста и связанное с этим увеличение производства различных опасных материалов, которые представляют собой серьезную проблему. Отчет, выпущенный Организацией Объединенных Наций в 2019 году, показал, что ежегодные темпы роста электронных отходов (ЭО) выросли до 50 млн. тонн с ежегодной тенденцией к росту. Во-вторых, электронные отходы обладают значительным экономическим потенциалом, учитывая высокое значение [5-7].

Проведенный экономический анализ подтвердил значительную потенциальную ценность переработки электронных отходов. Однако степень утилизации в промышленных масштабах остается относительно низкой. В одном из исследований [8] была информация, что собирается и перерабатывается только 20% электронных отходов, образующихся во всем мире, а остальная часть сжигается или выбрасывается в свалки.

По данным Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), ежегодно в мире образуется 150 млрд. тонн различных видов отходов, в том числе 60

млрд. тонн электронных отходов, которые считаются глобальной угрозой для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому решение проблем с отходами – одна из актуальных и важных задач, стоящих перед каждой страной.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, из-за этих отходов во многих районах мира встречаются сердечно-сосудистые, легочные, злокачественные опухоли и др. заболеваний в 4-7 раз выше среднего. По статистике 5 млн. человек ежегодно умирают из-за загрязнения воздуха [9].

Решение этих проблем зависит от экологических, экономических, социальных, культурных условий каждой страны. В зависимости от национальных особенностей она решается путем создания эффективной системы управления. Эта система сложна и многогранна, охватывает все технологические процессы с момента создания (выбор, сбор, хранение, переработка, первичная и вторичная обработка, утилизация, транспортировка и т.д.).

Хотя в законодательстве Азербайджана нет понятия отходов электрического оборудования, в его тексте международные термины используются в Директиве Европейского Союза (ЕС) по электронным отходам в 1998/19 ЕС/ЕР 1998/2006/2012 г. В этом законодательном акте за ЭО закреплено 600 наименований отклонений электрического и электронного оборудования, сгруппированных в 10 групп. Оборудование информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – третья группа в классификации этих терминов [10].

В таблице 1 показано количество образовавшихся отходов производства и потребления, а также количество использованных, обезвреженных отходов производства и потребления на душу населения [11].

Таблица 1. Образование, использование и обезвреживание отходов

Период времени	Количество образовавшихся отходов производства и потребления, тыс. т		Количество использованных, обезвреженных отходов производства и потребления, тыс. т	
	за год	- на душу населения, кг	за год	- на душу населения, кг
2009	2287,6	256	503,1	476,1
2010	2281,5	252	56	53
2011	2789,6	304	304	62
2012	3096,7	333	665,0	72
2013	2575,6	274	537,2	57
2014	2386	250	497,3	52
2015	2421,2	251	771,2	80
2016	3019,7	309	796,6	82
2017	2754,5	283	767,3	79
2018	2896,1	295	848,3	85
2019	3276,5	331	712,8	72

В настоящее время утилизация и переработка электронных отходов в мире остаются одной из глобальных проблем. В большинстве стран, в том числе в Азербайджане, электрические и электронные отходы собираются коммунальными предприятиями вместе с бытовыми отходами или хранятся на складах предприятий. Иногда старые электронные отходы перерабатываются после ремонта или передаются в другие страны в качестве технической или гуманитарной помощи.

Однако не всегда оправдано использование старых брендовых устройств, прошедших ремонт в связи с выпуском более современных моделей этих устройств. Например, в Украине до 95% устаревших электронных устройств и оборудования возвращено для повторного использования в том или ином состоянии [12].

Известно, что более 70 элементов и многие соединения таблицы Менделеева используются при изготовлении электрического и электронного оборудования. Электронные отходы содержат токсичные добавки или опасные вещества, включая тяжелые металлы, такие как ртуть, кадмий и свинец, и химические вещества, такие как бромированные антипирены,

которые могут загрязнять почву, воздух и воду и представлять значительную опасность для здоровья [13].

Эти вещества ввиду ряда аналогичных физико-химических свойств делятся на группы металлов и их соединений – (Fe, Cu, Al и др.), благородные металлы (Au, Ag), тяжелые металлы (Hg, Pb, Sn, Sb, As) и др.), редкоземельные металлы (Eu, Y, Pm, Tm и др.), поливинилхлорид (ПВХ), кадмий и бериллий.

Сравнивая рост сетей и услуг ИКТ, недавние оценки показывают, что в настоящее время во всем мире утилизируется около 53,6 млн. тонн электронных отходов, и только 17,4% этих отходов собирается и перерабатывается.

В нормальных условиях эксплуатации большинство веществ в электрическом и электронном оборудовании не представляют угрозы для здоровья человека и окружающей среды. Однако эти оборудования и вещества, которые стали отходами, могут стать источником опасности при неправильной обработке. Термин «неправильно обработанный» здесь относится к трем случаям:

- ЭО вывозятся на свалки как твердые отходы и остаются на открытом воздухе;
- сжигаются вместе с другими отходами;
- захоронены методом утилизации (обезвреживаются).

Как показано на рисунке 1, общее производство электронных отходов в 2016 году составило примерно 44,7 млн. т или 6,1 кг на душу населения. Ожидается, что количество электронных отходов в 2021 году увеличится до 52,2 млн тонн и достигнет ежегодных темпов роста в 3-4%.

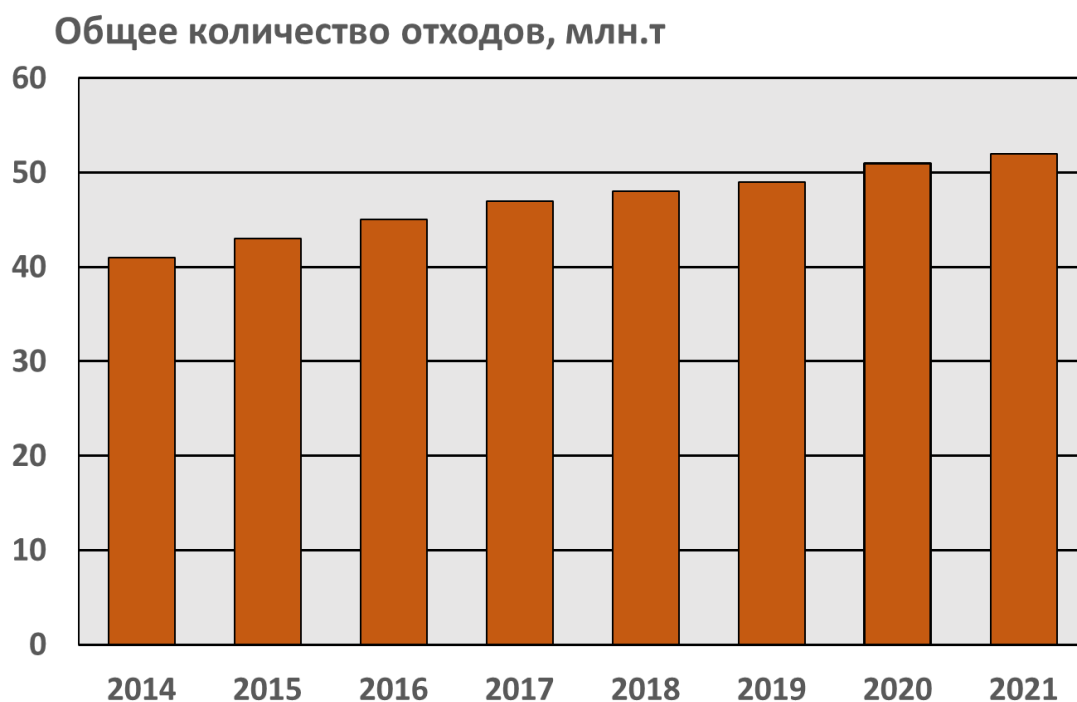


Рис 2. Общее количество электронных отходов

Неправильное управление электронными отходами также может способствовать глобальному потеплению.

Выводы. Исследования показывают, что не существует конкретной единой правовой базы для создания эффективной системы управления для всех стран. Эта модель формируется по-разному в зависимости от экологических, социальных, экономических и культурных условий каждой страны. Однако существует ряд общих для всех стран факторов, на которых может основываться политика управления электронными отходами. Это особенно актуально для развивающихся стран.

