



№79/2023

Znanstvena misel journal

The journal is registered and published in Slovenia.

ISSN 3124-1123

The frequency of publication – 12 times per year.

Journal is published in Slovenian, English, Polish, Russian, Ukrainian.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

All articles are reviewed

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Free access to the electronic version of journal

Chief Editor – Christoph Machek

The executive secretary - Damian Gerbec

Dragan Tsallaev — PhD, senior researcher, professor

Dorothea Sabash — PhD, senior researcher

Vatsdav Blažek — candidate of philological sciences

Philip Matoušek — doctor of pedagogical sciences, professor

Alicja Antczak — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Katarzyna Brzozowski — PhD, associate professor

Roman Guryev — MD, Professor

Stepan Filippov — Doctor of Social Sciences, Associate Professor

Dmytro Teliga — Senior Lecturer, Department of Humanitarian and Economic Sciences

Anastasia Plahtiy — Doctor of Economics, professor

Znanstvena misel journal

Slovenska cesta 8, 1000 Ljubljana, Slovenia

Email: info@znanstvena-journal.com

Website: www.znanstvena-journal.com

CONTENT

CHEMICAL SCIENCES

<i>Masieva L., Mamedov E., Aliev I., Huseynova Sh., Suleimanova M.</i>	
PHASE EQUILIBRIUM IN THE Sb ₂ Se ₃ -Cu ₂ Cr ₄ Se ₇ SYSTEM	3

MEDICAL SCIENCES

<i>Aghababyan I., Joniev S., Narzikulov U., Abdaliev D.</i>	
TOPICAL ISSUES OF INTENSIVE CARE AFTER ENDOVASCULAR INTERVENTIONS IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME IN ELDERLY AND OLD AGE.....	9
<i>Skvortsov A., Khabibyanov R., Maleev M.</i>	
ELIMINATION OF ANGULAR DEFORMATIONS OF LARGE JOINT BONES IN CHILDREN.....	15
<i>Skvortsov A., Yashina I., Khabibyanov R., Maleev M.</i>	
TREATMENT OF COMPOSITION FRACTURES OF THE FEMOR IN CHILDREN	21
<i>Skvortsov A., Khabibyanov R., Maleev M.</i>	
EXPERIENCE IN CORRECTION OF FIXED DEFORMATION OF THE PELVIS IN CHILDREN	28
<i>Skvortsov A., Khabibyanov R., Maleev M.</i>	
TREATMENT OF FRACTURES OF THE DISTAL METAPHYSIS OF THE HUMERUS IN CHILDREN	34

PEDAGOGICAL SCIENCES

<i>Shakhmetova D.</i>	
THE MAIN ASPECTS OF THE CONTENT AND FORMATION OF PEDAGOGICAL COMPETENCE.....	37

PHILOLOGICAL SCIENCES

<i>Alisoy H.</i>	
EXPLORING THE SHARED VOCABULARY: LITHUANIAN, LATVIAN, AND PRUSSIAN	39
<i>Puşcaşu A., Şişianu A.</i>	
THE DIFFICULTIES IN TEACHING AND LEARNING ENGLISH IDIOMS	43

PHYSICS AND MATHEMATICS

<i>Ibrahimov F., Karimova S.</i>	
TECHNOLOGY OF MASTERING KNOWLEDGE RELATED TO LESSON PLANNING FOR STUDENTS STUDYING AT THE BACHELOR'S LEVEL IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS WITH A PEDAGOGICAL PROFILE	49

<i>Berdibekov A., Yurov V., Dolya A., Gruzin V.</i>	
THEORETICAL ASPECTS OF CRACK GENERATION AND GROWTH	58

POLITICAL SCIENCES

<i>Danylyan A.</i>	
RUSSIA IN CONTEMPORARY POLITICS - AN AGGRESSOR POWER	66

TECHNICAL SCIENCES

<i>Berestovoi I.</i>	
SPECIFIC CHARACTERISTICS OF USING ELECTRICITY PULSE TECHNOLOGY FOR CLEANING FLUE GAS FROM NITROGEN OXIDES	70
<i>Novikov L., Ishchenko K., Lohvyna L., Kratkovskiy I., Makeiev S., Osinnii V.</i>	
STUDY OF THE DYNAMICS OF DUST PARTICLES IN A DEAD-END EXCAVATION DURING EXPLOSIVE DEMOLITION OF ROCKS	74

<i>Mazur T.</i>	
ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PROCESS ON VESSELS	79

CHEMICAL SCIENCES

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇

Масиева Л.Ф.

Аспирантка.

Мамедов Е.И.

Д.х.н., проф.

Азербайджанский технический университет

Алиев И.И.

Д.х.н., проф. Рук. лаб.

Гусейнова Ш.А.

К.х.н., ст.н.сопр.

Сулейманова М.Н.

Научный сопр.

Институт катализа и неорганической химии имени акад. М.Ф. Нагиева,

Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики

PHASE EQUILIBRIUM IN THE Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ SYSTEM

Masieva L.,

PhD student.

Mamedov E.,

Doctor of Chemistry, prof.

Azerbaijan Technical University

Aliyev I.,

Doctor of Chemistry, prof. Hand.lab.

Huseynova Sh.,

Cand. of Chemical Sci., Senior Researcher

Suleimanova M.

Scientific collaborator

*Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M.F. Nagieva,
Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan*

DOI: [10.5281/zenodo.8070461](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070461)

Аннотация

Фазовое равновесие в системе Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ исследовали методами физико-химического анализа: дифференциально-термического анализа (ДТА), рентгенофазового анализа (РФА), микроструктурного анализа (МСА), а также путем измерения плотности и микротвердости, была построена Т-х фазовая диаграмма. Установлено, что система Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ представляет собой квазибиарное сечение эвтектического типа. Состав эвтектики, образующейся между соединениями Sb₂Se₃ и Cu₂Cr₄Se₇ в системе, составляет 25 мол. % Cu₂Cr₄Se₇, температура 430°C. В системе площадь твердого раствора на основе Sb₂Se₃ составляет 3,0 мол. % Cu₂Cr₄Se₇, а на основе соединения Cu₂Cr₄Se₇ до - 15 мол. % Sb₂Se₃ при комнатной температуре.

Abstract

The phase equilibrium in the Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ system was studied by the methods of physical and chemical analysis: differential thermal analysis (DTA), X-ray phase analysis (XRD), microstructural analysis (MSA), as well as by measuring the density and microhardness, and a T-x phase diagram was constructed.

It has been established that the system Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ is a quasi-binary section of the eutectic type. The composition of the eutectic formed between the Sb₂Se₃ and Cu₂Cr₄Se₇ compounds in the system is 25 mol % Cu₂Cr₄Se₇ and the temperature is 430°C. In the system, the area of the solid solution based on Sb₂Se₃ is 3.0 mol % Cu₂Cr₄Se₇, and on the basis of the Cu₂Cr₄Se₇ compound up to - 15 mol % Sb₂Se₃ at room temperature.

Ключевые слова: система, квазибиарная, эвтектика, ликвидус, солидус, твердый раствор.

Keywords: system, quasi-binary, eutectic, liquidus, solidus, solid solution.

Введение

Халькогениды основных элементов V подгруппы образуют с различными халькогенидными соединениями материалы со светочувствительными [1-4] термоэлектрическими [5-7] свойствами. Халькогениды сурьмы и новые фазы и твердые растворы на их основе являются полупроводниками

материалами, обладающими фотоэлектрическими [8-12] и термоэлектрическими [13-17] свойствами.

В литературе изучено много работ, состоящих из халькогенидов меди [18–24]. Тройные соединения типа шпинели, образующиеся при взаимодействии меди с халькогенидами хрома, являются по-

лупроводниками материалами с ферромагнитными свойствами [25–28]. Нами изучен ряд систем, состоящих из халькогенидов сурьмы и меди-хрома [29-33].

Целью настоящей работы является обнаружение новых композиционных фаз путем изучения фазовых равновесий в системе $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$.

Соединение Sb_2Se_3 плавится при $617^{\circ}C$ с открытым максимумом и кристаллизуется в ромбических сингониях, параметры решетки: $a=11,633$; $b=11,780$; $c=3,985$ Å, пр.гр. Pbnm-D_{2h}¹⁶, плотность $\rho=5,843$ г/см³, Нμ= 1200 МПа [34, 35].

Экспериментальная часть

Синтез сплавов системы $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$ осуществляли сплавлением компонентов Sb_2Se_3 и $Cu_2Cr_4Se_7$ в вакуумированных кварцевых ампулах до давления 0,133 Па. Синтез сплавов проводили в интервале температур $800-1200^{\circ}C$. Для гомогенизации сплавы подвергали термообработке при $800^{\circ}C$ в течение 150 часов. Гомогенизацию контролировали методами микроструктурного и дифференциально-термического анализа.

Затем образцы исследовались методами физико-химического анализа (ДТА, РФА, МСА, измерение плотности и микротвердости).

Дифференциально-термический анализ (ДТА) сплавов проводили на низкочастотном пиromетре XTP-73. В качестве термопары был взят хромель-алюминель, скорость нагрева составляла $10^{\circ}C/\text{мин}$.

Рентгенофазовый анализ (РФА) выполнен на рентгеновском дифрактометре D2 PASER. В это

время использовались СuКα-излучение и Ni-фильтр. Анализ микроструктуры образцов проводили на микроскопе МИМ-8. В хорошо отполированных образцах в качестве протравы для разделения фаз использовали раствор хрома.

Микротвердость сплавов измеряли на металлографическом микроскопе марки ПМТ-3. Плотность образцов определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочего раствора брали толуол.

Результаты и их обсуждение

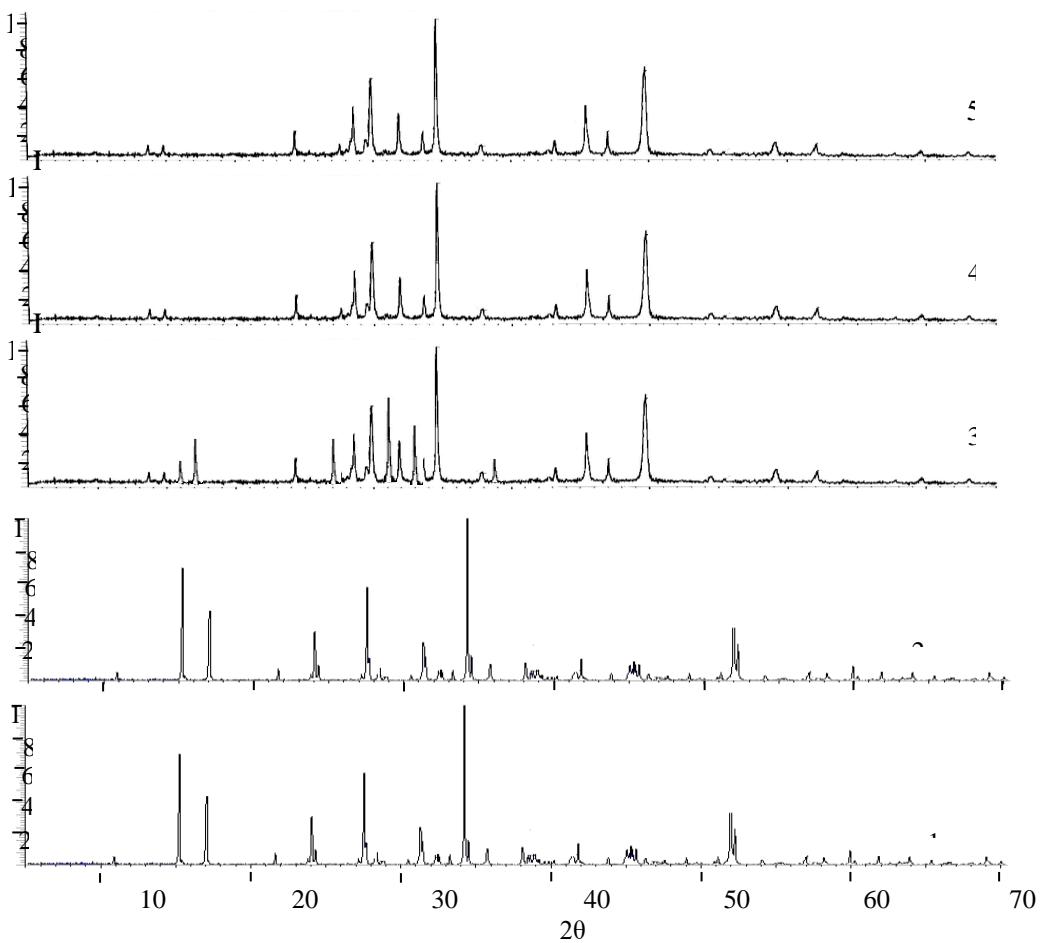
Для изучения характера химического взаимодействия в системе $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$ были синтезированы сплавы этой системы. Исследуемые образцы предварительно подвергались термообработке при $400^{\circ}C$ в течение 300 часов.

Исследовано отношение полученных сплавов к различным средам. Было обнаружено, что они устойчивы к воздуху и органическим растворителям. Образцы быстро разлагаются в сильных минеральных кислотах (HNO_3 , HCl). Гомогенизированные образцы исследовали методами физико-химического анализа. Термограммы сплавов сняты в интервале температур $800-1100^{\circ}C$. В результате анализа установлено наличие двух эндотермических эффектов на термограммах образцов. Один из этих эффектов связан с солидусом, а другой с ликвидусом системы. На термограммах всех образцов наблюдаются изотермические эффекты $430^{\circ}C$, соответствующие температуре эвтектики.



Рис. 1. Микроструктуры сплавов системы $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$.
1-3 мол. %, 2-50 мол. %, 3- 85 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$.

С целью изучения микроструктуры образцов изучалась микроструктура сплавов вокруг основных компонентов и в промежуточной части. На рис. 1 представлены микроструктуры сплавов с 3, 50 и 85 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$ из системы $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$.



*Рис.1. Рентгеновские дифрактограммы сплавов системы $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$.
1- Sb_2Se_3 , 2-3, 3-50, 4-85, 5-100 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$*

В системе $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$ установлено, что сплавы вокруг основных компонентов однофазные, а остальные сплавы двухфазные. Для подтверждения результатов дифференциального-термического и микроструктурного анализа был проведен рентгенофазовый анализ сплавов, содержащих 3, 50 и 85 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$ (рис. 1). Дифракционные линии,

присутствующие на рентгенограммах образцов, содержащих 3 и 85 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$ соответственно не отличаются от линий дифракции исходных соединений, т. е. это сплавы твердых растворов на основе соединений Sb_2Se_3 и $Cu_2Cr_4Se_7$. Дифрактограмма образца, содержащего 50 мол. %, состоит из дифракционных линий первичных компонентов, т. е. образец является двухфазным.

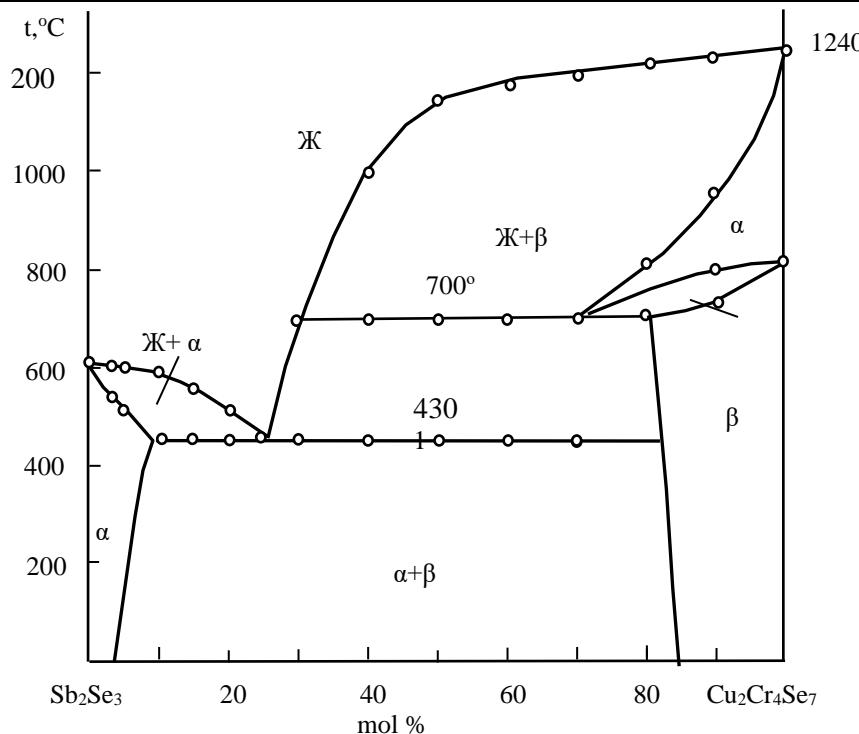


Рис. 2. Т-х фазовая диаграмма системы Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇.

По результатам физико-химического исследования построена Т-х фазовая диаграмма системы Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ (рис. 2). Как видно на рис. 2 диаграмма состояния системы относится к простому эвтектическому типу. Установлено, что твердые растворы образуются в ограниченной области вблизи исходных компонентов. В системе на основе Sb₂Se₃ твердые растворы достигают 3 мол. % Cu₂Cr₄Se₇. Для определения области твердых рас-

творов на основе соединения Cu₂Cr₄Se₇ использовали сплавы, содержащие 5, 10, 15 и 20 мол. % Sb₂Se₃. Образцы подвергали термообработке при 300 и 500°C в течение 150 часов и охлаждали непосредственно в ледяной воде. Затем был проведен их микроструктурный анализ. В результате установлено, что твердые растворы на основе Cu₂Cr₄Se₇ расширяются до 15 мол. % Sb₂Se₃ при комнатной температуре.

Табл. 1.

Состав, результаты ДТА, измерения микротвердости и плотности сплавов системы Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇

Состав, мол. %	Термические эффекты, °C	Плотность, г/см ³	Микротвердость, МПа	
			α	β
			P=0,15 H	P=0,20 H
100 Sb ₂ Se ₃	617	5,84	1200	-
97,0	540, 610	5,87	1270	-
95,0	520, 600	5,90	1280	-
90,0	430, 590	5,95	1280	-
85,0	430, 570	5,99	1280	-
80,0	430, 520	6,05	-	-
75,0	430	6,10	Эвтек..	Эвтек..
70,0	430, 700	6,17	-	-
60,0	430, 700, 1000	6,24	-	2700
50,0	430, 700, 1140	6,36	-	2700
40,0	430, 700, 1170	6,44	-	2700

Результаты измерений микротвердости сплавов системы Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ показывают, что были определены два ряда значений микротвердости. Это показывает, что система Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Se₇ является квазибинарной.

Некоторые физико-химические свойства сплавов системы приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, значение микротвердости (1200-1270) МПа

соответствует значению α-твердого раствора, образующегося на основе Sb₂Se₃, а значение микротвердости (2670-2730) МПа соответствует значению микротвердости β-твердого раствора, образованного на основе соединения Cu₂Cr₄Se₇. Зависимость плотности сплавов от состава изменяется линейно.

Заключение

Для исследования фазовых равновесий в системе $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$ были использованы физико-химические методы анализа: дифференциальный-термический (ДТА), рентгенофазовый (РФА), микроструктурный (МСА), а также измерение плотности и микротвердости, построена Т-х фазовая диаграмма. Установлено, что система $Sb_2Se_3-Cu_2Cr_4Se_7$ является квазибинарной, эвтектической. В системе соединения Sb_2Se_3 и $Cu_2Cr_4Se_7$ образуют эвтектику, состав которой составляет 25 мол. % $Cu_2Cr_4Se_7$, температура плавления 430°C. Установлено, что твердые растворы на основе соединения Sb_2Se_3 достигают 3 мол. %, а на основе $Cu_2Cr_4Se_7$ до -15 мол. % при комнатной температуре.

Список литературы

- Burdiyan I.I., Feshchenko I.S. Photocurrent and Optical Transmission Spectra of Sn- and Pb-Doped (As_2S_3)_{0.3}(As_2Se_3)_{0.7} Glass Films, Inorgan. Materials. 2005. T.41. №9. P. 1013-1016.
- Churbanov M.F., Shiryaev V.S., Skripachev I.V., Алиев И.И., Бабанлы М.Б., Фарзалиев А.А. Snopatin G.E., Pimenov V.G., Smetanin S.V., Shaposhnikov R.M., Fadin I.E., Pyrkov Yu.N., and Plotnichenko V.G. Высокочистые Как $As_2S_{1.5}Se_{1.5}$ стекла оптических волокон // Неорган. материалы. 2002. Т.39. №2. Р. 193-197.
- Степанов Н. П., Грабов В. М. Оптические эффекты, обусловленные совпадением энергии плазменных колебаний и межзонного перехода в легированных акцепторной примесью кристаллах висмута // Оптика и спектроскопия. 2002. Т. 92. № 5. С. 794-798.
- Степанов Н. П. Оптические свойства полуметаллов висмут-сульфа в области плазменных эффектов: дис. докт. физ.-мат. наук. СПб., 2004.
- Абрикосов Н. Х., Иванова Л. Д. и др.. Термоэлементы из монокристаллов твердых растворов на основе халькогенидов висмута и сульфа // Известия АН СССР. Сер. Неорганические материалы. 1982. - Т. 18, № 12. -С. 1984-1988.
- Гольцман Б. М., Кудинов В. А., Смирнов И. А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 . М.: Наука, 1972. - 321 с.
- Иванова Л. Д., Гранаткина Ю. В. Термоэлектрические свойства монокристаллов твердых растворов системы $BiTe_3-Sb_2Te_3$ в области температур 100-700 K // Известия АН СССР. Сер. Неорганические материалы. -2000. Т. 36, № 7. - С. 810-816.
- Lei S.; Wen F.; Li, B.; Wang Q.; Huang Y.; Gong Y.; He Y.; Dong P.; Bellah J.; George A.; et al. Optoelectronic memory using two-dimensional materials // Nano Lett. 2015, 15, 259–265.
- Maghraoui-Meherzi H., Ben Nasr T., Dachraoui M. Synthesis, structure and optical properties of Sb_2Se_3 // Materials Science in Semiconductor Processing. V. 16. Issue 1, February 2013. P. 179-184 <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2012.04.019>.
- Chen C, Li W, Zhou Y, Chen C, Luo M, Liu X, Zeng K, Yang B, Zhang C, Han J, Tang J. Optical properties of amorphous and polycrystalline Sb_2Se_3 thin films prepared by thermal evaporation // Applied Physics Letters. 2015. V. 107. № 4. P. 043905.
- Chen, C., Bobela, D.C., Yang, Y. et al. Characterization of basic physical properties of Sb_2Se_3 and its relevance for photovoltaics // Front. Optoelectron. 2017. V. 10. P. 18–30. <https://doi.org/10.1007/s12200-017-0702-z>
- Zhou, Y., Wang, L., Chen, S., Qin, S., Liu, X., Chen, J., Xue, D.-J., Luo, M., Cao, Y., Cheng, Y., Sargent, E. H., and Tang, J. Thin-film Sb_2Se_3 photovoltaics with oriented one-dimensional ribbons and benign grain boundaries // Nature Photonics. 2015. V. 9. № 6. P. 409–415. doi:10.1038/nphoton.2015.78
- Eliana M.F. Vieira, Joana Figueirab, Ana L. Piresc, José Griloa, Manuel F. Silva, André M. Pereirac, Luis M. Goncalves. Enhanced thermoelectric properties of Sb_2Te_3 and Bi_2Te_3 films for flexible thermal sensors //Journal of Alloys and Compounds. 2019. V.774, 5 February, P.1102-1116. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.09.324>
- Bin Xu, Jing Zhang, Gongqi Yu, Shanshan Ma, Yusheng Wang, and Yuanxu Wang Thermoelectric properties of monolayer Sb_2Te_3 // Journal of Applied Physics 2018. V.124. P.165104; <https://doi.org/10.1063/1.5051470>
- Kulbachinskii V.A., Kytin V.G., Zinoviev D.A. et al. Thermoelectric Properties of Sb_2Te_3 -Based Nanocomposites with Graphite // Semiconductors 2019. V.53. P. 638–640. doi:10.1134/S1063782619050129
- Morikawa S1, Inamoto T, Takashiri M. Thermoelectric properties of nanocrystalline Sb_2Te_3 thin films: experimental evaluation and first-principles calculation, addressing effect of crystal grain size // Nanotechnology. 2018. V.9. № 7. P.075701. doi: 10.1088/1361-6528/aaa31f
- Xiao-Yu Wang, Hui-Juan Wang, Bo Xiang, Liang-Wei Fu, Hao Zhu, Dong Chai, Bin Zhu, Yuan Yu, Na Gao, Zhong-Yue Huang, Fang-Qiu Zu. Thermoelectric Performance of Sb_2Te_3 -Based Alloys is Improved by Introducing PN Junctions // ACS Appl. Mater. Interfaces 2018. V.10. № 27. P. 23277-23284. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b01719>
- Березин В.М., Вяткин Г.П. Суперионные полупроводниковые халькогениды. Челябинск.: Изд. Ю.УрГУ, 2001. 135 с.
- Юмашев К.В. Пассивные лазерные затворы на основе стекол, легированных оксидированными наночастицами селенида меди // Квантовая электроника, 2000. Т.32, №1. С.37-39.
- Коржуев М.А. Смешанная проводимость и сверхбыстрая химическая диффузия в суперионном $Cu_{2-x}Se$ // ФТТ. 1989. Т.31, № 10. С.25-32.
- Альмухаметов Р.О., Якшибаев Р.А., Габитов Э.В., Абдуллин А.Р., Кутушева Р.М. Исследование фазовых и структурных превращений в иодиде серебра и бромиде меди методом э.д.с. электрохимической ячейки // Электрохимия, 2003. Т.39, №4. С.460-463.
- Boyce J. B., Hayes T. M. and Mikkelsen J. C., Jr. EXAFS investigation of mobile-ion density: Cul and Cu_2Se contrasted // Solid State Ionics, V. 5, 1981. P. 497-500.

23. Oliveria M., McMullan R. K. and Wuensch B. J. Single crystal neutron diffraction analysis of the cation distribution in the high-temperature phases α -Cu_{2x}S, α -Cu_{2x}Se, and α -Ag₂Se // Solid State Ionics, 1988. V. 28&30, N2. P. 1332-1337.
24. Mursakulov N.N., Abdulzade N.N., Nuriyeva S.G., Aliyev I.I. Physico-chemical investigation of allous of the Cu₂SnSe₃-ZnSe system Norwegian Journal of development of the International Science 2022. № 87. P. 12-17.
25. Семенов В.А., Балапанов М.Х., Асылгужина Г.Н., М.Б. Сагдаткиреева, Мухамедьянов У.Х. Нейтронографическое исследование фазовых переходов в суперионном проводнике Cu_{1.75} Li_{0.25}Se // Кристаллография, 2003. Т.48, №3.1. С.506-509.
26. Аминов Т.Г., Шабунина Г. Г., Бушева Е. В. Магнитные свойства четвертичных соединений на Cu₂GeSe₃-Cr₂Se₃. Регистрация Cu₂Se-GeSe₂-Cr₂Se₃ системы // Неорган. материал. 2009. Т. 45. № 3. С. 284-287.
27. Шумилкин Н. С. Взаимодействие в системах Cu-In-Cr-Se(Te) в области существования магнитных фаз с высокими температурами магнитного упорядочения. Дис. на соиск. ученый степени канд. физич.хим. наук. РАН ИОНХ им. Н.С.Курнакова. 121 с.
28. Nakatani I., Nose H., Masumoto K. Magnetic properties of CuCr₂Se₄ single crystals // J.Phys. Chem. Solids. 1978. -V.39. № 7. P. 743-749.
29. Аминов Т.Г. Синтез и магнитные свойства сложных халькогенидов хрома. Дис. на соискание доктора химических наук. Москва. 2002. 416 с.
30. Алиев И.И., Мамедов Е.И., Юсубов Ф.В., Масиева Л.Ф. Физико-химическое исследование системы Sb₂Se₃-Cu₂Cr₄Te₇ // Научный журн. Архивариус. 2021. Т. 7. №: 7 (61) С. 34-37.
31. Мамедов Е.И., Юсубов Ф.В., Масиева Л.Ф., Алиев И.И., Рагимова В.М. Синтез и исследование сплавов системы Sb₂S₃-CuCr₂Te₄ // Евразийский Союз Ученых 2021.Т.1. № 9(90) С. 30-34.
32. Мамедов Э. И., Алиев И.И., Масиева Л.Ф. Синтез сплавов системы Sb₂Se₃-CuCr₂Te₄ и физико-химическое свойства // Евразийский Союз Ученых. 2021. № 4(85). С. 48-52. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2021.4.85.1335
33. Мамедов Э. И., Алиев И.И., Масиева Л.Ф. Синтез сплавов системы Sb₂Se₃-CuCr₂Te₄ и физико-химическое свойства // Евразийский Союз Ученых. 2021. № 4(85). С. 48-52. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2021.4.85.1335
34. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. Москва. Изд. Наука.1979. 339 с.
35. Заргарова М.И., Мамедов А.Н., Аждарова Д.С., Ахмедова (Велиев) Дж.А., Абилов Ч.И. Неорганические вещества, синтезированные и исследованные в Азербайджана. Справочник. Баку. Элм. 2004. 462 с.

MEDICAL SCIENCES

ВОПРОСЫ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ ПОСЛЕ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Агабабян И.Р.

Самаркандский государственный медицинский университет

Жониев С.Ш.

Самаркандский государственный медицинский университет

Самаркандский областной региональный филиал

Республиканского специализированной научно-практического медицинского центра Кардиологии,

Нарзикулов У.З.

Самаркандский областной региональный филиал

Республиканского специализированной научно-практического медицинского центра Кардиологии,

Абдалiev Д.Н.

Самаркандский областной региональный филиал

Республиканского специализированной научно-практического медицинского центра Кардиологии,

Узбекистан, Самарканд

TOPICAL ISSUES OF INTENSIVE CARE AFTER ENDOVASCULAR INTERVENTIONS IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME IN ELDERLY AND OLD AGE

Aghababyan I.,

Samarkand State Medical University,

Joniev S.,

Samarkand State Medical University,

Samarkand Regional Branch

of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology,

Narzikulov U.,

Samarkand Regional Branch

of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology,

Abdaliev D.

Samarkand Regional Branch

of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology,

Uzbekistan, Samarkand

DOI: [10.5281/zenodo.8070501](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070501)

Аннотация

Ведущей причиной смерти пожилых пациентов в настоящее время остается ишемическая болезнь сердца (ИБС). В последнее время, практически во всех областях нашей страны открываются центры по реваскуляризационной терапии. В частности, эффективная работа по ведению больных с ОКС и ПИКС для улучшения качества жизни проводятся чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ). Эти, так называемые эндоваскулярные вмешательства в настоящее время являются высокоеффективным методом лечения, позволяющим значительно улучшить состояние пациентов и повысить их толерантность к физической нагрузке, вернуть людей в нормальную повседневную жизнь.

В данной статье был сделан ретроспективный анализ больных пожилого и старческого возраста, которым было проведено чрескожное коронарное вмешательство с различным типом стентирования. В ходе анализа было выявлено, что большинство больных были с диагнозом ОКС. Было проведено свыше 337 эндоваскулярных вмешательств у 163 больных.

Abstract

Coronary artery disease (CHD) remains the leading cause of death in elderly patients. Recently, centers for revascularization therapy have been opened in almost all regions of our country. In particular, percutaneous coronary interventions (PCI) are used to effectively manage patients with ACS and PICS to improve the quality of life. These so-called endovascular interventions are currently a highly effective treatment method that can significantly improve the condition of patients and increase their tolerance to physical activity, return people to normal everyday life.

In this article, a retrospective analysis was made of elderly and senile patients who underwent percutaneous coronary intervention with various types of stenting. The analysis revealed that the majority of patients were diagnosed with ACS. More than 337 endovascular interventions were performed in 163 patients.

Ключевые слова: чрескожное коронарное вмешательство, стентирование, острый коронарный синдром, постинфарктный кардиосклероз.

Keywords: percutaneous coronary intervention, stenting, acute coronary syndrome, postinfarction cardiovascular disease.

Актуальность. Проблема ишемической болезни сердца (ИБС) находится в фокусе научных исследований, т.к. последствия атеросклероза коронарных сосудов приводят почти к половине смертей населения [18, 19]. В последнее время расширяются показания к выполнению реваскуляризации миокарда у этой группы больных, что позволяет повысить толерантность к физическим нагрузкам, существенно снизить риск развития повторного инфаркта миокарда, а также увеличить отдаленную выживаемость. Пожилой возраст пациента часто ассоциируется с большим количеством сопутствующих заболеваний, а также с высокими рисками хирургических вмешательств на сердце [11, 20]. В связи с этим возникла необходимость классифицировать возрастные группы населения.

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) было принята классификация возрастных групп, одобренной конгрессом геронтологов и гериатров, все население старше 50 лет подразделяется на четыре возрастные категории: 1) зрелый возраст – 45-59 лет; 2) пожилой возраст – 60-74 года; 3) старческий возраст – 75-90 лет; 4) долгожители – 90 лет и более [12, 21]. У пациентов пожилого возраста при тяжелых формах хронической ишемической болезни сердца (ХИБС), консервативные методы лечения не всегда могут обеспечить адекватный контроль ангинозной симптоматики заболевания и снизить риск развития коронарных событий. В таких случаях интервенционные вмешательства с реваскуляризацией коронарных артерий являются безальтернативными методами выбора. Они являются «золотым» стандартом при лечении больных при тяжелых формах ХИБС и не только избавляют их от ангинозной симптоматики, но и увеличивают выживаемость. В связи с этим, есть данные, согласно которым авторы утверждают, что операциями выбора для пациентов старших возрастных групп являются эндоваскулярные методы, проведение которых имеет минимальный оперативный риск, а также снижает риск развития острого инфаркта миокарда (ИМ) в отдаленном постоперационном периоде [5, 16, 19]. Выявление ИБС у пожилых лиц и старииков облегчается высокой частотой стенозирующего коронарного атеросклероза [9, 17]. Чрескожное коронарное вмешательство не снижает смертность, но повышает качество жизни, особенно при тяжелой стенокардии

[4, 10]. Современная технология реваскуляризации позволяет проводить вмешательства даже у пациентов 85 лет и старше без снижения эффективности и с приемлемым риском [2, 15]. У пациентов 75 лет и старше, как и у более молодых пациентов, радикальный доступ снижает риск кровотечений и осложнений в месте сосудистого доступа [6, 8]. Активные дискуссии в отношении преимущества стентов различной модификации еще не завершены. По данным регистров RESEARCH и T-SEARCH у пациентов после 80 лет имплантация стентов с лекарственным покрытием позволила снизить риск сосудистых событий на 50% по сравнению с голометалическими стентами [1, 7, 11]. При выборе стентов можно учесть информацию о большей безопасности современных полимерных стентов, выделяющих эверолимус (Xience) или зотаролимус (Rezolute) [3, 13].

Таким образом, диагностика и лечение ИБС у пациентов пожилого и старческого возраста требует знание особенностей стареющего организма, своеобразия проявлений заболевания в преклонном возрасте, повышенного риска осложнений лечения, может помочь практикующим врачам более успешно контролировать это опасное заболевание.

Цель: Оценить возможности чрескожного коронарного вмешательства, как одного из методов ведения больных с хронической ишемической болезнью сердца.

Материалы и методы: Нами был проведен ретроспективный анализ больных пожилого и старческого возраста, подвергшихся ЧКВ с 1 января по 1 ноября 2021 по данным Самаркандинского областного регионарного филиала республиканского специализированного научно-практического медицинского центра кардиологии. Всего было проанализировано 163 больных, которым было проведено интервенционное вмешательство (ЧКВ) радиарным доступом 96,32% (n=157) и другими доступами 3,68% (n=6). Мужчины составили 68,1% (n=111), женщины 31,9% (n=52).

Средний возраст составил 63,46. Из них средний возраст (45-59) составил 28,83% (n=47), пожилой возраст (60-74) - 63,8% (n=104) и старческий возраст (75-90) - 6,75% (n=11). Распределение больных по возрастам показаны в диаграмме №1.

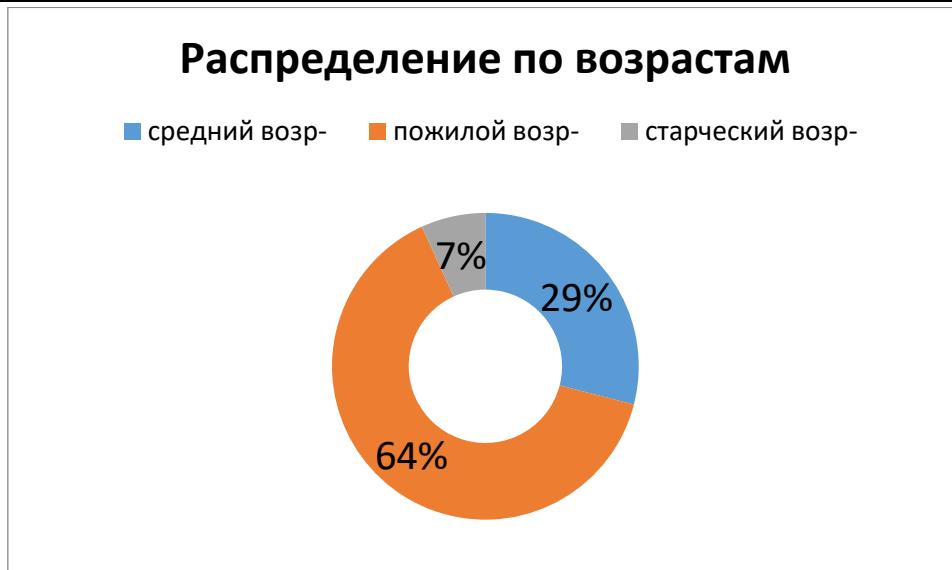


Диаграмма №1. Распределение больных по возрастам.

Основная масса больных была с диагнозом ИБС: постинфарктный кардиосклероз (ПИКС) – 31,9% (n=52), с диагнозом острый коронарный синдром (ОКС) с подъемом сегмента ST - 28.83% (n=47), с диагнозом острый коронарный синдром без подъема сегмента ST - 13,49% (n=22), с

инфарктом миокарда 8.59% (n=14), с диагнозом ИБС: стенокардия напряжения ФК 3 17,79% (n=29). Распределение больных по диагнозам показано в диаграмме №3.

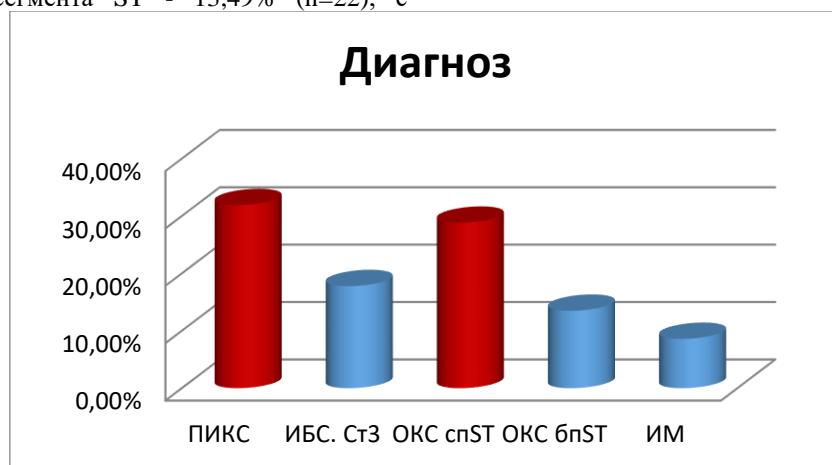


Диаграмма №3. Распределение больных по диагнозам.

В ходе исследования правый тип кровообращения у 130 больных составил 79,7%, сбалансированный тип у 22 – 13,6% и левый тип кровообращения у 11 – 6,7%. Показанием к выполнению эндоваскулярного вмешательства (ЭВ) было наличие острого коронарного синдрома, а также ангиографическое наличие стеноза коронарных артерий более 70 %. Всего у 163 больных было выполнено 337 ЧКВ. Реканализация окклюзий КА была проведена у 50 (30,67 %), баллонная ангиопластика - 69 (42,33 %), стентирование огибающей ветви (OB) – 50

(30,67%), стентирование правой коронарной артерии (ПКА) – 66 (44,49%), стентирование левой коронарной артерии (ЛКА) – 4 (2,45%), стентирование передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) – 93 (57,05%), стентирование диагональной ветви (ДВ) – 5 (3,07%) больных. Клинически хорошим результатом считалось отсутствие явлений стенокардии и повышение толерантности к физической нагрузке. Типы стентирования представлены в диаграмме №4.