ЛІТЕРАТУРА

1. Li J, Yang J and Liu L. Development potential of e- waste recycling Industry in China. *Waste Management & Research* 33:2015. pp.533-542
2. Menikpura, S.N.M., et al., Assessing the climate co-benefits from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) recycling in Japan, *Journal of Cleaner Production* 74. (2014), pp.183-190 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro>
3. K. Hibbert, O.A. Ogunseitan Risks of toxic ash from artisanal mining of discarded cellphones. *Journal of Hazardous Materials* 278 (2014) pp.1120–1127
4. Wang, R., Xu, Z., 2014. Recycling of non-metallic fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE): A review. *Waste Manag.* 34, pp.1455–1469. doi.org/10.1016/j.wasman.
5. Ibishova M.M, Abdullayeva M.Y. About The Effects of Electronic Waste on Human Health and Environment. International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering, Dedicate to the 100th Anniversary of the Azerbaijan State of Oil and Industry University 15-16 October, 2020, Baku.
6. Babu BR, Parande AK & Basha CA 2007: Electrical and Electronic Waste: A Global Environmental Problem. *Waste Management & Research* 25, 4, pp. 307.
7. Maleyka Pashayeva, Bikes Agayev. II International Scientific Conference of Students and Young Researchers dedicated to the 98th anniversary of national leader Heydar Aliyev on the Concept Document on Solving Electronic Waste Problems in the Republic, BANM, 2021. Baku. pp. 31-34
8. Agayev B.S., Aliyev T.S. On the experience of e-waste management in the European Union // *Information Society Problems*, 2015, №1, p. 81-87
9. Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. 2017: The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
10. Маръев В. А., Комиссаров В. А., Смирнова Т. С. Extended responsibility of the producer - a new paradigm in the system of waste management / *Zh. Solid household waste*. 2015, № 2 (104), p.10
11. Adediran YA & Abdulkarim A 2012: Challenges of Electronic Waste Management in Nigeria. *International Journal of Advances in Engineering & Technology (IJAET)*, Vol. 4, Issue 1, July Edition, pp.640-648.
12. Borthakur A & Singh P 2012: Electronic waste in India: Problems and policies. *International Journal of Environmental Sciences*. ISSN 0976 – 4402. Volume 3, No 1. [doi:10.6088/ijes.2012030131033](http://doi.org/10.6088/ijes.2012030131033).
13. Hadi, P., Ning, C., Ouyang, W., Xu, M., Lin, C.S.K., McKay, G., 2015. Toward environmentally-benign utilization of nonmetallic fraction of waste printed circuit boards as modifier and precursor. *Waste Manage.* 35 pp.236-246

ENGINEERING SCIENCES

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ С ПОЛИКАРБОНАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ СУШКИ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К. Т. Арчвадзе, академический доктор, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия

И. Р. Чачава, академический доктор, преподаватель колледжа, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Колледж «Юношеский центр», Тбилиси, Грузия,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4888-690X>

К. Р. Папав, академический доктор, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5212-9362>

Н. З. Хотенашвили, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-8077>

Р. Г. Липартелиани, академический доктор, старший научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9581-6592>

З. Ш. Табукашвили, научный сотрудник, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета имени Иване Джавахишвили, Тбилиси, Грузия, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3162-3353>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636

ARTICLE INFO

Received: 10 May 2021

Accepted: 30 June 2021

Published: 30 July 2021

KEYWORDS

solar drying plant, polycarbonate coating, temperature, drying speed, dried products, product quality, eggplant, agriculture.

ABSTRACT

The proposed solar drying system significantly reduces the drying time and improves the quality of the product, including the preservation of vitamins. When drying rosehip, a laboratory analysis for vitamin "C" showed that 28% of this vitamin is destroyed during natural drying, and 17% when using a solar dryer.

The drying speed increases by 2.5 - 4 times compared to traditional outdoor drying.

In the proposed installation, you can dry different agricultural products, you can change the coating of the solar drying unit. In S/D, the air temperature is higher than in the environment from about 13 to 32 degrees Celsius, depending on weather conditions.

The drying process in the S/D apparatus allows you to ensure the purity of the products. S/D is covered and during the drying process the product is not contaminated with dust and rain, by influence of dew, is not damaged by birds, insects or wasps.

This device is convenient for transportation, during the day it can be moved and rotated to align to the sun.

The proposed solar dryer is easy to manufacture and can be widely used in large and small farms, private and subsidiary farms.

Citation: Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Ketevan Papava, Nanuli Khotenashvili, Riva Liparteliani, Zurab Tabukashvili. (2021) Development and Testing of a Polycarbonate-Coated Solar Installation for Drying Agricultural Products. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7636

Copyright: © 2021 Ketevan Archvadze, Ilia Chachava, Ketevan Papava, Nanuli Khotenashvili, Riva Liparteliani, Zurab Tabukashvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Цель работы. ●создание и исследование гелиотехнологических установок из подручных и доступных средств для мелких фермерных и крестьянских хозяйств;

●повышение эффективности процесса сушки за счет разработки новых сушильных установок, обеспечивающих экономию теплоэнергетических ресурсов при требуемом качестве готовой продукции;

●обеспечение эффективного процесса сушки грибов, баклажанов, шиповника и других продуктов сельского хозяйства (с/х) в гелиотехнологических сушильных установках;

Перспектива использования солнечной энергии для с/х продуктов в гелиосушильных установках очень велика.

Использование простых и недорогих солнечных коллекторов для подогрева воздуха при сушке урожая является перспективным для снижения огромных потерь урожая во многих странах. Отсутствие адекватных условий хранения приводит к значительным потерям продовольствия. При уборке урожая в саду часть плодов и ягод всегда оказывается с внешними повреждениями и некрасивой формы. Они не могут долго храниться в свежем виде. Таковую продукцию лучше высушить для зимнего и весеннего сезонов.

Чтобы избежать потерь с/х продуктов, производители обычно продают урожай немедленно после сбора по низким ценам. Сокращение потерь благодаря сушке свежих плодов принесло бы большую пользу и производителям и потребителям. В некоторых развивающихся странах для сохранения продовольствия широко используется метод сушки под открытым небом. Для этого продукт раскладывают на земле, камнях, на обочинах дорог или на крышах. Преимущество этого метода - в простоте и дешевизне. Однако качество конечного продукта низко из-за долгого времени высыхания, загрязнения, заражения насекомыми и порчи из-за перегрева. Кроме того, достижение достаточно низкого содержания влаги - дело трудное, и зачастую кончается порчей продукта при хранении. Введение солнечных сушилок поможет улучшить качество высушенных изделий и снизить убытки. [1, 5].

Основная часть. Предлагается гелиосушильное устройство (г/с) с поликарбонатным покрытием. Покрытие можно менять на полиэтилен, стекло и другие материалы. [4, 8].

Была разработана и собрана гелиосушильная установка (рис.1 и рис. 2), состоящая из двух камер-солнечного коллектора 1 и сушильной камеры 2. В коллектор 1 помещается в деревянной раме металлическая пластина 3, выкрашенная в черный цвет, которая переводит солнечную энергию в тепловую (вместо металлической пластины можно использовать ткань черного цвета). На дне коллектора располагается кассета 4 с теплоудерживающим материалом 5 (в исследованиях использовалась поваренная соль). В нижней части коллектора имеется вход для атмосферного воздуха 7, а в верхней части сушильной камеры – вытяжная труба 8 для вывода влажного воздуха. Солнечный коллектор соединяется с сушильной камерой шарнирно 6, для облегчения транспортировки устройства и установки оптимального угла падения солнечных лучей на коллектор. Данную гелиосушилку можно поворачивать по направлению движения солнца из-за наличия маленьких колес на ножках 14.

Дно и стенки данного сушильного устройства покрыты фанерой. Для большей герметичности небольшие щели заполняются специальным клеем или закрываются скотчем. У данного аппарата есть возможность регулировать угол наклона солнечного коллектора 1 к сушильной камере 2 с помощью регулировочного механизма 12. Наиболее эффективная работа солнечных сушилок происходит при перпендикулярном падении солнечных лучей на коллектор. Из-за движения Земли вокруг Солнца, происходят сезонные изменения угла падения солнечных лучей на поверхность земли. Обычно принимается для весны и осени оптимальный угол наклона равным значению широты местности. Наиболее распространенный способ установления солнечных коллекторов является угол 45 градусов. Для зимы к этому значению прибавляется 10-15 градусов, а летом от этого значения отнимается 10-15 градусов [1-7].

Технологический процесс сушки происходит следующим образом: в коллектор устанавливается металлическая пластина, а также кассеты с теплоудерживающим веществом.

В сушильную камеру вставляются сетчатые поддоны с предварительно подготовленным для сушки продуктом 10, сушильная камера закрывается щитом 11, коллектор и сушильная камера покрываются поликарбонатом 13, в случае надобности можно также использовать оконное стекло, гофрированную металлическую поверхность (с целью увеличения обогреваемой поверхности), фанеру и т.п.

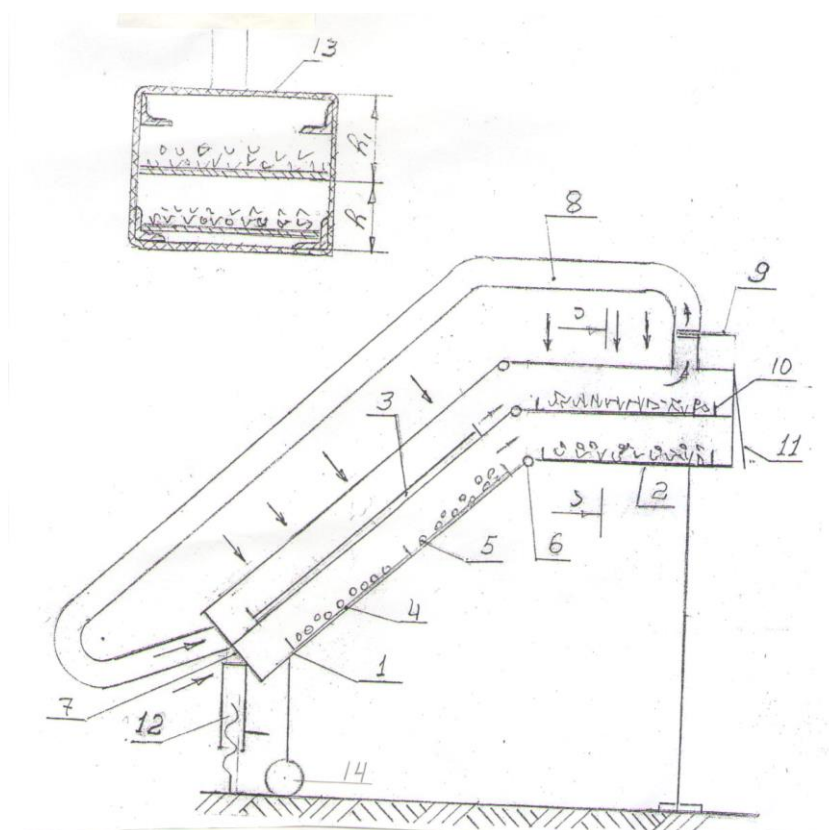


Рис. № 1. Схема гелиосушильной установки.

1 - солнечный коллектор; 2 - сушильная камера; 3 - металлическая пластина; 4 - кассета;
5 - теплоудерживающий материал; 6 - шарнир; 7 - входное отверстие; 8 - циркуляционная
труба или вытяжная (в выпрямленном и укороченном виде); 9 - влагоудерживающий материал
(в случае циркуляционной трубы); 10 - сетчатый поддон с продуктом; 11 - щит;
12 - регулировочный механизм (для изменения угла наклона); 13 - покрытие сушильной камеры;
14 - колесо для перемещения.

Атмосферный воздух через вход гелиосушилки попадает в коллектор, нагревается от солнца и металлической пластины, которая в свою очередь также прогревается от солнечных лучей, далее движется в сушильную камеру из-за разности давлений и температур у входа и выхода гелиосушильного аппарата. В коллекторе также нагревается теплоудерживающий материал, находящийся на дне коллектора. В вечернее время суток источником тепла для нагревания воздуха в г/с является теплота аккумулированная теплоудерживающим материалом. Теплый воздух из коллектора омывает перфорированный поддон с продуктом снизу, сверху и сушит продукт, нагретый также от солнечного излучения в сушильной камере.



Рис. 2. Гелиосушильное устройство.

Влажный воздух через вытяжную трубу 8 удаляется наружу. 8 можно использовать как вытяжную трубу (в выпрямленном и укороченном виде) и как циркуляционную трубу (см. рис. 1.). После окончания процесса сушки, высушенный продукт вместе с поддоном выгружается из камеры через щит.

Как показали исследования, максимальное увеличение температуры в г/с с поликарбонатным покрытием составляет в среднем на 30-32 град Цельсия выше по сравнению с температурой на солнце.

Результаты исследований гелиосушительной установки с поликарбонатным покрытием.

На рис. 3. показано изменение температуры воздуха в течение дня.

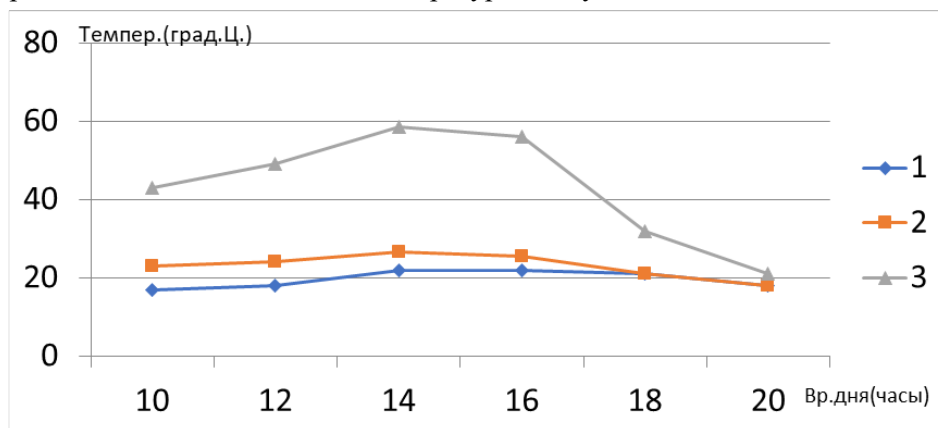


Рис. 3. Дневной ход температуры нагрева воздуха:

1 - дневной ход температуры нагрева воздуха в тени; 2 - дневной ход температуры нагрева воздуха на солнце; 3 - дневной ход температуры нагрева воздуха в гелиосушилке с поликарбонатным покрытием.

Для испытания данного аппарата производилась одновременная сушка с/х продукции в предложенном устройстве и естественной солнечно-воздушной сушкой с целью сравнения результатов. Для этого были высушены разные виды с/х продуктов.

На графике изображены результаты сушки баклажанов (линия 1 –сушка продукта на солнце, линия 2 – в гелиосушилке).

Сушка предварительно подготовленных баклажанов производилась как в гелиосушительном аппарате, так и естественной сушкой (е/с) на открытом воздухе. Затем результаты сравнивались. Для наглядности результаты исследований (изменения массы продукта в гелиосушилке и естественной сушкой на солнце в течение дня) приведены на графиках. Были высушены баклажаны, нарезанные пластинами [2, 6]. Результаты экспериментов приведены на рис. 4. и 5.