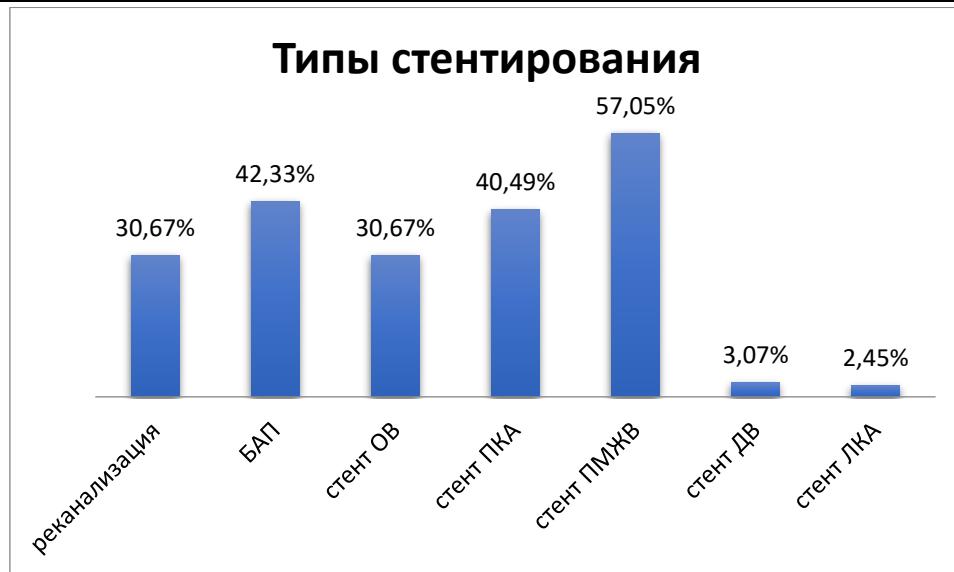


Диаграмма №4. Типы стентирования

В данном когортном исследовании всем больным проведено было только стентирование коронарных артерий, аорто-коронарное шунтирование не учитывалось. Летальных случаев и серьезных осложнений во время вмешательства и после него во время пребывания в стационаре не наблюдалось.

Результаты. По данным показателям видно, что основная масса больных была с диагнозом острого коронарного синдрома 69 больных (42,32%). Предстоит изучить сравнительное отдаленное наблюдение больных с диагнозом острый коронарный синдром с поднятием сегмента ST и без него, которым было осуществлено стентирование коронарных артерий и больные с этим же диагнозом, которые наблюдались на базовой терапии. Второе место по стентированию коронарных артерий занимали больные с постинфарктным кардиосклерозом пожилого и старческого возраста – 52 больных (31,9%). Всем больным до и после ЧКВ были назначены статины, двойная или тройная антикоагулянтная терапия.

Выводы. Важность стентирования больных с ОКС для предупреждения инфаркта миокарда и всех вытекающих тяжелых осложнений у людей пожилого и старческого возраста, у который высокий уровень коморбидности скорее всего достаточно высока, в то время как, необходимость стентирования больных, перенесших инфаркт миокарда с постинфарктным кардиосклерозом вызывает много вопросов. Необходимо изучить состояние больных по данным отдаленного 6-месячного наблюдения, перенесших стентирование пожилого и старческого возраста находящихся на постоянной терапии статинами, антиагрегантами и антикоагулянтами.

Список литературы

1. Агабабян И.Р., Солеева С.Ш. Место статинов в комплексном лечении SARS-COV-2. Вопросы науки и образования №14 (139) 2021. с.70-80.
2. Alyavi, B., & Uzokov, J. (2018). TCTAP C-156 Successful Percutaneous Coronary Intervention of a Left Circumflex Artery Departing from the Right Coronary Sinus. Journal of the American College of Cardiology, 71(16 Supplement), S225-S226.
3. Арапов У.А. Жониев, С. Ш., Рахимов, А. У. Қалқонсимон без жаррохлигид операция олди тайёргарлик усуллари самарадорлигини ошириш [Текст] / А.У. Арапов, С. Ш. Жониев, А. У. Рахимов // Проблемы биологии и медицины. — 2015. — № 1. — С. 11-14.
4. Joniev S.Sh., Rakhimov A.U., Comprarison of methods of preoperative preparation in therayoid gland / Joniev S.Sh., Rakhimov A.U., [Текст] // VI International conference "Sharing the results of research toards closer global convergente of scientists". — Ontario, Canada:1807-150 Charlton av. East Hamilton, 2015. — С. 38-43.
5. Жониев, С. Ш., Бабажанов, А. С. Қалқонсимон без патологиялари операцияларида операция олди тайёргарлиги ва анестезия самарадорлигини баҳолаш / С. Ш. Жониев, А. С. Бабажанов [Текст] // "XXI-аср - интелектуал авлод асри" Самарқанд худудий илмий амалий-конференцияси материаллари. — Самарқанд, Ўзбекистон:СамДЧТИ нашриёти, 2016. — С. 190-193.
6. Joniev S.Sh. Features of preoperative preparation and anesthesia in thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh. // British Medical Journal . — 2022. — № Volume-2, No 4. — С. 212-215.
7. Joniev S.Sh. Anesthesiological allowance for operations for diffuse goiter [Текст] / Joniev S.Sh. // Journal of integrated education and research. — 2022. — № Volume 1, Issue 5. — С. 19-26.
8. Joniev S.Sh. Improving the results of anesthesia in thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh. // Uzbek medical journal. — 2022. — № Volume 3, Issue 3. — С. 23-28.
9. Жониев С. Ш., Пардаев Ш. К. Қалқонсимон без операцияларида умумий кўпкомпонентли анестезиянинг қўлланилиши [Текст] / С. Ш. Жониев, Ш. К. Пардаев // Тиббиётда янги кун. — 2021. — № 6 (38/1). — С. 443-479.
10. Joniev S.Sh. Determining the level of preoperative preparation and conducting anesthesia in

- patients with thyroid pathologies [Текст] / Joniev S.Sh. // Danish Scientific Journal (DSJ). — 2022. — № 59. — С. 19-23.
11. Joniev S.Sh. Improvement of the results of anesthesia in thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh. // Annali d'Italia. — 2022. — № Vol 1. 30. — С. 78-82.
 12. Joniev S.Sh., Yakubov I., Pormonov Kh., Daminov I., Ensuring adequate premedication in patients with thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh., Yakubov I., Pormonov Kh., Daminov I., // Norwegian Journal of development of the International Science. — 2022. — № 86. — С. 17-20.
 13. Joniev S.Sh., Tukhsanbaev S., Kurbanov K., Abdaliev D., Predicting the effectiveness of anesthesia in thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh., Tukhsanbaev S., Kurbanov K., Abdaliev D., // Polish journal of science. — 2022. — № 51. — С. 30-34.
 14. Joniev S.Sh., Ganiev A., Ibrokhimov Z., Melikboboев A., Analysis of the effectiveness of anesthesia methods in thyroid pathology [Текст] / Joniev S.Sh., Ganiev A., Ibrokhimov Z., Melikboboев A., // Znanstvena misel journal Slovenia. — 2022. — № 67. — С. 32-35.
 15. Joniev S.Sh., Pardaev Sh.K., Muhammadieva U., Analysis of methods of general anesthesia in thyroid surgery based on hemodynamic parameters [Текст] / Joniev S.Sh., Pardaev Sh.K., Muhammadieva U., // Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation. — 2021. — № 32(3). — С. 7136-7140.
 16. Жониев, С. Ш., Хушвактов, У. О. Эндокрин хирургиясида анестезия давомида гемодинамик кўрсаткичларни баҳолаш [Текст] / С. Ш. Жониев, У. О. Хушвактов // Тиббиётда янги кун. — 2020. — № 4. — С. 150-154.
 17. Жониев, С. Ш., Пардаев, Ш. К. Қалқонсимон без операцияларида умумий анестезиянинг қўлланилиши [Текст] / С. Ш. Жониев, Ш. К. Пардаев // Биомедицина ва амалиёт. — 2021. — № 4. — С. 59-67.
 18. Joniev S.Sh., Pardaev Sh.K., Akramov B.R., Hushvakov U.O., Monitoring And Evaluation Of Hemodynamic Parameters During Anesthesia In Endocrine Surgery [Текст] / Joniev S.Sh., Pardaev Sh.K., Akramov B.R., Hushvakov U.O., // The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. — 2020. — № 2(12). — С. 40-46.
 19. Жониев С.Ш., Гемодинамические аспекты при многокомпонентной общей анестезии в эндокринной хирургии [Текст] / Joniev S.Sh., // MEDICUS Международный медицинский научный журнал. — 2020. — № № 5 (35). — С. 8-13.
 20. Жониев, С. Ш., Пардаев, Ш. К., Гойибов, С. С., Акрамов, Б. Р. Использование модифицированного метода предоперационной подготовки и анестезии в хирургии щитовидной железы / С. Ш. Жониев, Ш. К. Пардаев, С. С. Гойибов, Б. Р. Акрамов [Текст] // Collection of scientific articles XIV International correspondence scientific specialized conference. — Boston:PROBLEMS OF SCIENCE, 2019. — С. 175-186.
 21. Жониев С. Ш., Хушвактов У. О. Рациональное гемодинамическое мониторирование при анестезиологических пособиях в эндокринной хирургии //Актуальные вопросы диагностики и лечения новой коронавирусной инфекции. — 2020. — С. 6-11.
 22. Жониев, С. Ш., Муминов, А. А., Хушвактов, У. О. Пери операционный период в эндокринной хирургии: пути решения анестезиологических проблем [Текст] / С. Ш. Жониев, А. А. Муминов, У. О. Хушвактов // Евразийский Союз Ученых. — 2020. — № 5-6 (74). — С. 38-41.
 23. Жониев С. Ш., Рахимов А. У. Варианты предоперационной подготовки при операциях на щитовидной железе [Текст] / Жониев С. Ш., Рахимов А. У. // Наука и мир. — 2014. — № 11-2. — С. 138-141.
 24. Жониев С. Ш., Влияние комплексной предоперационной подготовки на биохимические показатели крови больных узловым зобом [Текст] / Жониев С. Ш., // Доктор ахботномаси. — 2013. — № 1(3). — С. 71-73.
 25. Жониев С.Ш., Рахимов, А. У., Бабажанов, А. С. Значение биохимических показателей при предоперационной подготовки больных узловым зобом [Текст] / А. У. Рахимов, А. С. Бабажанов // Science and world. — 2013. — № 9(136). — С. 136-138.
 26. Жониев С. Ш., Бабажанов А. С., Хушнаев С., Султанова С. Улучшение методов предоперационной подготовки и анестезии в периоперационном периоде заболеваний щитовидной железы [Текст] / Жониев С. Ш., Бабажанов А. С., Хушнаев С., Султанова С. // European research. — 2018. — № 5. — С. 135-138.
 27. Жониев С. Ш., Бабажанов А. С., Рахимов, А. У. Анализ эффективности вариантов предоперационной подготовки и анестезии в лечении заболеваний щитовидной железы [Текст] / Жониев С. Ш., Бабажанов А. С., А. У. Рахимов // Проблемы биологии и медицины. — 2017. — № 1. — С. 93-95.
 28. Жониев С.Ш., Определение эффективности предоперационной подготовки больных узловым зобом на основании биохимических показателей. [Текст] / С. Ш. Жониев // Проблемы биологии и медицины. — 2014. — № 1 (77). — С. 14-18.
 29. Жониев, С. Ш. Модифицированный метод предоперационной подготовки и анестезии при оперативном лечении патологии щитовидной железы / С. Ш. Жониев [Текст] // Материалы межрегионального научно-практического форума с международным участием «Здоровье семьи — будущее России». — Ижевск:ООО «МедЭкспоФорум», 2019. — С. 37-40.
 30. Жониев, С. Ш. Предоперационная подготовка и анестезия при операциях на щитовидной железе / С. Ш. Жониев [Текст] // Сборник цикла лекции "Анестезия у пациентов с сопутствующими заболеваниями и при различных

- типах хирургических вмешательств». — Самарканд: СамГМИ, 2015. — С. 72-81.
31. Рахимов, А. У., Жониев, С. Ш. Қалқонсымон без патологиялари операцияларидан умумий анестезия усууларини самарадорлигини баҳолаш [Текст] / А. У. Рахимов, С. Ш. Жониев // Проблемы биологии и медицины. — 2022. — № 4,1(138). — С. 118-125.
32. IL Sharipov, JT Yusupov, BK Xolbekov Personalization and preventative premedication: used drugs value and efficiency //Web of Scientist: International Scientific Research Journal 3 (02), 740-748
33. Matlubov Mansur Muratovich, Yusupov Jasur Tolibovich, Mallayev Surat Sadullayevich, Khamrayev Khamza Hamidullayevich Optimization of anesthesiological assistance in women with arterial hypertension in hysterectomy // Достижения науки и образования. 2020. №5 (59).
34. Muratovich, Matlubov Mansur, et al. "Hemodynamic indicators in pregnant women with obesity of various degrees of expression." European Journal of Molecular and Clinical Medicine, vol. 8, no. 2, 15 Jan. 2021
35. Sharipov, I. Hemodynamic gradations with combined use of extracorporeal detoxification methods in children with renal failure / I. Sharipov, B. K. Xolbekov, B. R. Akramov // European Journal of Molecular and Clinical Medicine. – 2020. – Vol. 7. – No 3. – P. 2555-2563.
36. Шарипов, И. Л. Оценка сочетанного применения методов экстракорпоральной детоксикации у детей с почечной недостаточностью / И. Л. Шарипов // Врач-аспирант. – 2012. – Т. 54. – № 5.2. – С. 332-341.

УСТРАНЕНИЕ УГЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ КОСТЕЙ КРУПНЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ

Скворцов А.П.

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
главный научный сотрудник*

Хабибянов Р.Я.

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
заведующий отделом*

Малеев М.В.

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
ведущий научный сотрудник*

ELIMINATION OF ANGULAR DEFORMATIONS OF LARGE JOINT BONES IN CHILDREN

Skvortsov A.,

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Chief Researcher*

Khabibyanov R.,

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
department head*

Maleev M.

*State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Leading Researcher*

DOI: [10.5281/zenodo.8070527](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070527)

Аннотация

Проанализированы результаты лечения пациентов детского возраста с деформациями костей, образующих коленный сустав. Выявлено, что восстановления биомеханической оси конечности при устранении деформации за счет формирования клиновидного дистракционного регенерата не происходит. С учетом причин возникновения приведенных осложнений нами разработаны дополнительные узлы к аппарату Илизарова, позволяющие корректно восстанавливать ось конечности на любом этапе формирования дистракционного регенерата. Нами предложен алгоритм устранения деформации с учетом восстановления оси конечности, позволяющий добиться лучших отдаленных результатов лечения данного контингента пациентов и предупредить развитие раннего гонартроза.

Abstract

The results of treatment of pediatric patients with deformities of the bones forming the knee joint were analyzed. It was revealed that restoration of the biomechanical axis of the limb does not occur when the deformity is eliminated due to the formation of a wedge-shaped distraction regenerate. Taking into account the causes of the above complications, we have developed additional units for the Ilizarov apparatus, which allow correct restoration of the limb axis at any stage of the formation of the distraction regenerate. We have proposed an algorithm for eliminating the deformity, taking into account the restoration of the limb axis, which makes it possible to achieve better long-term results in the treatment of this group of patients and prevent the development of early gonarthrosis.

Ключевые слова: многоплоскостная деформация, спице-стержневой аппарат внешней фиксации, биомеханическая ось конечности, коррекция.

Keywords: multiplanar deformity, pin-and-pin apparatus for external fixation, biomechanical limb axis, correction.

Нами были изучены отдаленные результаты лечения пациентов с угловыми деформациями костей, образующих коленный сустав, пролеченных в отделении детской ортопедии ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» МЗ РТ традиционным способом по методу Илизарова, – 27 пациентов в

период до 1981 по 2003 гг. (группа сравнения). Также были изучены отдаленные результаты лечения 15 пациентов той же нозологии, пролеченных аппаратом собственной разработки в период с 2008 по 2017 гг. (собственная группа). У всех пациентов

с деформациями костей, образующих коленный сустав, причинами были посттравматический или постостеомиелитический процесс, деформация превышала во фронтальной плоскости 30 градусов. Сроки отдаленного наблюдения в собственной группе пациентов составили от 4 до 15 лет.

У 16 пациентов, оперированных традиционным методом Илизарова (группа сравнения), было выявлено, что восстановление биомеханической оси конечности при устраниении деформации за счет формирования клиновидного дистракционного регенерата в силу особенностей метода не осуществлена. Судя по рентгенограммам до операции и по окончании коррекции деформации, нарушение оси даже усугублялось. Это объясняется тем, что особенностью традиционной компоновки аппарата Илизарова, примененной в этих случаях, является отсутствие возможности восстановления биомеханической оси конечности. В этом заключается причина перегрузки одного из мышцелков бедра в постоперационном периоде, развития раннего гонартроза и инвалидности пациента. У этих пациентов развился выраженный гонартроз, пятым из них произведено эндопротезирование сустава по окончании роста. Следует отметить, что у данной группы пациентов исходная деформация была многоплоскостной и во фронтальной плоскости превышала 30 градусов. Все эти пациенты перенесли острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит в дистальном отделе бедра или в проксимальном отделе голени в период новорожденности или первого года жизни. Они характеризовались многоплоскостной деформацией области коленного сустава наибольшей выраженности среди всех наблюдавшихся.

Причиной отсутствия восстановления оси конечности является то, что при использовании аппаратного метода лечения при кортикотомии один из кортикальных слоев кости полностью не пересекается, формирование дистракционного регенерата треугольной формы производится относительно непересеченного кортикального слоя кости с определяющим темпом дистракции [1, с. 15; 2, с. 57]. Не полностью пересеченный участок кортикального слоя метафиза является точкой вращения остеомиированного фрагмента. При этом формируется регенерат требуемой геометрии в зависимости от величин компонентов деформации [3, с. 56; 4, с. 256]. Подобные проблемы могут возникать и при линейном удлинении сегментов нижней конечности [5, с. 14; 6, с. 14].

При использовании штатных компоновок аппаратов нормализации оси и биомеханики нижней конечности при применении аппаратного лечения для исправления многокомпонентной деформации [2, с. 57; 5, с. 14; 7, с. 36] достичь невозможно. Без применения дополнительных узлов нарушение оси конечности неизбежно усугубляется. Поэтому при лечении данной категории пациентов необходимо тщательное предоперационное планирование. Для

этого мы использовали метод построения обычных скиаграмм (рис. 1) рентгеновских снимков области коленного сустава с целью изучения прохождения оси конечности и для определения величины необходимого перемещения остеомиированного фрагмента заинтересованного сегмента в целях восстановления оси конечности в процессе коррекции деформации.

Цель исследования – разработка технологии устранения многоплоскостных деформаций костей, образующих коленный сустав, с учетом восстановления оси конечности.

Материалы и методы исследования

Полученные и проанализированные отрицательные результаты лечения у 16 из 27 (59,25%) пациентов, оперированных традиционным способом по методу Илизарова, свидетельствовали о необходимости разработки индивидуального алгоритма лечения данного контингента пациентов с учетом сохранения или восстановления оси деформированного сегмента конечности. Так как наиболее частой причиной неудовлетворительного отдаленного результата лечения этих пациентов явилось развитие раннего гонартроза, наибольшее внимание было уделено вопросу восстановления именно биомеханической оси сегмента, хотя и другие компоненты деформации нельзя не учитывать. Мы исходили из постулата: неустранимое одного из компонентов деформации неизбежно приведет к рецидиву всех имевших место составляющих деформации. Поэтому разработанный алгоритм для лечения этой категории пациентов с применением аппарата собственной разработки при предоперационном планировании учитывает следующие показатели [4, с. 214]:

- 1) угол (фронтальной и сагиттальной) деформаций;
- 2) укорочение сегмента конечности;
- 3) наличие внутренней или наружной торсии сегмента конечности;
- 4) прохождение биомеханической оси конечности до и после окончания коррекции и ее исправление.

Все вышеперечисленные величины составляющих деформации учитывались нами при предоперационном планировании оперативного вмешательства с использованием аппарата внешней фиксации, а именно: выбор темпа дистракции, ее направления, поочередность их устранения. Предоперационное планирование выполнялось путем построения скиаграмм на обычной кальке. Полное восстановление биомеханики сустава аппаратным методом проводилось за счет формирования углового дистракционного регенерата заданных размеров и формы. Данная скиаграмма показывает также возникновение перегрузки мышцелка бедра в процессе устранения деформации за счет смещения оси конечности, а также окончательный результат устранения деформации (рис. 1) и дает возможность визуализировать исход лечения.

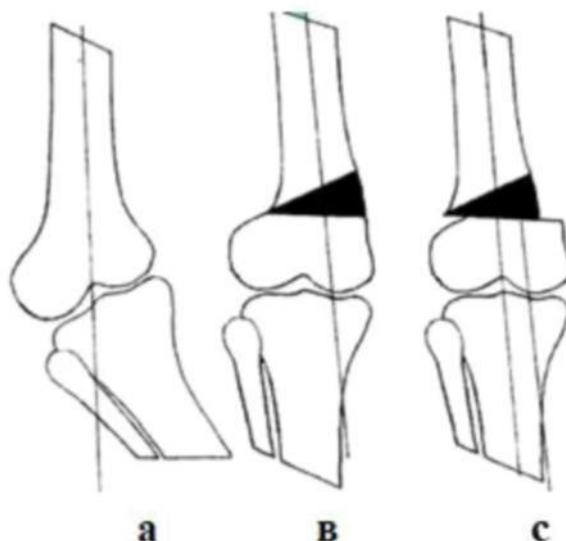


Рис. 1. Скиаграмма рентгеновского снимка пациента П-ва А., 12 лет (и/б. № 2053): а –варусная деформация за счет дистального метаэпифиза правой бедренной кости, в – после устранения фронтальной деформации за счет формирования дистракционного костного регенерата, но со смещенной внутрь оси конечности, с – после устранения деформации с перемещенным проксимальным фрагментом бедренной кости и восстановлением оси конечности

С целью воссоздания биомеханической оси сегмента при устраниении деформации сегмента конечности нами были разработаны приставки к аппарату внешней фиксации [3]. Устранение фронтальной и сагиттальной деформаций, а также патологической торсии производят одновременно в аппарате Илизарова. После этого в периоде созревания дистракционного костного регенерата заданной формы выполняют перемонтаж и домонтаж аппарата путем установки разработанных приставок для коррекции биомеханической оси конечности.

Необходимость разработки данных узлов и приставок вызвана отсутствием таковых в штатных наборах деталей аппарата Илизарова. Более того, устранение угловых деформаций аппаратом Илизарова в общепринятой компоновке не обеспечивает индивидуальный учет патологической позиции оси конечности.

Узлы предлагаемых к клиническому применению приставок к аппарату внешней фиксации для исправления деформаций представлены на рисунке 2.

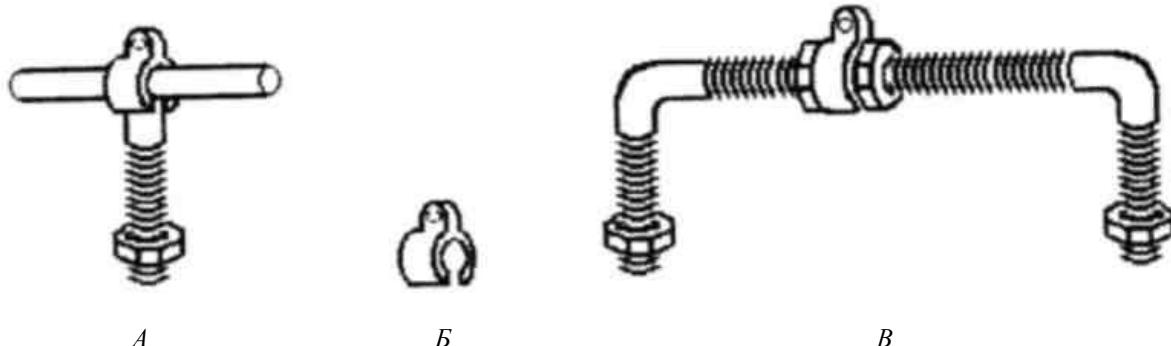


Рис. 2. Оригинальные приставки к аппарату внешней фиксации: А – Т-образная стойка, Б – втулка; В – П-образная резьбовая стойка, на которой размещена передвижная втулка с гайками

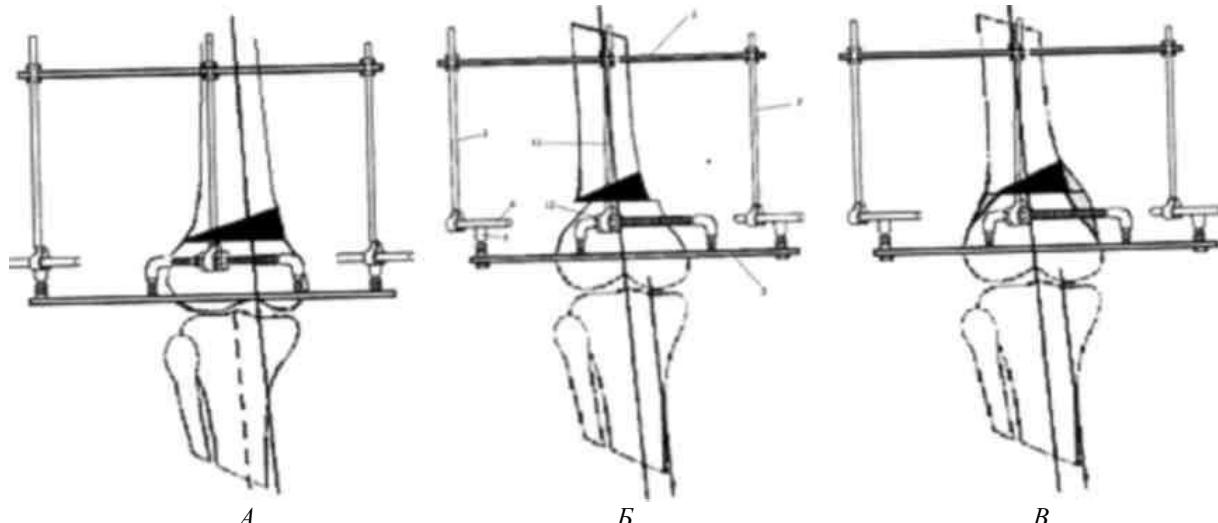


Рис. 3. Аппарат с разработанными приставными узлами для исправления биомеханической оси конечности: А – после устранения деформации за счет формирования дистракционного костного регенерата, но со смещенной внутрь осью конечности; Б – после устранения деформации с перемещеннымproxимальным фрагментом бедренной кости и восстановленной осью конечности; В – окончательное формирование дистракционноклиновидного костного регенерата

Как следует из представленных схем формирования многоплоскостного дистракционного регенерата, процедура устранения многоплоскостной деформации является многоэтапной и индивидуальной, требующей постоянного рентгеноконтроля, перемонтажа и демонтажа применяемого аппарата (монтажа и демонтажа деторсионных узлов, приставок для коррекции оси конечности).

Результаты исследования и их обсуждение

Данный алгоритм устранения угловых деформаций костей, образующих коленный сустав, с применением выносных узлов для восстановления биомеханической оси конечности использован при лечении 15 пациентов с многоплоскостными деформациями, превышающими 30 градусов во фронтальной плоскости.

Отдаленные результаты лечения данной группы пациентов были оценены как положительные у 10 пациентов (66,7%). Несмотря на полное восстановление биомеханической оси конечности при устраниении всех элементов деформации, все же у 5 были диагностированы гонартрозы I-II степени.

Клинический пример: пациентка П-ва А., 12 лет (и/б. № 2053), в раннем детском возрасте (8 месяцев) перенесла острый гематогенный остеомиелит области дистальногометаэпифиза левой бедренной кости. Поступила на лечение в отделение детской ортопедии ГАУЗ «РКБ» МЗ РТ с диагнозом: «Вальгусная установка левой нижней конечности за счет деформации дистального метаэпифиза

левой бедренной кости». После окончания острого гнойного процесса лечилась у ортопеда по месту жительства. Ей было рекомендовано ношение корригирующего ортеза. Несмотря на проводимое лечение, фронтальная деформация усугублялась и в момент обращения составила 42 градуса. Рекурвационной, атекурувационной, а также выраженной торсионной патологии у больной не выявлено (рис. 4 а, б, в, 5а).

Пациентке была произведена кортикотомия бедра на вершине деформации (рис. 4в, 4г). После создания дистракционного клиновидного костного регенерата по произведенной по рентгенологическому снимку скиаграмме выявилось отклонение биомеханической оси конечности кнаружи. Без обезболивания щадяще произведен перемонтаж аппарата с поочередной установкой разработанных выносных узлов на штанги (рис. 4г, 5б, 5в). В этом заключается подготовка к последнему этапу исправления деформации – восстановлению биомеханической оси конечности путем постепенного перевода дистальной остеотомированной части левой бедренной кости относительно ее proxимального фрагмента. Окончание коррекции контролируется рентгенологически и выполнением по снимкам, произведенным динамически, и скиаграммам. По завершении процесса восстановления биомеханической оси конечности разработанные узлы демонтируются с установкой штатных резьбовых штанг.

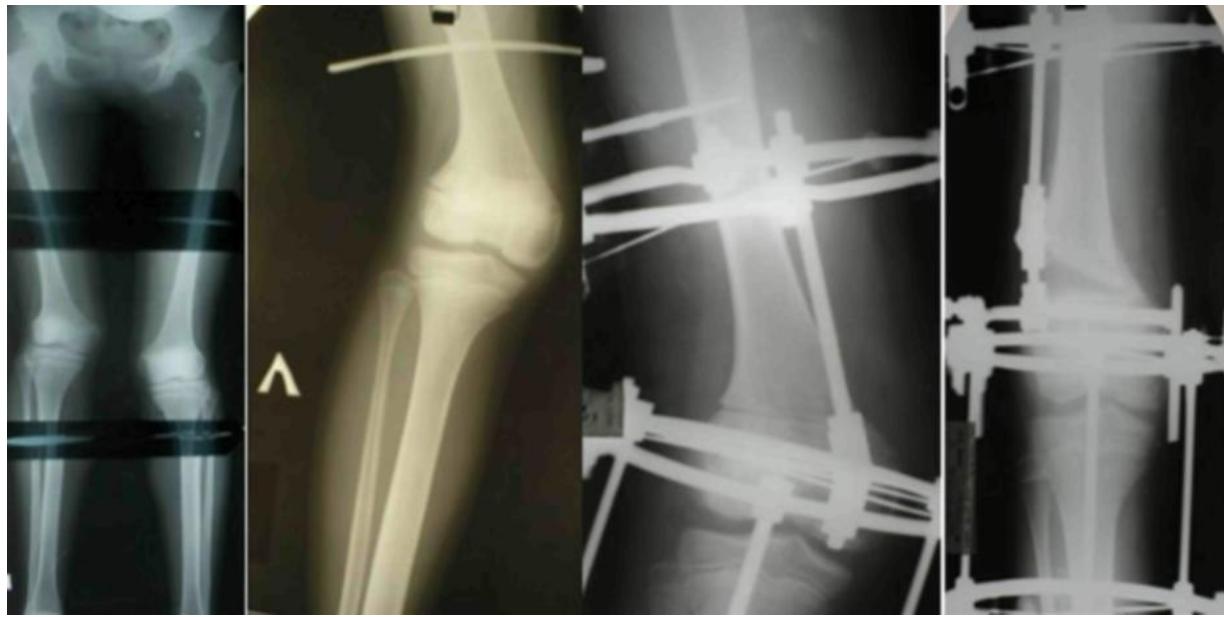


Рис. 4. Рентгенограммы пациентка П-ва А., 12 лет (и/б. № 2053), с осложнением после перенесенного острого гематогенного остеомиелита в виде вальгусной деформации на уровне коленного сустава за счет дистального метаэпифиза левой бедренной кости: А, Б – до операции; В – после произведенной кортикотомии на вершине деформации, начало периода устранения фронтальной деформации, Г – начало периода созревания дистракционного клиновидного костного регенератора, воссоздания биомеханической оси конечности за счет разработанных узлов к аппарату.



Рис. 5. Фото пациентки П-ва А., 12 лет (и/б. № 2053), на этапах устранения патологии: А – до наложения аппарата; Б, В – общий вид конструкции аппарата с наложенными узлами для воссоздания биомеханической оси конечности; Г – результат лечения – ось конечности восстановлена, дана гиперкоррекция при устранении вальгусной деформации на 5°.

Во время аппаратного лечения осуществлялся обычный темп дистракции. По окончании купирования деформации коленный сустав освободили от наложенной на голень разгружающей опоры. Пациентка выписана на амбулаторное лечение для окончательного «созревания» дистракционного костного регенератора.

Через 65 дней аппарат демонтирован (рис. 5г). Назначены физиомеханопроцедуры.

Выводы

Проведенный анализ лечения данной категории пациентов показал, что:

- при фронтальных деформациях свыше 30 градусов наиболее часто встречаются сагиттальная,

торсионная патология, сопровождающиеся нарушением биомеханической оси конечности;

– особенно выраженные многоплоскостные деформации наблюдаются у пациентов, перенесших повреждение ростковой пластины кости в младенческом возрасте (вследствие острого гематогенного остеомиелита в области сустава) или раннего детского возраста вследствие травмы;

– для профилактики поздних послеоперационных артrogенных осложнений у детей (ранний гонартроз) процесс устранений деформации аппаратным методом обязательно должен учитывать возможность восстановления биомеханической оси конечности, что должно быть предусмотрено соответственно применяемой конструкцией аппарата;

– воссоздание биомеханической оси конечности как последний этап устранения многоплоскостной деформации положительно влияет на «созревание» дистракционного костного регенерата заданной формы;

– положительные результаты лечения пациентов при устраниении деформации с воссозданием биомеханической оси конечности достигнуты в 66,7% случаев, тогда как у пациентов группы сравнения с применением общепринятого традиционного способа по методу Илизарова – в 40,8% случаев.

Список литературы

1. Абросимов М.Н. Хирургическая коррекция вальгусной деформации нижних конечностей у взрослых: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Москва, 2019. - 24 с.
2. Моренко Е.С., Кенис В.М. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста, Т.4, Вып. 1, 2016.
3. Скворцов А.П. Аппарат для восстановления биомеханической оси конечности // Патент №2255694. Патентообладатель Научно-исследовательский центр Татарстана "Восстановительная травматология и ортопедия". Бюл. №19,2005.
4. Скворцов А.П. Хирургическое лечение последствий гематогенного остеомиелита области суставов нижних конечностей у детей: дис. ... докт. мед. наук. - Казань, 2008. - 341 с.
5. Моренко Е.С. Коррекция вальгусных и варусных деформаций на уровне коленных суставов у детей с системными дисплазиями скелета методом управляемого роста: автореф. ... дис. канд. мед. наук. - Москва. 2019. - 25 с.
6. Кавецкий Ю.П. Особенности коррекции посттравматических деформаций голени: автореф. ... дис. канд. мед. наук. - Москва. 2017. - 26 с.
7. Виленский В.А., Поздеев А.А., Зубаиров Т.Ф., Захарьян Е.А., Поздеев А.П. Лечение детей с деформациями длинных трубчатых костей нижних конечностей методом чрескостного остеосинтеза с использованием аппарата Орто-сув: анализ 213 случаев // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста, Т.4, № 4, 2016.

ЛЕЧЕНИЕ ОСКОЛЬЧАТЫХ ПЕРЕЛОМОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ

Скворцов А.П.

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
главный научный сотрудник
Яшина И.В.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Детская республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
врач отделения травматологии и ортопедии
Хабибьянов Р.Я.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
заведующий отделом
Малеев М.В.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
ведущий научный сотрудник
Хабибьянов Р.Я.*

Skvortsov A.,

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Chief Researcher
Yashina I.,*

*State Autonomous Health Institution "Children's Republican
Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Doctor of the Department of Traumatology and Orthopedics
Khabibyanov R.,*

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
department head
Maleev M.*

*State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Leading Researcher
DOI: [10.5281/zenodo.8070535](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070535)*

Аннотация

В работе представлен алгоритм лечения оскольчатых переломов диафиза бедренной кости аппаратом внешней фиксации. Для лечения применялся гибридный (спице-стержневой) аппарат внешней фиксации с использованием разработанных авторами узлов. Подробно разобран клинический пример использования такого аппарата. Представлен анализ достоинств подхода к лечению переломов диафиза бедренной кости гибридным аппаратом внешней фиксации.

Abstract

The paper presents an algorithm for the treatment of comminuted fractures of the femoral shaft with an external fixation device. For treatment, a hybrid (wire-rod) apparatus for external fixation was used using the knots developed by the authors. A clinical example of the use of such a device is analyzed in detail. An analysis of the advantages of the approach to the treatment of fractures of the femoral shaft with a hybrid external fixation device is presented.

Ключевые слова: перелом бедренной кости, лечение аппаратом внешней фиксации.

Keywords: femoral fracture, treatment with an external fixator.

Монолатеральные аппараты внешней фиксации наиболее удобны в бытовом отношении для пациентов [1, с. 4], однако главным недостатком у

множества применяемых конструкций является невозможность их применения при лечении оскольчатых переломов длинных трубчатых костей [2, с. 3;

3, с. 1], так как при их использовании предусмотрена фиксация только лишь внутрикостными стержнями (винты Шанца, стержни Штеймана). Поэтому использование спице-стержневой системы фиксации (гибридной) в этих случаях наиболее показано и оправдано [4, с. 3; 5, с. 8]. Ранее нами был разработан аппарат для лечения оскольчатых переломов длинных трубчатых костей (патент №2271168, рис. 1А), которым было прооперировано двое пациентов старшего возраста. Несмотря на ряд достоинств этой конструкции, главным его

недостатком оказалась громоздкость (пятисекционный аппарат), что в свою очередь увеличивало трудоемкость и время операции. В связи с вышеизложенным, нами была выполнена модификация данного АВФ (рис. 1Б). Из конструкции пяти секционного аппарата нами использована съемная репонирующая опора (рис. 2А) и спицефиксатор (рис. 2Б), а секторальные опоры и стержнефиксаторы – из разработанного нами аппарата для лечения повреждений и заболеваний длинных трубчатых костей у детей (патент №2454963).

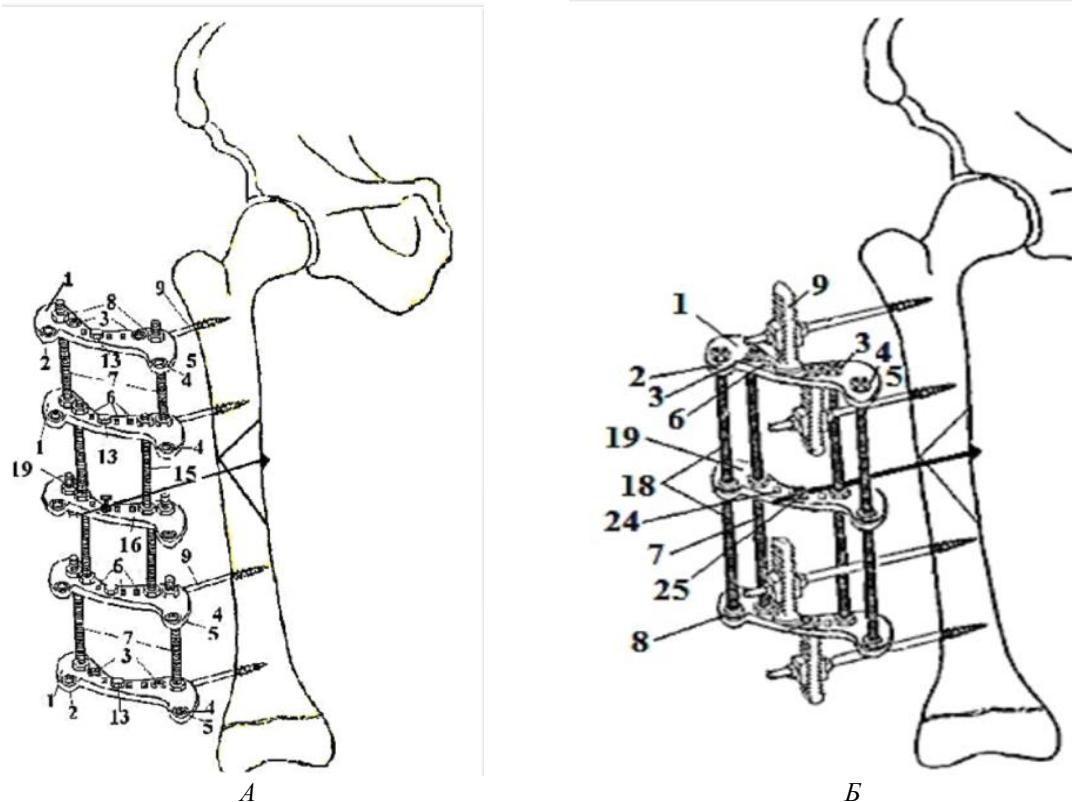


Рис. 1. Аппарат для лечения оскольчатых переломов длинных трубчатых костей: А – схема наложения аппарата для лечения оскольчатых переломов длинных трубчатых костей (патент №2271168), Б – схема наложения облегченной конструкции аппарата внешней фиксации.

Конструктивные особенности аппарата для лечения оскольчатых переломов диафиза бедренной кости

Таким образом, нами модифицирован и успешно применен монолатеральный спице-стержневой АВФ для репозиции и фиксации оскольчатых переломов диафиза бедренной кости (Рис. 1Б). Опора модифицированного аппарата выполнена в виде пластины 1, изогнутой по радиусу в собственной плоскости, и содержит выступы 2. При этом концевые отделы пластин 1 и выступы 2 оснащены

отверстиями 3 и 4 с двусторонней зенковкой 5 таким образом, чтобы отверстия 4 в выступах 2 были расположены к периферии от отверстий 3 в концевых отделах опор 1. Вдоль опор 1 выполнены расположенные по радиусу квадратные отверстия 6, в которых размещены стержнефиксаторы. Опоры аппарата 1 соединены между собой с помощью резьбовых стержней 7, которые располагаются в отверстиях 3 концевых отделов пластин 1 и фиксированы в них посредством сферических гаек 8. Выносной стержнефиксатор (рис. 3)

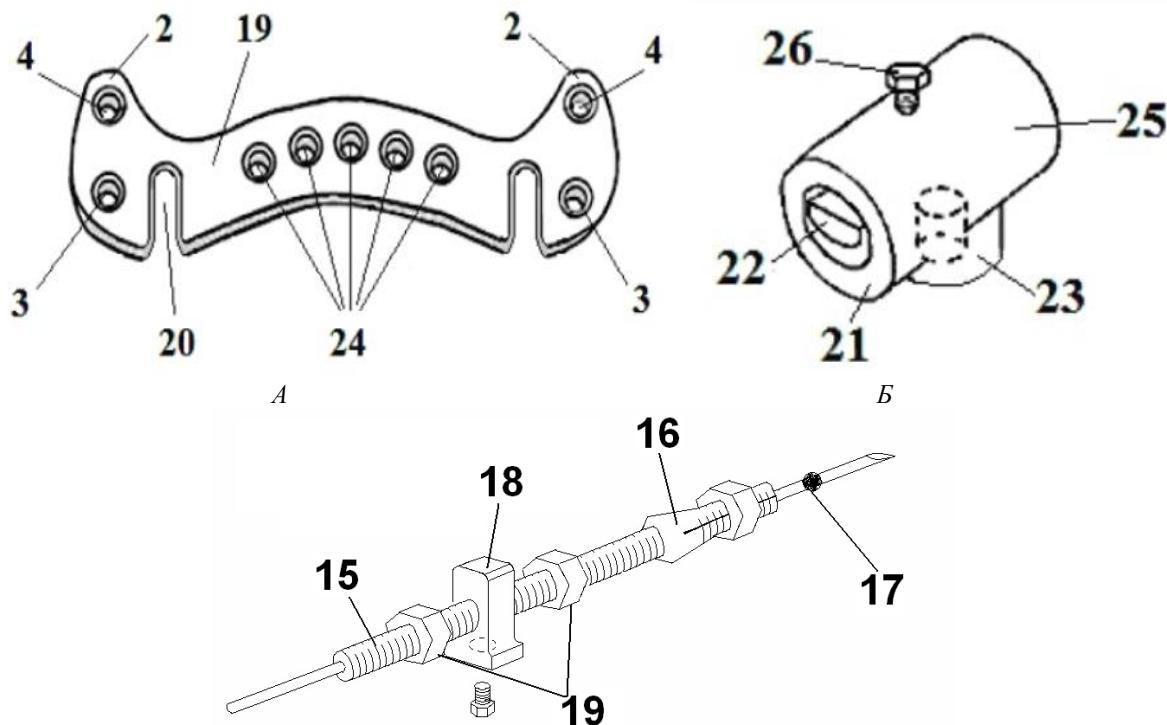


Рис. 2. Оригинальные узлы аппарата: А - съемная репонирующая опора аппарата для лечения оскольчатых переломов длинных трубчатых костей, Б - спицефиксатор для лечения оскольчатых переломов длинных трубчатых костей, В - спицефиксатор (патент №2271168).

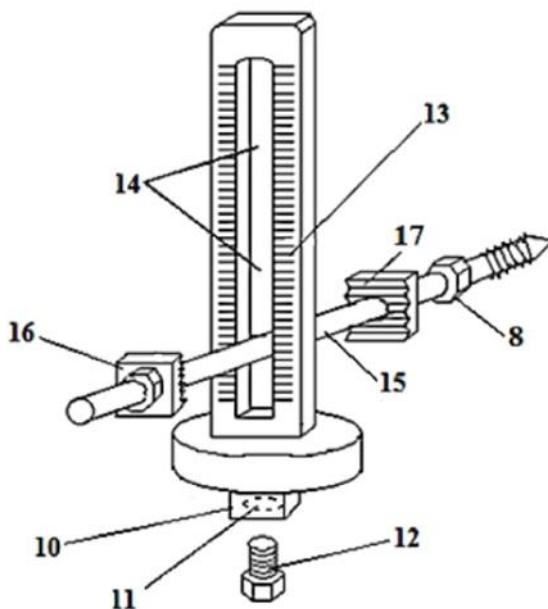


Рис. 3. Выносной стержнефиксатор.

изготовлен в виде бруса и имеет на основании продольно размещенную квадратную бобышку 10, для установки в отверстия опоры, с резьбовым отверстием 11 вдоль оси для крепления винтом 12. На широких сторонах бруса - стержнефиксатора выполнены поперечные зубцы 13. Вдоль оси этих сторон бруса выполнен сквозной паз 14, ширина кото-

рого соответствует диаметру используемых внутренкостных резьбовых стержней 15. Фиксация стержней 15 в выносном стержнефиксаторе осуществляется шайбами 16 квадратной формы, имеющими на одной из рабочих поверхностей зубцы 17, по форме соответствующие зубцам 13 на поверхностях стержнефиксатора 9. При необходимости перемещение вдоль кости и фиксация внутренкостных

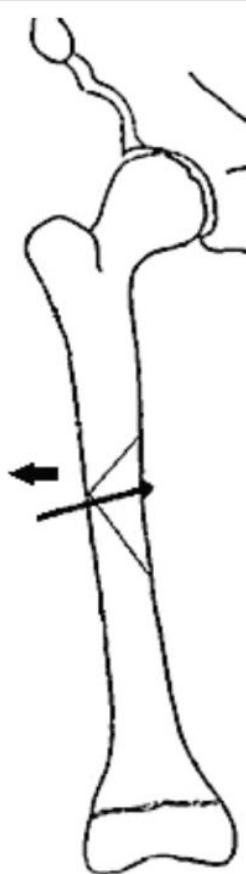
стержней 15, установленных в стержнефиксаторе 9, производится сферическими гайками 8. Отверстия 4 в выступах 2 предназначены для установки дополнительных резьбовых штанг 18.

Перед соединением пар дистальных и проксимальных опор посредством резьбовых стержней 7 и сферических гаек 8, на резьбовые стержни 7 устанавливаются дополнительные пары сферических гаек 8, для дальнейшей фиксации репонирующей опоры 19. При этом, путем перемещения сферических гаек 8, репонирующая опора 19 располагается точно напротив промежуточного осколка кости, размещаясь, за счет прорезей 20, на резьбовых стержнях 7, соединяющих дистальные и проксимальные пары опор аппарата. После проведения репонирующей спицы и выхода ее через кожу на наружную поверхность бедра конец последней проводится в просвет между нижним отделом трубы 21 и прижимной пластиной 22. Цилиндрическая бобышка 23 помещается в одно из соответствующих направлению спицы круглых отверстий 24, расположенных на репонирующей опоре 19 и фиксируется с помощью болта 12. После ручного натяжения спицы ее рабочий конец натягивается и фиксируется между нижним просветом трубы 21 спицефиксатора 25 и прижимной пластиной 22 за счет прижимного болта 26. После окончательной репозиции в отверстиях выступов 4 устанавливаются

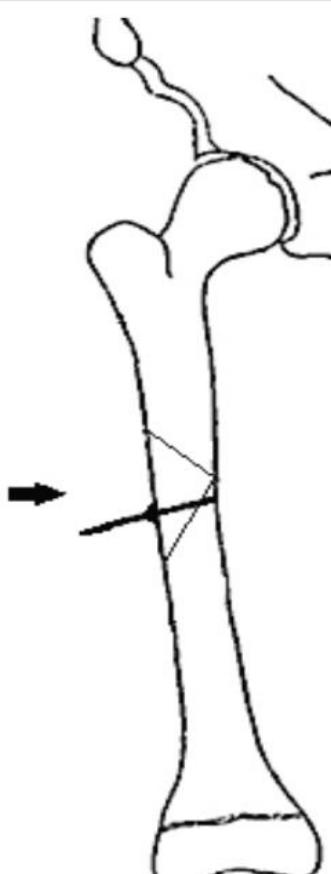
дополнительные резьбовые штанги 18.

Пояснение конструктивных особенностей аппарата для лечения оскольчатых переломов диафиза бедренной кости

Спика с упорной площадкой проводится в зависимости от расположения промежуточного фрагмента кости, которое определяется на рентгенологическом снимке с «метками». При расположении фрагмента латерально спица проводится снаружи кнутри (рис. 4А), если же он находится с медиальной стороны – спица с упорной площадкой вводится изнутри кнаружи (рис. 4Б). При этом в центр осколка вводят заточенный конец спицы, а после просверливания костного фрагмента с помощью дрели подтягивают его к костному дефекту за счет упорной площадки, расположенной на репонирующей спице. Как показывает практика, ручное подтягивание достаточно для сращения перелома, а использование дополнительных приспособлений (спиценатягиватели, дистракционные стержни с боковым пропилом) нежелательно, так как при их применении засчет излишне прилагаемых усилий нередко нарушается репозиция кости. Выполнение продольных пазов, расположенных вдоль пластины по радиусу, и круглые основания спицефиксаторов обеспечивают возможность поворота спицефиксатора в зависимости от угла проведения спицы.



A



Б

Rис. 4. Схемы проведения спицы с упорной площадкой в зависимости от расположения промежуточного фрагмента.

Лечение пациентов с оскольчатыми переломами диафиза бедренной кости (патент № 2271168)

Нами было пролечено 27 пациентов с оскольчатыми и многооскольчатыми переломами диафиза бедренной кости. Из них 21 – методом ЧКОС на основе аппарата для лечения повреждений и заболеваний длинных трубчатых костей у детей (патент №2454963) и 6 – с применением аппарата для лечения повреждений и заболеваний проксимального отдела бедренной кости у детей (патент №2472462). В каждом конкретном случае фиксация промежуточного фрагмента кости выполнялась спицей с упорной площадкой (патент РФ №2271168).

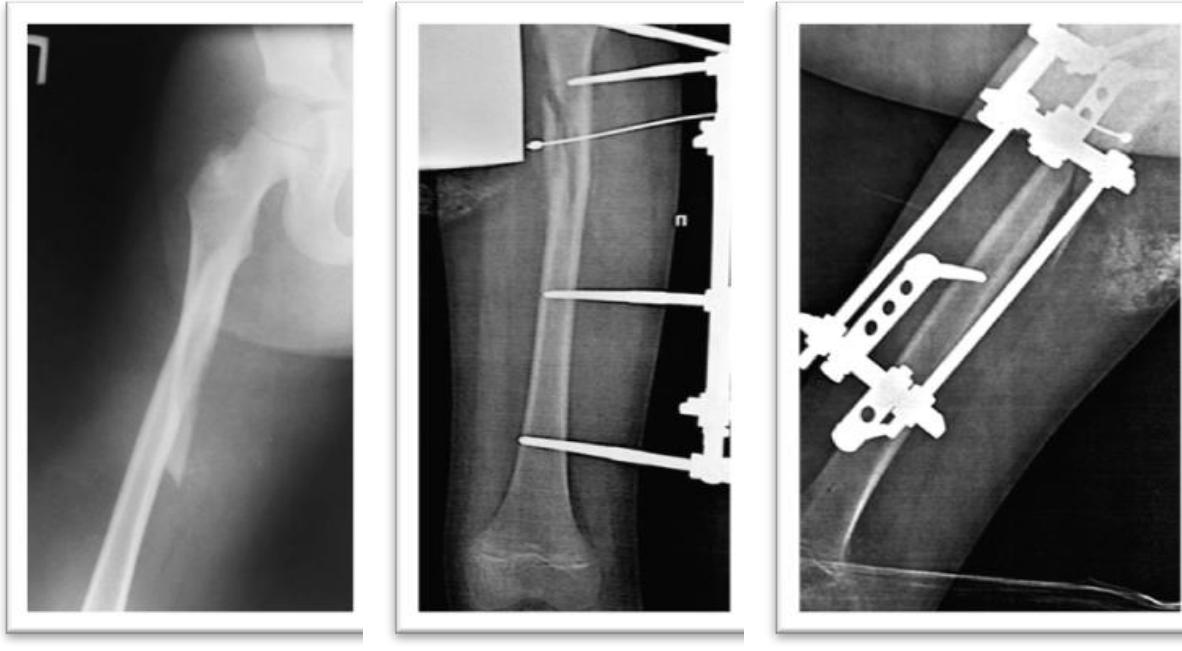
Как было упомянуто выше, монолатеральные аппараты внешней фиксации являются наиболее удобными для пациентов. Однако при применении стержневых конструкций аппаратов невозможно фиксировать промежуточный фрагмент, поэтому нами выполнялся остеосинтез бедренной кости с применением стержневого АВФ и фиксацией промежуточного фрагмента спицей с упорной площадкой. Причем последняя вводилась в зависимости от положения осколка: при латеральном расположении последнего спица проводилась снаружи кнутри, при медиальном – изнутри снаружки.

Клинический пример

Пострадавший Х-ов А., 2010 г.р. (МКСБ №42957), обратился в приемное отделение 03.09.19 по поводу закрытого оскольчатого перелома диафиза правой бедренной кости со смещением, инфицированной раны в нижней трети правого бедра и области правого локтевого сустава с дефектом мягких тканей. Травму получил на улице – был отброшен легковым автомобилем под идущую корову, которая наступила на правую нижнюю конечность

ребенка. Доставлен бригадой скорой помощи в ЦРБ, где наложены асептические повязки на раны и иммобилизационные шины на правую верхнюю и нижнюю конечности, далее был переправлен в ГАУЗ РКБ МЗ РТ. В условиях приемного покоя выполнен осмотр, рентгенография поврежденной конечности (рис.5). Наложено скелетное вытяжение, выполнена ПХО ран, наложены асептические повязки. Больной госпитализирован в профильное отделение.

После дообследования больного и выполнения предоперационной подготовки под общей анестезией на ортопедическом столе выполнена первичная репозиция. В проксимальный фрагмент кости введены два стержня следующим образом: верхний проведен в шейку бедренной кости, нижний – ниже зоны роста большого вертела бедра. Выполнен монтаж последних на проксимальной опоре. В дистальный фрагмент с пространственным разбросом (цитата по Г.А. Илизарову) введены два костных резьбовых стержня под углом 90° к оси фрагмента, которые смонтированы на дистальной опоре. Опоры соединены между собой посредством резьбовых штанг. Данна дистракция по резьбовым штангам с последующим рентгенологическим контролем с «меткой» на уровне промежуточного фрагмента кости. После проведения репонирующей спицы и выхода ее через кожу на наружную поверхность бедра, конец последней закреплен на проксимальной опоре спицефиксатором (расположение промежуточного фрагмента не требовало установки дополнительной съемной опоры). По окончании репозиции и достигнутой коррекции на период стабилизации для профилактики варусной деформации конечности в аппарате установлены дополнительные резьбовые стержни.



Rис. 5. Рентгенограммы правой бедренной кости пострадавшего Х-ова А., 2010 г.р.: А -при поступлении, Б и В – после репозиции и ЧКОС.

Параллельно выполнена аутодермопластика области правого локтевого сустава свободным лоскутом с левого бедра. Болевой синдром снят к четвертым суткам после операции, разрешена нагрузка на конечность. Контрольный осмотр на амбулаторном этапе произведен через 1,5 месяца после начала осуществляющейся нагрузки. Ребенок обслуживает себя сам, передвигается с опорой на оперированную конечность, без дополнительных приспособлений (рис. 6). Демонтаж аппарата произведен через

три месяца после травмы (рис. 7). Пациенту назначены физиомеханопроцедуры.

Разработанные компоновки АВФ использовались нами и для лечения пациентов с многооскольчатыми переломами бедренной кости.

Малоинвазивность вмешательства, быстрота выполнения остеосинтеза, возможность осуществления ранней, дозированной нагрузки на конечность позволяют рекомендовать данную компоновку аппарата в широкую сеть.



Рис. 6. Внешний вид пациента X-ова А., 2010 г.р., через 1,5 месяца после операции.



Рис. 7. Рентгенограмма правой бедренной кости пациента Х-ова А., 2010 г.р., после демонтажа АВФ.

Список литературы

1. Афанасьев Д.В. Лечение пациентов с диафизарными переломами бедренной кости стержневым аппаратом внешней фиксации: дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2009. с.4.
2. Файзуллин А.А. Клинико-биомеханические аспекты стабильно-функционального остеосинтеза крупных сегментов нижних конечностей: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Уфа, 2019. с.3.
3. Хромов А.А. Улучшение результатов лечения переломов длинных трубчатых костей при политравме: автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Санкт-Петербург, 2020. с.1.
4. Шпиняк С.П. Хирургическое лечение диафизарных оскольчатых переломов бедренной кости (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Саратов, 2013. с.3.
5. Тимофеев В.В. Внутренний минимально-инвазивный остеосинтез переломов длинных трубчатых костей нижних конечностей у детей при политравме: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2017. с.8.

ОПЫТ КОРРЕКЦИИ ФИКСИРОВАННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТАЗА У ДЕТЕЙ**Скворцов А.П.**

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
главный научный сотрудник
Хабибянов Р.Я.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
заведующий отделом
Малеев М.В.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
ведущий научный сотрудник*

EXPERIENCE IN CORRECTION OF FIXED DEFORMATION OF THE PELVIS IN CHILDREN**Skvortsov A.,**

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Chief Researcher
Khabibyanov R.,*

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
department head
Maleev M.*

*State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Leading Researcher
DOI: [10.5281/zenodo.8070543](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070543)*

Аннотация

Приобретенные деформации костей таза без нарушения его целостности, приводят к нарушению конфигурации тазового кольца, сопровождаются статико-биомеханическими нарушениями вышележащих сегментов опорно-двигательной системы. Авторами предложен малотравматичный способ коррекции приобретенной деформации тазового кольца с применением аппарата внешней фиксации.

Abnstract

Acquired deformities of the pelvic bones without violating its integrity lead to a violation of the configuration of the pelvic ring, accompanied by static-biomechanical disorders of the overlying segments of the musculoskeletal system. The authors proposed a low-traumatic method for correcting acquired deformity of the pelvic ring using an external fixation device.

Ключевые слова: остеостомия, остеосинтез, аппарат внешней фиксации.**Keywords:** osteostomy, osteosynthesis, external fixation device.

Приобретенные деформации костей таза с изменением его конфигурации без нарушения целостности взаимоотношений тазовых костей наблюдаются редко. В литературе имеются сообщения о лечении врожденных заболеваний с гипоплазией переднего отдела таза с деформацией тазового кольца [1, с. 314].

Оперативное лечение фиксированных деформаций таза относительно травматично и заключается, как у детей, так и у взрослых, в широком обнажении, остеотомии костей, одновременной коррекции деформации с фиксацией погружными конструкциями [1, с. 316; 4, с. 222; 5, с. 156].

В последние времена появились сообщения о коррекции посттравматических, фиксированных деформаций таза с применением АВФ [3, с. 14].

Известны способы изменения конфигурации тазового кольца путем проведения поперечной надацетабулярной остеотомии таза с одномоментным низведением дистального фрагмента вперед, книзу и книзу (операция по Солтеру) [1, с. 316], или со смещением его кнутри (по Киари) [2, с. 189]. Выполнение операций по данным способам требует или применения костных трансплантатов [1, с. 318], или приводит к деформации тазового кольца [2, с. 191], в обоих случаях необходима длительная иммобилизация в гипсовой повязке.

В детском травматолого-ортопедическом отделении находилась на лечении больная, у которой деформация таза развилась на фоне АКК, локализованной в надацетабулярной области. Значительный объем кистозного образования сопровождался прогрессирующей верхне-внутренней дислокацией и протрузией вертлужной впадины с деформацией и уменьшением высоты тела подвздошной кости. Деформация подвздошной кости привела к относительному укорочению нижней конечности на 8 см, ограничению функции тазобедренного сустава и вторичной сколиотической деформацией позвоночника.

Для лечения фиксированной деформации костей таза нами разработан «Способ лечения деформаций тазового кольца» (Патент РФ №2370232 от 29.09.). В основе способа лежит функционально-дистракционный остеосинтез аппаратом внешней фиксации (АВФ). Способ лечения деформаций тазового кольца включает наложение компрессионно-дистракционного аппарата, содержащего опоры в виде сегментов колец, которые монтируются на стержнях, введенных в крылья подвздошных костей, в надацетабулярную область и проксимальный отдел бедра, и соединенных резьбовыми штангами, остеотомию подвздошной кости таза. В надацетабулярную область, на непораженной стороне, вводят один стержень. На стержнях, проведенных внутрекостно через крылья подвздошных костей, монтируют проксимальные секторальные опоры по обеим сторонам таза. Промежуточную опору - на стержнях, проведенных в надацетабулярной области, и дистальную опору - на стержнях, проведенных через проксимальный отдел бедра, устанавливают на пораженной стороне. Со стороны деформации выделяют надацетабулярную область между задним краем мышцы, натягивающей широкую фасцию бедра, и передним краем средней ягодичной мышцы. Производят косую остеотомию подвздошной кости между передне-верхней и передне-нижней остью, под углом 30° к сагиттальной

плоскости спереди назад, сверху вниз и снаружи кнутри. Шарнирно соединяют проксимальную и промежуточную опоры. Стационарно закрепленные между собой промежуточную и дистальную опоры скрепляют с опорой, установленной на непораженной стороне таза. В послеоперационном периоде производят постепенное низведение дистального фрагмента с формированием дистракционного регенерата, с исправлением конфигурации тазового кольца.

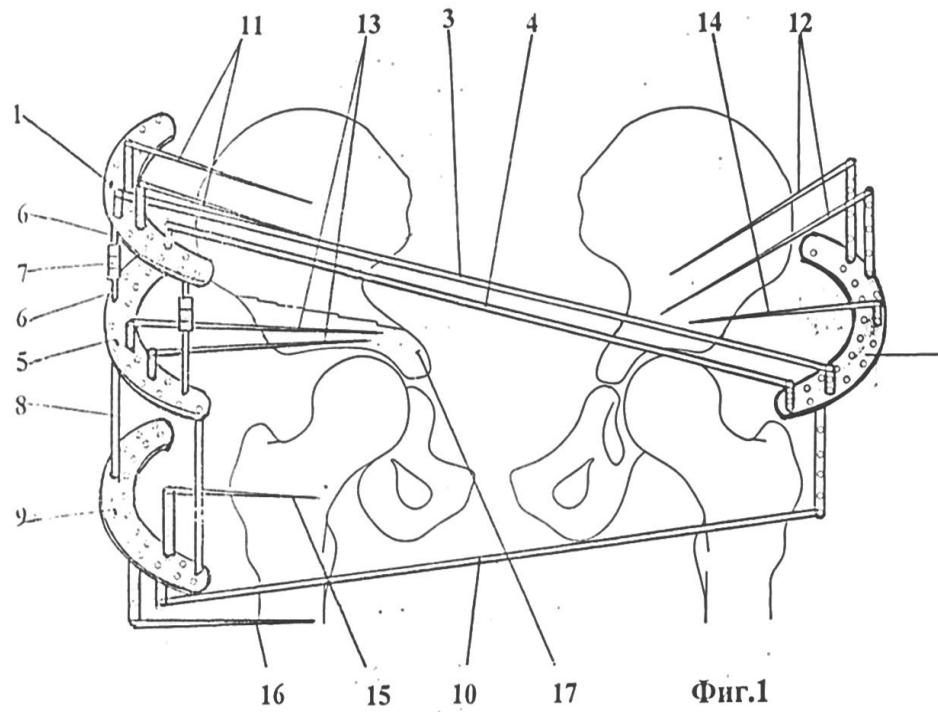
Косая остеотомия подвздошной кости между передне-верхней и передне-нижней остью, под углом 30° к сагиттальной плоскости, спереди назад, сверху вниз и снаружи кнутри предотвращает смещение остеотомированных фрагментов при коррекции деформации тазового кольца.

Шарнирное соединение проксимальной и промежуточной опор обеспечивает постепенное низведение дистального фрагмента подвздошной кости с формированием дистракционного регенерата и восстановление правильной конфигурации тазового кольца.

Стационарное закрепление промежуточной и дистальной опор между собой, и с опорой, установленной на непораженной стороне таза, обеспечивает стабильную фиксацию фрагментов на период формирования дистракционного регенерата. Применение данного метода позволяет получить следующие преимущества:

- снижается травматичность операции;
- постепенное направленное низведение дистального фрагмента подвздошной кости с формированием дистракционного регенерата приводит к устранению деформации тазового кольца;
- обеспечивается стабильная фиксация фрагментов на период формирования дистракционного регенерата.

Таким образом, данный способ позволяет восстановить правильную форму тазового кольца и биомеханические взаимоотношения таза и нижней конечности (рис. 1).



Фиг.1

Рис. 1. Компоновка компрессионно-дистракционного аппарата внешней фиксации и уровень остеотомии подвздошной кости

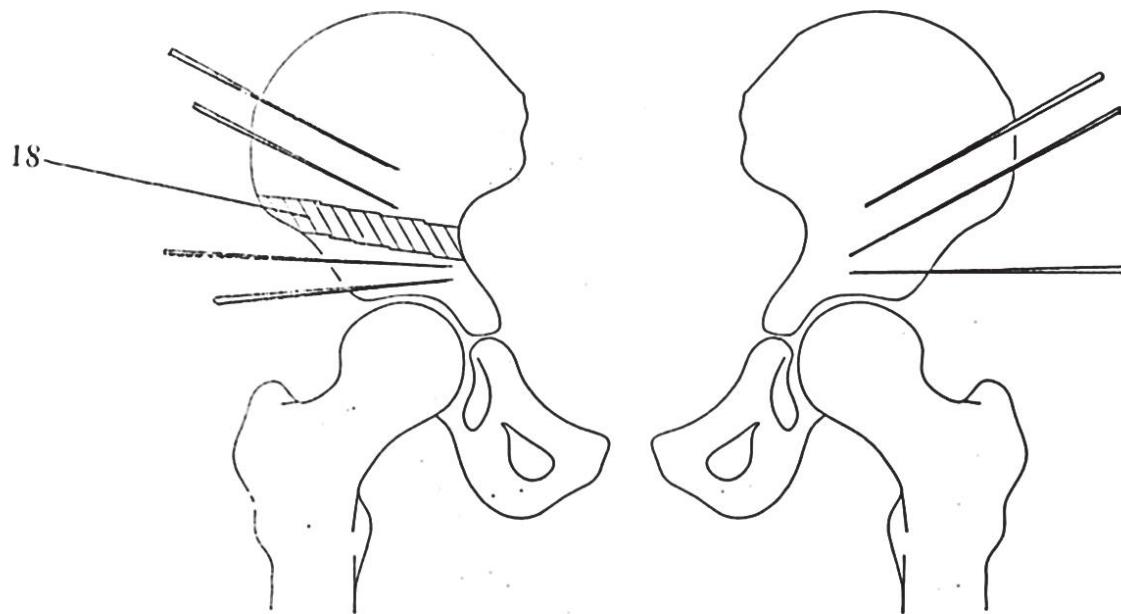
Компрессионно-дистракционный аппарат состоит из проксимальных опор 1 и 2, установленных по разные стороны тазового кольца, соединенных между собой резьбовыми штангами 3 и 4. Установленная по пораженной стороне проксимальная опора 1 соединена с промежуточной опорой 5 посредством резьбовых штанг 6 и шарнирных узлов 7. Резьбовые штанги 8 соединяют дистальную опору 9 с промежуточной опорой 5, а резьбовыми штангами 10 – с проксимальной опорой 2, установленной на непораженной стороне. Все опоры, используемые в аппарате – секторальные. Элементы крепления к костям 11-16, в виде костных стержней, крепятся к соответствующим опорам фиксаторами (на чертеже показаны без обозначения позиций).

Способ осуществляется следующим образом.

В гребни подвздошных костей, параллельно их кортикалам, вводят по два внутрикостных стержня 11 и 12 с двух сторон таза(рис. 1). В надацетабулярную область, на стороне деформации, вводят внутрикостные стержни 13, а на противоположной стороне - стержень 14. В проксимальный отдел бедра, на стороне поражения, вводят стержни 15 и 16. На проведенных стержнях монтируют секторальные опоры 1,2,5,9.

После монтажа секторальных опор компрессионно-дистракционного аппарата, производят косую надацетабулярную остеотомию, для чего по наружному контуру гребня подвздошной кости деформированной стороны, производят разрез кожи до передне-верхней ости с продолжением до верхушки большого вертела. Выделяют надацетабулярную область между задним краем мышцы, натягивающей широкую фасцию бедра, и передним краем средней ягодичной мышцы. Производят косую остеотомию подвздошной кости между передне-верхней и передне-нижней остью под углом 30° к сагиттальной плоскости спереди назад, сверху вниз и снаружи кнутри. Устанавливается дренажная трубка, рана зашивается наглухо.

Секторальная опора 2 посредством резьбовых штанг 3 и 4 и выносных кронштейнов соединяется с секторальными опорами 1 и 9. Секторальная опора 1 посредством резьбовых штанг 6 и шарнирного узла 7, с установкой цента вращения на вершине деформации, соединяется с секторальной опорой 5. Секторальные опоры 5 и 9 соединяются резьбовыми штангами 8. Через 7 дней, с помощью резьбовых штанг 6 и шарнирного узла 7, начинают низводить остеотомированный дистальный фрагмент 17 подвздошной кости с темпом 1мм в сутки, формируя дистракционный регенерат 18 (рис.2).



Фиг.2

Рис. 2. Восстановление конфигурации тазового кольца с сформированным дистракционным регенератом.

Способ выполняется в 2 этапа.

На первом этапе производится наложение АВФ. В крылья подвздошных костей устанавливаются внутрекостные стержни, на которых монтируются сектора дуг аппарата Илизарова с последующим их соединением штангами через выносные кронштейны.

В надацетабулярной области с обеих сторон проводят по два внутрекостных стержня, на которых монтируются сектора дуг аппарата Илизарова.

На бедре на 2 внутрекостных стержнях монтируется сектор аппарата Илизарова, который соединяется через выносные кронштейны с сектором надацетабулярной области. Диагональными штангами через выносные кронштейны сектор на бедре соединяется с сектором на контрлатеральной сторонетазе.

Вторым этапом из небольшого разреза от передне-верхней ости подвздошной кости в направлении большого вертела производится выделение пе-решейка подвздошной кости.

Производится надацетабулярная косая остеотомия подвздошной кости на стороне деформации сверху вниз и снаружи кнутри. Надацетабулярный и тазовый сектор АВФ на стороне поражения соединяются штангами.

На 7 день начинается дистракция по 0,25 мм 4 раза в сутки. Темп дистракции корректировался по степени образования костного регенерата.

Через 5 месяцев, после восстановления высоты подвздошной кости и восстановления правильной конфигурации тазового кольца АВФ демонтирован.

Клинический пример.

Больная С., 12 лет, поступила с диагнозом «Деформация таза после оперативного лечения аневризмальной костной кисты левой подвздошной

кости с относительным укорочением левой конечности на 6 см». 01.06.2021г. проведена операция. Под общей анестезией, по обеим сторонам таза, с гребней подвздошных костей, по их плоскости, ввели по два внутрекостных стержня в надацетабулярную область, на стороне деформации, ввели два внутрекостных стержня, на противоположной стороне – один стержень, в проксимальный отдел бедра, на стороне поражения, – еще два стержня. На проведенных стержнях смонтировали секторальные опоры: проксимальные – по двум сторонам таза, две опоры на пораженной стороне – промежуточную - на уровне надацетабулярной области, и дистальную - на проксимальном отделе бедра. После монтажа секторальных опор компрессионно-дистракционного аппарата произвели косую надацетабулярную остеотомию, для чего по наружному контуру гребня подвздошной кости, стороны деформации, произвели разрез кожи до передне-верхней ости с продолжением до верхушки большого вертела. Выделили надацетабулярную область между задним краем мышцы, натягивающей широкую фасцию бедра, и передним краем средней ягодичной мышцы. Произвели косую остеотомию подвздошной кости между передне-верхней и передне-нижней остью под углом 30° к сагиттальной плоскости спереди назад, сверху вниз и снаружи кнутри. Рану зашили до дренажной трубки наглухо. Смонтированные секторальные опоры соединили резьбовыми штангами.

На 7 день начата дистракция по 0,25 мм 4 раза в сутки. Темп дистракции корректировался по степени образования костного регенерата.

Через 5 месяцев, после восстановления высоты подвздошной кости и восстановления правильной конфигурации тазового кольца, АВФ демонтирован.

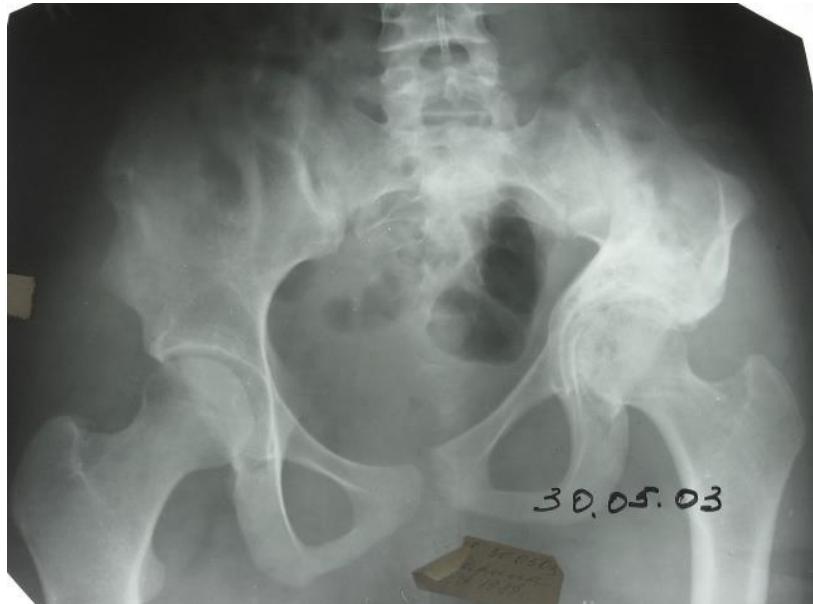


Рис. 3. Рентгенограмма таза до операции

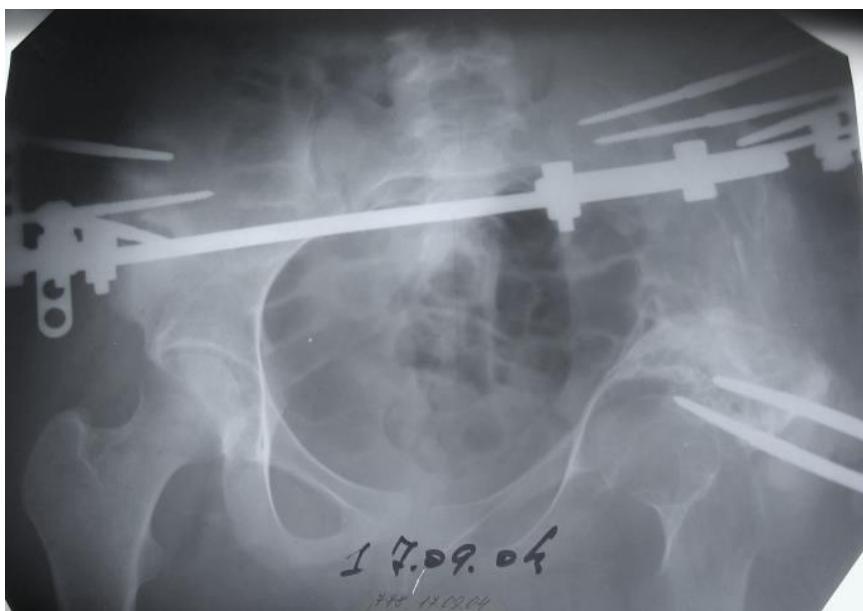


Рис. 4. Рентгенограмма таза после операции с наложением АВФ



Рис. 5. Рентгенограмма таза через 2 года после операции



Рис. 6. Функциональный исход

Выводы: предложенная методика коррекции деформации тазового кольца малотравматична, позволяет восстановить анатомическую конфигурацию тазового кольца с улучшением функции тазобедренного сустава, улучшает качество жизни больного.

Список литературы

1. Кузнецов Е.П., Ульрих Э.В. Хирургическое лечение детей с заболеваниями и деформациями опорно-двигательной системы – М., Медицина, 2004. – 354 с.
2. Мовшович И.А. Оперативная ортопедия. - М., 1983. –216 с.
3. Шлыков И.А. Оперативное лечение больных с последствиями повреждений тазового кольца: автор. дисс. ... канд. мед. наук. - Екатеринбург, 2004. - 19 с.
4. Грищук А.П. и др. Оперативное лечение несвежих и застарелых двухсторонних ротационно-нестабильных повреждений таза// Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, № 5, 2010.
5. Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Ахтямов И.Ф. Рациональный остеосинтез. - Казань., 2011. – 287с.

ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ

Скворцов А.П.

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
главный научный сотрудник
Хабибьянов Р.Я.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
заведующий отделом
Малеев М.В.*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»,
ведущий научный сотрудник*

TREATMENT OF FRACTURES OF THE DISTAL METAPHYSIS OF THE HUMERUS IN CHILDREN

Skvortsov A.,

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Chief Researcher
Khabibyanov R.,*

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
department head
Maleev M.*

*State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan",
Leading Researcher*

DOI: [10.5281/zenodo.8070554](https://zenodo.8070554)

Аннотация

В работе представлен опыт проведенного оперативного лечения 17 пациентов с закрытыми переломами мыщелков плечевой кости у детей за 8 лет находившихся в детском травматолого-ортопедическом отделении ГАУЗ РКБ МЗ РТ.

Abstract

The paper presents the experience of surgical treatment of 17 patients with closed fractures of the condyles of the humerus in children for 8 years who were in the pediatric traumatology and orthopedic department of the GAUZ RCH of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan.

Ключевые слова: перелом мыщелка плечевой кости, хирургическое лечение.

Keywords: fracture of the condyle of the humerus, surgical treatment.

Внутри и околосуставные переломы области локтевого сустава у детей являются самыми часто встречающимися. Так по статистике на них приходится до 80% переломов верхней конечности [1, 2] и до 30 % всей скелетной травмы у детей[3, 4].