1 день сушки

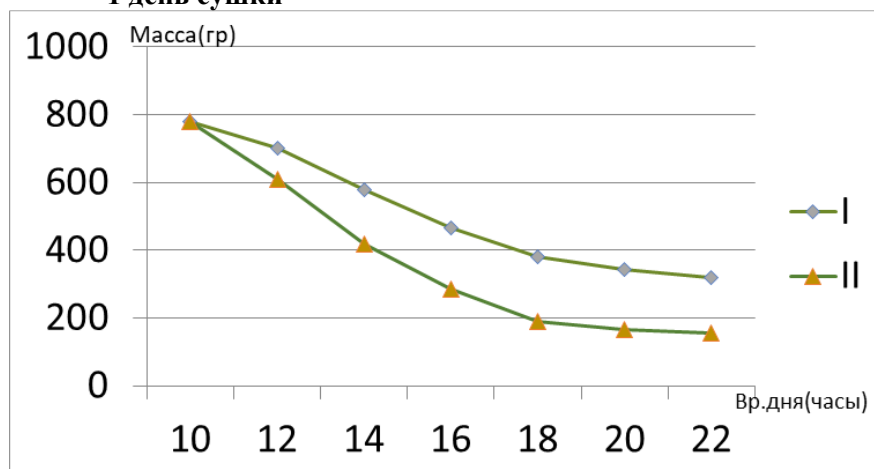


Рис. 4. Изменение массы сырья «Баклажаны» в течение дня:

1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;
2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

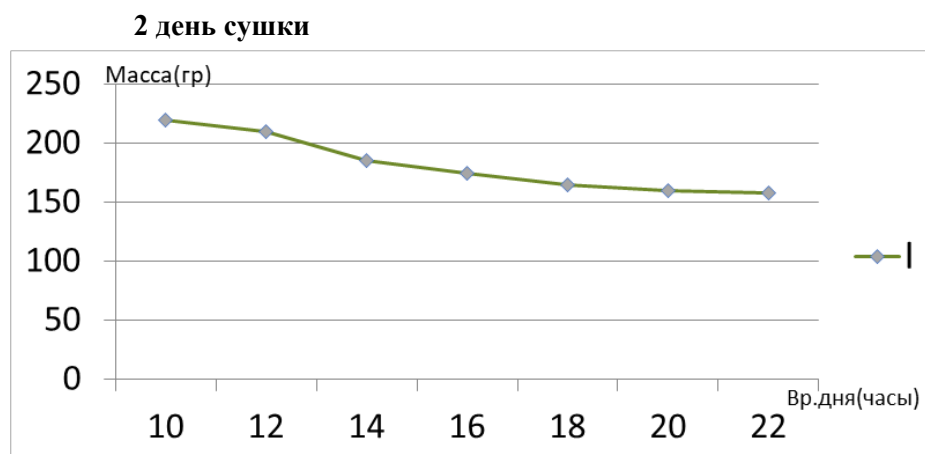


Рис. 5. Изменение массы сырья «Баклажаны» в течение дня:

- 1 - изменение массы сырья, высушиваемого е/с на открытом воздухе;
 2 - изменение массы сырья, высушиваемого в гелиосушилке.

Анализ опытных данных

Таблица 1.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА		
БАКЛАЖАНЫ (пластинами)		
	Г/С	Е/С
начальная масса (гр)	780	780
конечная масса (гр)	155	158
уменьшение массы (%)	80.1	79.8
длительность сушки (часы)	12	35

Длительность сушки в г/с заняла в 2,92 раза меньше времени, чем е/с на открытом воздухе. Высушенные баклажаны в г/с более высокого качества и хранятся дольше, чем баклажаны, высушенные естественной сушкой на солнце. В баклажанах, высушенных в г/с максимально сохранена пищевая ценность и вкусовые свойства продукта.

Выводы и обсуждение результатов.

- Предложена оригинальная конструкция г/с установки с поликарбонатным покрытием для сушки сельскохозяйственного сырья, способная одновременно выпускать широкий ассортимент продукции.

- Продолжительность сушки для различных продуктов не одинакова. Потери витаминов обратно пропорциональны длительности сушки. Предлагаемая гелиосушильная установка существенно сокращает время сушки, скорость сушки по сравнению с традиционной сушкой на открытом воздухе увеличивается в 2,5 - 4 раза. Продукты, высушенные в г/с аппарате обладают более высокими потребительскими свойствами (и витаминный состав и вкусовые свойства), чем продукция, приготовленная естественной сушкой. Например, при сушке шиповника лабораторный анализ на витамин «С» показал, что при естественной сушке потери составляют 28 % указанного витамина, а при использовании гелиосушилki - 17 %

- Процесс сушки в г/с аппарате позволяет обеспечить чистоту продукции. Г/с закрыта и в процессе сушки продукт не подвергается загрязнению пылью и дождевыми осадками, действию росы, не повреждается птицами, насекомыми, особенно, осами, а в случае попадания в сушилку они погибают от высокой температуры.

- В предложенной установке можно сушить разную сельскохозяйственную продукцию, можно менять покрытие гелиосушильной установки на полиэтилен, стекло и другие материалы. В г/с температура воздуха бывает выше, чем в окружающей среде приблизительно от 13 до 32 градусов Цельсия, в зависимости от погодных условий.

- В дождь и в ветренную погоду, высушиваемый на открытом воздухе продукт, убирается в закрытое помещение, тогда как в г/с продолжается сушка сырья.

● Сохраняемость с/х продуктов, приготовленных в г/с лучше, чем у продукции, высушенной тепловой искусственной и естественной сушкой, а также облегчены условия хранения продукции, высушенной в г/с.

● Данное устройство удобно для транспортировки, в течение дня его можно и передвигать, и поворачивать по солнцу.

● Предлагаемая солнечная сушилка несложна в изготовлении и может найти широкое применение в крупных и мелких фермерских, частных и подсобных хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.В. Чагин, Н.Р. Кокина, В.В. Пастин. Оборудование для сушки пищевых продуктов. Издательство: Иван. хим.-технол. ун-т.: Иваново. 2007, - 138 с.
2. Т.Ф. Киселева. Технология сушки: Учебно-методический комплекс. Издательство: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово. 2007, - 117с.
3. Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко. 2002. - 112с.
4. Н.М. Чечёткина «Товарная экспертиза» учебник для ВУЗов, Ростов-на-Дону: Феникс. 2000. – 510 с.
5. В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин. Солнечная энергетика. Издательство: МЭИ, 2011, - 276 с.
6. К. Т. Арчвадзе, И. Р. Чачава "Оценка эффективности использования гелиосушительных установок при сушке сельскохозяйственных продуктов". Проблемы улучшения пищевых продуктов, стр. 38-42. Международная научная конференция, посвященная 70-летию основания кафедры " Оборудование предприятий пищевой промышленности" ГТУ. Тбилиси, 2016.
7. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплофизический эксперимент: Справочная серия / Под общ. Ред.А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина, М.: МЭИ, 2007. – 564 с.
8. Тенденции применения полимерных материалов для тароупаковочных изделий // Тара и упаковка. 2003. - №3. - С. 42-45.

THE SYSTEM OF FORMING THE CONTROL MODE OF THE ELECTRIC DRIVE DURING THE START-UP OF THE VIBRATION MACHINE

Nozhenko Viktoriia, Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0126-6970>

Bialobrzheskyi Olexii, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1669-4580>

Rodkin Dmytro, Doctor of Technical Science, Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2625-3869>

Druzhynina Viktoriia, Doctor of Economic Science, Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-1408>

Yakymets Serhii, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2797-2796>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30072021/7639

ARTICLE INFO

Received: 23 May 2021

Accepted: 21 July 2021

Published: 30 July 2021

KEYWORDS

control system, induction motor, above resonance vibration machine, starting mode, resonance zone.

ABSTRACT

The above resonance vibration machines are widely used in various industries, but have a number of shortcomings associated with increasing of the oscillations amplitude when passing the resonance zone during start-up. It is noted that to reduce the oscillations amplitude and quickly pass the resonance zone, it is advisable to use a frequency-controlled electric drive with the formation of additional control effects. Features of frequency start of the electric drive of the vibration machines are noted. The structure of the electric drive control system during passing the resonance zone in the process of starting the above resonance vibration machine in the form of a block-scheme is proposed. The algorithm of operation of the control system is given.