В настоящее время существует много различных мнений о показаниях к оперативному или консервативному лечению, а так же степень смещения отломков в зависимости от правильности укладки пациента во время рентгенограмм. Так же очень актуален вопрос о выборе метода оперативного лечения таких как закрытые и открытые репозиции и фиксирующие элементы спицы, винты, накостные пластины и аппараты внешней фиксации. Каждый из них имеет свои преимущества и отрицательные

стороны. Самыми простым, доступным и распространёнными методом лечения внутри и околосуставных переломов области локтевого сустава у детей является гипсовые повязки. Но при этом большая вероятность вторичного смещения отломков. Так же длительная иммобилизация приводит к развитию постиммобилизационных контрактур, что удлиняет процесс реабилитации. Продолжительная иммобилизация любого сустава, в том числе и локтевого приводит к дегенерации мышечных волокон конечности.

Так же по статистике осложнений таких как вальгусная, варусная деформация локтевого сустава, ложный сустав, контрактуры, асептический некроз локтевой сустав находится на первом месте[5, 6]. Все вышеперечисленное подталкивает нас

к выбору наиболее оптимального способа лечения, с максимально быстрым выздоровлением и наименее травматичным методом лечения внутри и околосуставного перелома области локтевого сустава у детей.

В детском отделении травматологии и ортопедии ГАУЗ РКБ МЗ РТ за 8 последних лет с переломом мыщелка плечевой кости со смещением было 17 таких пациентов, которые требовали устраниния смещения мыщелка плечевой кости и фиксации отломка плечевой кости.

Исходя из вышеперечисленных принципов максимально быстрого выздоровления и наименее травматичного метода лечения области локтевого сустава у детей нами предложена методика оперативного лечения перелома мыщелка плечевой кости у детей и подростков.

Основной задачей данного метода оперативного лечения является уменьшение времени оперативного лечения и числа фиксирующих элементов, без потери стабильной фиксации отломков плечевой кости, позволяющего обеспечить профилактику контрактуры сразу после оперативного вмешательства.

Данный метод оперативного лечения перелома мыщелка плечевой кости со смещением у детей производится. Проводим закрытую ручную репозицию мыщелка плечевой кости. Проводим первую спицу с упорной площадкой с медиальной поверхности в области внутреннего надмыщелка плечевой кости и фиксируем к полукольцевой опоре из штатных деталей аппарата Илизарова. Проводим вторую спицу с упорной площадкой с наружной поверхности в области наружного надмыщелка плечевой кости по направлению к внутренней

поверхности плечевой кости и так же фиксируем к полукольцевой опоре. Обе спицы проводим строго во фронтальной плоскости. Создаем натяжение спиц для компрессии отломков за счет упорных площадок на проведенных спицах. Далее для стабильной фиксации проводим стержень Шанца по наружно боковой поверхности нижней трети плеча и фиксируем к полукольцевой опоре из штатных деталей аппарата Илизарова[7].

Пациент Н., 14 лет (и./б. № 53462) находился в детском травматолого-ортопедическом отделении НПЦТ ГАУЗ РКБ МЗ РТ с 10.04.2019 по 17.04.19 гг. Д-з закрытый перелом внутреннего мыщелка левой плечевой кости, со смещением. Травма на кануне падение с турника. При обращении в травматологический пункт выставлен диагноз, гипсовая иммобилизация, направлен в ГАУЗ РКБ МЗ РТ. При осмотре: отечность локтевого сустава, выраженное ограничение движений. На Ro: перелом со смещением внутреннего мыщелка левой плечевой кости (рентгенограммы до оперативного лечения). В приемном отделении 10.04.2019 г. выполнена операция: закрытая репозиция перелома, чрескостный остеосинтез спице-стержневым аппаратом Илизарова (рентгенограммы после оперативного лечения). Функция конечности из-за небольшого количества спиц и стержня и одной полукольцевой опоры и жесткой фиксации практически не ограничена (внешним вид конечности в АВФ с функцией сгибания и разгибания в локтевом суставе). Что позволило нам за 7 недель срастить данный перелом и демонтировать аппарат Илизарова.

По данному методу лечения пролечено 17 пациентов в возрасте от 10 до 15 лет.



Рис. 1. Рентгенограммы до оперативного лечения.



Рис. 2. Рентгенограммы после оперативного лечения.

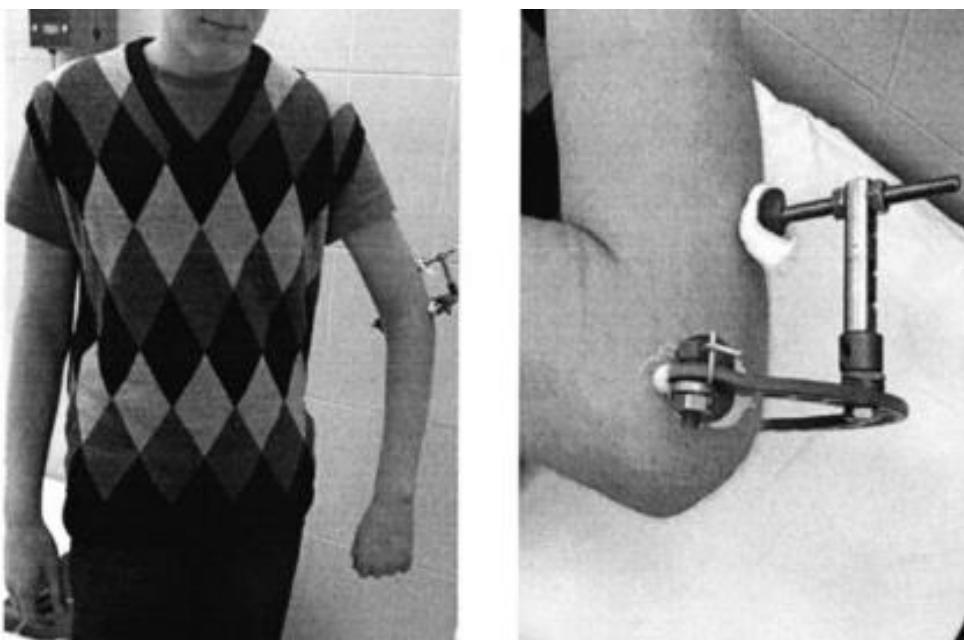


Рис. 3. Внешний вид конечности в АВФ с функцией сгибания и разгибания в локтевом суставе.

Список литературы

1. Абдуллаев Т.А. Лечение «свежих» переломов головки мыщелка плечевой кости у детей. // Азерб. мед. журнал, №1, 1991.
2. Баиров Г.А. Переломы в области локтевого сустава: дисс. ... докт. мед. наук. - Л., 1960.-С.16.
3. Александров А.Ф. Внутрисуставные переломы нижнего конца плечевой кости у детей // Хирургия, № 8, 1958.
4. Ахвердян И.В. Переломы дистального конца плечевой кости у детей, сочетание их с некоторыми повреждениями области локтевого сустава: дисс. ... канд. мед. наук. - Ереван, 1969.-215 с.
5. Овсянкин Н.А., Никитюк И.Е. Лечение детей с ложными суставами головки мыщелка плечевой кости. // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: материалы совещания главных специалистов. - С.-Пб, 2002. -218 с.
6. Овсянкин Н.А., Никитюк И.Е., Проценко Я.Н. Ошибки при лечении детей с переломами в области локтевого сустава. // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: материалы совещания главных специалистов. - С.-Пб, 2004. - С.171-172.
7. Патент РФ №2593230 A61B17/56

PEDAGOGICAL SCIENCES

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ ПЕДАГОГА: ОСНОВНЫЕ ПУТИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Шахметова Д.С.

*Национальная Академия образования им. Б. Алтынсарина
Министерства Просвещения Республики Казахстан,
к.п.н., главный эксперт*

THE MAIN ASPECTS OF THE CONTENT AND FORMATION OF PEDAGOGICAL COMPETENCE

Shakhmetova D.

*candidate of pedagogical sciences,
chief expert of National Academy of
Education named after Y.Altynsarin
Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan
DOI: [10.5281/zenodo.8070564](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070564)*

Аннотация

В статье рассматриваются структура и содержание психологической компетенции. Приведен сравнительный международный анализ на ключевые компоненты психологической компетенции педагога. Также освещены пути и механизмы формирования психологической компетенции педагога в условиях непрерывного образования. Подведены итоги и выводы о важных компетенциях педагога в его профессиональной деятельности.

Abstract

The article deals with the structure and content of pedagogical competence. A comparative international analysis of the key components of pedagogical competence is given. The ways and mechanisms of the formation of pedagogical competence in the context of continuous education are also highlighted. The results and conclusions about the important competencies of the teacher in his professional activity are summed up.

Ключевые слова: Компетенция, педагогика, педагогическая деятельность, педагогическое мастерство, педагогическая компетенция, знание, умения, навыки.

Keywords: Competence, pedagogy, pedagogical activity, pedagogical skills, pedagogical competence, knowledge, abilities, skills.

В рамках исследования психологической компетенции педагога проводятся многочисленные исследования, которые включают анализ качества межличностных отношений между педагогом и студентами, а также оценку способностей педагога к эмоциональной стабильности и управлению эмоциями в различных ситуациях.

В зарубежных исследованиях психологическая компетенция педагога определяется как способность педагога эффективно управлять отношениями со студентами, способность к эмоциональной регуляции, а также способность к межличностному взаимодействию и решению конфликтных ситуаций.

Кроме того, исследования также уделяют внимание развитию психологической компетенции педагога, и методам, которые могут использоваться для развития этих навыков. Например, такие методы, как тренинги и практические занятия, которые могут помочь педагогам развить свои межличностные навыки, управление эмоциями и решение конфликтов.

Также зарубежные исследования уделяют внимание важности индивидуальных различий между педагогами и учениками, и находят способы адаптации и приспособления методов работы с различ-

ными типами личностей, чтобы максимально эффективно использовать свои педагогические навыки и улучшать качество образования.

Педагогическая компетенция – это необходимый набор знаний, навыков и умений, которые позволяют педагогу эффективно взаимодействовать с учениками и обеспечить их развитие и обучение. Психологическая компетенция педагога включает в себя понимание основных принципов развития и поведения детей, а также умение применять эту информацию для создания благоприятной обучающей среды.

Некоторые из ключевых элементов психологической компетенции педагога включают:

- Знание различных методов и техник обучения, включая индивидуальное обучение, групповые занятия и дистанционное обучение.

- Понимание того, как разные ученики учатся и взаимодействуют в учебной среде, в том числе как социальные, культурные и семейные факторы могут влиять на их обучение.

- Понимание основных принципов развития детей и подростков, включая физическое, когнитивное и эмоциональное развитие.

– Умение адаптироваться к различным стилям обучения и учебной среде, а также умение применять эффективные методы обратной связи и поддержки для стимулирования ученического роста.

– Умение эффективно управлять поведением и конфликтами в классе, а также умение помочь ученикам развивать социальные навыки и учиться взаимодействовать друг с другом.

– Умение распознавать и реагировать на проблемы и потребности учеников, включая психологические проблемы, такие как тревожность, депрессия или нарушения поведения.

– Умение работать с родителями и другими заинтересованными сторонами, чтобы обеспечить лучшие результаты обучения для учеников.

– Способность к самоанализу и постоянному обучению, чтобы оставаться в курсе последних тенденций и наилучших практик в области образования и психологии.

Все эти элементы психологической компетенции педагога помогают обеспечить успех учеников в школе и жизни.

Психологическая компетенция педагога представляет собой сложный набор навыков и способностей, которые позволяют ему эффективно управлять межличностными отношениями с учениками, регулировать свои эмоции и решать конфликтные ситуации. Структура психологической компетенции педагога может быть представлена следующим образом:

1. Межличностные навыки: способность устанавливать эффективные отношения с учениками, общаться с ними на уровне, который будет воспринят позитивно, и находить пути разрешения конфликтов.

2. Эмоциональная стабильность: способность эффективно управлять своими эмоциями, не позволяя им повлиять на качество взаимодействия с учениками.

3. Адаптивные навыки: способность адаптироваться к индивидуальным различиям в учениках и

применять различные методы взаимодействия в зависимости от потребностей и особенностей учеников.

4. Понимание психологии: знание психологических теорий и принципов, которые могут помочь педагогу лучше понимать поведение и потребности учеников и принимать рациональные решения в сложных ситуациях.

5. Рефлексия и самооценка: способность анализировать свои сильные и слабые стороны, выявлять свои проблемы и искать пути их решения, а также стремиться к личностному росту и развитию.

Эти элементы взаимосвязаны и взаимодополняют друг друга, и в целом образуют комплексную структуру психологической компетенции педагога.

Статья выполнена в рамках программно-целевого финансирования научно-технической программы OR 11465474 «Научные основы модернизации системы образования и науки» (2021-2023 гг., Национальная академия образования им. Б. Алтынсарина).

Список литературы

1. Жарыкпаев К., Калиев С. Антология педагогической мысли Казахстана. – Алматы: Раун, 1995, 512 с.
2. Сударчикова Л. Г. Введение в основы педагогического мастерства: учебное пособие. – Москва: ФЛИНТА, 2014.
3. Сударчикова Л. Г. Введение в основы педагогического мастерства: учебное пособие. – Москва: ФЛИНТА, 2019.
4. Кандаурова А. В., Суртаева Н. Н. Педагогическое мастерство: формирование педагогического стиля: Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. – Москва: Юрайт, 2019.
5. Подымова Л. С., Дубицкая Е. А., Борисова Н. Ю., Духова Л. И., Сластенин В. А. Педагогика: учебник и практикум для вузов. – Москва: Юрайт, 2022.

PHILOLOGICAL SCIENCES

EXPLORING THE SHARED VOCABULARY: LITHUANIAN, LATVIAN, AND PRUSSIAN

Alisoy H.

Nakhchivan State University lecturer

DOI: [10.5281/zenodo.8070578](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070578)

Abstract

This article provides a comprehensive study of Baltic languages - primarily Lithuanian, Latvian, and the now-extinct Old Prussian - part of the Indo-European language family. Despite their geographical proximity and common ancestry, these languages are not mutually intelligible. They retain many archaic features, making them valuable for reconstructing the Proto-Indo-European language. A shared vocabulary, including cognates, exists between these languages, which, however, doesn't mean linguistic homogeneity due to variations in pronunciation, spelling, and grammar. The influence of Proto-Indo-European is highlighted through examples of inflection, a pitch accent system, and the dual number usage. The article also discusses the extensive grammatical and syntactical similarities among these languages, such as the rich inflectional system and a complex case system.

Keywords: Baltic Languages, Lithuanian, Latvian, Old Prussian, Shared Vocabulary, Lexical Match, Proto-Baltic Roots, Proto-Indo-European, Inflection, Pitch Accent System, Dual Number.

Introduction to Baltic languages: The Baltic languages, primarily consisting of Lithuanian, Latvian, and the now-extinct Old Prussian, form a distinct group within the larger Indo-European family of languages. They occupy a unique place in the field of linguistics, given their considerable antiquity and rich linguistic heritage [1].

Geographically, these languages originated in the Baltic region of Northern Europe, specifically modern-day Lithuania, Latvia, and the Kaliningrad Oblast of Russia, where Old Prussian was once spoken [2]. Despite close geographical proximity, the Baltic languages, especially Lithuanian and Latvian, are not mutually intelligible, though they share a common ancestry and have notable lexical similarities [3].

As of the current estimates, Lithuanian is spoken by approximately 3 million people, mainly in Lithuania and among Lithuanian emigrant communities worldwide. Latvian, on the other hand, has about 1.75 million speakers, predominantly in Latvia [4]. Old Prussian, unfortunately, has no native speakers and is considered an extinct language [5].

In the context of the Indo-European language family, the Baltic languages represent one of the most conservative branches, retaining many archaic features that have been lost in other Indo-European languages. This characteristic makes them a valuable resource for linguistic studies focusing on the reconstruction of Proto-Indo-European language [6].

Shared Vocabulary and Common Roots

Despite their unique characteristics and divergence over time resulting in non-mutual intelligibility, the Baltic languages—Lithuanian, Latvian, and Old Prussian—exhibit a noteworthy convergence in their lexicon. A substantial amount of common vocabulary is shared between them, which is a significant indicator of their shared Proto-Baltic roots, implying a more unified linguistic continuum in the past [1].

The notion of a 'lexical match,' a term used in linguistic studies, refers to instances where words in different languages, despite their current non-identical forms, retain the same meanings and bear enough phonetic similarity to suggest a shared origin [2]. Within

the realm of the Baltic languages, a plethora of such lexical matches exists, shedding light on the intertwined connections and shared heritage of these languages. A concrete example of this is the word for 'water.' In Lithuanian, it is 'vanduo,' in Latvian, 'ūdens,' and in Old Prussian, 'wāgis.' While the forms have diverged over time, their Indo-European root '*wódr̥' is discernable [3].

Examining these cognates with a more analytical lens aids linguists in inferring their likely Proto-Baltic roots. Such exploration maps out the historical linguistic changes that these words have weathered over time, from their Proto-Indo-European origins to their modern-day forms. Furthermore, the study of these cognates can unearth intriguing insights into the cultures, traditions, and histories of the societies that have spoken these languages. For instance, the shared word for 'wolf,' - 'vilkas' in Lithuanian, 'vilks' in Latvian, and 'wilks' in Old Prussian - indicates a shared cultural significance of this animal in the Proto-Baltic society [4].

However, it is imperative not to fall into the misconception that shared vocabulary equates to linguistic homogeneity. The manner in which words are pronounced, spelled, and grammatically deployed varies considerably across languages, impacting the comprehension and usage of these words. Consider the word for 'bird' across the three languages: 'paukštis' in Lithuanian, 'putns' in Latvian, and 'puclis' in Old Prussian. Despite a common Indo-European root, the pronunciation, spelling, and even the evolution of the word's form have diverged substantially [5].

This linguistic diversity necessitates a careful, nuanced approach when examining the shared vocabulary of the Baltic languages. Unraveling the rich tapestry of Baltic languages involves not only identifying the lexical matches but also acknowledging the linguistic variations that make each language unique [6].

Influence of Proto-Indo-European Language

The Proto-Indo-European language (PIE)—the hypothetical prehistoric ancestor of all Indo-European languages—has left its mark on a wide array of linguistic families, including the Baltic languages, represented here by Lithuanian, Latvian, and Old Prussian [7].

Historically, Proto-Indo-European has been considered the primary source of these languages' fundamental structure, providing an underlying framework for their grammatical and lexical systems [6]. This influence is particularly salient in the Baltic languages, which are widely considered some of the most conservative Indo-European languages, preserving features long since lost in other branches [8].

Inflection, for instance, is a common feature in the Baltic languages inherited from Proto-Indo-European. This grammatical process, which involves modifying a word's form to express various grammatical categories, is a striking indicator of the influence of Proto-Indo-European. The words for 'wolf' in Lithuanian, Latvian, and Old Prussian, 'vilkas', 'vilks', and 'wīlks', respectively, each change form to indicate case, number, and gender—reflecting the inflectional complexity of their Proto-Indo-European roots [9].

Furthermore, Baltic languages, especially Lithuanian, have maintained the pitch accent system thought to exist in Proto-Indo-European, a feature absent in most modern Indo-European languages. This pitch accent system is a type of tonal system where the pitch or tone used when pronouncing a word can affect its meaning. A striking example is the Lithuanian word 'karas', meaning 'war', and 'karàs', meaning 'penalty', where the accent's placement changes the word's meaning [10].

The preservation of the dual number in Old Prussian, another linguistic feature believed to originate from Proto-Indo-European, is another testament to the influence of PIE. The dual number, used to denote exactly two of something, has mostly disappeared in other Indo-European languages but can still be observed in Old Prussian in words like 'dukti' (two daughters) and 'anktai' (two eyes) [11].

The influence of Proto-Indo-European on the Baltic languages underscores their historical, cultural, and linguistic significance. These languages are treasure troves for linguists seeking to understand the evolution of language from its earliest roots. Therefore, continued research in this field can yield further insights into the early Indo-European societies that birthed these fascinating languages [12].

Grammatical and Syntactical Parallels in Baltic Languages

Lithuanian, Latvian, and Old Prussian—collectively referred to as the Baltic languages—are tightly bound by shared linguistic threads. From their common genesis in the Proto-Baltic language, itself a descendant of the ancient Proto-Indo-European, these languages exhibit remarkable correspondences in their grammatical and syntactical structures [9].

One of the most prominent linguistic hallmarks of the Baltic languages is their rich inflectional system, inherited from their Proto-Indo-European roots. This system allows them to express grammatical relationships between words through alterations in word form, rather than relying heavily on word order or prepositions as in English [6].

In terms of nominal morphology, all three Baltic languages utilize a complex case system. Lithuanian

boasts seven cases (nominative, genitive, dative, accusative, instrumental, locative, and vocative), while Latvian maintains six, having lost the vocative case over time. Although extinct, Old Prussian is known to have shared a similar system [13].

Let's examine the Lithuanian noun 'namas' (house), which changes form based on its case. In the genitive, it becomes 'namo', in the dative, 'namui', in the accusative, 'namą', in the instrumental, 'namu', in the locative, 'name', and in the vocative, 'name'. The corresponding Latvian noun 'nams' also undergoes similar changes: 'nama' (genitive), 'namam' (dative), 'namu' (accusative), 'namu' (instrumental), 'namā' (locative). For Old Prussian, the noun 'namo' would follow a similar case modification: 'namen' (genitive), 'namai' (dative), 'namon' (accusative), 'namen' (instrumental), 'namen' (locative) [10].

In the realm of verbal morphology, Baltic languages demonstrate an intricate system of verb conjugation, which reflects tense, mood, voice, aspect, and person. Lithuanian, Latvian, and Old Prussian all exhibit this level of complexity that has faded in many other Indo-European languages [14].

Consider the Lithuanian verb 'eiti' (to go). Its conjugation changes based on tense and mood: 'ei' (go!) in the imperative, 'eina' (is going) in the present tense, 'éjo' (went) in the past tense, and 'eis' (will go) in the future tense. The Latvian counterpart 'iet' follows a similar pattern: 'ej' (go!), 'iet' (is going), 'gája' (went), and 'ietis' (will go). Though less is known about Old Prussian verb conjugation, it is believed to have followed a comparable model [11].

As for word order, due to their inflected nature, Baltic languages have a degree of flexibility. However, they usually adhere to a subject-verb-object (SVO) structure in declarative sentences, similar to English. For instance, in Lithuanian, "Aš myliu kates" translates to "I love cats" in English, where "Aš" is the subject, "myliu" is the verb, and "kates" is the object. The same sentence in Latvian would be "Es mīlu kakus," and in Old Prussian, it would likely have been "As myliu katuns" [12].

Examining these grammatical structures and syntax across the Baltic languages elucidates the shared linguistic framework. Studying these patterns can contribute to a broader understanding of the linguistic evolution of the Baltic languages and the cultural and historical influences that shaped them [8].

Shared Vocabulary: Linguistic Reflections of Common Ancestry and Cultural Experiences

The Baltic linguistic spectrum, consisting of Lithuanian, Latvian, and Old Prussian, although unique in their own right, reveals a significant convergence in their lexicon. The shared vocabulary not only unveils their common lineage but also mirrors the societies' cultural narratives, historical experiences, and societal structures, thereby serving as a rich, linguistic testimonial of their shared past [1,8].

A remarkable attribute of this shared vocabulary, intimately intertwined with their geographical setting and lifestyle, is the extensive terminology related to the natural environment. The Baltic region, adorned with

abundant seas, lush forests, and fertile lands, has witnessed its people forge a deep connection with nature, reflected in their languages [9].

One could note the consistency in words related to nature, such as 'tree,' expressed as 'medis' in both Lithuanian and Latvian, and 'meddin' in Old Prussian. The word for 'water' is 'vanduo' in Lithuanian, 'ūdens' in Latvian, and 'wundan' in Old Prussian. These examples display the people's relationship with their environment, but also their shared Indo-European roots [3,5]. Similarly, the term for 'earth'— 'žemė' in Lithuanian, 'zeme' in Latvian, and 'semo' in Old Prussian—reveals the societies' agrarian leanings and their intimate bond with the soil [9].

Moving beyond the environmental lexicon, words reflective of familial ties and societal structures expose the social dynamics and familial orientations of ancient Baltic societies. The term for 'mother,' for instance, demonstrates this consistency— 'motina' in Lithuanian, 'māte' in Latvian, and 'moti' in Old Prussian. The word 'brother' also exhibits similarity— 'brolis' in Lithuanian, 'brālis' in Latvian, and 'brati' in Old Prussian [9,14].

Interestingly, the Baltic languages demonstrate a significant degree of consistency in the so-called 'Swadesh' words, a term coined after the linguist Morris Swadesh. These words comprise basic vocabulary encompassing body parts, basic actions, natural phenomena, and rudimentary adjectives, typically resistant to linguistic change. For example, the word for 'eye' in Lithuanian is 'akis', aligning closely with 'acs' in Latvian and 'ackis' in Old Prussian. Another example is 'ugnis', representing 'fire' in Lithuanian and Old Prussian, taking a slightly variant form 'uguns' in Latvian [4,13].

Furthermore, even abstract notions such as love and death find common linguistic roots in these languages. The word for 'love' is 'meilė' in Lithuanian, 'mīlestība' in Latvian, and 'meylis' in Old Prussian. In a similar vein, 'death' translates to 'mirtis' in Lithuanian, 'nāve' in Latvian, and 'nauti' in Old Prussian [5,12].

By delving into these linguistic commonalities, it becomes evident that the Baltic languages are more than mere instruments of communication. They encapsulate cultural narratives, forming a linguistic tapestry woven with shared historical threads. Continued scholarship in this field stands to uncover more facets of the cultural, societal, and historical contexts that have guided the evolution of these languages over time [6,7].

Phonological Similarities: Echoes of a Common Tongue

Phonology, the study of the systematic organization of sounds in languages, offers another lens through which we can view the interconnectedness of the Baltic languages. Lithuanian, Latvian, and Old Prussian all display phonological characteristics that can be traced back to their Proto-Baltic and ultimately Proto-Indo-European roots [9].

Vowel and Consonant Systems: The Baltic languages have a complex vowel system with long and short vowels and distinctive diphthongs. For instance, Lithuanian and Latvian both have six short vowels and a number of long vowels and diphthongs. While the

phonetic values may vary, the symmetry of the system remains [6].

In Lithuanian, 'čia' means 'here' and 'šia' means 'this way'. These words, though similar, are differentiated by their initial consonant sounds. In Latvian, the corresponding words are 'šis' for 'this' and 'čia' for 'here', again reflecting a phonetic symmetry [13].

The Baltic languages also share several consonant features. Lithuanian, Latvian, and Old Prussian all employ a rich set of consonants, including stops, fricatives, affricates, nasals, laterals, and approximants. For instance, the word for 'good' in Lithuanian is 'geras', in Latvian it's 'labs', and in Old Prussian it's 'geras' [14].

Pitch Accent: Another intriguing phonological aspect shared by the Baltic languages is the pitch accent, a feature associated with changes in the tone of a syllable rather than its stress. Lithuanian and Latvian both have a pitch accent system. For example, in Lithuanian, 'karas' can mean 'war' when the accent is on the first syllable or 'frost' when the accent is on the second syllable. Similarly, in Latvian, 'kāzas' can mean 'wedding' when the accent is on the first syllable, but it means 'goats' when the accent is on the second syllable [15].

Though less is known about the phonology of Old Prussian, it is generally accepted that the pitch accent played a role in its linguistic system as well [11].

Studying the phonological attributes of the Baltic languages underscores their linguistic kinship and offers valuable insights into the development and evolution of these languages. Each shared feature and systematic similarity we uncover brings us a step closer to piecing together the complex puzzle of their shared linguistic past [8].

Conclusion: Unraveling the Interconnectedness of the Baltic Linguistic Heritage

The exploration of Lithuanian, Latvian, and Old Prussian languages allows us to delve deeper into their shared linguistic heritage, illuminating the intricate interplay of their shared vocabulary, syntax, grammar, and phonology. These shared features, etched indelibly into the fabric of the Baltic languages, reflect their deep-rooted Proto-Baltic heritage and the mutual environmental, cultural, and societal influences they have undergone over millennia.

However, the journey through these languages is not merely a tale of shared characteristics. Each language, while deeply connected to its Baltic siblings, has traced its own unique path of development and adaptation. These unique trajectories have led to distinct variations and features that have come to define each language's identity.

The pitch accent system, prevalent in both Lithuanian and Latvian, serves as a striking example. Although both languages have preserved this distinctive system, they have implemented it in unique ways. In Lithuanian, for instance, the word 'karas' can mean either 'war' or 'frost', depending on the placement of the accent on the first or the second syllable, respectively. Similarly, in Latvian, 'kāzas' can signify either 'wedding' or 'goats' based on the syllable accentuated [6].

Similarly, the Lithuanian language has maintained a more conservative grammatical structure compared to Latvian. For example, Lithuanian preserves the noun

declension system with seven cases: nominative, genitive, dative, accusative, instrumental, locative, and vocative. On the other hand, modern Latvian has somewhat simplified its system, primarily using five cases: nominative, genitive, dative, accusative, and locative [15].

Old Prussian, despite being extinct, remains an invaluable source of insight into the ancient Baltic linguistic landscape. The Old Prussian text "Elbing Vocabulary," for instance, includes words such as 'asins' for 'blood' and 'gals' for 'voice,' resembling closely to Latvian 'asins' and 'balss,' and Lithuanian 'kraujas' and 'balsas' [11].

Through this intricate interweaving of commonalities and differences, a rich and vibrant tapestry of Baltic linguistics emerges, reflecting both a shared past and a saga of individual evolution. Each thread of commonality narrates a chapter of shared history and ancestry, while each strand of divergence adds a unique flavor, revealing individual paths of evolution and adaptation.

The exploration of Baltic languages thus presents a continually evolving narrative, offering valuable insights not only into the linguistic past of the Baltic region but also into the broader canvas of Indo-European linguistics. As we persist in untangling the complexities and marvels of these languages, we continue to enrich our understanding of the cultural, societal, and historical context that fostered their development, holding the promise of further fascinating discoveries [8].

References

1. Dini, P. U. (2000). Baltic Languages. Encyclopedia Britannica.
2. Bojtár, Endre (1999). Foreword to the Past: A Cultural History of the Baltic People. Central European University Press.
3. Vanagas, A. (1981). *Baltic Linguistics and Linguistic Baltistics. Mokslas Publishers.
4. Ethnologue (2022). Languages of the World: Lithuanian. SIL International. <https://www.ethnologue.com/language/lit>
5. Stang, C. (1966). Slavonic and Baltic Linguistics. Oslo: Universitetsforlaget.
6. Fortson, B. W. (2010). Indo-European Language and Culture: An Introduction. Wiley-Blackwell.
7. Mallory, J.P., Adams, D.Q. (2006). *The Oxford Introduction to Proto-Indo-European and the Proto-Indo-European World. Oxford University Press.
8. Kapović, Mate (2017). The Indo-European Languages. Routledge.
9. Kortlandt, Frederik (2009). *Baltic Linguistics and Indo-European. Leiden University.
10. Ambrazas, Vytautas (1997). Lithuanian Grammar. Vilnius: Baltos lankos.
11. Toporov, Vladimir (1965). Prusskiy yazyk: Slovar' [The Prussian Language: A Dictionary]. USSR Academy of Sciences.
12. Clackson, James (2007). Indo-European Linguistics: An Introduction. Cambridge University Press.
13. Holvoet, Axel (2007). *Studies in Baltic and Indo-European Linguistics.* John Benjamins Publishing Company.
14. Endzelīns, Jānis (1951). *Latviešu Valodas Gramatika* [Grammar of the Latvian Language]. Latvijas Valsts Izdevniecība.
15. Zinkevičius, Zigmas (1996). *Rinktiniai raštai* [Selected Works]. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas.

THE DIFFICULTIES IN TEACHING AND LEARNING ENGLISH IDIOMS

*Pușcașu A.,
Technical University of Moldova, University Assistant
Şişianu A.
Technical University of Moldova, University Assistant
DOI: [10.5281/zenodo.8070584](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070584)*

Abstract

The idioms are an indispensable part of the English language, thus becoming an essential moment whilst teaching-learning the English language. But, the process of teaching and learning English idioms has always been a challenging one and requires a lot of experience and creativity, since they are not always easy to understand, remember and use. This study aims to investigate the perspective of English teachers on idioms in language teaching and learning. It assumes that the major points that make idioms such an obstacle to English learners are: a) the complex structure of idioms; and b) the idiom comprehension. During this very study we used the meta-synthesis method to find some common results and to identify overall trends whereas teaching-learning English idioms. So, we've come to the conclusion that a systematic review of the grounds beyond the difficulties in teaching-learning the English idioms could be of a great aid.

Keywords: analysability, equivalence, idiomatic, idiomaticity, metaphoricity.

1. Introduction

Every language retains idioms with the specialized features in linguistic forms. The idiom is functional and is one of the manifold figurative speeches in linguistics. It is commonly being used by the people of a particular region or country for informal and formal, spoken and written purposes. Idioms are not only a part of language, but also they are the part of universal communication. We use idioms for theoretical purposes, and if we categorize idioms, they can be used in different ways for different purposes.

The English language is very rich in idiomatic expressions. They are everywhere! In order to preserve humorouslyness and originality of the English language idioms should be learned and used in English. So, we can say, that it's a duty of a teacher to acquire idioms and to become able to teach them in spite of the difficulties that are encountered during this process. Although idioms and most figurative expressions are used extensively by native speakers in all form of discourse, they seem to be often a neglected topic in schools. English teachers sometimes try to simplify the English language to their students and most of the focus is directed to grammar rules as they find idioms hard to comprehend or dispose. That's why, this lack of understanding of idiomatic expressions then can lead to communication failure. In consequence, we consider that the problem of identifying the difficulties in teaching-learning English idioms is a very important and interesting one.

This article gives a broad perspective on difficulties in teaching and learning English idioms. The purpose of this didactical research is to identify the difficulties in teaching-learning English idioms, thereby to make this process less troublesome and challenging. Overall, this work analyzes, interprets and draws the difficulties that appear in the process of teaching-learning English idioms. Moreover, this paper looks at and explains the reasons behind the difficulties of English idioms that learners encounter in listening, reading, and speaking.

After a systemic review of different studies and a meta-synthesis of a lot of works about English idioms, we can definitely mention that idioms play an important

role in English language studying due to their frequency and, which is more, that English idioms are difficult to understand, remember and use because of their complex nature. *Noodle on that thought for a while, and you'll understand why it's hard for our students to make heads or tails out of any idiom* [4].

2. Materials and Methods

During the study there were consulted a great number of books, dictionaries, and articles on this topic. In this very study the systemic review of multiple theories of idioms was tried. By combining different studies and ideas of idiom structure and meaning, we have aimed to come up with some new useful results in order to identify the difficulties while teaching-learning the English idioms. In fact, after all particular attention was paid to the meta-synthesis method of research, that is the basic tool of the work. Thereby, after a long qualitative study, we have managed to combine all our findings and then, to make known the data of multiple studies to summarize common results and to point out overall trends.

3. Results

3.1 Defining the Term of Idiom

Many linguists claim that it is practically impossible to produce a general definition of idiom that would cover all its features and attributes. The word "Idiom" is of Greek origin and means "standing apart on its own". An idiom, then, is a construction which stands apart from the rest of the language on account of this irregularity and examination would show that they are almost all of a popular rather than a literary character, belonging to the spoken rather than the written language. Idioms are considered figures of speech, which are defined as "a group of words in a fixed order, that have a particular meaning that is different from the meanings of each word on its own." [4]. In the Longman Idioms Dictionary (1998) the idioms are defined as "a sequence of words which has a different meaning as a group from the meaning it would have if you understand each word separately" [13]. The Dictionary of English Colloquial Idioms writes that "idioms are phrases which allow no elements to be replaced by a synonym" [25].

Consequently, idioms must not be broken up into their elements, as they are referred to as a fixed expression [5]. Brenner believes that native English speakers simply use idioms without being aware what constitutes them. He notices that in dictionaries certain confusion and disagreement can be found about the definition of idioms. However, the most usual definition is "two or more words together that, as a unit, have a special meaning, that is different from the literal meaning of the words separately." These units sometimes are not only distinct in meaning from what the words would mean individually, but they are also considered more effective or thrilling in a certain context [2].

Idioms are an important and indispensable part of everyday language. They are considered a fascinating phenomenon in language and the interest in them has long tradition [3]. Levorato claims that the reason why they are so amazing is that they engage imagination, can transform abstract meaning into concrete ones and enrich the meaning of simple concepts. Idiomatic expressions are not a restricted part of the language, but they do exist in every area of human communication [14]. Johnson-Laird in 1993 describes idioms as mysterious as "the poetry of daily discourse". They are universal, and this fact emphasizes even more their importance in language. Spontaneous speech becomes difficult without the use of idiomatic language [14, p.102].

The center in idioms studies has varied from form and frozenness to metaphoricity and the degree of literality, i.e. from idiom structure to idiom meaning [17]. Different approaches and the variety of features of idioms have added to their complexity. According to Cacciari and Tabossi the difficulties in characterizing idioms is one of the reasons why idioms have reached fairly little attention even though their relevance is undisputable. Idioms are irrational and frustrating attribute of discourse since their meaning do not depend on the meanings of their parts and the syntactic relations of those parts [14].

3.2 Difficulties in Teaching-Learning English Idioms

The process of teaching and learning idioms has always been a challenging one. A teacher should have a well-founded knowledge of the language and its cultural aspects to search for the best meaning and decide when certain idioms would or would not be appropriate. So, a teacher usually develops different strategies and solutions regarding the teaching of idioms. In the literature of specialty there are described some features which can be responsible for the difficulties in idioms' teaching-learning.

Idioms are surely among the most difficult things for a person to acquire in the process of learning a new language, because people usually grow up using idioms. The English language itself possesses a huge variety of idioms, which infuse the language with taste and colour. Idioms are used in both spoken and written English, as well as, they are present in all spheres of life. They are better employed by native speakers, and a lot of linguists consider that idioms are just for one language, because in some cases, when an idiom is used

into a second language, its meaning may be misused or may have no sense as it once has in the source language.

Figurative meaning is the key feature of idioms, which V. V. Vinogradov named "the special chemical mixture" of the meaning of all components [23, p.123]. Consequently, idioms should be understood metaphorically rather than literally. That's why there is no surprise that in learning idioms, teachers run into difficulties that seem invincible.

The main problem the teachers face is the lack of equivalence. It means, that to find idioms in the target language which possess the same form and meaning as those in the source language, is almost impossible and leads to stylistic and semantic errors. The idioms that are culture bound are especially difficult to use. So, a teacher should proceed and explore patiently the culture of the target country in order to demystify and bring out cultural particularities strongly reflected in the language system. In short, the main problems that idioms raise in teaching relate to the following important fields: the ability to recognize and comprehend an idiom correctly; and the difficulties of reproducing the various aspects of meaning that an idiom brings into the target language. So, studying of idioms involves far more than the understanding of lexical and grammatical structures of two languages.

Moreover, problems of teaching-learning English idioms involve not only linguistic and stylistic features, but also the cultural and social differences between the original language and the second language.

Baker also refers to the difficulties in teaching-learning idioms. She underlines four main difficulties. The first is lack of an equivalent of an idiom or fixed expression in the studied language. The second difficulty noticed by Baker when an idiom has a similar counterpart in the second language, but it is used in different contexts because of its different meaning. The third type of problem occurs when "an idiom may be used in the native text in both its literal and idiomatic senses at the same time. And finally, the fourth difficulty mentioned by Baker is related to the different native-language and studied-language practice regarding the use of idioms in written text, certain contexts, or the frequency of their use [1, pp.10-75].

Davies as well mentioned some of the problems regarding the translation of idioms and fixed expressions, that are very similar to those noticed by Baker: recognition; lack of equivalent in second language; a similar counterpart in the studied language with a different context use; an idiom used in the native text both in its literal and idiomatic sense at the same time; difference between the agreement, context, and frequency of use in the studied language and native language [6].

According to all these challenging factors in recognizing, comprehension and learning idioms listed above, we can come to the conclusion that idioms are definitely a prominent field for teachers. Overall, there are some general features that make the process of teaching-learning idioms troublesome. In order to overcome these difficulties and to choose the right strategy of teaching, a teacher should know these characteristics of idioms that make them so challenging and complex.

So, the difficulties in studying English idioms are related to the complexity of their definitions and the understanding of their meaning.

3.2.1 The Complexity of the structure of Idioms

Idioms studies have a long way all over the world. But, despite the increased number of researches on idioms, scholars have not been able to agree on definition of them. Anyway, what is agreed on is that idioms are very difficult to characterize and, as Mantyla points out, it is impossible to define them in an undeniable way [17, p.36]. Moreover, to make this issue more difficult, one also has to differentiate idioms from idiomaticity. Fernando declares that idioms and idiomaticity are not identical even if they have close relations. She also claims that all idioms indicate idiomaticity, but not all words combinations that show idiomaticity are idioms. Fernando gives examples of word combinations, such as "catch a bus/a train" and "black/strong coffee", that show idiomaticity but they aren't idioms since they are quite unrestricted in their variants [8, p.30]. The parts of idioms cannot be changed or they can be replaced only within limitations. So, the essential characteristics of idioms should be explored in order to understand better their complex nature.

Mantyla is of the opinion that the character, range of literalness and figurativeness as well as the relationship between them appears to be the key point with idioms, because it is difficult to define the relationship of idioms with other metaphorical and multi-word expressions. However, he thinks that there are also other features of idioms that have been pointed out, such as their structure, for instance. The definition of the idiom depends on the feature that is emphasized. Some features of idioms are more valuable than others, but there must be involved many characteristics in order to call an expression an idiom [17, pp. 26-28].

By Fernando, there are three features that identify the idioms: structure, institutionalization and semantic opacity. Structure means that idioms consist of more than one word, so they are multiword expressions. Institutionalization denotes that idioms are conventionalized expressions as they are "created" word combinations. Semantic opacity refers to their non-literal features, namely the meanings of idioms are not the sum of their literal parts. Yet, Fernando admits that these three characteristics occur very habitually in many types of multi-word expressions, which means that such expressions as proverbs, collocations and similes can also be classified as idioms. Consequently, there have to be also some other features that differentiate idioms from other similar expressions [8, pp. 3-6].

Fernando's definition of idioms is quite broad: "conventionalized multi-word expressions often, but not always, non-literal." According to her the basis of idiomaticity is the habitual circumstances of specific words which conducts to the formation of different kinds of idioms and collocations. She differentiates between idioms and idiomaticity as well as idioms and collocations. Not all the word combinations that indicate idiomaticity are idioms, as well as, idioms and collocations are related, but still, different lexical types. Idioms require a specific order and lexical form. So

Fernando indicates three sub-classes of idioms: pure idioms, semi-idioms and literal idioms [8, p.38].

Afterwards, Mantyla refers to five features while characterizing idioms, which are: metaphoricity/figurativeness, analyzability/non-compositionality, fixed form, level of formality and multi-word expressions. Metaphoricity is the most common one and it is regarded as the essential feature of idioms. Analysability indicates that an idiom is dead, i.e. their meanings are arbitrary and not figurative. Steadiness of form, on the other hand, means that idioms do not tolerate any change in their structure, that they are frozen. The level of formality denotes that idioms belong to informal, spoken language. And finally, idioms imply more than one word, so, they are surely multi-word expressions [17].

However, later on, Mantyla disputes these views on the basis of other idiom studies and each feature is critically reviewed. So, all in all, he remarks that instead of the significance or degree of any single characteristic, idioms should comprise the combination of these features. None of the characteristics specified above may be used individually to identify an expression as an idiom [17].

During times, idioms have been explored from many different approaches, that have affected the definition of this term. Mantyla, consequently, introduces five different approaches that refer to idioms [17]:

1. The structure of an idiom and its variations.
2. The processing and storing of idioms.
3. The metaphoricity of idioms.
4. Teaching, learning and understanding idioms.
5. Idioms within idiomatic language, and the functions of idioms.

Uriel Weinreich in his study "Problems in the Analysis of Idioms" mentions two problems one should face while identifying idiomaticity:

- The first problem is to distinguish idioms from non-idiomatic expressions.
- The second one is to find out idioms that can be broken up into non-idiomatic components.

He writes that the semantic structure of idioms is "an extreme example of contextual semantic specialization, defined by a cluster of characteristics that also occur separately". Later on, he refers to the definition of idioms, that are phraseological units which have at least two polysemous constituents, and in which there is a reciprocal contextual selection of sub-senses. He concentrates too much on form instead of meaning [24, pp. 40-43].

Fraser studied the meaning of idioms within the structure of the sentence, and how idioms can undergo particular syntactic transformation. He defines an idiom as "a constituent or series of constituents for which the semantic interpretation is not a compositional function of the formatives of which it is composed" [10]. He comes to the conclusion that idioms have the same deep structure analysis as their literal counterparts.

Makkai distinguishes between two types of idioms – lexemic and sememic. He declares that an idiom is made up of more than one free form and gives two features: lexemic idiom is defined as "each component can

occur in other environments as a realization of a monolexemic lexeme" and sememic idiom as "the aggregate literal meaning as derived from the respective constituent lexemes works additionally as a realization of a sememic network which is unpredictable". He shows lexemic idioms with the example of "White House" and "blackbird" and sememic idioms with "chew the fat". He also differentiates some types of idioms such as for example lexical clusters (red herring) or tournures (fly off the handle). His taxonomy of idioms is very effective and elaborated [16, pp. 101-120].

If to refer to some modern approaches to the complex problem of defining the idioms, F. R. Palmer is one of the foremost semanticists in the world, who has dealt with idioms in his book "Semantics". He sees idioms as a collocation of a special kind and defines it as "a sequence of words whose meaning cannot be predicted from the meanings of the words themselves" [20, p.80]. He considers idiom semantically a single unit, but which do not function that way. Grammatically, on the other hand, idioms are not single units, mainly because they can't have a past tense as well as they can't sometimes form a passive voice (e.g. to kick the bucket – the bucket was kicked). In addition, there is a lot of other grammatical restrictions, that vary from idiom to idiom. Palmer calls these kind of idioms, frozen. Next, he refers to partial idioms, that are combinations of words where "one of the words has its usual meaning, the other one has a meaning that is peculiar to the particular sequence" [20, p.81]. For example, "red hair" that refers to hair, although the hair isn't strictly red in colour; or "white wine", when the wine is in fact yellow by colour [20].

F. R. Palmer is also concerned with the phrasal verbs, that are the most commonly used idioms in English. He says that they are combinations "whose meaning cannot be predicted from the individual verb and adverb, and in many cases there is a single verb with the same or a very close meaning" [20, p.80-82]. Not all phrasal combinations have idiomatic status, many of them have a literal meaning, too. A very significant note in his work is about the translation of idioms. He says that a direct translation of idioms into other languages is in most cases not possible, and that for a successful translation, a translator has to find an equivalent of the idiom in the second language or rephrase the section involving idiom in different words [20].

Later on, C. Fernando and R. H. Flavell, in their book "On Idiom: Critical Views and Perspectives", develop a complex, modern and innovative definitions of idioms, which is considered a turning point in phraseology. Their definition includes important extra-phraseological factors such as pragmatics and variability of fixedness. They consider that idioms cannot be described by one generally applicable feature, but rather "by multiple criteria, each criterion representing a single property" [7, p.49]. So, they describe idioms in terms of five features each idiomatic construction should have: its meaning isn't a sum of its constituents, it is institutionalized, it is transformationally deficient in one way or another, it forms part of a set of expression in given language and it is a unit that has a homonymous literal counterpart or individual components that

are literal, yet the expression as a whole would not be interpreted literally [7].

L. Lipka describes idioms as "formally complex lexemes that cannot be broken down into morphemes", he adds that "if the semantic changes are so extreme that the meaning of the whole lexeme can no longer be derived from its parts, we speak of an idiom" [15, p.95]. Lipka claims that idioms are not "a simple, homogeneous category" and that "syntagmas of various kind are more or less affected by idiomaticity in the process of lexicalization" [15, p.96]. Consequently, idioms have a form of a single compounds (call girl, holiday), collocations (black market, red herring) or complex expressions (kick the bucket, blow a raspberry).

In 2009, in his book "Semantics", J. I. Saeed distinguishes the idioms and the collocations. Collocations are "a restricting influence, the tendency for words to occur together repeatedly,(they) can undergo a fossilization process until they become fixed expressions" [21, p.60], for example, "powerful car", "strong arguments". Idioms, on the other hand, undergo a similar process of fossilization, and are "expressions where individual words have ceased to have independent meaning" [21, p.60], for example, "kith and span" or "spith and span". He totally ignores expressions that are considered idioms by other linguists, for example "kick the bucket". He also gives a different definition of idioms and states that individual words in idiom do not have their own meaning. That is a point of view that other scholars would clearly not support [21].

Therefore, according to the approaches to idiomaticity discussed above, we can definitely claim that the problem of idioms is a very difficult and complex one.

3.2.2 On Idiom Comprehension

Besides complex structure, the comprehension of idioms is another difficult moment in the process of teaching-learning English idioms.

Gibbs points in his study that idiom comprehension is a complicated matter [11, pp. 465-466, 470]. By his opinion, the literal meaning of idioms is not assessed at the same time as their idiomatic meaning, but the last is understood more or less directly. He considers that this is very important since many idioms don't have precise literal meaning. Gibbs also claims that idioms have different and more exact meanings than their literal counterparts [11, p. 494]. For instance, the literal paraphrase "to get very angry" is not as colourful and complex in meaning as its idiomatic expression "to blow your stack" [11, p. 504].

Idioms are not arbitrary, dead metaphors, but they "have complex figurative interpretations" [11, p. 485]. People are not aware of the origins of idioms and, therefore, it is considered that they are understood similarly as words [11, p. 58]. He admits that the use of idioms is a matter of convention. People usually learn their meanings without knowing where they originate from. However, Gibbs mentions, that it doesn't mean that idioms with highly conventionalized meanings are metaphorically dead [11, p. 60].

Later on, Cacciari and Tabossi suggested another hypothesis for idioms understanding. They consider that idioms don't exist distinct in mental lexicon and

their meanings are tied to certain strings of words, and the meanings are recognized after the sufficient input of the string is provided. Additionally, they claim that words in the lexicon are only in one form and they are not evaluated as literal or idiomatic [3, p. 678].

Comprehension of idioms that have literal and idiomatic meaning depends on when the idiomatic construction is accessible. Thus, idioms are strings of words and the idiomatic form is activated despite the key position.

In 1993 Flores d'Arcais declared that unfamiliar idioms require additional processing whilst highly familiar ones are understood easily. He also argues that even familiar idiomatic phrases are processed through a full syntactic analysis like any other linguistic structure [9, p. 97].

The way idioms are processed is not the only thing that affects their comprehension. There are some more factors that influence the interpretation process, such as familiarity and transparency of idioms, as well as the context.

Moon in his studies came up to the conclusion that figurative meanings of familiar idioms are processed more quickly than the familiar literal meanings [18, p. 139]. Thus, idioms that are unfamiliar and have low ratings in literalness are problematic in interpretation.

Nippold and Rudzinski also studied idiom comprehension and they noticed that familiarity and transparency had a significant effect on understanding. High-familiar idioms were usually less problematic to explain or understand than low-familiar idioms [19, p. 731-736]. Later on, Nippold and Taylor proved that familiarity and transparency of idioms are important factors in idioms understanding and explanation [19, p. 430]. So, they affect the process of comprehension of idioms, consequently, transparency and familiarity are key factors in acquisition and usage of idioms [19].

In addition to these, the context also plays a considerable role in idiom comprehension. According to Levorato studies, the linguistic context in which an idiom is fixed has an important role in the acquisition of the ability to understand idioms, since it offers the needed semantic background [14, p. 108]. She also investigated the role of familiarity in comparison with the role of context and concluded that familiarity increases the effect of context. Within literal contexts unfamiliar idioms are comprehended literally less often than familiar idioms. Thus, familiarity does have an effect with context, since it's easier to understand familiar idioms when they can associate the figurative meaning to some occasion they have already met [14, p. 113-115]. She also claims that comprehension is not an "all-or-none" process [14, p.106]. It relies on different factors such as the requirements of the task, previous knowledge and the ability to analyze language, and, as a result, it takes place in several different depths and levels. Figurative competence is the result of linguistic development and only very competent speakers have acquired this skill [14, p.104].

4. Discussion

So, the learning and teaching idioms are both difficult and complex, especially for second language learners. Irujo has noticed some reasons why idioms are

so difficult for second language learners [12, pp. 236-238]. Firstly, the non-literalness of idioms is confusing as most of idioms have literal counterparts. It is difficult for second language learners to discover which meaning is meant, the literal or idiomatic, especially when the idiom is not familiar to the learner. Comparatively, native speakers usually understand immediately which meaning is intended. Next, the problem is the lack of exposure to idioms. Irujo points out that idioms are commonly used in television or books, it means learners get in touch with them in non-interactive situations and consequently, they don't have the possibility to ask what these expressions mean or get any feedback on their own usage [12, p.237]. This brings us to the next problem: the correct use of idioms in appropriate situations in correct forms. Many idioms have grammatical constraints and can be used only in certain forms and they don't tolerate much variation. Furthermore, learners often try to connect to their native language while using idioms, which often leads to incorrect and comical expressions. Finally, Irujo names the lack of sufficient teaching materials as a significant difficulty in the process of idioms acquisition [12, p.237].

Later on, Sornig refers to the fact that even native speakers are unconfident when using the idioms and make mistakes. Idioms are so unique that there cannot be given any clear rules regarding their acquisition. According to Soring, the studying of idioms should begin from the point of view of native speakers and how they learn to understand them. Idioms are usually remembered because they are impressive in a situational way and communicatively effective. Sornig claims that learning a language means that one learns to deal with communicative situations, so learning idioms should be approached by categorizing them according to their communicative functions [22, p.286]. After all, the reason for the use of idioms is, surely, to bring colour and expressiveness to communicative interaction. So, it is clear, that whilst studying a foreign language, idioms should be acquired. But the only question is which ones Irujo noticed that often used, short and simple, and quite transparent idioms are the best known idioms. On the other hand, the least known idioms are less used, informal and included complex vocabulary [12].

Consequently, there is no point in trying to teach or learn rare, highly colloquial idioms that have difficult vocabulary. Furthermore, Irujo proposes that studying the understanding of idioms should prepare skilled learners to use the context in guessing the meaning and to handle figurative language generally. Later on, Irujo names more clearly the factors that should be considered in acquirement of idioms: frequency of use, transparency, appropriateness, form and vocabulary simplicity and similarity to first-language idioms [12, p. 238]. Irujo points out that the learning of idioms is essential for vocabulary practice of a second language [12, p.240].

Learners of English language are very interested in and enchanted of idioms, but they are often afraid of using them since figurative language is an area of language that causes difficulties. Nevertheless, proper strategies and methods of teaching-learning should be used in order to introduce idioms to a second language

learner, so that they can get rid of idiom-phobia and carry on acquiring idioms outside the classroom. On the whole, the acquisition of idioms requires complex linguistic and cognitive skills, that means more than merely passively learning distinctive words or phrases.

5. Conclusions

We all know that, nowadays, the use of English language has become a constituent part of our lives and as a result the teaching-learning of English becomes an essential activity because of the need to deal with people who speak differently. Therefore, during this investigation of the theoretical basis of the process of teaching-learning the English idioms, we have come to the conclusion that idioms are an incontestable part of English language, which are to be learned and used as they make a language more colourful and interesting to discover. For the reason that idioms are a part of metaphorical language, which has a surface as well as a deep meaning, they are difficult for foreign learners who are nor familiar with them. Studying idioms, in fact, is a very interesting process in spite of the difficulties and obstacles that the teacher is likely to come across during it. These problems are generally due to the differences between the languages involved at different levels. In this respect, many different scholars analyze the reasons behind the idiom-phobia. We have also tried here to analyze and then summarize the most common considerations of the difficulties in teaching-learning the English idioms. Consequently, we can notice that the complex structure and the lack of equivalence (or comprehension) are the main reasons that make idiom acquisition troublesome. And, we consider that the awareness of these causes could be of great help in teaching-learning process of English language. Finally, we find that further research on overcoming difficulties in teaching-learning English idioms would be an interesting topic as idioms are the taste and colour of a language.

References

1. Baker, M. In Other Words: A Course Book on Translation, Routledge: London, UK, 1992, 390 p.
2. Brenner, G. A. American Idioms Handbook, Webster's New World Book: Massachusetts, USA, 2003, 480 p.
3. Cacciari, C.; Tabossi, P. Idioms. Processing, Structure and Interpretation, Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, USA, 1993, pp. 102-145.
4. Cambridge Dictionary. Available online: <https://dictionary.cambridge.org> (accessed on 05.03.2023).
5. Cowie, A. P.; Mackin, R.; McCaig, R. Oxford Dictionary of Current Idiomatic English: Verbs with Prepositions and Particles, Oxford University Press: Oxford, UK, 1975, Volume 2, 685 p.
6. Davies, M. In Touch. Course 4: A Word of Difference, WSOY: Porvoo, Finland, 1996, pp. 120-146.
7. Fernando, C.; Flavell, R. On Idioms: Critical Views and Perspectives. Exeter Linguistic Studies: Exeter, UK, 1981, 5, 221 p.
8. Fernando, C. Idioms and Idiomaticity. Penguin books, London, UK, 1996, 265 p.
9. Flores d'Arcais, G. B. The Comprehension and Semantic Interpretation of Idioms. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 1993, p.81.
10. Fraser, B. Idioms Within a Transformational Grammar. Foundations of Language 1970, 6, pp. 22-42.
11. Gibbs, R. W. Jr. Spilling the Beans on Understanding and Memory for Idioms in Conversation. Journal of Memory & Cognition 1980, 8, pp. 149-156.
12. Irujo, S. A Piece of Cake: Learning and Teaching Idioms. ELT Journal 1986, 3, pp. 236-242.
13. Laurence, U. A.; Thomas, H. L. Longman Dictionary of English Idioms, 1st ed.; Longman Publishing Group: London, UK, 2000, 412 p.
14. Levorato, M. C. The Acquisition of Idioms and the Development of Figurative Competence, Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, USA, 1993, pp.101-128.
15. Lipka, L. An Outline of English Lexicology. Max Niemeyer Verlag, Tübingen, Germany, 1990, 225p.
16. Makkai, A. Idiom Structure in English. Mouton, The Hague, Netherlands, 1972, 371 p.
17. Mantyla, K. Idioms and Language Users: The Effect of the Characteristics of Idioms on Their Recognition and Interpretation by Native and Non-native Speakers of English, University of Jyväskylä: Jyväskylä, Finland, 2004, 239 p.
18. Moon, R. Fixed expressions and Idioms in English. Oxford University Press, Oxford, UK, 1998, 338 p.
19. Nippold, M. A.; Rudzinski, M. Familiarity and Transparency in Idiom Explanation: A development Study of Children and Adolescents. Journal of Speech and Hearing Research, 1993, 2, pp. 728-737.
20. Palmer, F. R. Semantics. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1981, 232 p.
21. Saeed, J. L. Semantics. Wiley-Blackwell, London, UK, 2009, 597 p.
22. Sornig, K. English Idioms in Language Teaching. Max Niedermayer, Tübingen, Germany, 1988, p. 38-45.
23. Vinogradov, V. A. On Idioms, Nauka: Moscow, Russia 1990, pp. 120-171
24. Weinreich, U. Problems in the Analysis of Idioms. Journal of Puuhvel 1969, 2, pp. 23-81.
25. Wood, F. T.; Hill, R. J. Dictionary of English Colloquial Idioms, MacMillan: London, UK, 1979, 354p.

PHYSICS AND MATHEMATICS

TECHNOLOGY OF MASTERING KNOWLEDGE RELATED TO LESSON PLANNING FOR STUDENTS STUDYING AT THE BACHELOR'S LEVEL IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS WITH A PEDAGOGICAL PROFILE

Ibrahimov F.,

Sheki branch of ADPU, doctor of pedagogical sciences, professor

<https://orcid.org/0000-0002-0775-1048>

Karimova S.

Teacher of the Department of Natural

Sciences and their Teaching Technology of the Sheki branch of ADPU

DOI: [10.5281/zenodo.8070590](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070590)

Abstract

In the article, how lesson planning is understood as a didactic concept, distinguishing its main features, determining dialectical relations with other components of the methodological system, the emergent nature of the educational system of which it is a component, the links of the industrial revolution to the formation of the educational space, the paradigm of management, the elements of shared experience (a necessary part), the attention is focused on the dependence of the expected results, standards, spatial situation of those who interact in the designed process (the teacher and the learner), and the capacity load of natural and artificial intelligence. It is said that the existence of said arguments is related to the fact that the lesson is a form of action. The quality of a lesson, which is considered as a form of action, is determined by its conformity to standards, norms, the demands of social and economic development, the interests of the state, society, and the main functioning entity.

In the article, examples are presented in order to create a visual basis for students' assimilation of considerations related to lesson planning.

Keywords: learning process; component; methodological system; content and form; dialectical unity; stages of the lesson; expected result; standard; management paradigm.

Relevance of the research topic. It is indisputable that a person engaged in teaching uses natural intelligence (specialist) forms of education in his pedagogical activity. The shared material becomes a movement by some methods and creates a specific form, which we do not object to calling this form of movement "lesson". It is a component of the social process - the educational system, designed for the purpose of management. Since the process of improvement of the system to which it belongs is a perennial didactic problem, the problem of developing its adequate projects is also perennial. The acquisition of the experience of the student (tomorrow's teacher) to design management forms of training approaches subject to continuous changes based on the logic of rational thinking, it is necessary to master the theoretical foundations of the mentioned practice. One of the urgent didactic issues is the mastery of the technology of developing lesson projects by students based on the selected training approaches, showing the way to turn relevant knowledge into skills. Therefore, we claim the relevance of the research topic.

Interpretation of generalizations on research materials. As is known, training is one of the main concepts of pedagogy. Although training is an important characteristic of educational activity, it does not cover all aspects of it. Training, in the broadest sense of the word, involves the acquisition of new knowledge, skills and habits. However, learning and learning activities are essentially different events. Appropriation is an integral part not only of the learning process, but of every field of activity. Teaching activity is a type of activity, a unique form of social activity of the personality.[3;150]

Prof. According to ANAbasov, training has complex educational-educational-developmental functions.

In training, there are two sides: teaching and learning. The effectiveness of training depends to a large extent on the correct interaction of teachers and students in the teaching process, the level of cognitive activity and independence of students, and their interest in learning. Learning depends on the characteristics of the personality, including those that direct it to the future. It is an appropriate process resulting from actions.[1; 210]

From the analysis of scientific sources, it is clear that at the beginning of the 20th century, the concept of "training" included the two components that make up this process - the concepts of teaching and learning. Teaching is understood as the activity of teachers to organize the learning of lesson material. Learning refers to the activity of students to master the material. The managerial activity of the teacher to form the cognitive activity of the students, the joint activity of the teacher and the students is also reflected in the concept of training [12; 132]

By summarizing the information we have worked on based on the data we have collected, we emphasize that the dialectical relations of the training process, its components (including the organizational form), the improvement of the "enabling functions" of each component, and the realization of its functions in the educational space adequately formed to the convocations of industrial revolutions are important in solving the actual problems. Taking advantage of the "system-structure" approach is one of the reliable ways out.

We also know that it is necessary to mention that the training system means a whole, complete institution selected according to certain criteria. Training systems are characterized by the internal integrity and com-

pleness of the structures created by the unity of training, education goals, regularities, organizational principles, content, forms and methods. [7; 266-268]

The 21st century is the century of globalization. Therefore, 21st century skills should be taken into account in the content of education. In addition to knowledge, the development of abilities and skills such as complex problem solving, critical thinking, creativity, leadership, digital literacy, emotional intelligence, global citizenship, collaboration, discussion, judgment and decision-making will also be considered key learning outcomes. [13-14;330-343]

It is known that changes in industry and technology have necessitated the restructuring of educational institutions in every era to meet the needs of society as well as the workforce required by various sectors. In line with the industrial revolution, education has also undergone a process of development from Education 1.0 to Education 4.0. Education 4.0 serves to prepare individuals who will operate in the global and digital work environment during the IV industrial revolution. Education 4.0 is an educational system that provides continuous learning from childhood to school, from there to working life, and allows to take an important place in the world and make changes. [15;25-30-16;558-564]

Education 4.0 should serve the formation of the skills of using new technologies that help the development of students in accordance with the changes in society, the knowledge and skills that can be used throughout their life should be formed in the students, not just reading and writing [16; 558-564]. The system in question must respond to changes in the social and economic environment to meet the need for human capital. Education 4.0 aims to prepare individuals to be creative and innovative.

In the Education 4.0 approach, going beyond the constructivist educational systems and Bloom's technology, it is determined that an educational process based on the following areas will be implemented:

- 1) 3R regulating understanding (Recalling, Relating, Refining);
- 2) 3I (Inquiring, Interacting, Interpreting-Explaining) that encourages research;
- 3) Conclusion-based 3P (Participating, Processing, Presenting).

In the era of the IV industrial revolution, "smart" educational tools and resources should allow individuals to acquire more perfect experience, knowledge and skills, and reveal their innovative perspectives.[17;92-97]

It can be argued that the current educational system in accordance with modern didactics transforms various sub-system types and sub-types into itself. Among them problem training, algorithmic training, programmed training, active training, integrative training, developmental training, cooperative training, inclusive training, etc. can be attributed. By the way, let's note that differences of opinion among educators are not absent in the comments given about "training types", "training approaches", "subsystems of training".

The concept of "methodical system" has a special place among the important concepts in modern didactics. Methodical system is conditioned by the dialectic between goal, content, means (resource), method, form of organization and result [2]. The improvement of the management of the educational process depends to a great extent on the interpretation of the theoretical and practical foundations of the system of its organizational forms, the didactic connections and dependencies of this system with other educational components.

A unified opinion on the interpretation of the concept of the form of organization of training has not yet been fully and definitively formed. However, "there is no one against considering the form of organization of training as its component. In our opinion, it should be understood as "the mode of existence of the content of training (the process of change and development, the system based on the paradigm of "opportunity-movement-new quality"), its own internal organization and structure that makes it possible for the content to exist." In other words, the concept of "organizational form", which is among the elements of the methodical system, can be understood as a form of cognitive movement of the group (students) included in the training system, which contains the training material that has become a cognitive movement as a content. It should be emphasized that in such an approach, the teaching method can be interpreted as a form of movement of the teaching material.

The effectiveness of managing the learning process, which is a complete system, depends on finding the right balance between its content and form. Training practice has confirmed that the main organizational form of training and education work in secondary schools is the lesson. "The lesson is such an organizational form of training that ensures the content, principles and methods of training, is planned and regulated by the teacher within a certain time frame, and appears as a set of teacher-student relations" [5; 232].

Psychologists rightly emphasize that the lesson should be modern not only in terms of its scientific-theoretical level, but also in terms of its pedagogical concept - its construction with new dimensions of pedagogical thinking [6;147]

It is undeniable that a group of teachers currently working in secondary schools have benefited from the traditional training model for a long time and have achieved considerable success. Therefore, it is not acceptable to completely abandon this model. It is good that the advantages of the so-called traditional training model are taken into account in modern training approaches.

Here, we believe that it is necessary to direct students' attention to the thematic and lesson planning related to the mentioned training model. The resulting studyOur generalizations based on the materials suggest that this presentation has a positive effect on the general preparation of students.

Sections of the thematic plan according to the traditional training model.

1. The topic of the lesson (or lessons) is taken from the program.

1.1. The purpose of the lessons or the didactic purpose of the topic (Which comes from the content of the planned topic. This can be expressed in a general way in the thematic plan).

1.2. Lesson types (One or more types are indicated according to the content of the training material and the purpose of the lessons).

1.3. Methods of training (Only general methods are shown in the thematic plan).

2. Actualization.

This section of the plan is defined by the work process itself:

2.1. What pre-learned concepts should be updated;

2.2. What type of independent work should be performed (independent work that updates previous knowledge and deepens what has already been mastered is determined).

3. Formation of new concepts and methods of action.

This section shows:

3.1. New concepts included in this topic (or unknown signs of previously included concepts);

3.2. Increase of students' intended knowledge, skills and habits in the lesson (or several lessons) and homework;

3.3. The main problem of the lesson (or several lessons).

4. Implementation.

The content of this section of the thematic plan shows:

4.1. Independent types of work aimed at synthesizing newly learned material with material learned in previous lessons at different levels and options;

4.2. Necessary interdisciplinary communication for the formation of the system of knowledge and worldview.

5. Homework. The task includes:

5.1. Material for repetition from the textbook and other information sources;

5.2. Types of independent work for preparation for the next lesson.

Traditional lesson planning.

The contents of the sections of the plan include:

1. The topic of the lesson (usually taken from the thematic plan without modification).

1.1. The purpose of the lesson (determined on the basis of the content of the program material);

1.2. Type of lesson (it is as indicated in the thematic plan, specified by the teacher as a subtype);

1.3. Training methods (specified, learning and teaching methods are shown);

1.4. Means of training (training methods and tools are planned according to the types of lessons).

2. The transformation of the goals and tasks set before the lesson (formulated by the teacher) into the student's cognitive goal (the object of satisfying cognitive needs).

2.1. Knowledge and activity methods intended to be acquired are determined by understanding their practical and theoretical importance and usefulness for teaching or other activities;

2.2. Methods and tools that create cognitive interest in students with fun, surprising and other aspects are chosen;

2.3. The ways of choosing and applying the means of putting students in a problem situation and formulating the purpose of the lesson in the form of a problem are defined;

3. Actualization.

3.1. Depending on the type and purpose of the lesson, the complexity of the concept and activity methods to be actualized, the time spent on actualization is determined;

3.2. Reference knowledge. The teacher determines the knowledge (previously learned) that should be activated in the student's mind with the necessary connections and relationships;

3.2.1. Plans students' written or oral independent work (frontal);

3.2.2. Methods of arousing students' interest in the topic and lesson, forming motives are selected;

3.2.3. During the course of the work, the form of control is determined, the principles of self-control of students, their mutual control, ways to perform independent tasks, to evaluate knowledge, skills and habits are provided.

4. Formation of new concepts and methods of action.

4.1. New concepts, skills, habits and methods of their mastery that are necessary to be learned in the lesson are selected and shown in the plan;

4.2. The cognitive tasks of the mastery stages are formulated;

4.3. The teacher formulates the problematic and informative questions that he will put before the students, and from among them, the questions that will be proposed to the students in order to create a problematic situation are determined;

4.4. The main and additional problems of the lesson are indicated, the options for solving them are formulated (analytical and heuristic solutions).

5. Application.

The skills and habits shown in section 4 are reinforced in the lesson (independent application of acquired knowledge is considered the main way).

5.1. The teacher shows specific skills and habits for development;

5.2. The plan shows the types of independent work as well as the type.

6. Conclusion of the lesson.

6.1. On the basis of the set goal (during the course of the lesson), it is intended to evaluate the activity and results of the students, to ensure generalization and psychological completeness.

6.2. Assessment and justification of students' knowledge is planned.

7. Giving tasks to students to work at home.

The rules for planning recommendations for the work of each student are defined. [4; 207-209]

The teachers who have won the public's approval with their success focused on the following main issues while preparing for the lesson and planning. Our pedagogical research led us to this conclusion:

1. Pre-workout;

2. Defining a common goal;
 3. Active determination of students' understanding and needs;
 4. Determination of adapted assistance;
 5. Supporting the implementation of the goal;
 6. Creating feedback;
 7. Frustration and risk management;
 8. Help with independence and generalization to other contexts.
- Daily planning based on subject curricula
1. Determine the expected results of the lesson (determine the learning results of the lesson based on the sub-standard);
 2. Determine what conclusions (generalizations) the students will reach at the end of the lesson;
 3. Preparing the motivation of the lesson (creating a problem situation, choosing the type of motivation, setting the research question correctly);
 4. Identify sources of knowledge used to collect new knowledge during research;
 5. Develop research tasks that can lead to the specified expected results;
 6. Determine research methods;
 7. Prepare the necessary materials and worksheets, determine the presentation form of the research;
 8. Articulating guiding questions used during discussion;
 9. Systematization of information (scheme, formula, graph, table, project, etc.);
 10. Prepare additional information, tasks, taking into account the assumed new results;
 11. Determine the time for each phase of the lesson;
 12. Preparing tasks for the creative application phase of the lesson;
 13. Choosing the evaluation form (method), defining the criteria;
 14. Determine the course of reflection based on the needs of teachers and students;
 15. Determine the technical means to be used in the lesson;
 16. Prepare stationery to be used in the lesson.
- [6;245]

Active lesson plan(schematic)

Subject:(the name of the topic is written).
 Standard:(sub-standard or sub-standards are mentioned).
 Purpose:(goals are listed clearly and concisely).
 Work form:(for example, written in pairs, small or large groups, frontal, etc.).
 Working method:(eg discussion, derivation of understanding).

Resources:(e.g. various pictures, manual, calculation, measuring tools, etc.).

Course of the lesson
 I stage (Motivation, setting the problem)
 Auxiliary questions: -----
 Research questions:-----
 Phase II: (Conducting research)
 Worksheet 1. ----- Worksheet 2. -----
 Worksheet 3.-----
 III stage:(information exchange).
 IV stage:(discussion of information):
 Discussion questions:-----
 Stage V:(conclusion and summary).
 VI stage:(creative app).
 Stage VII: (evaluation or reflection).
 Note:

- To plan a lesson, it is important to coordinate all its components;
- The learning outcomes of the lesson should be directly related to the tasks. Based on the generalizations, the research question of the lesson is formulated. All this ensures the completeness and systematicity of the lesson (close connection between the beginning and the end of the lesson) and serves to achieve learning outcomes.

Let's give examples that illustrate our point.
 Subject: Addition and subtraction of mixed numbers.

Standard: 1.2.4.Performs calculations on ordinary and decimal fractions;

Training result: Adds and subtracts mixed numbers with different denominators;

Work form: Collective and group work;
 Method of work: Brainstorming, discussion;
 Resource: Textbook, ICT equipment, worksheets.

Course of the lesson

First lesson:The teacher is on the board $2\frac{5}{12} + 3\frac{1}{12}$ writes the example and "What kind of numbers are these numbers and how can the addition be performed?" - he addresses the class. Students are already able to add mixed numbers with the same denominator from the V grade mathematics course[10-11]. After listening to the opinion of the students, the example is solved by the students on the board. The teacher calls out the research question.

Research question:How to add and subtract mixed numbers with different denominators?

Conducting research: The class is divided into 4 groups. Each group is given a worksheet corresponding to the examples below.

Examples of worksheets[9]:

I.To add mixed numbers:

- 1) fractional parts of these numbers _____
 2) integers _____ and fractional parts of mixed numbers _____
 3) if the fractional part _____ fraction is taken, it is _____

We convert _____ and add it to the previous _____ number.

II.Instead of an asterisk, type:

a) b) $2\frac{2}{5} + 7\frac{3}{10} = * + \frac{*}{10} + \frac{3}{10} = * + \frac{7}{10} + 7\frac{7}{8} + 3\frac{5}{12} = * + \frac{*}{24} + \frac{*}{24} = * \frac{*}{24}$;
 c) $-5 = 9\frac{1}{2} - 5\frac{9}{17} = 9\frac{**}{**} - 5\frac{*}{*} = * \frac{*}{*}$

III.Do the operations by converting a decimal fraction to a regular fraction:

a) $3,25 + 12\frac{3}{11} =$ b) $18\frac{13}{41} - 6,5 =$

I. To subtract mixed numbers:

1. Fractional parts of these numbers _____
 2. If the fractional part of the subtraction is smaller than the fractional part of the subtraction, then _____

3. The whole of the subtracted from the whole of the decrement _____ From the fraction of the decrement, we subtract _____ of the subtractor.

II. Instead of an asterisk, type:

a) $1\frac{5}{6} + 9\frac{1}{12} = 1\frac{*}{12} + 9\frac{1}{12} = * \frac{*}{12} + \frac{1}{12} = 10\frac{*}{12}$
 b) $5\frac{11}{14} + 4\frac{6}{21} = * \frac{*}{42} + \frac{*}{42} = * \frac{*}{42} = * \frac{3}{42}$
 c) $19\frac{1}{3} - 15\frac{5}{7} = 19\frac{*}{*} - 15\frac{*}{*} = 4\frac{*}{*} - \frac{*}{*} = 3\frac{*}{*} - \frac{*}{*} = 3\frac{*}{*}$

III. Do the operations by converting a decimal fraction to a regular fraction:

a) $5,15 + 7\frac{3}{25} =$ b) $12\frac{13}{31} - 9,5 =$

Presentation: Each group representative writes his task and its solution is discussed. Here, the student must separate whole and fractional parts, and after bringing wholes to one and fractions to a common denominator, add or subtract.

When presenting each group task, the teacher can give necessary directions.

Thus, after completing the above tasks, groups clarify how to add and subtract mixed numbers with different denominators.

Work: Let's calculate by converting decimal fractions to ordinary fractions:

a) $4,25 + 1\frac{19}{25} = 4\frac{25}{100} + 1\frac{76}{100} = 6\frac{1}{100}$
 b)
 $7\frac{7}{8} - 3,18 = 7\frac{7}{8} - 3\frac{18}{100} = 7\frac{175}{200} - 3\frac{36}{200} = 4\frac{139}{200}$

The second lesson. During this lesson, according to the textbook [8; 29] It will be useful to perform exercises No. 9-16 (or in this part).

Work. To solve this task, the class is divided into groups. Each group tries to reveal the name of the Azerbaijani scientist while completing the task. The task is:

- According to the table, explain the name of the Azerbaijani scientist (arrange the sequence of letters according to the serial numbers of the tasks).

I. $4\frac{7}{27} - 2\frac{2}{9}$; VI. $\frac{2}{11} + \frac{7}{22} + 5\frac{2}{44}$;
 II. $6\frac{11}{48} + \frac{17}{24}$; VII. $\frac{25}{49} - \frac{1}{7} - \frac{5}{14}$;
 III. $7\frac{61}{81} - \frac{1}{18}$; VIII. $9,05 - 4\frac{3}{5}$;
 IV. $0,625 + 6\frac{9}{16}$; IX. $47\frac{7}{8} - 45\frac{15}{52}$;
 V. $7,8 + \frac{39}{50}$;

Table 1

Answer	$7\frac{113}{162}$	8,58	$2\frac{1}{27}$	$5\frac{3}{16}$	$5\frac{6}{10}$	4,45	$6\frac{15}{16}$	$2\frac{17}{104}$	$\frac{1}{98}$
Letter	T	I	L	F	Z	D	U	A	A

- When solving the task, you can announce a competition between groups;
- The letters of the scientist's name are arranged according to the serial number of the tasks.

Suggested work for individual implementation:

$$\left(20 - 10\frac{23}{36}\right) - \left(14\frac{4}{27} - 6\frac{1}{18}\right)$$

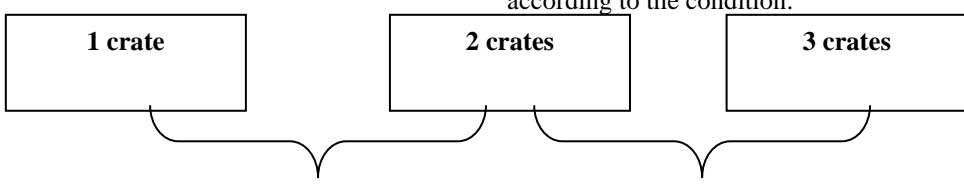
Similar to this, the following works are given as homework:

Calculate:

$$\begin{aligned} \text{a) } & 5\frac{5}{9} + 3\frac{1}{6} - 6\frac{4}{27}; \\ \text{b) } & 12\frac{13}{48} - \left(9\frac{17}{32} - 4\frac{5}{24} \right); \\ \text{c) } & 1\frac{5}{7} + 3\frac{11}{14} - 2\frac{1}{4}; \\ \text{d) } & \left(18 - 10\frac{18}{35} \right) - \left(3\frac{9}{28} + 2\frac{3}{20} \right); \end{aligned}$$

In addition, it is given as homework:

Task 1. To write three articles on the computer $53\frac{4}{10}$ minutes have been spent. First and second article together $25\frac{14}{15}$ minutes, and to the second and



Scheme 1

$$28\frac{7}{8} \quad 24\frac{3}{4}$$

Solution: First, let's find how many oranges are in box III. For this, it is necessary to subtract the mass of the orange in boxes I and II from the mass of the orange in box 3:

$$36\frac{9}{16} - 28\frac{7}{8} = 36\frac{9}{16} - 28\frac{14}{16} = 7\frac{11}{16} (\text{kq})$$

By the same rule in box I:

$$36\frac{9}{16} - 24\frac{3}{4} = 36\frac{9}{16} - 24\frac{12}{16} = 11\frac{13}{16} (\text{kq});$$

$$\text{In box II: } 7\frac{11}{16} + 11\frac{13}{16} = 18\frac{24}{16} = 19\frac{8}{16} (\text{kq});$$

$$36\frac{9}{16} - 19\frac{8}{16} = 17\frac{1}{16} (\text{kq}).$$

third articles together $38\frac{19}{45}$ If minutes were spent,

how much time was spent on each article?