Citation: Nozhenko Viktoriia, Bialobrzheskyi Olexii, Rodkin Dmytro, Druzhynina Viktoriia, Yakymets Serhii. (2021) The System of Forming the Control Mode of the Electric Drive During the Start-Up of the Vibration Machine. *World Science*. 7(68). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30072021/7639

Copyright: © 2021 Nozhenko Viktoriia, Bialobrzheskyi Olexii, Rodkin Dmytro, Druzhynina Viktoriia, Yakymets Serhii. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. The above resonance vibration machines (VM) are widely used in construction, mining, engineering, metallurgy and other industries, where the stability of the equipment functioning is required when changing the load during operations such as transportation of bulk cargo, compression of concrete mixtures, crushing of rocks, abrasives, etc. [1, 2]. Such VM are usually equipped with unbalance vibration exciters, are large and powerful. As you know, the main problem of this type VM is to pass the resonance zone during the start-up, because most of VM shortcomings are related to this [2–6]. To partially solve this problem, in practice, it is used the unregulated induction motor drive with 2–5 times high capacity of drive motors. This solution allows you quickly overcome the resonance zone, but leads to low energy performance compared to the electromagnetic drive of vibration device [7]. In this regard, a number of ways have been developed to reduce the amplitude of oscillations of VM actuating device during passing the resonance zone both by upgrading the mechanical part of VM and with the help of electric drive systems. However, the analysis of existing

methods, which is given in [8], allowed to identify shortcomings that prevent their widespread use, namely insufficient reliability, high cost, sensitivity to errors in determining the parameters of the oscillating system, the possibility of using only to VM start with self-synchronizing, unconnected among themselves unbalance vibrating exciters, lack of control exit to the resonance mode. In the writings [8, 9], to reduce the amplitude of oscillations of VM actuating device during passing the resonance zone, it is offered the use of a frequency-controlled electric drive. This solution allows turning off the possible “jamming” of the drive motors rotors and reduces the dynamic loads on VM structural elements when using motors with the power required operating in the technological operating mode. Therefore, for wide application of this method to the above resonance VM of various purposes, a timely and urgent task is to build a control system for starting the electric drive of VM, taking into account the peculiarities of passing the resonance zone.

The objective of the work is to develop the structure of the electric drive control system of the above resonance vibration machine during passing of the resonance zone during start-up.

Research and results. In designing the structure of the control system of the electric drive of the above resonance VM, it is important to take into account the peculiarities of the behavior of oscillating systems during passing the resonance zone during start-up, which include [2–4, 10]:

- the maximum value of the oscillations amplitude is observed a little later than the moment of compliance of the frequency of forcing oscillations with the natural frequency of the oscillating system;
- the greater the acceleration of the drive affects the oscillating system, the smaller will be its oscillations amplitude, which corresponds to the resonance value;
- a vibration moment occurs when the actuating device of VM oscillates, which creates the additional load on the rotors of the drive motors and has a resonance character.

In [8, 9], the studies of VM start-up using frequency-controlled electric drive were carried out taking into account the above-mentioned features of VM behavior during passing the resonance zone. The analysis of these researches allowed defining the following requirements to frequency start of VM electric drive for maintenance of guaranteed passing of the resonance zone without “jamming” of drive motors rotors:

- starting of drive motors must be carried out with the law of frequency control $U/f = \text{const}$;
- the frequency sweep time should be chosen to ensure that the resonance zone is pass with maximum acceleration;
- when approaching the resonance zone, the supply voltage of the drive motors must be increased abruptly to exceed the dynamic torque of the motor over the vibration moment.

To implement the frequency start-up of VM electric drive, taking into account the above requirements, the structure of the above resonance VM electric drive control system in the form of a block-scheme is proposed (Fig. 1). In Fig. 1 is defined: VM – vibration machine; IM – induction motor with short-circuited rotor; QF – circuit breaker; FBR – full bridge rectifier; C – capacitor; I – inverter; SU – sensor unit, which includes current sensor and voltage sensor; L – choke; IPCU – instantaneous power calculation unit; APCU – active power calculation unit; PAU – power approximation unit; EDU – extremum detection unit; EDCU – electric drive control unit; SDU – slip detection unit; UFTM – unit of formation of a technological mode; VCU – voltage calculation unit; ICU – inverter control unit; U_{ABC} – amplitude value of supply voltage of IM; ω_{op} – angular idle rotation rate of IM; ω_{ref} – set value of angular rotation rate of IM in the technological mode; u_{ABC} – instantaneous values of the stator phase voltage A, B, C of IM; i_{ABC} – instantaneous values of the stator phase current A, B, C of IM; p – instantaneous power; s – slip; P – active power; ΔP – approximate active power; ΔP_e – greater extremum of the approximated active power; ΔU – magnitude of the supply voltage, which is an abrupt increasing; U_{ABC}^{ref} – set amplitude value of the supply voltage of IM; U_i – inverter control pulse voltage. A vibration platform with unbalance vibrating exciters was chosen as VM, which is used for compression of concrete mixtures in the form of.

The algorithm for controlling the start-up of the electric drive of the above resonance VM is shown in Fig. 2. The operation of the control system begins with the entry of IM rated values and the calculation of its replacement scheme. With the help of UFTM unit (Fig. 1) the amplitude value of IM supply voltage of (U_{ABC}), the angular idle rotation rate of IM (ω_{op}) and angular rotation rate of IM in the technological mode (ω_{ref}) are entered. And after that, the start-up of VM IM starts with the frequency control law $U/f = c_1$ and the set value of the frequency sweep time.

Next, the important step in the process of VM start-up is timely determination of the moment when it is necessary to abruptly increase the supply voltage.

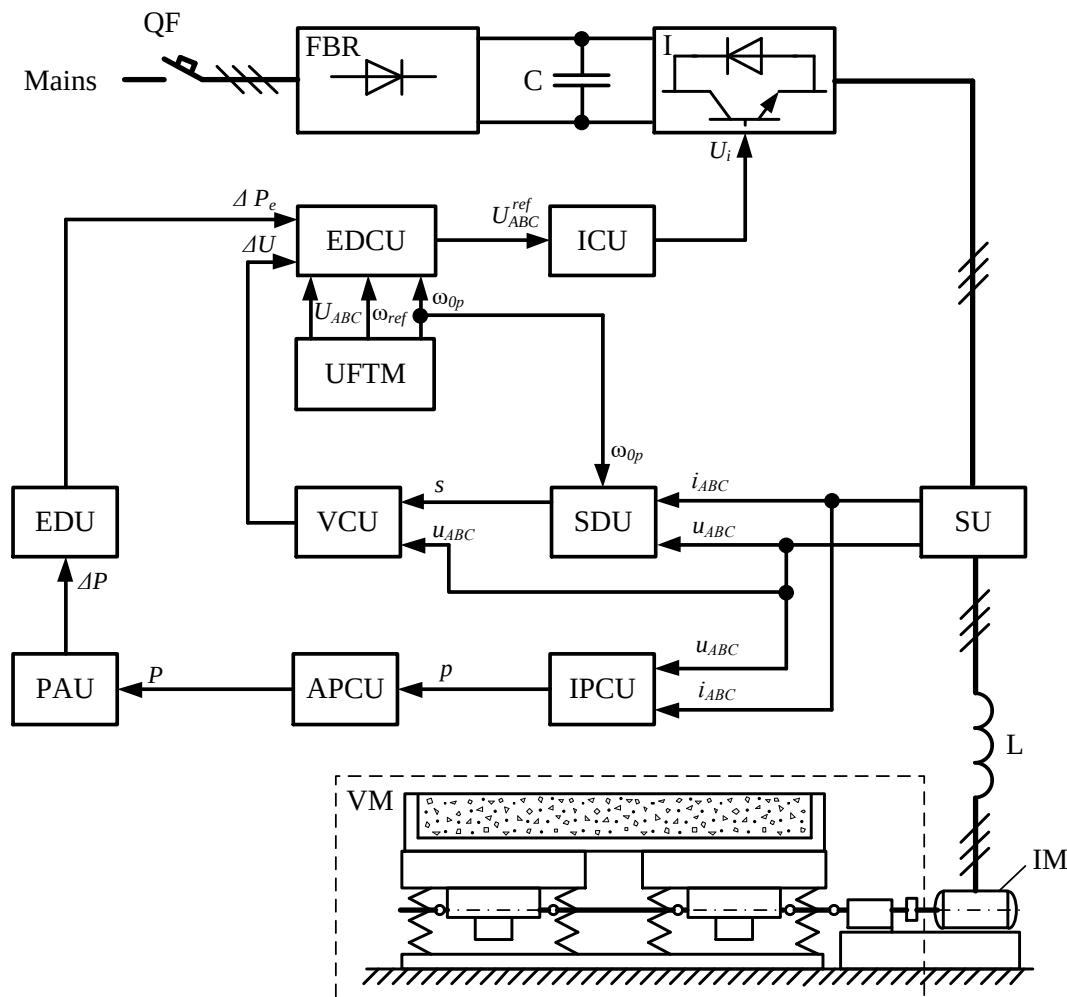


Fig. 1. Block-scheme of the control system for starting the electric drive of the above resonance vibration machine

In the writings [8, 9], it is proposed to perform the abrupt increase in the supply voltage when IM supply frequency is equal to the resonance frequency of VM. However, it is advisable to apply this solution to VM with a predetermined resonance frequency. Since in practice, usually the mass of the treated medium on VM can vary, which will affect the value of the resonance frequency of the entire oscillating system, so to effectively pass the resonance zone, the moment of abrupt increase in supply voltage must be determined regardless of VM parameters.