Task 2. To prepare 12 kg of dough $7\frac{4}{15}$ kg of flour,

$2\frac{11}{20}$ kg fat, $1\frac{23}{30}$ kg of powdered sugar and some juice

were used. Determine the mass of the juice.

The following problem is solved as a class work:

The issue. In three crates $36\frac{9}{16}$ There are kg of

oranges. Together in the first and second crate $28\frac{7}{8}$ kg,

and in the second and third crate together $24\frac{3}{4}$ kg of

oranges, how many kg of oranges are in each crate? In solving this issue, it is appropriate to build a model according to the condition:

$$\text{Answer: } 11\frac{13}{16} \text{ kq; } 17\frac{1}{16} \text{ kq; } 7\frac{11}{16} \text{ kq.}$$

Summary and conclusion: The procedure for adding and subtracting mixed numbers is repeated and summarized. Here, the special cases encountered are emphasized again.

Points to note: The teacher should pay attention to the fact that it is difficult for students to understand addition and subtraction in cases where the fractional part received during the addition of mixed numbers is in the form of an improper fraction and the fractional part of the decrement is smaller than the fractional part of the subtractor. Table 2.

Stages		
I stage	II stage	III stage
Difficulty performing addition and subtraction of mixed numbers with different denominators.	Adds mixed numbers with different denominators to the same denominator, but has difficulty subtracting.	Freely adds and subtracts mixed numbers with different denominators.

Evaluation. Implementation.

The topic can be taught in several lessons instead of one. These lessons can have a single structure. Tasks applied at any stage should follow each other logically so that the student's mental activity (and practical activity based on it) is directed towards the goal. For example, it is possible that the post-generalization

process is carried out in the second lesson devoted to the topic.

Let's take a look at the lesson examples so that our idea becomes clearer.

Subject: Proportion.

Standard: 1.2.5. Solves simple problems involving ratio, proportion, directly proportional, inversely proportional quantities and percentages.

Learning outcome:Solves simple proportion problems.

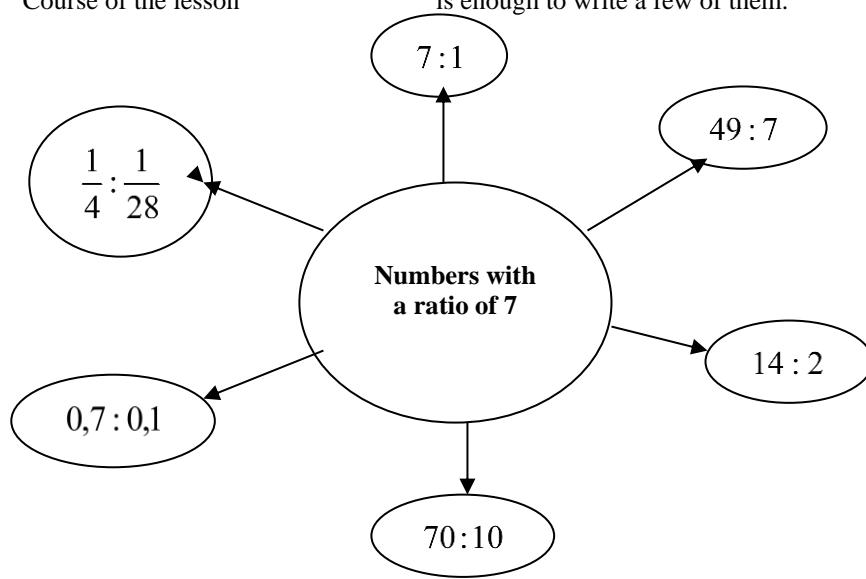
Work form: Collective and group work.

Working method: Cluster and discussion.

Resource: Textbook, ICT equipment, worksheets.

Course of the lesson

First lesson. Setting the problem. The teacher draws a circle on the blackboard with "numbers with a ratio of 7" (or presents it with the computer). Students write numbers with a ratio of 7 around it. Of course, there are many such numbers. The teacher says that it is enough to write a few of them.



Teacher: "Children, as you can see, the number of such ratios is infinite, and since they are equal to the same number, these ratios can be equated to each other." $49:7 = 0,7:0,1$ or $14:2 = 70:10$ and so on.

Research question: How is the basic property of proportion expressed?

Teacher's comment: The teacher says that such equations are called ratios. Since it is a new concept, the word "Proportion" is written on the board (or displayed on the computer screen). The literal spelling of the ratio, the average and outer limits are determined,

and the teacher informs about them. It is important to bring both spellings to the students' attention: $a:b = c:d$; $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$

Conducting research: The class is divided into several groups. The teacher gives each of them worksheets with proportion-related tasks written on them. Instructs you to find the product of outliers and medians.

Examples for worksheets:

No. 1

1. Write the extreme and middle limits of the given ratio: $n:k = m:p$ Outliers _____ Average limits _____	2. Are the given proportions proportional? a) $13:8 = 26:16$; b) $15:25 = 3:5$ c) $54:108 = 0,5:7$; c) $65:7 = 13:35$	3. Write the extremes and middle limits in the given proportion and find their product: a) $1\frac{3}{5} : 2\frac{1}{13} = \frac{2}{13} : \frac{1}{4}$ Outer limits _____ Their output _____ Average limits _____ Their output _____
--	---	---

No. 2.

1. Write the extreme and middle limits of the given ratio: $c:r = h:m$ Outer Limits _____ Average limits _____	2. Are the given proportions proportional? a) $3:19 = 6:38$; b) $45:55 = 9:11$ c) $48:22 = 65:75$; c) $95:17 = 17:95$	3. Write the extremes and middle limits in the given proportion and find their product: a) $1\frac{1}{7} : 2\frac{3}{7} = \frac{2}{3} : \frac{5}{4}$ Outliers _____ Their product _____ Average limits _____ Their product _____
--	---	---

Group representatives present their work. The products of the extremes and averages are compared. Thus, the main property of proportion emerges. Teacher: "Children, now let's determine the importance of the main property of proportion." For this, the first nine exercises in the textbook [8; 45-46] can be performed during the first lesson. This is very helpful. It is advisable to give similar tasks as homework. By completing these tasks, the equation and their solutions are also remembered. The rules for finding the unknown divisor and divisor are mentioned.

Work. It is convenient to apply the basic property of proportion to find the unknown in the equation.

$$d) 4,9 : 0,35 = a : 35$$

$$e) \frac{108}{90} = \frac{42}{b}$$

$$0,35 \cdot a = 4,9 \cdot 35$$

$$108 \cdot b = 42 \cdot 90$$

$$0,35 \cdot a = 171,5 ; a = 490$$

$$b = 3780 : 108 ;$$

$$b = 35$$

$$b = 35$$

Points to note: Students find it difficult to match, mainly due to the interpretation of the problem. Writing the appropriate quantities under each other is one of the important points in solving the problem by establishing a ratio. A student who performs this writing correctly will also be able to establish the proportion correctly. Therefore, the teacher should be able to correctly guide the student in solving the problem of proportion.

The second lesson. During this lesson, work is done on tasks with a relatively high level of difficulty.

$$c) 2,5x : 14 = \frac{1}{7} : 30$$

$$d) \frac{2}{x - 0,4} = \frac{1}{0,4}$$

$$e) 36 : 35 = \frac{1}{5}x : \frac{1}{12}$$

$$2,5x \cdot 30 = 14 \cdot \frac{1}{7}$$

$$x - 0,4 = 2 \cdot 0,4$$

$$\frac{1}{5}x \cdot 35 = 36 \cdot \frac{1}{12}$$

$$75x = 2$$

$$x = 1,2$$

$$7x = 3$$

$$x = \frac{2}{75}$$

$$x = \frac{3}{7}$$

Study No. 13 is similar to exercise No. 12, so it can be given as homework. During the third lesson, it is appropriate to complete exercises No. 15-20 from the textbook. These tasks are solved by applying the "whole-part" model, as well as establishing proportions based on the condition of the problem.

Exercise 14. 4220 g of semolina, 960 g of milk and 50 g of powdered sugar were taken to prepare porridge

Splitting: $4 : 18 = 220 : x$

Milk: $4 : 18 = 960 : y$

Sugar: $4 : 18 = 50 : z$

the proportions are solved:

$x = 990 \text{ g}; y = 4320 \text{ g}; z = 225 \text{ g.}$

4 people - 220 g of buckwheat
18 people - x g groats

4 people - 50 g of powdered sugar
18 people - sugar powder

4 people - 960 g of milk
18 people - y g milk

The works covered by No. 10-17 of the textbook [8] are performed during this lesson. Doing tasks in groups is appropriate.

The construction of the ratio according to the given equation in Exercise 10 is designed for the development of logical thinking. Here's how it works: $4 \cdot 9 = 18 \cdot 2$ What ratio can you correct from the equation?

In Exercise 11, based on the equality of the given ratios, students should write numbers in place of a and b so that the correct equality is obtained. For this, they must be able to use the basic property of fractions. c)

$\frac{7}{a} = \frac{48}{b}$, where if we change the denominator of the fraction on the right by the numerator of the fraction on the left side, the equality in the ratio will not be violated: $\frac{b}{a} = \frac{48}{7}$. In this proportion, if we multiply

the numerator and denominator of the fraction on the right side of the equation by any natural number, for

example, 2, then $\frac{96}{14} = \frac{48}{7}$ we will buy. So, $a=14$, $b=96$ it can be. In a special case, $a=7$, $b=48$, can also be taken.

In study No. 12, the root of equations is found by using the main property of proportion.

for one person. How much of each of these foods should be taken to make porridge for 18 people?

Apparently, the number of people increased from 4 people to 18 people. Therefore, semolina, milk, sugar powder have been increased in the same proportion. That is, based on the condition of the problem, we can establish the following correspondences.

Creative application: Exercise № 20 can be done: Ali measured the height of the classroom and found it to be 2.5 m. The ratio of the heights of the room, the door and the window accordingly 5 : 3 : 2 is like Find the height of the window and door. The ratio of the height of the room to the height of the door 5 : 3 is like

It is useful to solve the problem by constructing a whole-part model. The process is supposed to be carried out independently by students.

Answer: The height of the door is 1.5 m, the height of the window is 1 m.

Evaluation. Implementation.

Table 3.

Levels		
I level	Level II	Level III
He knows the main property of proportion, but cannot apply it in problem solving.	He builds proportions according to the condition of the case, and it is difficult to solve.	He applies the main property of proportion with examples, constructs and solves a proportion according to the problem.

The result. 1) The preparation of the plan (project) of the lesson, which aims at the expected results (conditions the transformation of the goal into a result), depends on how it is understood as a didactic concept (to which categorical concept or apparatus it belongs): it is accepted that the lesson is a form of cognitive action of the group; 2) The level of efficiency of the project of the lesson is high when its main features are correctly distinguished; dialectical relations with other components of the methodical system are defined; from the emergent nature of the training system of which it is a component, the references of the industrial revolution to the formation of the educational space, the paradigm of management, the elements of the shared experience (the necessary part), the expected results, standards, the spatial situation of those who interact in the designed process (learner and teacher), attention is focused on the dependence of natural and artificial intelligence on the "carrying load"; 3) The quality of the lesson, which is considered as a form of movement, is determined by its compliance with standards, norms, requirements of social and economic development, the interests of the state, society and the person with the main component function.

References

1. Abbasov AN, Mammadzade RR, Mammadli LA Pedagogy: Muntakhabat (textbook for higher education institutions). Baku: Mutercim, 2021.
2. Adigozelov AS Methodology of teaching mathematics in secondary school. Baku, ADPU, 2012.
3. Alizade A.A. New pedagogical thinking (teaching material). Baku, 2001.
4. Ibrahimov FN Methodology of teaching mathematics based on the curriculum model in secondary schools (teaching materials). Baku, "Mutercim", 2016.
5. Ibrahimov FN Didactics of mathematics in general schools (teaching materials). Baku, "Mutercim", 2017.
6. Ibrahimov FN Philosophy, didactics, implementation technology of mathematics in secondary general education schools (teaching materials). Baku, "Mutercim", 2018.
7. Ibrahimov FN, Huseynzade RL Pedagogy (textbook). In volume 2. Volume I. Baku, "Mutercim", 2013.
8. Ismayilova SC, Huseynova AT "Mathematics-6". Textbook (for the 6th grade of general education schools). Baku: "East-West", 2013.
9. Ismayilova SC, Huseynova AT "Mathematics-6" (teacher's manual) Baku: "East-West", 2013.
10. Kahramanova NM, Huseynov FH "Mathematics" (textbook for 5th grade of general education schools). Baku: "Radius", 2016.
11. Kahramanova NM, Huseynov FH "Mathematics-5" (Methodical tool for teachers). Baku: "Radius", 2016.
12. Pshayev A.K., Rustamov FA Pedagogy. New course. Textbook for students of pedagogical universities and higher pedagogical schools. Baku: "Science and Education", 2017.
13. World Economic Forum (2016a). Chapter 1: The suture of jobs and skills. <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/chapter-1-the-future-of-jobs-and-skills>;
14. Airil Haimi MA Rafidah A. Mohd Haniff MT,
15. Ercan Ö. Development of New Directions in Education and Education 4.0//University Research Journal, 2018, Vol1, No.1, pp.25-30.
16. Priya S. Digital Revolution of Education 4.0//International Journal of Engineering and Advanced Technology(IJEAT), 2019, Vol 9, No. 2, pp558-3564.
17. Vichian P. Education 4.0: New Challenge of Learning // St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences, 2016, Vol 2, No. 2, pp.92-97.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАРОЖДЕНИЯ И РОСТА ТРЕЩИН

Бердибеков А.Т.

PhD, ассоциированный профессор.

*Национальный университет обороны имени Первого
Президента Республики Казахстан – Елбасы,
Астана, Республика Казахстан*

Юров В.М.

*кандидат физ.-мат. наук, доцент,
КарГУ, Караганда, Республика Казахстан*

Доля А.В.

докторант PhD.

*Национальный университет обороны имени Первого
Президента Республики Казахстан – Елбасы,
Астана, Республика Казахстан*

Грузин В.В.

доктор технических наук, профессор,

*Национальный университет обороны имени Первого
Президента Республики Казахстан - Елбасы,
Астана, Республика Казахстан*

THEORETICAL ASPECTS OF CRACK GENERATION AND GROWTH

Berdibekov A.,

PhD, associate professor.

*National Defense University named after the First President
of the Republic of Kazakhstan - Elbasy,
Astana, Republic of Kazakhstan*

Yurov V.,

*Candidate of phys.-mat. sciences, associate professor
KarTU, Karaganda, Kazakhstan*

Dolya A.,

PhD candidate,

*National Defense University named after the First President
of the Republic of Kazakhstan - Elbasy,
Astana, Republic of Kazakhstan*

Gruzin V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,

*National Defense University named after the First President
of the Republic of Kazakhstan - Elbasy,
Astana, Republic of Kazakhstan*

DOI: [10.5281/zenodo.8070655](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070655)

Аннотация

Дан обзор зарождения и роста трещин, начиная с работ Гриффитса А. и кончая работами Формана Р.Дж., Маймона Г. и Кассима С. Применение классических формул для определения скорости роста усталостных трещин таких, как формула Пэриса, не позволяет учесть всего разнообразия и сложности нагруженных тел, размеров и формы трещин. Показано: чтобы получить уравнение скорости роста трещины необходимо использовать теорию катастроф с подходящими управляющими параметрами.

Abstract

A review of the initiation and growth of cracks is given, starting with the work of Griffiths A. and ending with the work of Foreman R.J., Maimon G. and Kassim S. The use of classical formulas for determining the growth rate of fatigue cracks, such as the Paris formula, does not allow taking into account the diversity and complexity of loaded bodies, sizes and shapes of cracks. It is shown that in order to obtain the crack growth rate equation, it is necessary to use the catastrophe theory with suitable control parameters.

Ключевые слова: трещина, скорость роста, размер, форма, твердое тело, теория катастроф.

Keywords: crack, growth rate, size, shape, solid body, catastrophe theory.

Гриффитс [1] еще в 20-х годах прошлого столетия объяснил расхождение между теоретической прочностью поваренной соли (NaCl), вычисленную Максом Борном на основе квантовой механики и ее

экспериментальным значением, присутствием в кристаллах трещин в исходном (ненагруженном) состоянии. Когда прилагается нагрузка, то происходит изменение энергии трещины, она начинает

двигаться со скоростью, когда освобождается упругая энергия, превышающая энергию вновь образующейся поверхности:

$$\Delta W = \frac{\sigma^2 \pi L^2}{2E} + 2\gamma L, \quad (1)$$

- общее изменение энергии для случая плоского напряженного состояния, где γ - удельная поверхностная энергия, E - модуль Юнга, σ - приложенное напряжение, L – размер трещины.

Значение критических напряжений, при которых трещина способна к нестабильному росту, может быть найдено из условий:

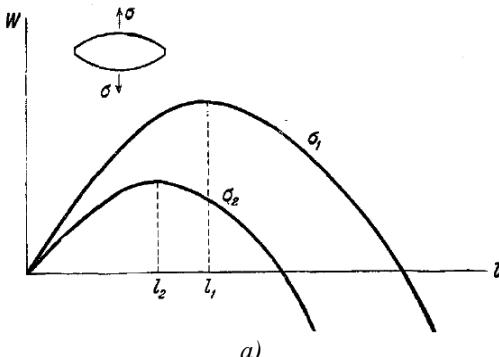


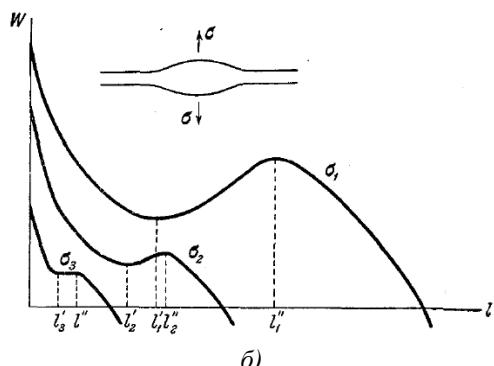
Рисунок 1. Зависимость $W(l)$ по Гриффитсу; зависимость $W(l)$ по Френкелю [3].

Из рис. 1а следует, что с увеличением критического напряжения (σ_k) критическая длина зародышевой трещины (l_{k_1}) уменьшается. Если длина трещины больше критической ($l > l_k$), трещина будет расти со звуковой скоростью, а если длина ее меньше критической, то она должна сомкнуться.

Я.И. Френкель [4] получил для кривых «свободная энергия-длина трещины» кроме максимума еще и минимум, соответствующий устойчивому состоянию трещин (рис. 1б). По мере возрастания напряжения эти экстремальные точки сближаются. Когда напряжение достигает критического значения, равного пределу прочности, точки сливаются

$$\frac{\partial W}{\partial L} = 0, \quad \frac{\sigma^2 \pi L}{E} = 2\gamma, \quad (2)$$

Экспериментально установлено, что критерий Гриффитса применим для хрупкого разрушения (например, для трещин в стеклах, $L_{kp} = 0,1\text{-}0,3$ мкм) [2]. Кривые $W(2) = W(L)$ [3] зависимости свободной энергии от длины трещины при заданном напряжении, по Гриффитсу, имеют одну экстремальную точку - максимум, что соответствует неустойчивому состоянию трещины (рис. 1а).



друг с другом, наступает катастрофическое удлинение трещины и разрушение.

Через 30 лет после теории Гриффитса предложил свою модель трещин Стро [5]. При использовании силового критерия Стро считал, что локальные напряжения должны быть достаточными для преодоления отталкивания между двумя головными дислокациями скопления (рис. 2) [6]:

$$\sigma_{\text{нЕ}} \approx n\tau \quad \text{и} \quad r > d, \quad \sigma_{\dot{e}} \approx \sigma \sqrt{L_{cK}/r}. \quad (3)$$

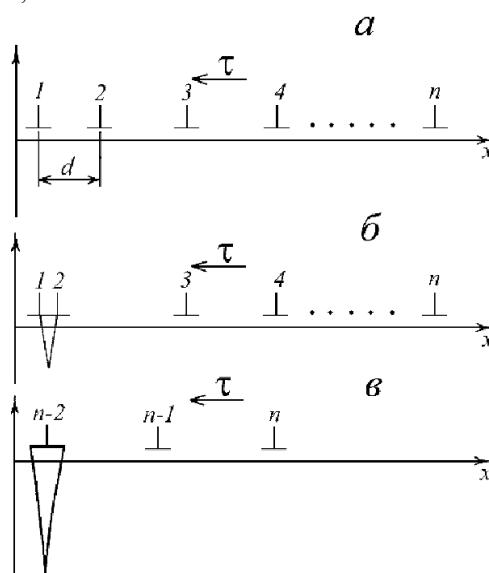


Рисунок 2. Схема зарождения микротрещины в модели Стро:

(а)- исходное скопление дислокаций, (б)- слияние двух головных дислокаций, (в)- рост трещины за счет сваливания в нее большей части дислокаций скопления [7].

Головные дислокации при $n\tau \geq 1.84D$ сливаются, где τ – касательные напряжения, $D = G/1-v$ для краевых дислокаций, $D = G$ для винтовых дислокаций, G – модуль сдвига, v – коэффициент Пуассона. Под двойной дислокацией зарождается дислокационная трещина длиной $L^* \approx (0.5+1)n^2b = 2+4b$. В области порядка L^* локальные напряжения сильно снижаются, что приводит к уменьшению отталкивания остальных дислокаций скопления (рис. 2б). Достоинства модели Стро: теоретически обоснована возможность зарождения микротрешины благодаря слиянию дислокаций. Это приводит к зарождению микротрешины с размерами ≈ 1 мкм.

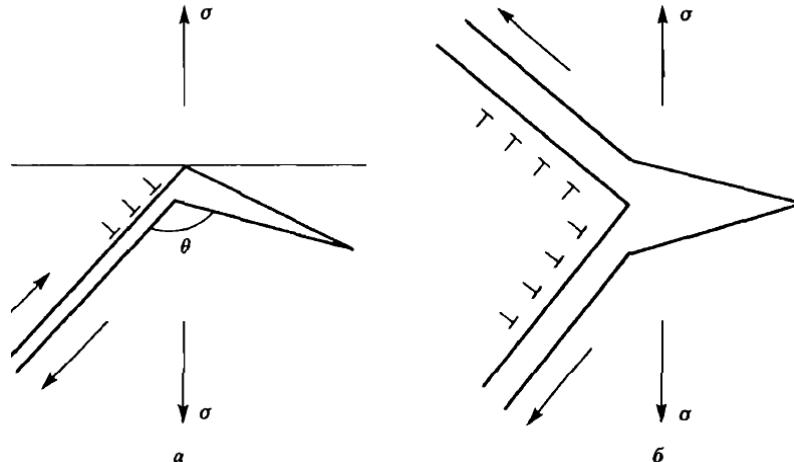


Рисунок 3. Модель Зинера-Стро-Петча (а); модель Коттрелла (б) [9].

Модель Баллафа-Гилмана [9] описывает безбарьерные механизмы образования трещин. Микротрешина образуется в результате скопления дислокаций у препятствия типа границ зерен (рис. 4а).

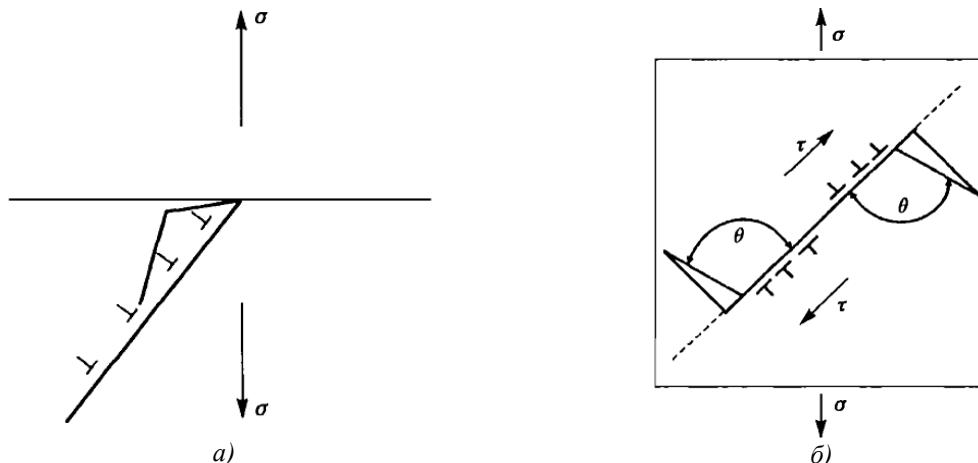
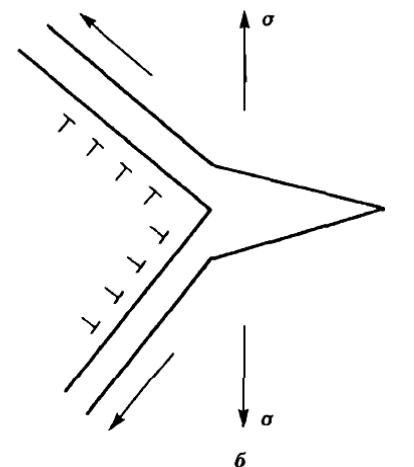


Рисунок 4. Модель Баллафа-Гилмана (а); модель Орована-Стро (б).

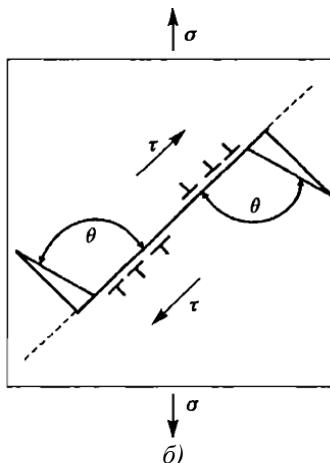
Имеются различия в теоретическом обосновании трещин при вязком и хрупком разрушении металлов. С микроструктурной точки зрения существует три различных вида разрушения (рис. 5), из которых первые два – разрушение срезом и разрушение сколом – можно назвать транскристаллитными, а третье – разрушение по границам зерен –

модель Стро получила развитие в работе [8]. Объединенная модель Зинера-Стро-Петча [9] предусматривает зарождение трещин путем блокировки краевых дислокаций на зернах металла и создание высокой концентрации растягивающих напряжений в головных участках заблокированных полос скольжения (рис. 3а).

Модель Коттрелла [9] рассматривается пересечение двух плоскостей скольжения в ОЦК-металлах, в которых активно генерируются дислокации, скапливающиеся на линии пересечения плоскостей (рис. 3б).



Модель Орована-Стро описывает образование трещин путем образования рядов дислокаций в результате полигонизации (рис. 4б).



интеркристаллитным [10, 11]. При транскристаллитном разрушении трещина распространяется через внутренние области зерен, а при интеркристаллитном разрушении трещина проходит по границам зерен.

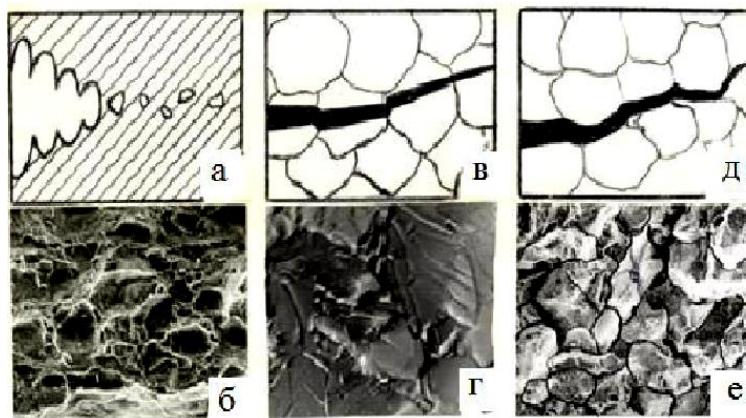


Рисунок 5. Механизм разрушения и соответствующий макрорельеф вязкого (а, б) и хрупкого (в – е) изломов; а, б – ямочное разрушение срезом; в, г – скол (транскристаллитное разрушение); д, е – межзёренное (интеркристаллитное хрупкое разрушение) [12].

Вязкое разрушение сопровождается значительными пластическими деформациями и проходит несколько этапов эволюции (рис. 6).

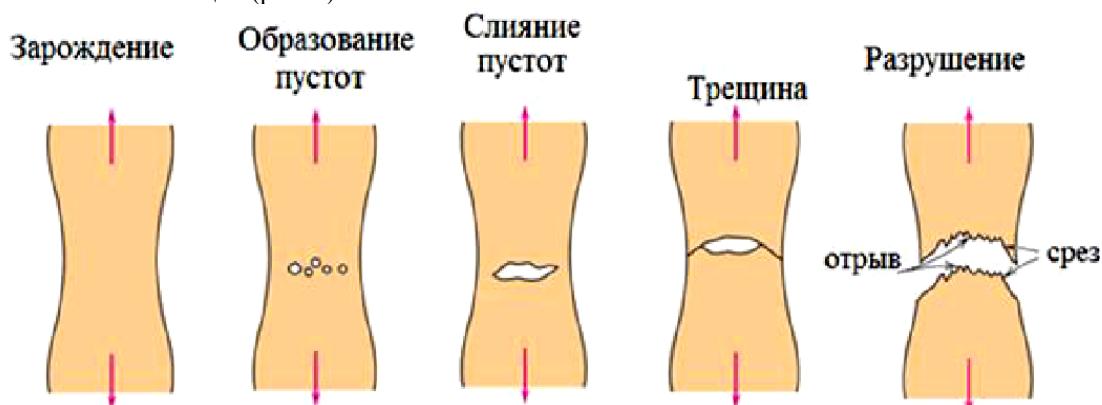


Рисунок 6. Эволюция умеренно вязкого разрушения цилиндрического образца [12].

При хрупком разрушении пластические деформации малы либо совсем отсутствуют (рис. 7). Хрупкое разрушение опасно из-за внезапного катастрофического разрушения.



Вязкое разрушение типа чашечка и конус

Рисунок 7. Поверхности разрушения цилиндрических образцов из вязкого и хрупкого металлов [12].

Остановимся на образовании усталостных трещин. При изучении усталостных трещин выделяют три стадии их развития [9-14]:

- зарождение трещины в пределах структурных составляющих кристаллического строения металлов;

- стабильный рост трещины в континуальной среде (механика разрушения);

- разрушение, вызванное критическими размерами трещины.

Модель малоциклической усталости предложена Коффином Л.Ф. [15]:

$$\varepsilon_{ap}^m \cdot N_p = C_p \quad (4)$$

где ε_{ap} - амплитуда пластических деформаций; N_p - среднее число циклов до разрушения; m , C_p - параметры материала, определяемые экспериментально.

После некоторых преобразований условие малоцикловой усталости по Коффину Л.Ф. принимает следующий вид:

$$\varepsilon_{ap}^m \cdot N_p = \frac{1}{16} \ln \frac{1}{1 - \Psi}, \quad (5)$$

где Ψ - относительное остаточное сужение образца при разрыве.

В работе [16] Мэнсон С.С. экспериментально получил выражение, связывающее амплитуду полных деформаций цикла (пластических и упругих) с числом циклов до разрушения N_p :

$$\varepsilon_a = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1}{1 - \Psi} \right)^{0.6} \cdot N_p^{-0.6} + \frac{1.75 \sigma_b}{E} \cdot N_p^{-0.12}. \quad (6)$$

где σ_b , E - предел прочности и модуль упругости материала.

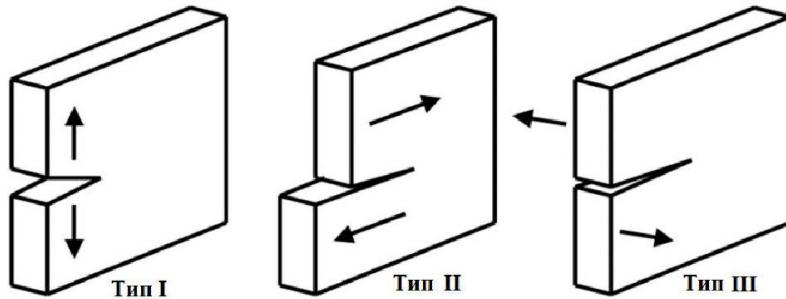


Рисунок 8. Типы раскрытия трещин [14].

Практическое применение механики разрушения стало возможным после того, как Ирвином Дж.Р. [17] на основе метода Вестергарда К. [18]

была решена задача о напряженном состоянии в вершине трещины (рис. 9).

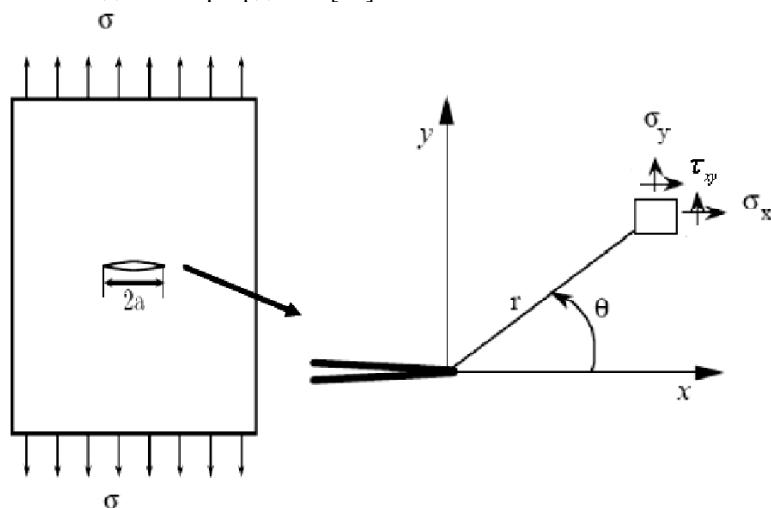


Рисунок 9. Напряженное состояние в вершине трещины [14].

Современная механика разрушения рассматривает три типа развития трещин в твердых телах [9-14] (рис. 8):

1) нормальное раскрытие или отрыв, которое возникает в поле нормальных напряжений; перемещения берегов трещины перпендикулярны плоскости трещины;

2) поперечный сдвиг, при котором разрушение связано со смещением берегов трещины перпендикулярно её фронту;

3) продольный сдвиг, при котором разрушение связано со смещением берегов трещины в поперечном направлении по отношению к продвижению фронта трещины.

Наиболее опасными и часто встречающимися на практике являются трещины первого типа. Здесь будут рассматриваться только трещины нормального отрыва.

Полученная Ирвином формула выглядит так:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right), \\ \sigma_y &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right), \\ \tau_{xy} &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \text{ ёёё} \\ \sigma_{ij} &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} f_{ij}(\theta),\end{aligned}\quad (7)$$

где r, θ - полярные координаты точки в вершине трещины; K_I - коэффициент интенсивности напряжений.

Коэффициент интенсивности напряжений K_I , введенный Ирвином Дж.Р. [17], является основным вычисляемым параметром механики разрушения. В вершине трещины возникает сингулярность напряжений типа $1/\sqrt{r}$, которая определяется стремлением напряжений в вершине трещины к бесконечности при приближении полярного радиуса r к нулю. Уравнения (7) получены при решении краевой задачи теории упругости для пластины бесконечных размеров с центральной трещиной.

Усилия исследователей были направлены на вычисление K_I для различных нагрузок и форм тел с трещинами, в результате которых формула для вычисления коэффициента K_I приняла более общий вид:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi L} \cdot Y, \quad (8)$$

где L – длина трещины; Y - безразмерный поправочный коэффициент K -тарировки, учитывающий размеры образца с трещиной и способ приложения нагрузки. Коэффициент K_I можно найти в справочнике [19].

С помощью коэффициента интенсивности напряжений K_I сформулировано [20, 21] предельное состояние для тел с трещиной при статическом

нагружении - момент катастрофического разрушения или долома:

$$K_I = K_{IC}, \quad (9)$$

где K_{IC} - коэффициент интенсивности напряжений в момент разрушения, трещиностойкость материала, получившая название «вязкость разрушения».

Ещё одним критерием, с помощью которого можно оценить прочность детали с трещиной, является критическое раскрытие трещины (КРТ). Независимо друг от друга Уэллс А.А. [22], Коттрелл А.Х. [23] и Баренблatt Г.И. [24] предложили метод оценки вязкости разрушения по раскрытию трещины. Была получена зависимость между КРТ и вязкостью разрушения K_{IC} :

$$K_{PT} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{K_{IC}^2}{E \sigma_T}. \quad (10)$$

В исследованиях обычно получают зависимость увеличения размера трещины от величины коэффициента K_I , т.е. $dL/dN - \Delta K_I$, диаграмма которой показана на рис. 10.

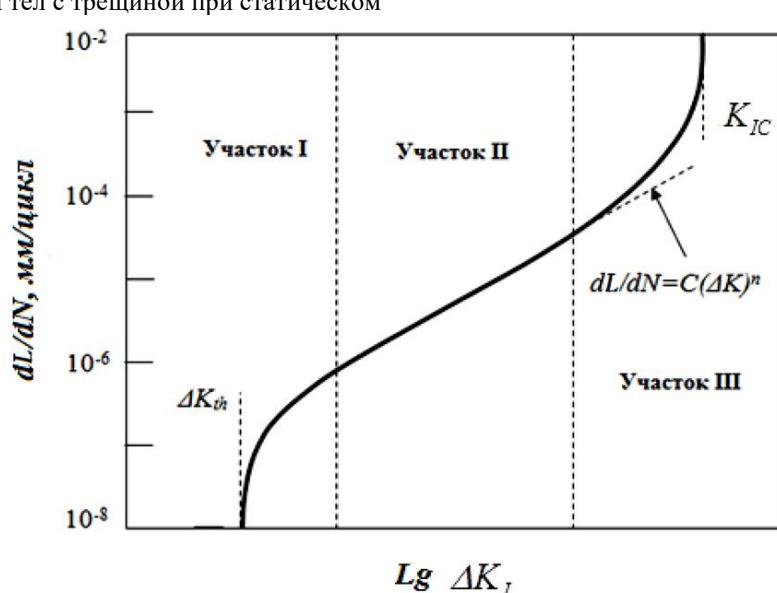


Рисунок 10. Схема диаграммы $dL/dN - \Delta K_I$ [14].

Участок I диаграммы $dL/dN - \Delta K_I$ (рис. 10) представляет собой раннее развитие усталостной трещины, для которого скорость роста измеряется величиной 10^{-9} м/цикл или ниже. Это значение называется пороговым коэффициентом интенсивности напряжений для усталостного роста трещины и обозначается K_{th} [25]. Участок II диаграммы $dL/dN - \Delta K_I$ (рис. 10) стали называть формулой Пэриса [26]:

$$\frac{dL}{dN} = \tilde{N}(\Delta K_I)^n \quad (11)$$

где С и n - эмпирические коэффициенты, постоянные для материала.

Было также установлено, что построенная в логарифмических координатах зависимость $dL/dN - \Delta K_I$ состоит из нескольких прямолинейных участков с разным углом наклона (рис. 10). Формула Пэриса описывает участок II, а участки I и III она не очень подходит.