In the proposed control system (Fig. 1), the moment when it is necessary to abruptly increase the supply voltage is determined by the greater extremum of the active power of IM, which indicates the entrance to the resonance zone [4]. To do this, simultaneously with the start-up of IM begins the measurement of the instantaneous values of voltage (u_{ABC}) and current (i_{ABC}) of the stator phases A, B, C of IM in SU (Fig. 1). Next, in IPCU, the instantaneous power (p) is calculated according to the equation:

$$p = u_A i_A + u_B i_B + u_C i_C. \quad (1)$$

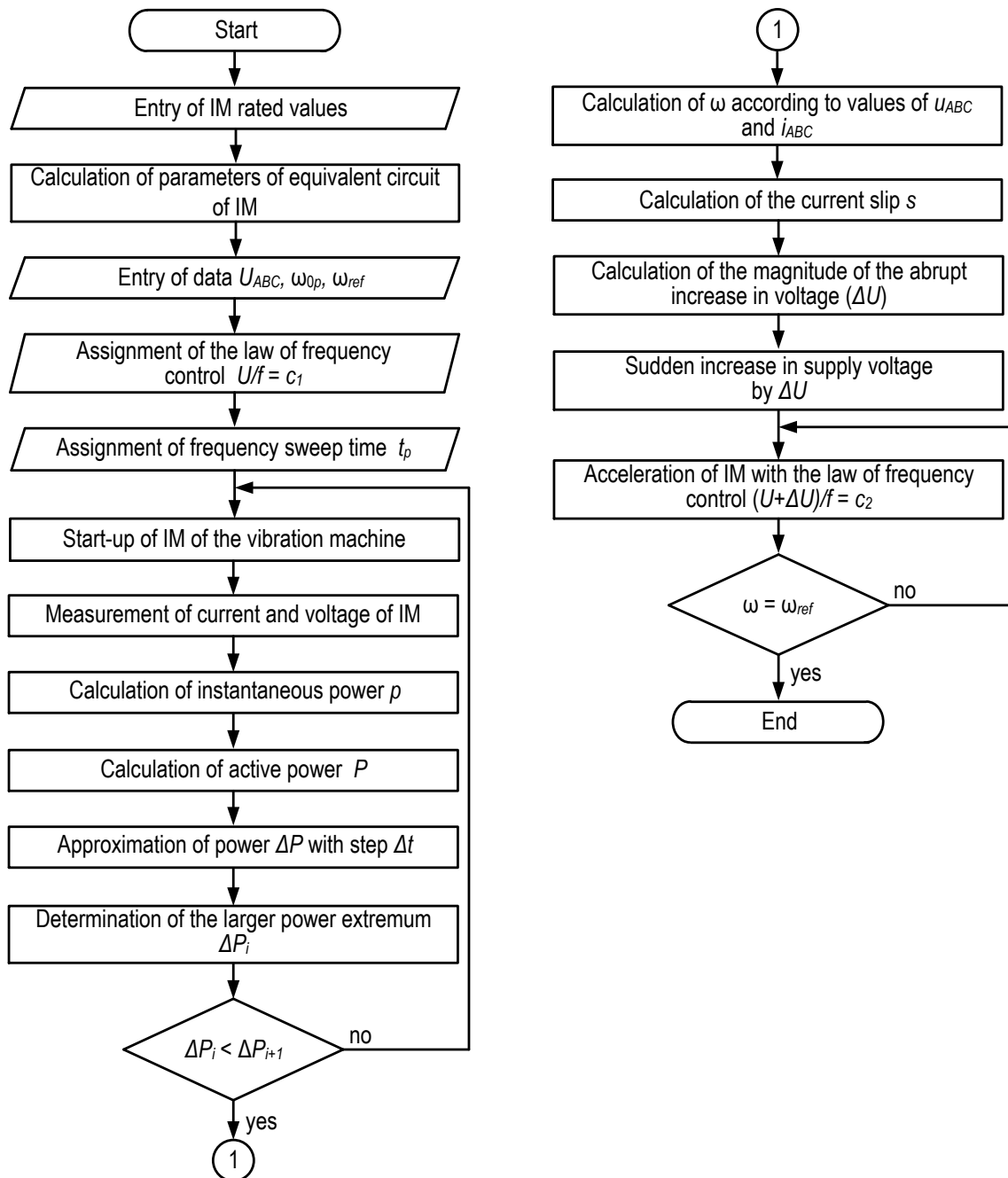


Fig. 2. Algorithm for controlling the start-up of the electric drive of the above resonance vibration machine

The active power is determined in APCU.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt, \quad (2)$$

where T – period; t – time.

After calculating the active power, it is approximation (ΔP) in PAU (Fig. 1) with a step Δt and the larger extremum of the approximated active power in EDU is measured by comparing the value of the approximated active power at the point i (ΔP_i) with the value of the approximated active power in the point $i+1$ (ΔP_{i+1}) (Fig. 2). If the condition $\Delta P_i < \Delta P_{i+1}$ is met, the next step is to determine the magnitude of the amplitude of the supply voltage (ΔU), which is necessary to make the abrupt increase. To do this, the value of the current slip according to the formula is calculated in SDU

$$s = \frac{\omega_{0p} - \omega}{\omega_{0p}}, \quad (3)$$

where ω – the current value of angular idle rotation rate of IM is determined by the instantaneous values of voltage (u_{ABC}) and current (i_{ABC}) of the stator phases A, B, C of IM according to known methods [11].

After calculating the current slip, the value of the amplitude of the supply voltage ΔU is determined, by which it is necessary to make the abrupt increase according to the equation:

$$\Delta U = U' - U_m, \quad (4)$$

where U' – the value of the amplitude of the supply voltage of the IM at start-up current; U_m – the current value of the amplitude of the supply voltage.

The value of the supply voltage of the induction motor at start-up current is determined by the equation:

$$U' = I_n \sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}. \quad (5)$$

where I_n – start-up current of IM; r_1 – stator active resistance of IM; r'_2 – reduced to the stator winding rotor resistance of IM; x_1 – inductive stator resistance of IM; x'_2 – inductive resistance of the rotor of IM reduced to the stator winding.

The current value of the supply voltage amplitude assuming it is symmetrical is determined by the equation:

$$U_m = \frac{\pi}{2T} \int_0^T |u_A| dt, \quad (6)$$

where u_A – instantaneous value of the voltage of phase A of the stator of IM.

After determining ΔU there is the abrupt increase in the supply voltage of IM by the value of ΔU and further acceleration of the motor is carried out with the law of frequency control $(U + \Delta U) / f = c_2$. The next step is to compare the current value of angular rotation rate of IM (ω) with its specified value (ω_{ref}). If the condition $\omega = \omega_{ref}$ (Fig. 2) is met, then IM goes into operation technological mode.

The frequency start checking of the electric drive of the above resonance VM according to the proposed algorithm (Fig. 2) was carried out using mathematical modeling. As the VM considered the above resonance vibration platform with a load capacity of 9.8 tons of block structure with two-shaft unbalanced vibration exciters. The mathematical model of the vibration platform consists of two parts: electrical and mechanical. The electrical part includes a frequency converter and two IM with a short-circuited rotor. Mathematical description of the frequency converter was carried out according to equations [12]. The mathematical model of IM was built in a three-phase coordinate system according to [13].

The system of equilibrium equations for the stator and rotor circuits is described as

$$\begin{cases} u_A = i_A R_A + \frac{d\psi_A}{dt}; \\ u_B = i_B R_B + \frac{d\psi_B}{dt}; \\ u_C = i_C R_C + \frac{d\psi_C}{dt}, \end{cases} \quad \begin{cases} 0 = i_a R_a + \frac{d\psi_a}{dt}; \\ 0 = i_b R_b + \frac{d\psi_b}{dt}; \\ 0 = i_c R_c + \frac{d\psi_c}{dt}, \end{cases} \quad (7)$$

where u_A, u_B, u_C – instantaneous voltage values of the stator phases A, B, C, respectively; i_A, i_B, i_C – currents of three phases of the stator A, B, C, respectively; i_a, i_b, i_c – currents of three phases of the rotor a, b, c, respectively; R_A, R_B, R_C – active supports of the three phases of the rotor a, b, c, respectively; R_a, R_b, R_c – active supports of the three phases of the rotor a, b, c, respectively; ψ_A, ψ_B, ψ_C – complete flux couplings of the three phases of the stator A, B, C, respectively; ψ_a, ψ_b, ψ_c – complete flux couplings of the three phases of the rotor a, b, c, respectively.

The complete flux coupling of the stator and rotor phases is determined by the expressions:

$$\begin{aligned}
\psi_A &= \left(l_1 + \frac{2}{3} L_1 \right) i_A + \frac{2}{3} L_1 \cos(\rho) i_B + \frac{2}{3} L_1 \cos(2\rho) i_C + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_a + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_b + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_c; \\
\psi_B &= \frac{2}{3} L_1 \cos(\rho) i_A + \left(l_1 + \frac{2}{3} L_1 \right) i_B + \frac{2}{3} L_1 \cos(\rho) i_C + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_a + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_b + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_c; \\
\psi_C &= \frac{2}{3} L_1 \cos(\rho) i_A + \frac{2}{3} L_1 \cos(\rho) i_B + \left(l_1 + \frac{2}{3} L_1 \right) i_C + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_a + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_b + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_c; \\
\psi_a &= \left(l_2 + \frac{2}{3} L_2 \right) i_a + \frac{2}{3} L_2 \cos(\rho) i_b + \frac{2}{3} L_2 \cos(2\rho) i_c + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_A + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_B + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_C; \\
\psi_b &= \frac{2}{3} L_2 \cos(\rho) i_a + \left(l_2 + \frac{2}{3} L_2 \right) i_b + \frac{2}{3} L_2 \cos(2\rho) i_c + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_A + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_B + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_C; \\
\psi_c &= \frac{2}{3} L_2 \cos(2\rho) i_a + \frac{2}{3} L_2 \cos(\rho) i_b + \left(l_2 + \frac{2}{3} L_2 \right) i_c + \\
&+ \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R - \rho) i_A + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R + \rho) i_B + \frac{2}{3} L_\mu \cos(\rho \gamma_R) i_C,
\end{aligned} \tag{8}$$

where L_1, L_2 – inductance of self-induction of the stator and rotor phases, respectively; l_1, l_2 – scattering inductance of the stator and rotor phases, respectively; $\rho = \frac{2\pi}{3}$ – phase shift between the stator (rotor) windings; L_μ – the maximum value of the inductance of mutual induction between the phase of the stator and rotor; $\gamma_R(t) = \int \omega(t) dt$ – rotor rotation angle.

The expression for calculating the electromagnetic moment has the form:

$$M_{em} = \frac{1}{\sqrt{3}} p L_\mu \left(i_A (i_{\mu B} - i_{\mu C}) + i_B (i_{\mu C} - i_{\mu A}) + i_C (i_{\mu A} - i_{\mu B}) \right), \tag{9}$$

where p – the number of pole pairs; $i_{\mu A}, i_{\mu B}, i_{\mu C}$ – magnetizing currents of the stator phases.

The mechanical part of the VM mathematical model is described by a system of differential equations, which is given in [14]:

$$\begin{aligned}
m_{pl} x'' + b_x x' + c_x x &= m_1 r_1 \left(\phi_1'' \sin \phi_1 + \phi_1'^2 \cos \phi_1 \right) - m_2 r_2 \left(\phi_2'' \sin \phi_2 + \phi_2'^2 \cos \phi_2 \right); \\
m_{pl} y'' + b_y y' + c_y y &= m_1 r_1 \left(\phi_1'' \cos \phi_1 - \phi_1'^2 \sin \phi_1 \right) + m_2 r_2 \left(\phi_2'' \cos \phi_2 - \phi_2'^2 \sin \phi_2 \right); \\
J_{\Sigma i} \frac{d\omega_i}{dt} &= M_{em_i} - M_{meh_i} + M_{v_i}, \quad i = 1, 2,
\end{aligned} \tag{10}$$

where x, y – relocation of an operating device of the vibration machine along an axis X and Y (vibration relocation) respectively; x', y' – speed of the vibration machine along an axis X and Y (vibration speed)

respectively; x'' , y'' – acceleration of the vibration machine along an axis X and Y (vibrational acceleration) respectively; m_{pl} – the full reduced mass of the fluctuating parts of the vibration machine with the form and a concrete compound; $c_x = c_y = c_0$ – coefficients of horizontal and vertical rigidity of support of the vibration machine respectively; $b_x = b_y = b_0$ – coefficients of horizontal and vertical damping respectively; $m_1 = m_2 = m_0$ – mass of the first and second unbalances, respectively; $r_1 = r_2 = r_0$ – distance of the first and second unbalances from a spin axis respectively; ϕ_1, ϕ_2 – turning angles unbalances mass; $J_{\Sigma i}$ – brought to a motor shaft of moment of inertia of i motor respectively; M_{em_i} – electromagnetic torque of i motor respectively; M_{meh_i} – section modulus of i motor; M_{v_i} – vibration moment of i motor respectively.

The section modulus of the motors is determined mainly by the resistance in the bearings of the exciters and is determined according to the expression:

$$M_{meh_i} = 0.5 f_{tr} m_i r_i \omega^2 d, \quad (11)$$

where f_{tr} – reduced coefficient of friction in bearings; ω – rotational speed of the unbalance; d – diameter of bearing inner race.

The vibration moment of one motor:

$$M_{v_i} = m_i r_i (x'' \sin \phi + y'' \cos \phi + g \cos \phi), \quad (12)$$

where $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ – acceleration of gravity.

To study the proposed system using mathematical modeling adopted the following parameters of above resonance vibration machine and induction motor, which are shown in table 1.

Table 1. Technical characteristics of the vibrating platform

Parameter name	Parameter value
<i>Constructional parameter of the vibration platform</i>	
The full reduced mass of the VM	11000 kg
The mass of the unbalance	22 kg
The distance of the unbalance from a spin axis	0.1 m
Rigidity coefficient of the actuating unit supports	$1.268 \cdot 10^8 \text{ N/m}$
Damping coefficient	30600 Ns/m
<i>Passport data of an induction motor with a capacity of 11 kW</i>	
Rated power	11 kW
Rated voltage	220 V
Synchronous speed	1500 rpm
Rated current	21.53 A
Stator resistance	0.462 Ohm
Rotor resistance	0.312 Ohm
Stator inductive resistance	0.831 Ohm
Inductive resistance of the rotor	1.262 Ohm
Inductive resistance of the magnetization circle	27.5 Ohm

On the basis of the given mathematical model of the above resonance vibration machine electric drive time dependences of active power of induction motor (P) during start-up and the principle of formation of supply voltage of induction motor (U) at overcoming of a resonant zone (fig. 3a), and also dynamic characteristics (fig. 3b) of induction motor without abrupt increase of supply voltage abrupt increase ($\omega(M_1)$) and with abrupt increase of supply voltage abrupt increase ($\omega(M_2)$) during overcoming of a resonant zone.

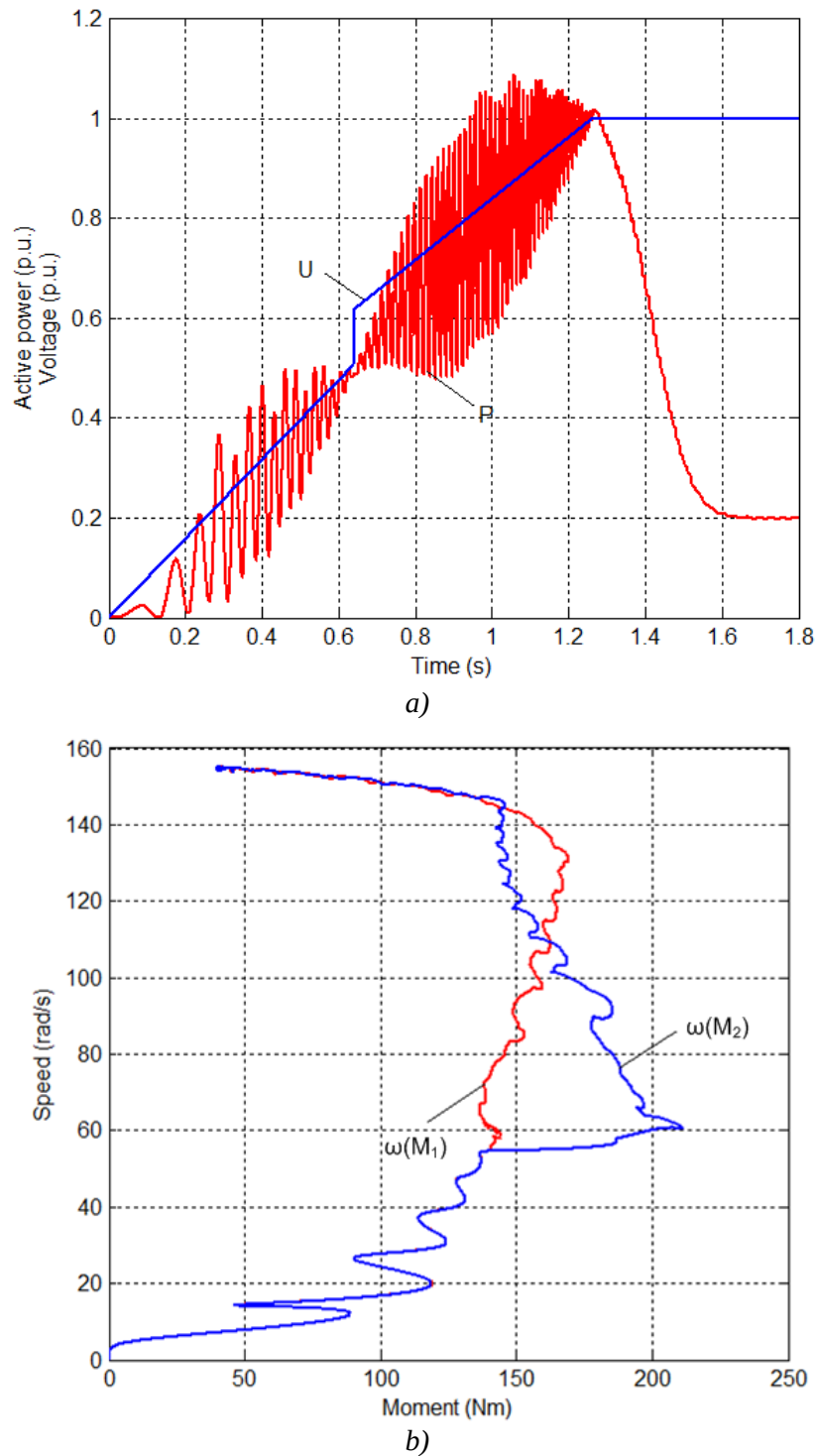


Fig. 3. Time dependences of active power and supply voltage and dynamic characteristics of induction motor

As shown in Fig. 3, the abrupt increase in supply voltage is performed when the oscillations of the active power are significantly reduced, which indicates the approach to the resonance zone.

The efficiency of the abrupt increase of the supply voltage during passing of the resonance zone in the process of starting the VM is confirmed by the results of mathematical modelling and experimental studies, which are given in [9].

Conclusions. The application of frequency-controlled electric drive to the above resonance VM allows to pass the resonance zone without “jamming” the rotors of the drive motors due to the abrupt increase in supply voltage when approaching the resonance.

The proposed structure of the control system for starting the electric drive of the above resonance VM and the algorithm of its operation allows to determine the moment of abrupt increase of the supply voltage without previously known parameters of the oscillating system. The proposed control system should be applied to VM with variable load.

REFERENCES

1. Blekhman, I. I. (2000). *Vibration Mechanics*. Singapore: World Scientific.
2. Blekhman, I. I. (2013). *Teoriya vibratsionnykh protsessov i ustroystv. Vibratsionnaya mekhanika i vibratsionnaya tekhnika [Theory of vibration processes and devices. Vibration mechanics and vibration technology]*. St. Petersburg: Ruda i metaly.
3. Yaroshevich, N. P., Zabrodets, I. P., Silivonyuk, A. V., and Yaroshevich, T. S. (2015). “Dinamika pusk vibratsionnykh mashyn s debalansnym privodom” [“Dynamics start vibrating machines with unbalanced drive”], *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnologiyakh [Vibrations in technology and technology]*, 4 (80), 113–120.
4. Gavrilov, Ye. N. (2015). *Razrabotka i issledovaniye zarezonansnogo asinkhronnogo elektroprivoda vibratsionnykh transportiruyushchikh mashin [Development and research of the above resonance asynchronous electric drive vibration transporting machines]*. Nizhnekamsk: NKHTI FGBOU VPO “KNITU”.
5. Markert, R., and Seidler, M. (2001). “Analytically based estimation of the maximum amplitude during passage through resonance”, *International Journal of Solids and Structures*, 38, 1975–1992.
6. Zhao, C., Zhu, H., Wang, R. et al. (2009). “Synchronization of two non-identical coupled exciters in a non-resonant vibrating system of linear motion. Part I: Theoretical analysis”, *Shock and Vibration*, 16, 505–515.
7. Chernov, O., and Monchenko, M. (2016). “Energy efficiency of the vibratory device electromagnetic drive system”, *Tekhnichna elektrodynamika [Technical Electrodynamics]*, 1, 20–25.
8. Nozhenko, V., Rodkin, D., Tytiuk, V. et al. (2020). “Features of the Control Actions Formation During the Start-up of Vibration Machines at Passing of the Resonance Zone”, *Proceedings of the 25th IEEE International conference on Problems of automated electric drive. Theory and practice (PAEP)*, 18–21. Kremenichuk, Ukraine. doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240835.
9. Nozhenko, V., Rodkin, D., and Bohatyrov, K. (2019). “Control of Passing the Resonance Zone During Start-up of Above Resonance Vibration Machine”, *Proceedings of the 2019 IEEE International conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, 146–149. Kremenichuk, Ukraine. doi: 10.1109/MEES.2019.8896625.
10. Nozhenko, V., Rodkin, D. and Gavrilov, G. (2015). “Kharakteristiki vibratsionnogo momenta na valu privodnogo dvigatelya debalansnoi vibromashiny” [“Characteristics vibratory torque of the drive motor unbalance vibration machine”], *Elektromekhanichni i energozberigaiuchi systemy [Electromechanical and energy saving systems]*, 3 (31), 39–45.
11. Hughes, A., and Drury, B. (2019). *Electric Motors and Drives. Fundamentals, Types and Applications*, Newnes.
12. Navoditskii, A. G. (2004). *Sovremennoe i perspektivnoe algoriticheskoe obespechenie chastotno-reguliruemyykh elektroprivodov [Modern and promising algorithmic support for variable frequency drives]*, St. Petersburg: Sankt-Peterburgskaya Elektrotekhnicheskaya kompaniya.
13. Kopylov, I. P. (2011). *Matematicheskoe modelirovaniye elektricheskikh mashin [Mathematical modeling of electrical machines]*, Moscow: Vysshaya shkola.
14. Rodkin, D., Nozhenko, V., Bohatyrov, K., and Chenchovoi, V. (2017). “Electric drive operation modes of above resonance vibration machine”, *Proceedings of the 2017 IEEE International conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, 140–143, Kremenichuk, Ukraine. doi: 10.1109/MEES.2017.8248872.

WORLD SCIENCE

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

№ 7(68)
July 2021

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



RS Global

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L



Academia.edu
share research

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

Google
scholar



**BIBLIOTEKA
NARODOWA**



CiteFactor
Academic Scientific Journals

Passed for printing 25.07.2021. Appearance 30.07.2021.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2021

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>