Из рис. 10 следует, что диаграмма разрушения представляет S-образную кривую, характерную для кривой из теории катастроф [27]. Чтобы описать S-образную кривую нужно рассмотреть три объекта: 1) цель функционирования; 2) две координаты процесса; 3) управляющие параметры. В нашем рассмотрении цель функционирования - разрушение сплава, а координатой процесса разрушения возьмем скорость движения трещины $L_{\mu m}$, обусловленной образованием N элементарных очагов разрушения, пропорциональное числу трещин. В качестве управляющих параметров мы возьмем плотность ρ

$$\frac{dL}{dt} = C \left[\left(\frac{1-f}{1-R} \right) \Delta \hat{E}_{eq} \right]^n \left(1 - \frac{\Delta \hat{E}_{th}}{\Delta \hat{E}_{eq}} \right)^{\delta} / \left(1 - \frac{\hat{E}_{max}}{\hat{E}_{\tilde{N}}} \right)^q, \quad (14)$$

где С, n, p, q - эмпирические коэффициенты, которые определяются для различных металлов в результате проведения экспериментов; R - коэффициент асимметрии цикла нагружения; f - коэффициент раскрытия трещины;

- обобщенная модель Формана Р.Дж. [30], Маймона Г. [32], Кассима С. [33], которая учитывает влияние среднего напряжения цикла, пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений K_{th} , ускоренный рост при приближении K_I к K_{IC} , а также эффекты, связанные с развитием пластических деформаций таких, как закрытие трещины:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{C(\Delta K_{eff})^m}{(1-R_{eff})K_{IC} - \Delta K_{eff}} \quad (15)$$

где $\Delta K_{eff} = K_{max,eff} - K_{min,eff}$; $K_{max,eff} = K_{max} - K_{red}$; $K_{min,eff} = K_{min} - K_{red}$; K_{red} - коэффициент интенсивности остаточных напряжений.

Таким образом, на основании проведённого анализа различных моделей и теорий можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемым способом исследования роста усталостных трещин является независимый анализ различных стадий роста с учётом механизмов разрушения трещин.

и $E/F(I)$, где E - модуль Юнга и F(I) - барьер Пайерса-Набарро сплава. Для координаты $L(N)$ и двух управляющих параметров в теории катастроф имеется только одна каноническая зависимость для записи зависимости функции цели [28]:

$$L(N) = 0.25N^4 - 0.5\rho N^2 - \bar{A}/F(I) \cdot N. \quad (12)$$

Катастрофа, имеющая такую потенциальную функцию $L(N)$, называется катастрофой типа «сборки» Уитни [28]. Уравнение (12) задает статическую модель разрушения сплава. Для получения динамической модели будем считать трещину градиентной системой. Это означает, что потенциальная функция $L(N)$ стремится к экстремуму. Градиент функции $L(N)$ равен:

$$\frac{dL(N)}{dN} = \frac{\partial L(N)}{\partial N} = N^3 - \rho N - \bar{A}/F(I) = 0. \quad (13)$$

В механике такое уравнение характерно для движения в среде вязкого трения (внутреннее трение в сплаве). В этом случае процесс перехода из одного состояния в другое получается плавным, похожим на S-образную кривую (рис. 10). Расчет уравнения (13) по формуле Кардана дал для числа трещин в стали $N \approx 1.2 \cdot 10^7$ [29].

Самые поздние попытки получить уравнение скорости роста трещины, с помощью которого можно было бы описать все три участка диаграммы $dL/dN - \Delta K_I$, привели к довольно громоздким выражениям:

- модифицированное уравнение Формана - Митта [30] предложено в работе Сандара М. и Ричарда Х.А. [31]:

Выводы и предложения

В настоящее время в большинстве случаев рост трещин конкретной формы и размеров изучают с позиций механики разрушения. Применение классических формул для определения скорости роста усталостных трещин таких, как формула Пэриса, не позволяет учесть всего разнообразия и сложности нагружаемых тел, размеров и формы трещин.

Предложения:

Чтобы получить уравнение скорости роста трещины, с помощью которого можно было бы описать все три участка диаграммы $dL/dN - \Delta K_I$, необходимо использовать теорию катастроф с подходящими управляющими параметрами.

Благодарность

Данная научная статья опубликована в рамках выполнения научной программы программно-целевого финансирования на 2021-2023 годы ИРН № BR1090150221 «Разработка технологии защитных покрытий поверхностей вооружения и военной техники для защиты от агрессивных факторов окружающей среды и условий эксплуатации» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

Список литературы

1. Griffith A.A. The theory of rupture // In Proc. Ist. Congr. Appl. Mech.-Delft., 1924. - P. 55-63.
2. Гурни К. Источник снижения прочности стекла. – Сборник: Механические свойства новых материалов. - М.: Мир, 1966. - С. 46-62.
3. Гарбер Р.И. и Гиндин И.А. Физика прочности кристаллических тел // УФН, 1960, Том. LXX, вып. 1. – С. 57-110.
4. Френкель Ю.И., Конторова Т. О теории пластических деформаций и двойникования // ЖЭТФ, 1938, Т. 8. - С. 1340-1352.
5. Stroh A.N. The formation of cracks as a result of plastic flow // Proc. Roy. Soc. London. A, 1954, V. 223, N 1154. - P. 404-414.
6. Stroh A.N. The cleavage of metal single crystals // Phil. mag., 1958, V.3, N 30. - P. 597-606.
7. Владимиров В.И., Ханнанов Ш.Г. Актуальные задачи теории зарождения дислокационных трещин. // ФММ, 1970, Т.30, N 3. - С. 490-510.
8. Алтынбаев Р.Г., Ханнанов Ш.Г. Развитие дислокационной микротрещины в голове плоского скопления краевых дислокаций // ФММ, 1973, Т.36, № 3. - С. 1323-1326.
9. Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения. – М.: Физматлит, 2006. – 328 с.
10. Иванова В.С. Разрушение металлов. - М.: Металлургия, 1979. - 167 с.
11. Маккленток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. - М.: Мир, 1970. - 443 с.
12. Вансович К.А. Упругопластическая модель роста усталостных поверхностных трещин при двухосном нагружении. – Диссертация доктора технических наук, Омск, 2018. – 287 с.
13. Броек Д. Основы механики разрушения - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с.
14. Горохов В.А. Численное моделирование процессов упруговязкопластического деформирования и разрушения элементов конструкций при квазистатических термосиловых, циклических и терморадиационных воздействиях. - Диссертация доктора физико-математических наук, Нижний Новгород, 2018. – 240 с.
15. Coffin L.F.Jr. A study of cyclic thermal stresses in a ductile metal // Transactions ASME, 1954, Vol. 76. - P. 931-934.
16. Manson S.S. Behavior of materials under conditions of thermal stress// NACA Technical Note 2933, 1954. - P. 9-25.
17. Irwin G.R. Analysis of stresses and strain near the end of a crack traversing a plate // Journ. Appl., 1957, Vol. 24. - P. 361-369.
18. Westergaard H.M. Bearing pressures and cracks // J. Appl. Mech., 1939, Vol. 61. - P. 49-53.
19. Мураками Ю. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений: в 2-х томах. - М.: Мир, 1990, Т.1. - 448 с. - Т.2. - 566 с.
20. Матвиенко Ю.Г., Морозов Е.М. Расчет на прочность по критериям механики разрушения // Проблемы прочности, 1987, № 4. - С. 3-7.
21. Морозов Е.М. Концепция предела трещиностойкости // Заводская лаборатория, 1997, № 2. - С. 42-46.
22. Wells A.A. Unstable crack propagation in metals: cleavage and fast fracture // Proceedings of the crack propagation symposium, 1961, Vol. 1. - P. 210-230.
23. Cottrell A.H. Theoretical aspects of radiation damage and brittle fracture in steel pressure vessels // Iron. Steel Inst. Spec. Rep., 1961, № 69. - P. 281-290.
24. Баренблatt Г.И. Математическая теория равновесных трещин, образующихся при хрупком разрушении // Прикл. механ. и техн. физ., 1961, № 4. - С. 3-56.
25. Beden S.M., Abdullah S. Review of Fatigue Crack Propagation Models for Metallic // Ariffin Components European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X, 2009, Vol. 28, № 3. - P. 364-397.
26. Paris P.C., Erdogan F. Critical Analysis of Crack Propagation Laws // Journal of Basic Engineering; Transaction, American Society of Mechanical Engineers, Series D, 1963, Vol. 85. - P. 528-534.
27. Imry J. Introduction to Mesoscopic Physics. Oxford University Press, 1997. 234 p.
28. Poston T., Stewart I. Catastrophe Theory and Its Applications. Dover Publications, Incorporated, 2013. 512 p.
29. Бердибеков А.Т., Юров В.М., Доля А.В., Гученко С.А., Грузин В.В. Микротрещины в высокоецентропийных сплавах CrNiTiZrCu // Deutsche internationale Zeitschrift, 2023, №52. – P. 83-89.
30. Forman R.G., Mettu S.R. Behavior of surface and corner cracks subjected to tensile and bending loads in Ti-6Al-4V alloy - Texas: National Aeronautics and Space Administration, 1990. - 59 p.
31. Sander M., Richard H.A. Fatigue crack growth under variable amplitude loading Part I: experimental investigations // Fatigue Fract. Engng. Mater. Struct., 2006, Vol. 29. - P. 291-301.
32. Maymon G. Probabilistic crack growth behavior of aluminum 2024-T351 alloy using the ‘unified’ approach // International Journal of Fatigue, 2005, Vol. 27. - P. 828-834.
33. Kassim S., Rubaie A., Emerson K.L. et al. Statically modeling of fatigue crack growth rate in ore-strained 7475-T7351 aluminium alloys // Materials Science and Engineering, 2008, Vol. A486. - P. 585-595.

POLITICAL SCIENCES

РОССИЯ В СОВРЕМЕННОМ ПОЛИТИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ – ДЕРЖАВА АГРЕССОР

Данилян А.Г.

Дунайский институт Национального Университета «Одесская Морская академия», старший преподаватель

RUSSIA IN CONTEMPORARY POLITICS - AN AGGRESSOR POWER

Danylyan A.

*Danube Institute of the National University "Odessa Maritime Academy",
Senior Lecturer*

DOI: [10.5281/zenodo.8070614](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070614)

Аннотация

Россия на протяжении последнего тысячелетия, руководствовалась своими имперскими амбициями, порабощая в первую очередь приграничные страны и экспортирует свою захватническую доктрину в страны других континентов. Африканские страны под видом помощи России в национальном освободительном движении, получали смерть и опустошение городов и сел. Недавние события на Ближнем Востоке в Сирии – массовое убийство мирного населения и разрушение городов. Ярким примером служит Алеппо где погибли десятки тысяч людей в результате ковровых бомбардировок, а сам город был разрушен полностью.

Начиная с времен Киевских княжеств можно проследить ужасающие события междуусобной войны в разорении Киева и убийства мирного населения. И это продолжалось веками, крылатая фраза Петра первого: «Прорубить окно в Европу», повергло Россию в экономический кризис, гибели сотни тысяч людей.

На протяжении более чем 800 лет, Россия, отягощенная имперскими амбициями стабильно, проводила захватническую политику, проповедуя своим гражданам их превосходство над другими народами, вселяя в их души великодержавный шовинизм. Это прослеживается на всем историческом этапе России: Финская война, война в Северной Осетии, Абхазии, Грузии, Чечне, Приднестровье и в Украине.

КГБ, а позднее ФСБ России, проводило массовое уничтожение лидеров национальных движений неугодных Кремлю, так называемые зачистки выполнялись агентами России по ликвидации офицеров разведки, отказавшихся исполнять преступные приказы против человечности. Снайперские подразделения Службы безопасности России, прицельным огнем убивали лидеров Майдана в Киеве.

Abstract

Russia, over the last millennium, has been guided by its imperial ambitions, enslaving primarily frontier countries and exporting its doctrine of aggression to countries on other continents. African countries, under the guise of aiding Russia's national liberation movement, have received death and devastation from towns and villages. Recent events in the Middle East in Syria have seen massacres of civilians and destruction of cities. A striking example is Aleppo, where tens of thousands of people were killed in carpet bombing and the city itself was completely destroyed.

Since the times of the Kiev principalities, one can trace the horrific events of the internecine war in the devastation of Kiev and the killing of civilians. For centuries, Peter the Great's catchphrase: "To build a window to Europe" plunged Russia into an economic crisis, killing hundreds of thousands of people.

For more than 800 years, Russia, burdened by imperial ambitions, steadily pursued an aggressive policy, preaching to its citizens its superiority over other nations, instilling a great power chauvinism in their souls. This can be traced throughout Russian history: the Finnish war, the war in North Ossetia, Abkhazia, Georgia, Chechnya, Transnistria and Ukraine.

The KGB, and later the FSB of Russia, carried out mass exterminations of national movement leaders undesirable to the Kremlin; so-called mop-ups were carried out by Russian agents to eliminate intelligence officers who refused to carry out criminal orders against humanity. Russian Security Service sniper units used targeted fire to kill Maidan leaders in Kiev.

Ключевые слова: Государство – террорист, Ичкерия, агрессор, Вооруженные силы Украины, коалиция, международные преступники.

Keywords: Terrorist State, Ichkeria, aggressor, Ukrainian Armed Forces, coalition, international criminals.

Постановка проблемы. Самая большая проблема, заключается в сдерживании русской агрессии где Украина, теряет своих самых верных и преданных сынов и дочерей, 6 миллионов украинцев эмигрировало за границу. После окончания войны Украине предстоит восстановить большую часть

своего промышленного потенциала, отстроить города и села.

Анализ последних исследований и публикаций. Книга Томаса де Ваала и Карлотты Голл «Чечня: маленькая победоносная война», Павел

Горностай «Мифы истории Украины», современные материалы на Ютуб канале Виталия Портникова «О особенностях русской агрессии в Украине», самоанализ автора статьи, материалов из передовой «Из первых уст». Все эти материалы прослеживают, сущность российской агрессии на длительном историческом отрезке существования. В последних работах Виталия Портникова, дан утвердительный ответ причин нападения Путина на Украину.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. Основные части которые были не решены в общей проблеме по мнению автора, относятся к первоначальной фазе войны где потери воинов были наибольшими, сдерживая натиск завоевателей без должной подготовки и боевого опыта при постоянном дефиците вооружения и боеприпасов.

Цель статьи. Проанализировать с учетом своих исследовательских возможностей природу войны в Украине, её преступное ведение русской армией в разрез с Женевской конвенцией. Сделана попытка, обратить внимание на имеющиеся наши общие промахи с зарубежными партнерами и дать отдельные рекомендации в улучшении боеспособности нашей армии.

Изложение основного материала. Просматривая историческую летопись, мы находим истоки агрессивности московских князей. 850 лет тому их коалиция из 11 правителей княжеств собранной Владимира-Сузdalским князем Андреем Боголюбским (сыном Юрия Долгорукого и половецкой княжны, дочери хана Аепы Осеневича) и возглавленной его сыном Мстиславом Андреевичем. Они с особой жестокостью убивали киевлян, насилия женщин, после их нападения Киев был превращен в сожженный город [1].

Эпоха Петра первого, ознаменована была захватом чужих территорий на протяжении с 1695 года по 1723 год. Его театр военных действий охватывал земли будущей Европейской части и Каспийского региона государств. В период его правления, экономика страны была подчинена милитаризации, строились военные морские суда, создавались большие запасы огнестрельного оружия [2].

На всем историческом отрезке жизни России в любой политической формации её правления она исповедовала политику захвата чужих территорий и разграбления природных ресурсов и национальных ценностей народов, попавших под её молох агрессии. События наших дней, отмечены кровавой меткой российских военных компаний на Кавказе, Крыму, Приднестровье и многострадальной Украине.

В анналы истории вошла Чеченская война, как первая и вторая где наглядна видна русская патологическая злость и ненависть к малым народам и суверенным государствам. Чеченский народ избрал самостоятельный, независимый путь развития своей страны - Ичкерии, во главе с президентом Джохаром Дудаевым. Первая война на территории Ичкерии была закончена полной победой Чеченского народа. Президент РФ Ельцин Б.Н., поставил

задачу перед генералитетом, полного уничтожения молодой республики и убийства Президента Ичкерии. Россия, сравняла с землей Грозный, убив более 100 тысяч мирных граждан и совершила террористический акт по лишению жизни Джохара Дудаева. Правление Чечней было отдано известному террористу Рамзану Кадырову. Его войковые подразделения, проявляли особые зверства в Украине, убивая и насилия мирное население [3].

24 февраля 2022 года Россия вероломно вторглась на территорию Украины, обозвав свои действия войсковой операцией по спасению украинцев от национального гнета. План Путина был рассчитан на однодневное ведение своей террористической программы по захвату всех Украинских земель. Но яростное сопротивление украинцев, привело его в бешенство, что и послужило для него возможностью ведения крупномасштабной войны, нещадно убивая мирное население, разрушая города и села, объекты инфраструктуры.

Справедливости ради, надо признать ошибки руководства Украины и наших западных партнеров, до последнего наше руководство, считало не возможным нападения России на Украину. Крылатая фраза Владимира Зеленского «Весной будем жарить шашлыки», давала полное убеждение о терпимых отношениях Украины и России. К сожалению, так думал и автор статьи, и многие украинцы, но это заблуждение стоило нам больших потерь. Враг без серьезного сопротивления вторгся в Херсонскую область, со стороны Азовского моря овладел нашими землями, отрезав полностью путь к морю. Разведка США, нас предупреждала за долго до вторжения, что Россия готовит крупномасштабное наступление на Украину, к сожалению, нами не были приняты максимально действенные меры. Говоря о наших друзьях в США и ЕС, можно с сожалением констатировать, что на первом этапе оказания Украине военной и продовольственной помощи, произошло промедление, которое сказалось на больших потерях Вооруженных сил Украины ВСУ. Яростно обороняясь наши бойцы своими жизнями и здоровьем, сдерживали натиск агрессора. Как сказал главнокомандующий нашей армии Валерий Залужный: «Линия фронта, составляет 1500 километров, Украина, продолжает сдерживать Россию на сухопутном участке общей протяженностью 3786 километров» [4].

Зверства русских оккупантов не имеют границ дозволенности, они превзошли по ухищренности и степени насилия самых оголтелых янычар, фашистских извергов Второй Мировой войны. Этому свидетельствуют все оккупированные города и села Украины. В Европе и США были обнародованы материалы международного расследования по Киевской области (города Буча, Ирпень), Харьковской области (Купянск, Изюм), где мировая общественность увидела наглядно звериную сущность русской армии. Во многих эпизодах насилия, изобилиуют факты массовых расстрелов мирного населения, изнасилование женщин, детей, пытки с использованием электрического разряда и многое другое.

Благодаря активной помощи содружества государств против российской агрессии в Украине, пе-релом наступил по всей линии фронта и ВСУ на данный момент, освободили 40 % оккупированной территории. Но путь к победе тяжелый и кровавый – враг окопался и занял линию обороны, нанося постоянно удары баллистическими, крылатыми ракетами, управляемыми авиабомбами и дронами. Смертельные и разрушительные удары он наносит, как с армады кораблей надводного и подводного плавания, базирующих в Черном море, так из глубины своего рассредоточения, используя авиацию способную наносить удары крылатыми ракетами. На сегодня авиационное крыло агрессора, составляет 950 истребителей и штурмовиков и 125 бомбардировщиков, бронированная техника превосходит нас на полях сражения в 3 раза, так же имеется превосходство в живой силе в 3 – 3,5 раза. Украинские воины демонстрируют высокое воинское мастерство, побеждая врага умением и отвагой, готовясь к крупномасштабному наступлению.

Чтобы выгнать с Украинской земли русских вояк одурманенных путинской пропагандой о величии русского духа и победоносной армии, нам необходимо хотя бы в два раза превысить показатели оснащенности армии РФ, что в данный момент не реально. Здесь вступает в силу мотивация воина на победу, высокое научно-техническое качество техники, выучка каждого солдата и офицера способного проводить боевые действия на самом высоком современном уровне военного искусства и безусловно, поддержка мировой общественности и глав государств антироссийской коалиции [5].

Каждый из нас украинцев о этой войне знает не понаслышке, мы постоянно поддерживаем тесную связь с нашими родственниками и близкими друзьями храбро сражающимися на передовой, поддерживая их морально и материально, мы видим тот огромный потенциал, который находится в каждом из них, способный вести их к Победе над врагом, не щадя своих жизней.

В настоящий момент для успешного контрнаступления на широком участке фронта, мы должны обеспечить плотность огня всех наземных и воздушных средств превышающую противную сторону, иначе наступление может захлебнуться и привести к большим потерям.

Наша победа без своевременной и эффективной помощи не возможна, Украина не имеет достаточной экономической и технической базы в производстве современного вооружения и боеприпасов. Этот вопрос является ключевым, решение которого, позволит реализовать в бою высокую степень мотивированности бойцов Украинской армии.

Путин и его окружение предчувствуют свою кончину – международных преступников, мастеров террора, насилия и фальсификаторов фактов, идут на самые грязные методы ведения войны с использованием оружия массового поражения (фосфорные заряды, кассетные боеприпасы, сверхмощные авиационные бомбы). Факт террористического акта глобального масштаба равный локальному ядер-

ному взрыву по своей силе и масштабу на Каховской ГЭС, привел к гибели и ранениям мирного населения, 700 тысяч человек остались без питьевой воды, 150 тонн горюче смазочных материалов попали в воды Днепра, гигантский вал воды после взрыва дамбы снес на своем пути: дома, машины, деревья. В отдельных районах затопления, уровень воды поднялся от 12 до 7 метров, 22 тысячи человек, остались без крова. По оценке украинских ученых аграриев после взрыва дамбы, наводнением, смыв был плодородный слой земли – гумус, что приведет к общей потере зерновых до 30 %, и это скажется на дефиците экспорта зерна и повышении мировых цен на продовольствие [6].

Почерк Российских террористов один и тот же, начиная с 2014 года оккупации Донбасса – это грабеж производственных ресурсов, или полное их уничтожение. Разграбление украинского имущества, культурных ценностей, проходит по той же схеме, что и на Донбассе, только масштабы в десятки раз больше. Сколько нужно еще совершить злодеяний, актов терроризма? Чтобы Россию, назвать страной терроризма. Большая осторожность наших американских и европейских друзей, позволяет этому российскому исчадию терроризма, творить безнаказанно свои преступления. Планы Путина понятны, покончив с Украиной, начать войну с Польшей и Прибалтийскими странами, а затем театр военных действий он перебросит на всю Европу. Старая модель мирного урегулирования военного конфликта известных политиков: Ангелы Меркель, Макрона, Шольца – не работает, зверь, опившийся кровью будет все время, жаждать все более свежей, здесь на Украинской земле общими усилиями нужно покончить с этим международным злом, другого пути у нас нет. Россия обладает большим экономическим и человеческим ресурсом, что позволит ей, убивать нас еще долгие годы, а самое главное одурманенный народ России, жаждет побед и мирового господства.

Активизация помощи наших партнеров в борьбе с общим врагом мирового терроризма значительно возросла, что позволило нам с меньшим количеством вооружения и боекомплектом против обеспечения российской армии, изгонять агрессора с Украинской земли. По мнению, автора статьи мы допустили не оправданное промедление в обучении украинских летчиков в управлении современных зарубежных самолетов. При достаточном количестве подготовки пилотов и создания современной наземной инфраструктуры, нам понадобится 15 эскадрилий (180 единиц) таких самолетов, как F-16, F-34 для полного превосходства в воздухе над врагом.

У наших американских партнеров, создалось ошибочное мнение, что проведение войсковых операций необходимо осуществлять только на территории Украины, не переходя государственных границ. Террористов уничтожающих суверенное демократическое государство необходимо ликвидировать в большей своей массе на их собственной земле. Для этого нам нужны ракеты даль-

него радиуса действия до 1000 километров, а в ближайшем будущем Украина должна стать ядерной державой по примеру Израиля, что создаст сдерживающий фактор для любого агрессора, посягнувшего на её целостность и суверенитет.

Не понятным остается факт присутствия России в её Совете Безопасности. Статья 4 Устава говорит, что членами ООН может стать любое миролюбивое государство. То есть миролюбие на момент вступления в ООН является обязательным условием. А решение ООН о присоединении принимает Генеральная ассамблея с учетом рекомендации Совбеза. И это требование действительно выполнялось для всех других государств кроме России [7].

В момент взрыва плотины Каховской ГЭС в ООН, отмечали День русского языка забыв, что идет кровавая война в Украине, развязанная Российской агрессором.

Выводы и предложения. В настоящее время Украина без активной помощи наших американских и европейских партнеров не в состоянии справится с русским агрессором. Тот высокий боевой дух украинского воина, творит чудеса на поле боя с превосходящим по численности и вооружению вражеской силой. В этой связи нам необходимо увеличить массу вооружения и боеприпасов зарубежных

аналогов, что позволит меньшим его потенциалом - побеждать. Должны быть разработаны на плановой основе поставки вооружения и боеприпасов, это обеспечит четкое планирование войсковых операций.

Список литературы

1. <https://www.facebook.com> Павел Горностай «Мифы истории».
2. <https://www.petrol1.ru> рус. «Войны и походы Петра I Великого».
3. Carletta Gall and Tomas De Vaal «Chechnya calamity in the Caucasus». New York University press, 2000.416 pages
4. <https://www.Prm.ua> «Главнокомандующий ВСУ назвал протяженность активного участка фронта в войне России против Украины».
5. <https://www.tvoemisto.tv> Виталий Портников. «Украинцы всегда делали свой выбор».
6. <https://www.ru.wikipedia.org> «Разрушение Каховской ГЭС».
7. <https://www.europintegration.com.ua> Сергей Сидоренко. «Россия фальсифицирует свое членство в ООН и Совбезе? Подробно об обвинениях Украины».

TECHNICAL SCIENCES

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД ОКСИДІВ АЗОТУ

Берестовой I.O.

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія» к.т.н., доцент кафедри суднових енергетичних установок і систем, Україна

SPECIFIC CHARACTERISTICS OF USING ELECTRICITY PULSE TECHNOLOGY FOR CLEANING FLUE GAS FROM NITROGEN OXIDES

Berestovoi I.

Danube Institute of National University «Odesa Maritime Academy»

PhD, associate Professor of Department of Ship Power Plants and Systems, Ukraine

DOI: [10.5281/zenodo.8070660](https://zenodo.8070660)

Анотація

В статті розглянуто особливості використання електроімпульсної технології при очищенні димових газів, розглянуті практичні результати впровадження систем електроімпульсного очищення димових газів. Встановлено теоретичні засади електро-хімічних процесів утворення та рекомбінації азоту та його оксидів, які утворюються при електроімпульсній обробці димових газів. Визначено типові проблеми, що виникають під час електроімпульсного очищення димових газів. Результати дослідження дозволили розробити концептуальну схему експериментальної установки для дослідження та аналізу процесів під час електроімпульсного очищення димових газів від оксидів азоту, визначені подальші етапи дослідження.

Abstract

This article examines the unique characteristics of using electric pulse technology to clean flue gases, including practical results from the implementation of electric pulse cleaning systems. The study establishes the theoretical foundations of the electro-chemical processes involved in the formation and recombination of nitrogen and its oxides during the electropulse treatment of flue gases. It also identifies typical problems that may arise during electropulse cleaning of flue gases. Based on the research results, a conceptual diagram for an experimental installation to study and analyze electropulse cleaning processes of flue gases from nitrogen oxides was developed, and further research stages were determined.

Ключові слова: оксиди азоту, електроімпульсне очищенння, димові гази, електро-хімічні процеси, експериментальна установка.

Keywords: nitrogen oxides, electropulse cleaning, flue gases, electro-chemical processes, experimental installation.

Постановка проблеми

Традиційний напрямок зниження димових газів на суднах базується на законодавчих обмеженнях (конвенція МАРПОЛ). Вони включають обмеження викидів оксидів вуглецю через CCAI індекс палива, викидів оксидів сірки через вміст сірки в паливі та викидів оксидів азоту залежно від обертів двигуна.

Зараз для зменшення викидів оксидів азоту на суднах використовуються такі методи: система SCR (селективного каталітичного відновлення), яка видаляє оксиди азоту з газового потоку; збільшення часу упорскування палива в двигунах з електронним управлінням; технологія рециркуляції димових газів. Використання цих методів може призводити до зменшення ККД і збільшення витрат палива через додатковий опір і негативний вплив на процеси згоряння.

Останні дослідження спрямовані на розробку електрофізичних технологій очищенння газів з використанням електронних пучків. Ці технології не впливають безпосередньо на роботу енергетичної установки, не зменшують ККД і не потребують до-

даткових реагентів. Більше того, такі технології можуть застосовуватися і в інших галузях, включно зі створенням автономних кластерів очищення атмосфери.

Проте існують проблеми, які потребують експериментальних досліджень, наприклад вплив параметрів електронного пучка на видалення токсичних домішок, вплив різних домішок на процес видалення та зниження витрат енергії застосуванням імпульсного розряду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Очищення димових газів від оксидів азоту (NO_x) та оксидів вуглецю (CO_x) за допомогою електроімпульсної обробки є актуальною темою досліджень в сучасній науці. Так основні напрямки досліджень в цій області включають: використання плазмових технологій - використання плазми для очищення димових газів (плазма створюється шляхом нанесення високовольтних електричних розрядів на газовий потік, що містить NO_x та CO_x), що дозволяє знижувати концентрацію забруднюючих речовин шляхом іонізації та окислення цих сполук [1-3, 5]; каталітична обробка - використання каталізаторів разом з електроімпульсною обробкою для

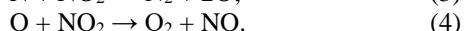
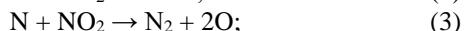
поліпшення ефективності очищення димових газів, що дозволяє активувати хімічні реакції, сприяючи конвертації NOx та COx в менш шкідливі сполуки, такі як азот та CO₂; використання іонних розрядів - фокусуються на використанні іонних розрядів для очищення димових газів, що включає використання іонних вітрів, які створюються електричними розрядами, для уловлювання та видалення забруднюючих речовин [4].

Ці дослідження мають на меті розвинути більш ефективні та екологічно безпечні методи очищення димових газів, сприяючи зменшенню викидів шкідливих речовин у повітря та поліпшенню якості довкілля.

Сучасні дослідження впливу електроімпульсних розрядів на очищення димових газів та води показують перспективність їх використання, але враховуючи складність створення математичної моделі процесів [1-3, 5], які виникають під час створення розряду та протікання крізь нього газів або води, дослідження електроімпульсної технології очищення потребує великої кількості експериментів.

Мета статті. Розглянути особливості використання електроімпульсної технології очищення димових газів від оксидів азоту та практичні результати її використання, позначити шляхи подальшого дослідження

Виклад основного матеріалу. Процес очищення димових газів від оксидів азоту електроімпульсними методами згідно [1-3, 5] базується здебільшого не на окисленні складових димових газів, а саме на їх дисоціації (1-4):



Фактично результат рівноваги цих реакцій залежить від багатьох факторів основними з яких є: тиск, температура, енергія, відсоткове співвіднесення N₂, O₂, NO₂, NO, O⁻, N⁺ та впливу додаткових складових димових газів – SO₂, CO, CO₂, H₂O.

При чому вплив тиску та температури на рівновагу реакцій (1-4) теоретично можливо дослідити враховуючи стандартну енергію Гіббса хімічної реакції, ентропію компонентів та константи швидкості реакцій, але вплив інших факторів значно ускладнює теоретичні дослідження, як наслідок потребує експериментальних дослідів.

Окрім вище зазначеного також треба враховувати, що оксиди азоту які утворюються при високих температурах (наприклад, під час згоряння палива) є стійкими сполуками, які мають високу енергію зв'язку між атомами азоту та кисню, що утворює міцні хімічні зв'язки. Це призводить до того, що оксиди азоту залишаються у вигляді сполук, навіть після охолодження, та для їх руйнування треба вводити додаткову енергію, каталізатори, хімічні реагенти або їх комбінації. Також треба враховувати, що використання будь-яких хімічних реагентів або процесів для руйнування оксидів азоту, повинно відбуватися з урахуванням екологічних та безпекових вимог, а також місцевих регуляційних стандартів.

Так в дослідженні [1] під час обробки димових газів електроімпульсним розрядом було відмічено явище збільшення викидів оксидів азоту при обробці при високих температурах замість його зменшення, рис. 1.

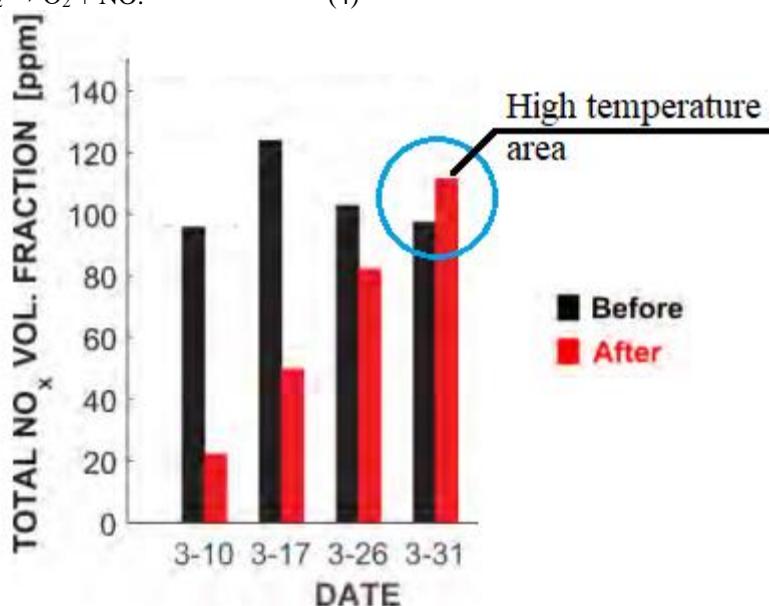


Рис. 1. Зона збільшення викидів оксидів азоту при збільшенні температури

В цьому ж дослідженні було відмічено проблеми при вимірюванні газів за допомогою Фурье-спектроскопії в наслідок наявності водної пари в продуктах згоряння, а також вплив оксидів сірки на процеси руйнування оксидів азоту.

В дослідженнях [2, 5] було визначено наявність впливу концентрації O_2 та кількості розрядів на кількісні показники руйнування оксидів азоту за допомогою електроімпульсного розряду, рис. 2.

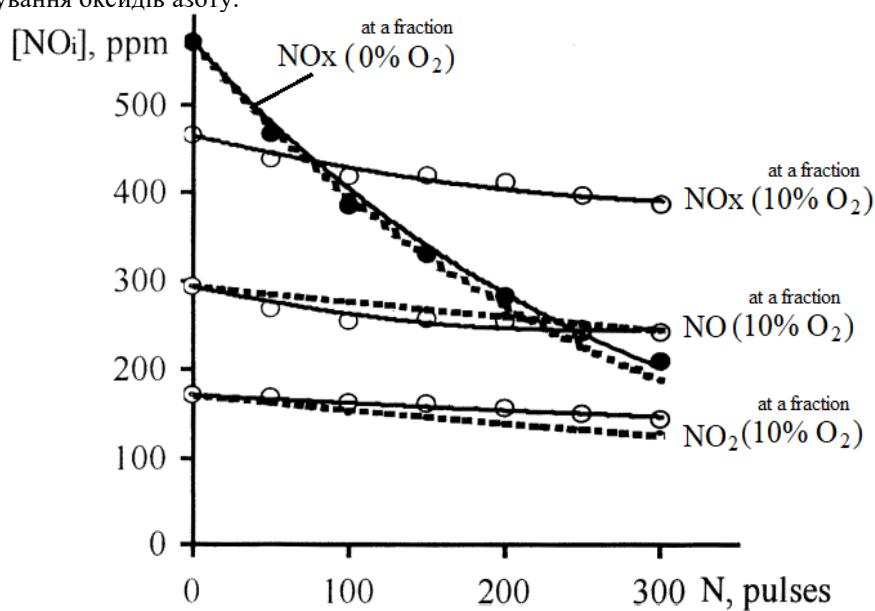


Рис. 2. Вплив концентрації O_2 та кількості розрядів на руйнування оксидів азоту

Вище зазначені результати досліджень безумовно не є вичерпними, але вони вже показують специфічність на невизначеність хімічних процесів, що протікають під час обробки димових газів електроімпульсними розрядами, та вплив багатьох факторів які складно теоретично досліджувати.

Для подальшого дослідження електроімпульсної обробки димових газів на зменшення викидів автором дослідження було запропоновано використання експериментальної установки показаної на рис. 3.

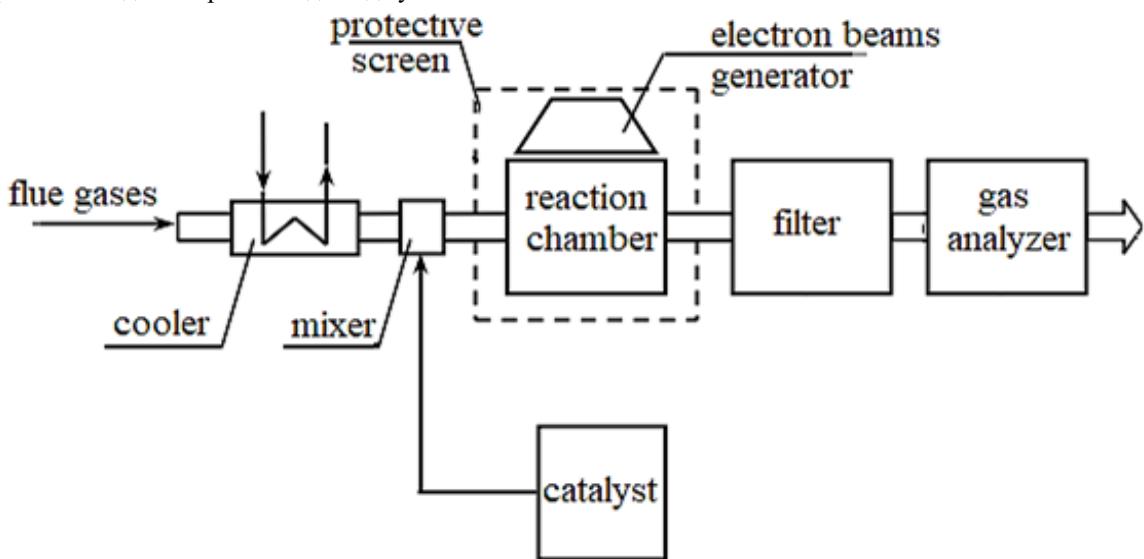


Рис. 3. Експериментальна установка дослідження електроімпульсної обробки димових газів

Експериментальна установка складається з охолоджувача (для зниження температури вихлопних газів), змішувача крізь який можна подавати катализатор або інший хімічний реагент, реакційної камери разом з електродами та електроімпульсним генератором, з можливістю зміни параметрів його роботи (частоти, напруги, кількості імпульсів), та фільтром грубого очищення, та газоаналізатора (NO , NO_2 , CO_2 , CO , SO_2). Використання такої уста-

новки дозволить провести експериментальні дослідження впливу зміни параметрів електроімпульсного генератору та впливу хімічних реагент на очищення димових газів.

Висновки та пропозиції.

Електроімпульсна технологія може бути перспективним методом та напрямком очищення димових газів від оксидів азоту на суднах, оскільки вона не значно впливає на роботу енергетичної установки.

Дослідження електроімпульсної технології очищення потребують більше експериментів, зокрема щодо впливу параметрів електронного пучка, домішок та зниження витрат енергії.

Додаткові експериментальні дослідження для визначення оптимальних параметрів електроімпульсної технології очищення димових газів на суднах повинні враховувати екологічні та безпекові вимоги, а також місцеві регуляційні стандарти.

Список літератури

1. Ladouceur, H.D., Fisher, B.T., Wolford, M.F., Owrtutsky, J.C. The Reduction of NOx Using Pulsed Electron Beams. Naval Research Laboratory. DC 20375-5320. Washington, 2015. 27 p.
2. Kuznetsov, D.L., Mesyats, G.A., Novoselov, Yu.N. Pulsed electron beams for flue-gas treatment. Novel. Appl. of Lasers and Pulsed Power. San Jose. 1995. SPIE 2374. P. 142-146.
3. Penetrante, B.M. Schultheis, S.E. Non-Thermal Plasma Techniques for Pollution Control. Part B: Electron Beam and Electrical Discharge Processing. NATO ASO Series. Berlin: Heidelberg, 1993.
4. Технологічні методи захисту навколошнього середовища від викидів шкідливих сполук в енергетиці та хімічному виробництві: навчальний посібник. О.В. Єфімов, М.А. Цейтлін, А.Л. Гончаренко, В.Я. Горбатенко, Т.О. Єсипенко, В.Ф. Райко. Харків: НТУ «ХПІ», 2017 – 217 с.
5. Соболев, В.В., Баскевич, О.С., Вареник, Е.О. Електростимульовані хімічні реакції в атмосфері вугільних шахт: монографія. – Харків: Видавництво "Технологічний Центр", 2015. – 80 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЧАСТИНОК ПИЛУ В ТУПИКОВІЙ ВИРОБЦІ ПРИ ВИБУХОВОМУ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Новіков Л.А.

Кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки родовищ Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1855-5536>

Іщенко К.С.

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки родовищ Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2237-871X>

Логвина Л.О.

Молодший науковий співробітник відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки родовищ Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9910-6865>

Кратковський І.Л.

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки родовищ Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3333-8633>

Макеєв С.Ю.

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7542-8082>

Осінній В.Я.

Науковий співробітник відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2629-7709>

STUDY OF THE DYNAMICS OF DUST PARTICLES IN A DEAD-END EXCAVATION DURING EXPLOSIVE DEMOLITION OF ROCKS

Novikov L.,

Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Researcher in Department of Geomechanics of Mineral Opencast Mining Technology, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS OF UKRAINE)
<https://orcid.org/0000-0002-1855-5536>

Ishchenko K.,

Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher in Department of Geomechanical of Mineral Opencast Mining Technology, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS OF UKRAINE), Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2237-871X>

Lohvyna L.,

Junior Researcher in Department of Geomechanics of Mineral Opencast Mining Technology, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS OF UKRAINE), Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9910-6865>

Kratkovskyi I.,

Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Geomechanical of Mineral Opencast Mining Technology, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS OF UKRAINE), Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3333-8633>

Makeiev S.,

Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Problems of Mineral Mining at Great Depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7542-8082>

Osinnii V.

Researcher in Department of Problems of Mineral Mining at Great Depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2629-7709>

DOI: [10.5281/zenodo.8070664](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070664)

Анотація

У статті розглянуто процес утворення та поширення пилогазової хмари в тупиковій виробці при підривних роботах. Визначено довжину зони поширення продуктів детонації на активній стадії. Отримано формулу для визначення відстані перенесення частинок пилу вентиляційним потоком. Встановлено, що відстань перенесення частинок кварцу з еквівалентним діаметром менше 13 мкм практично не змінюється. При горизонтальному русі дрібнодисперсних частинок пилу збільшення діаметру частинок призводить до зростання величини коефіцієнту турбулентної дифузії.

Abstract

The paper examines the process of formation and propagation of a dust and gas cloud in a blind drift during a drilling and blasting operation. The length of zone of the active-stage detonation product propagation is determined. A formula for determining the distance of transport of dust particles by ventilation flow is obtained. It was found that the transfer distance of quartz particles with an equivalent diameter of less than 13 μm is practically unchanged. With the horizontal movement of fine-dispersed dust particles, an increase in particle diameter leads to an increase in the turbulent diffusion coefficient.

Ключові слова: частки пилу, вентиляційний потік, продукти детонації, гірська порода, пилогазова хмара, гірнича виробка.

Keywords: dust particles, ventilation flow, detonation products, rock, dust and gas cloud, working.

Вступ. Видобуток корисних копалин на великих глибинах здійснюється у складних гірничо-геологічних умовах. Вплив гірського тиску призводить до ущільнення гірських порід, зростання опору при їх бурінні та вибуховому руйнуванні. Під час вибухового руйнування гірських порід основним завданням є оптимальне використання енергії вибуху. При цьому необхідно враховувати: величину кисневого балансу при детонації вибухової речовини; тепловий ефект реакції вибуху; хімічний склад, масу та щільність вибухової речовини; параметри вибухових свердловин та інші фактори. Найбільша кількість пилу виникає при проходженні гірничих виробок, бурових та підривних роботах, транспортуванні гірничої маси. При цьому основним параметром, що визначає характер виділення та поширення частинок пилу в гірничій виробці є дисперсність частинок. У свою чергу, дисперсність частинок пилу і інтенсивність турбулентності вентиляційного потоку визначають ефективність способів пригнічення пилу. У зв'язку з цим дослідження закономірностей утворення та поширення газопилового аерозолю в гірничих виробках при підривних роботах є актуальним питанням.

Метою роботи є дослідження процесу поширення частинок пилу по довжині тупикової виробки при вибуховому руйнуванні гірських порід.

Методи дослідження. У статті використано результати теоретичних та експериментальних досліджень механізму формування пилогазової хмари після детонації свердловинних зарядів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження процесів формування та поширення пилогазової хмари (ПГХ) у гірничих виробках при вибуховому руйнуванні гірських порід, а також динаміки осадження пилу і зміни її концентрації у вентиляційному потоці присвячені роботи [1 – 7] та інші.

У роботі [1] розглянуто періоди прискореного та уповільненого руху ПГХ вздовж гірничої виробки після детонації свердловинних зарядів. Розглянуто механізм захоплення частинок пилу зі стінок виробці після проходження ударної хвилі.

У роботі [2] наведено математична модель процесу переносу пилу вентиляційним потоком.

Визначено час осадження частинок пилу та шлях їх переносу.

У роботах [3, 4] розглянуто фактори, що впливають на формування ПГХ, інтенсивність викиду продуктів детонації та розміри частинок пилу.

У роботі [5] запропоновано метод розрахунку параметрів буропідривних робіт. Метод заснований на закономірності зміни енергетичних характеристик емульсійних вибухових речовин, ступеня реалізації швидкості детонації, фізико-механічних властивостей гірських порід.

У роботі [6] на базі обчислювальної гідродинаміки та методу кінцевих об'ємів проведено аналіз характеристик руху дрібнодисперсного пилу для різних зон та джерел його виділення по довжині вибою. При моделюванні використовувалася модель двофазної взаємодії «газ – тверде тіло». Запропоновано технологію ізольованого видалення пилу за допомогою повітряної завіси.

У роботі [7] наведено результати досліджень характеру вибухового руйнування гірських порід, розглянуто фракційний склад дрібнодисперсних частинок пилу.

Теоретична частина. Основним параметром ПГХ, що утворюється після детонації заряду вибухової речовини, є її обсяг. Величина обсягу визначається за відомими значеннями поперечного перетину гірничої виробки, довжини зони поширення викиду, дисперсності частинок пилу, концентрації частинок пилу і газів у хмарі.

Після детонації свердловинних зарядів відбувається поширення ударної хвилі по довжині виробки. В результаті пил на стінках виробки переходить у зважений стан. Рух ударної хвилі призводить до підвищення інтенсивності турбулентності вентиляційного потоку. Тому частинки пилу з еквівалентним діаметром до 10 мкм тривалий час перебувають у повітрі. Після проходження ударної хвилі на частинки пилу впливають турбулентні пульсації у вентиляційному потоці. При цьому захват частинок відбувається на достатньому віддаленні від стінок виробки.

Формування ПГХ після детонації заряду вибухової речовини відбувається під впливом наступних факторів: виділення продуктів детонації з устя

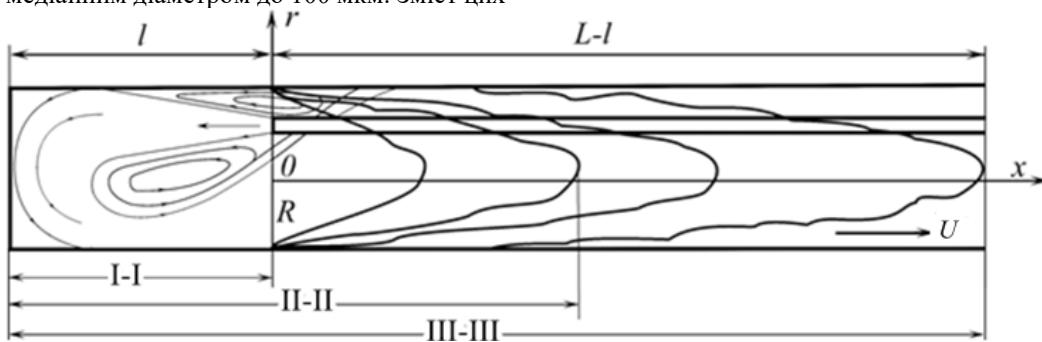
свердловини [3]; підйом пилу з поверхні гірничої виробці; дроблення шматків гірської породи при їх переміщенні. На інтенсивність викиду та розміри частинок пилу впливають наступні фактори [4]: гірничо-геологічні особливості масиву гірських порід; питома витрата вибухової речовини та швидкість її детонації; фракційний та мінералогічний склад, а також міцність гірських порід.

При вибуховому руйнуванні гірських порід із вмістом кварцу відбувається виділення частинок пилу із медіанним діаметром до 100 мкм. Зміст цих

частинок у ПГХ становить від 75 до 90%. Частинки кварцу з медіанним діаметром до 100 мкм складають 50% від загальної кількості частинок пилу.

При низькому вмісті кварцу медіанний діаметр частинок пилу змінюється від 65 до 75 мкм [7]. В цьому випадку ПГХ швидко розсіюється, а концентрація пилу знижується, що пов'язано з інтенсивним осадженням великих частинок [8].

На рис. 1 наведено схема деформації і розтягнення ПГХ в тупиковій виробці [9]



U – швидкість вентиляційного потоку; L – довжина виробки, м; R – радіус виробки, м; l – довжина ПГХ, м; I-I, II-II, III-III – положення ПГХ по відношенню до вибою

Рис. 1. Схема деформації і розтягнення ПГХ в тупиковій виробці при нестационарному процесі надходження пилу і нагнітальному способі провітрювання

Аналіз рис. 1 показує, що в початковий момент часу ПГХ заповнює частину тупикової виробки (положення I-I). При цьому концентрації пилу та газів не змінюються. При подальшому русі ПГХ відбувається зниження концентрацій пилу та газів (положення II-II). В результаті нерівномірного профілю швидкостей повітря в перетині виробки та дифузійних процесів відбувається розтягування ПГХ. Через деякий час гази і пил поблизу вибою повністю виносяться, а їх концентрації становиться рівною нулю. Після цього ПГХ відривається від вибою і починає рухатися вздовж виробці (положення III-III). Розтягування ПГХ призводить до зменшення концентрації частинок пилу. Крім того, на ступінь зниження концентрації пилу впливають витоки повітря з вентиляційного трубопроводу.

Довжину зони поширення продуктів детонації (в активній стадії) можна визначити за формулою

$$l_z = 15 + 5^{-1} A, \quad (1)$$

де A – сумарна потужність заряду вибухової речовини, кг.

Експериментальні дослідження в тупикових виробках [1] показали, що через $20 \div 30$ с після детонації заряду продукти вибуху заповнюють весь переріз виробки, а концентрації частинок пилу та газів вирівнюються. Після цього поширення ПГХ в тупикової виробці відбувається з незначною швидкістю. Тому формула (1) може бути застосовна для активної фази поширення продуктів детонації ($t = 20 \div 30$ с).

Відповідно до закону Стокса швидкість гравітаційного осадження частинки пилу та час її релаксації визначаються за формулами:

$$u_s = \psi g \rho d^2 18^{-1} \mu_a^{-1}; \quad (2)$$

$$\tau = u_s g^{-1} = \psi \rho d^2 18^{-1} \mu_a^{-1}, \quad (3)$$

де Ψ – коефіцієнт форми; ρ – щільність матеріалу частинки, kg/m^3 ; d – діаметр частинки, м; μ_a – динамічна в'язкість повітря, $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – прискорення сили тяжіння.

Час гравітаційного осадження частинки пилу у гірничої виробці визначається за формулою [8]

$$t_s = \frac{y}{u_s} + \tau, \quad (4)$$

де $0 < y \leq H$ – поточна висота, з якої відбувається осадження частинок пилу, м; H – висота виробки, м.

Приймемо наступні припущення: діаметр частинок пилу менше мікромасштабу турбулентності (турбулентні пульсації); обтікання частинок пилу несущим середовищем має в'язкий характер; гідродинамічний опір руху частинок пилу в першому наближенні описується законом Стокса; частинки пилу не взаємодіють між собою; в газопиловому потоці відсутні електростатичні та інші не гідродинамічні сили.

Розглянемо процес перенесення частинки пилу вентиляційним потоком вздовж тупикової виробці після закінчення активної фази поширення продуктів детонації. Рівняння руху частинки пилу в горизонтальному напрямку можна представити у вигляді

$$m \frac{du_x}{dt} = -C_x \frac{\rho_a (u_x - v_x)^2}{2} \frac{\pi d^2}{4}, \quad (5)$$

де $C_x = 24/\text{Re}$ – коефіцієнт лобового опору; $\text{Re} = (u_x - v_x) d \mu_a^{-1}$ – число Рейнольдса; u_x, v_x – середні горизонтальні швидкості частинки пилу та венти-

ляційного потоку (вздовж осі виробки), м/с; v_a – кінематична в'язкість повітря, м²/с; $m = 6^{-1}\pi d^3 \rho$ – маса частинки пилу, кг; t – час руху частинки пилу, с.

Підставимо значення C_x и Re у рівняння (5) і розділимо обидві частини рівняння на масу m . Після перетворень отримаємо

$$\frac{du_x}{dt} = -\frac{18\rho_a(u_x - v_x)v_a}{d^2\rho}. \quad (6)$$

Скористаємося методом поділу змінних і дівіде проведемо інтегрування рівняння (6) при початкових умовах: $t = 0$; $u_x = 0$.

З урахуванням (3) після перетворень отримаємо вираз для визначення відстані, на яку відбувається перенесення частинок пилу вентиляційним потоком протягом часу $t \leq t_s$

$$l_x = v_x t + v_x \tau \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) - 1 \right]. \quad (7)$$

Коефіцієнт турбулентної дифузії для частинок пилу діаметром до 20 мкм визначається за формулою [9]

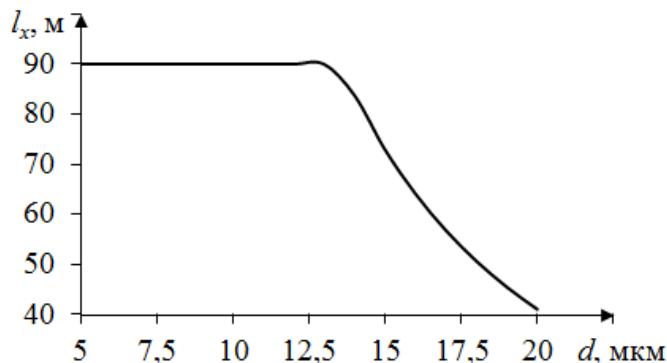


Рис. 2. Залежність відстані переносу частинок кварцу вентиляційним потоком за час $t = 300$ с після закінчення активної фази розповсюдження продуктів детонації в тупиковій виробці

Аналіз рис. 2 показує, що відстань переносу частинок кварцу з еквівалентним діаметром від 5 до 13 мкм за час $t = 300$ с практично не змінюється. При подальшому збільшенні еквівалентного діаметра спостерігається виражене зниження відстані переносу. Це пояснюється зменшенням часу гравітаційного осадження частинок пилу. Час гравітаційного осадження частинок пилу діаметром до 13 мкм

перевищує заданий час переносу ($t = 300$ с). При цьому для частинок пилу діаметром понад 13 мкм спостерігається протилежна картина.

На рис. 3 наведено графік зміни коефіцієнту турбулентної дифузії частинок кварцу у кінці активної фази розповсюдження продуктів детонації

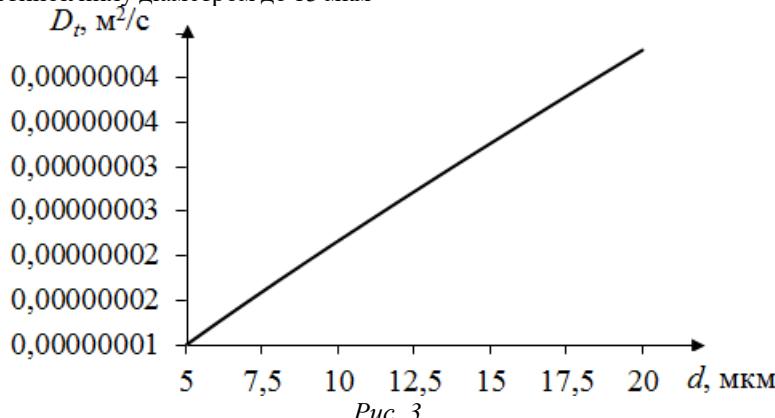


Рис. 3.

Залежність коефіцієнту турбулентної дифузії частинок кварцу від еквівалентного діаметру частинок

$$D_t = 0,007v_a Re_s^{0,875}. \quad (8)$$

де Re_s – число Рейнольдса, яке визначається за швидкістю гравітаційного осадження частки пилу.

При проведенні розрахунків розглядалась тупикова виробка довжиною 400 м та висотою 3,5 м. Сумарна маса заряду вибухової речовини прийнята рівною 128 кг. Середня швидкість вентиляційного потоку – 0,3 м/с. Матеріал частинок пилу – кварц; коефіцієнт форми частинок пилу – $\Psi = 0,806$. Еквівалентний діаметр частинок пилу $d = 5 \div 20$ мкм.

Згідно з формулою (1) довжина зони розповсюдження продуктів детонації складає 40,6 м. Для умов шахт Донбасу довжина зазначененої зони може досягати 50 м.

Результати та їх обговорення. На рис. 2 наведено графік зміни відстань перенесення частинок кварцу вентиляційним потоком після закінчення активної фази поширення продуктів детонації в тупиковій виробці

Аналіз рис. 3 показує, що при збільшенні еквівалентного діаметра частинок пилу відбувається зростання коефіцієнту турбулентної дифузії. Це пояснюється тим, що при горизонтальному русі дрібнодисперсних частинок пилу величина коефіцієнту турбулентної дифузії прямо пропорційна швидкості їх осадження. У випадку висхідного руху потоку (за аналогією з вертикальним каналом) відбувається гальмування частинок внаслідок впливу сили тяжіння. Тому для коефіцієнта турбулентної буде спостерігатися зворотна залежність.

Висновки. Проведені дослідження дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Зміна концентрацій частинок пилу по довжні гірничої виробки відбувається під впливом деформації пилогазової хмари та витоків повітря з вентиляційного трубопроводу.

2. На активній стадії розповсюдження продуктів детонації в тупиковій виробці, довжина зони викиду склала 40,6 м.

3. При горизонтальному русі дрібнодисперсних частинок пилу збільшення діаметру частинок призводить до зростання величини коефіцієнту турбулентної дифузії, що пояснюється зростанням швидкості їх осадження.

4. Відстань переносу частинок кварцу з еквівалентним діаметром менше 13 мкм за час $t = 300$ с практично не змінюється.

Список літератури

1. Дьяков, В.В., Ковалев, В.И. Противопылевые вентиляционные режимы на рудниках. – М: Недра, 1984. – 200 с.
2. Иконникова, Н.А., Юрченко, А.А., Иконников, М.Ю., Литвиненко, А.А. Математическая модель процесса переноса аэрозолей в подземных горных выработках / Математичне моделювання. 2017. № 1. С. 43-47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mm_2017_1_12. (дата звернення: 19.05.2023).
3. Ефремов, Э.И., Бересневич, П.В., Мартыненко, В.П., Борисов, В.И. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах. Днепропетровск: Січ, 1996. 177 с.

4. Голинько, В.И., Савельев, Д.В., Лебедев, Я.Я., Ищенко, К.С., Кратковский, И.Л. Влияние ПАВ на дисперсность кварцевой пыли при взрывном разрушении углеродистого массива / Розробка родовищ. 2014. Т. 8. С. 431-435. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/104577>. (дата звернення: 19.05.2023).

5. Kononenko, M., Khomenko, O., Savchenko, M. & Kovalenko, I. (2019), "Method for calculation of drilling-and-blasting operations parameters for emulsion explosives", *Mining of Mineral Deposits*, vol. 13, Issue 3, pp. 22-30, available at: <https://doi.org/10.33271/mining13.03.022> (accessed 25 May 2023).

6. Zhou, G., Kong, Y., Meng, Q., Jiang, B., Liu, Y., Li, G., Sun, B., Wang, J., Yan, D. & Li, Z. (2022), "Research on dust dispersion law of fully mechanized mining faces under different inclinations and tracking closed dust control method", vol. 13, 16633, available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20606-9> (accessed 25 May 2023).

7. Ефремов, Э.И., Петренко, В.Д., Кратковский, И.Л., Шеленок, В.В. Экспериментальные результаты разрушения полиминеральных сред при взрывном и механическом воздействии / Материалы международной конференции «Высокоэнергетическая обработка материалов». Днепропетровск, 1995. С. 44-49.

8. Колесник, В.Е., Юрченко, А.А., Литвиненко, А.А., Павличенко, А.В. Способи і засоби підвищення екологічної безпеки масових вибухів в залізорудних кар'єрах за пиловим чинником. Дніпропетровськ: Літограф, 2014. 112 с.

9. Голинько, В.И., Савельев Д.В. Образование и распространение высокодисперсных пылевых аэрозолей по горным выработкам при ведении взрывных работ / Вісті Донецького гірничого інституту. 2014. № 1-2. С. 117-124. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vdgi_2014_1-2_20. (дата звернення: 19.05.2023).

ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА СУДНАХ

Мазур Т.М.

Дунайський інститут Національного університету «Одесська морська академія», старший викладач, здобувач ступеня доктора філософії

ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PROCESS ON VESSELS

Mazur T.

Danube institute National University «Odessa Maritime Academy», Senior Lecturer, Postgraduate Student PhD

DOI: [10.5281/zenodo.8070666](https://doi.org/10.5281/zenodo.8070666)

Анотація

У статті розглянуто процес впровадження у судову практику та постійне покращення механізму, що сприяє підвищенню енергетичної ефективності суднових операцій. Це дозволить більш раціонально використовувати енергетичні ресурси судна, зменшити споживання палива в ході виконання суднових операцій, що, у свою чергу, скоротить викиди парникових газів в атмосферу, включаючи викиди CO₂, а також зменшить загальні витрати судноплавної компанії на енергетичні ресурси, підвищуючи цим її конкурентоспроможність.

Abstract

The article considers the process implementation in ship's practice and continuous improvement of mechanism to promote energy efficiency enhancement of ship operations. This will allow to use ship energy resources more efficiently, to reduce consumption of fuel in ship operations, which, in turn, will lead to reductions in greenhouse gas emissions, including CO₂ emissions, and in the overall cost of the shipping company's energy resources, thus enhancing its competitiveness.

Ключевые слова: энергетическая эффективность судна, эффективное использование энергетических ресурсов, Експлуатаційний коефіцієнт енергоефективності (ЕКЕЕ), системи управління безпекою, звітні документи та записи.

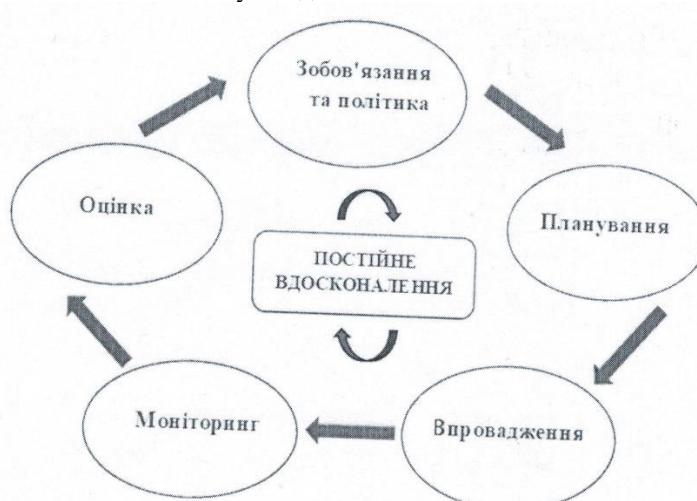
Keywords: energy efficiency of ship, efficient use of energy resources, Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI), safety management system, reporting documents and records.

Міжнародна морська організація (IMO) у 2018 році розробила Стратегію скорочення викидів парникових газів. Одна з цілей цієї стратегії - це досягти зниження викидів на 40% до 2030 року порівняно з 2008 роком. Метою цього процесу має бути скорочення викидів парникових газів за рахунок підвищення енергоефективності суден і впровадження нових технологій палива [1].

Процес управління енергетичною ефективністю на суднах Компанії є невід'ємною частиною Системи управління безпекою (СУБ), що діє в Компанії і основна мета якої – виконання умов для

безпечної експлуатації суден та запобігання забруднення навколишнього середовища.

Енергетична ефективність представляє собою відношення або інший кількісний взаємозв'язок між отриманим результатом, що відноситься до виконання роботи, послуги, товарів або енергії, та енергією, що надійшла на вхід. В основі процесу управління енергоефективністю лежить безперервний цикл із наступних чотирьох етапів: планування, впровадження, моніторинг, оцінка та покращення (рис.1).



Rис. 1. Схема процесу управління енергоефективністю

Планування є найважливішим етапом у процесі управління енергоефективністю на судах. Енергетичне планування має узгоджуватися з енергетичною політикою судноплавної Компанії. Основними завданнями етапу планування є визначення поточного енергетичного статусу судна; затвердження цілей щодо енергоефективності судна; визначення та затвердження спеціальних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності судна [3].

При визначенні поточного енергетичного статусу судна компанія спільно з екіпажем судна має ідентифікувати наявні джерела енергії, на основі аналізу споживання енергії ідентифікувати обладнання, системи, процеси, персонал, фактори, які сильно впливають на споживання енергії та провести оцінку споживання енергії зараз і за минулі періоди часу.

Для постійного підвищення енергоефективності флоту та реалізації енергетичної політики, компанія щорічно визначає, аналізує та, за необхідності, коригує цілі в галузі енергетичної ефективності суден. Цілі енергоефективності можуть виражатися будь-яким зручним для компанії чином, наприклад, у вигляді певного значення річної витрати палива або експлуатаційного коефіцієнта енергоефективності (ЕКЕЕ) - Energy Efficiency Operational Indicator (ЕЕОІ). Цілі повинні бути простими, вимірюваними та сумісними з енергетичною політикою судноплавної компанії [2].

Заходи щодо енергоефективності повинні визначатися з урахуванням багатьох факторів, що впливають на можливість їх застосування та результативність. Серед таких факторів можуть бути техніко-експлуатаційні характеристики судна, вантажі, що перевозяться, райони плавання, склад і зношеність суднового обладнання та інші фактори. При виборі заходів з енергоефективності також повинні розглядатися існуючі в судноплавній галузі технології та практика щодо раціонального використання та економії енергетичних ресурсів.

Компанія визначає заходи щодо підвищення енергоефективності з урахуванням застосовних нормативних вимог природоохоронного законодавства, а також доступних їй матеріальних ресурсів. При визначенні заходів щодо підвищення енергоефективності аналізуються такі аспекти експлуатації судна, що впливають на його енергетичну ефективність: планування та опрацювання переходу, метеопроводка та морські течії, призначення швидкості ходу, ротація портів заходів судна, фрахтування, суднові операції в портах та на рейді, ходові характеристики судна, стан корпусу судна, стан гребного валу, управління бункеруванням судна, планування витрати бункера з відповідних танків, головні та допоміжні двигуни, ефективність (ККД) та коефіцієнт використання допоміжних двигунів і котлів, споживання енергоресурсів, вантажні операції, опалення, вентиляція та кондиціювання повітря, освітлення та інші споживачі електроенергії.

Підвищення енергетичної ефективності суднових операцій залежить не лише від зусиль судно-

вого екіпажу. На цей процес впливають ряд учасників транспортної діяльності, серед яких: судновласники, оператори, фрахтувальники, вантажовласники, порти та служби управління рухом, судноремонтні заводи. Поліпшення взаємодії між цими учасниками, зрештою, сприяє раціональнішому витрачанню судном енергетичних ресурсів. У багатьох випадках підтримка такої взаємодії лежить у зоні відповідальності берегового персоналу Компанії.

Після того, як заходи щодо підвищення енергоефективності будуть визначені та схвалені керівництвом, виконується низка заходів щодо їх впровадження у виробничу діяльність Компанії: призначення суднового та берегового персоналу, відповідального за впровадження та підтримання схвалених заходів щодо енергоефективності, розподіл відповідальності та повноважень такого персоналу; забезпечення виконання персоналом своїх функціональних обов'язків щодо підвищення енергоефективності на суднах Компанії; виконання затверджених заходів відповідно до встановлених для них методів реалізації та критеріїв належного виконання; забезпечення доступу до інформації про найкращі практики та технології, що застосовуються в судноплавстві, спрямовані на енергозбереження [4].

На даному етапі також встановлюється порядок передачі та обміну інформацією та пропозиціями щодо енергоефективності між персоналом Компанії. Кожен співробітник Компанії може вносити зауваження та пропозиції щодо покращення процесу управління енергоефективністю: беручи участь у судових нарадах щодо системи управління безпекою (СУБ); під час проведення внутрішніх аудитів СУБ Компанії та судна; використовуючи встановлений у Компанії порядок передачі інформації про виявлені невідповідності та спостереження. Виконання схвалених заходів щодо енергоефективності має відображатись у відповідних записах, склад та порядок ведення яких встановлюється відповідальною особою в Компанії.

Для відображення досягнутих результатів та/або здійсненої діяльності з управління енергоефективністю на суднах персонал Компанії використовує такі звітні документи та записи:

- добові суднові повідомлення;
- щомісячні та рейсові суднові звіти;
- звіти технічної служби судна щодо роботи суднових механізмів та систем;
- звіти щодо суднових нарад та перегляду СУБ судна;
- звіти з технічних інспекцій судна;
- звіти про щорічну оцінку енергетичної ефективності на судах Компанії;
- донесення про невідповідності та вжиті коригувальні / превентивні заходи;
- протоколи щодо нарад вищого керівництва з аналізу СУБ Компанії.

Етап систематичного моніторингу енергоефективності судна включає: збір оперативної інформації, що відноситься до енергоефективності судна; кількісний вимір ключових характеристик, що

визначають енергетичну ефективність з використанням схвалених інструментів моніторингу; періодичну перевірку, аналіз та оцінку поточного стану енергоефективності судна з урахуванням поставлених цілей.

Оперативна інформація, що стосується енергоефективності судна, включає, але не обмежується цим:

- добові донесення, щомісячні та рейсові звіти;
- записи в суднових журналах;
- звіти технічної служби судна щодо роботи суднових механізмів та систем;
- значення експлуатаційного коефіцієнта енергоефективності, інформацію щодо пройденої відстані, кількості та типу витраченого палива, перевезеного вантажу, кількості викидів;
- результати внутрішніх аудитів та технічних інспекцій судна;

- рейсові завдання, карти погоди;
- пропозиції персоналу, спрямовані на підвищення енергоефективності судна.

Енергоефективність судна має контролюватись кількісно, з використанням інструментів моніторингу, встановлених у Компанії. Компанія використовує як інструмент моніторингу ЕКЕЕ, який є міжнародно визнаним інструментом для визначення кількісного коефіцієнта енергоефективності судна в процесі експлуатації. Методика розрахунку даного коефіцієнту може бути заснована на рекомендаціях, наведених у Керівництві MEPC.1/Circ.684, розробленому Міжнародною морською організацією (IMO). Дані щодо кожного виконаного рейсу, необхідні розрахунку значень ЕКЕЕ, повинні регулярно заноситись старшим механіком до таблиці, встановленої форми (рис.2).

mtm MARINE TRANS MANAGEMENT	SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT			E-33	
COLLECTED DATA SUMMARIES					
Vessel	DORADO PLUS				
Date	31.12.2022			* In the case of daily underlying data, this column would be left in blank.	
Master					
CHENG					
Fuel Consumption					
Data from dd/mm/yyyy	Data to * dd/mm/yyyy	Distance Traveled n.m	Hours underway hh:mm	Diesel/Gas Oil MT Light fuel oil (LFO) MT Heavy fuel oil (HFO) MT	
01.01.2022				0,69	
02.01.2022				0,6	
03.01.2022				0,62	
04.01.2022		0,8	1:30	0,73	
05.01.2022				0,58	
06.01.2022				0,62	
07.01.2022				0,58	
08.01.2022		87	11:15:00	1,66	2,17
09.01.2022		134,8	17:45:00	1,51	4,16
10.01.2022		221,8	24:00:00	0,68	6,88
11.01.2022		129,4	10:00:00	1,57	1,88
-----	-----			-----	-----
-----	-----			-----	-----
29.12.2022		2	1:45	0,86	
30.12.2022				0,61	
31.12.2022				0,64	
Total amount		32152,61	4290:17:00	312,121	0 876,25

Рис.2 Приклад оформлення внесення даних по рейсу старшим механіком

На основі цих даних автоматично визначаються значення коефіцієнта для кожного виконаного судном рейсу; числа рейсів, виконаних судном за календарний місяць, квартал, рік. Дані щодо баластових переходів, а також дані щодо переходів, не пов'язаних з перевезенням вантажу (наприклад, переїзд судна до місця докування) повинні бути включені до таблиці розрахунку ЕКЕЕ [5].

Для визначення ЕКЕЕ, як правило, знадобляться такі основні кроки:

- визначити період, на який розраховується ЕЕОІ;
- визначати джерела для збирання даних;
- зібрати дані;
- конвертувати дані у відповідний формат;
- розрахувати ЕЕОІ.

Для одного рейсу розрахунок ЕЕОІ визначається як:

$$\text{ЕЕОІ} = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{carg o} \times D}$$

Де середній показник для всіх рейсів розраховується як:

$$\text{Average EEOI} = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{carg o,i} \times D_i)}$$

Де:

j – тип палива;

i – кількість рейсів;

FC_{ij} – маса спожитого палива *j* у рейсі *i*;

C_{Fj} – маса (палива) CO₂ перетворена для кожного типу палива *j*;

m – вага перевезеного вантажу або виконаного рейсу (кількість TEU або пасажирів) або брутто-тонни для пасажирських суден; а також

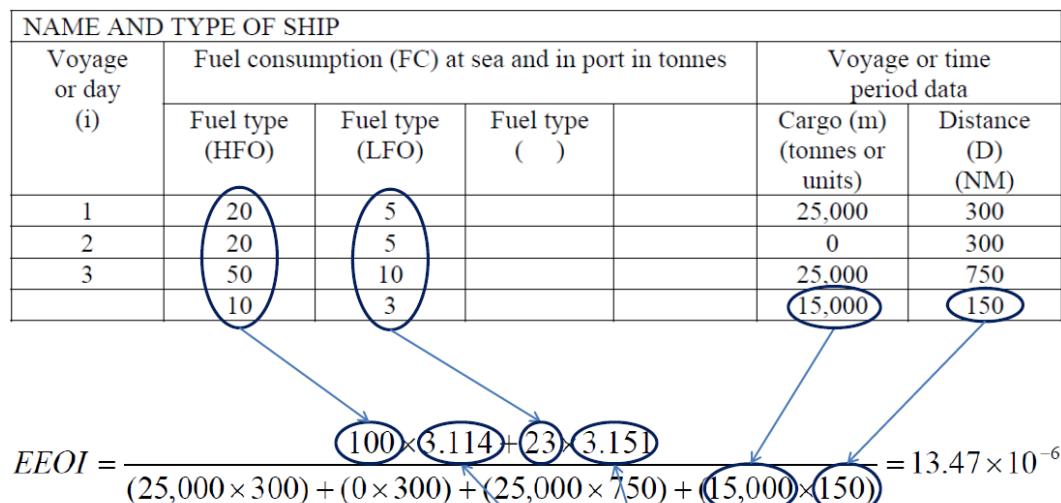
D - відстань у морських милях, що відповідає перевезеному вантажу або виконаному рейсу.

Приклад розрахунку нижче (рис.3) ілюструє застосування формули з урахуванням звітних даних з т/х «Ocean Star», IMO 9165695.

Основні параметри судна приведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Інформація про судно / Vessel particulars		
Довжина судна, м	144.8	Length overall, m
Ширина, м	24.00	Breadth, m
Висота борту, м	12.80	Depth, m
Осадка, м	9.10	Draught , m
Дедвейт, т	18485	Deadweight, t
Швидкість, вуз	15	Speed, kn
Тип ГД	B&W 8S35MC	Type ME
Потужність ГД, кВт	5590	Power, kWt



Type of fuel	Reference	Carbon content	C_F (t-CO ₂ /t-Fuel)
1. Diesel/Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0.875	3.206000
2. Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.86	3.151040
3. Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.85	3.114400
4. Liquified Petroleum Gas (LPG)	Propane Butane	0.819 0.827	3.000000 3.030000
5. Liquified Natural Gas (LNG)		0.75	2.750000

Рис.3. Приклад розрахунку ЕКЕЕ для т/х «Ocean Star».

Значення ЕКЕЕ за рейс(и) направляється у щомісячному судновому звіті Призначеною особою в компанії для порівняння зі значеннями коефіцієнта за попередні рейси, аналізу та, за необхідності, вироблення коригуючих заходів. Коригувальні заходи визначаються Призначеною особою спільно з капітаном, технічним та оперативним менеджером. Середньорічне значення ЕКЕЕ використовується

Технічним менеджером та Призначеною особою під час виконання щорічної оцінки та аналізу енергоефективності судна.

Оцінка та покращення є фінальним етапом процесу управління енергоефективністю. Результати цього етапу є вступними даними для початку наступного циклу управління енергоефективністю

судна, а саме для першого етапу циклу - «Планування». Метою оцінки є визначення ступеня впровадження та ефективності схвалених енергетичних заходів. Оцінка дозволяє глибше зрозуміти:

- які показники суднових операцій впливають схвалені заходи як вони впливають з їхньої використання та ефективності;
- які заходи можуть, чи можуть бути ефективними;
- які заходи слід виконувати наступного року підвищення енергоефективності судна.

У ході виконання оцінки використовуються:

- результати щорічної енергетичної перевірки судна, що виконується технічним менеджером;
- результати внутрішніх перевірок СУБ судна та берега, що належать до енергоефективності;
- суднові донесення та звіти про судові наради безпеки;
- звіти технічної служби судна щодо роботи суднових систем та механізмів;
- записи в суднових журналах;
- результати перегляду/аналізу СУБ судна капітаном, які стосуються енергоефективності;
- середньорічне та середньомісячні значення ЕКЕЕ, інформація про пройдену відстань, кількість і тип витраченого палива, кількість викидів та перевезеного вантажу;
- звітні документи берегового персоналу, задіяного в управлінні енергоефективностю;
- пропозиції персоналу компанії та членів екіпажу, спрямовані на підвищення енергоефективності судів;
- інші дані, отримані внаслідок моніторингу енергоефективності судна.

Результатом щорічної оцінки енергоефективності судна є вироблені на наступний рік цілі та заходи щодо підвищення енергоефективності судна, підготовлені для подальшого затвердження вищим керівництвом Компанії, які вносяться до Звіту про оцінку енергетичної ефективності [6].

Заходи щодо підвищення енергоефективності на судах повинні враховувати тип, конструктивні особливості, райони плавання суден та фінансові потреби компанії, а саме:

- Модернізація клапанів головного двигуна. Паливні клапани золотникового типу спроектовані так, щоб обсяг палива, що залишається у форсунках, був мінімальний, коли клапан закритий. Крім того, вони оснащені спеціально розробленою форсункою, яка оптимізує розподіл палива в процесі його згоряння, дозволяє уникнути високих піків температури і тим самим зменшує утворення нагару і NO_x. Крім того, ці клапани оптимізують згоряння палива, ніж запобігають забрудненню двигуна. Скорочення викидів вуглеводнів та твердих частинок призводить до зменшення димоутворення. Двигун також виграє від зменшення забруднення поршнів, вихлопних клапанів та колектора. Викид NO_x зменшується і стає як у нових суден з покращеними характеристиками викидів.

- Оптимізація/контроль системи змащення циліндрів головного двигуна. Контрольоване скорочення споживання циліндрової олії відповідно до рекомендацій виробника може привести до економії засобів, очищення двигунів та скорочення викидів (наприклад, система контролю за подачею олії в цилінди, де циліндрична олія дозується пропорційно відсотку сірки в паливі та навантаженні двигуна).

- Силіконове покриття гвинтів. Як альтернатива полірування гвинта, використання систем силіконових покріттів, покращує гладкість поверхні та гідродинамічну продуктивність гвинта.

- Використання відпрацьованого тепла. Технологія утилізації втрат тепла на даний час є комерційно доступною для суден. Ця технологія використовує теплові втрати вихлопних газів для виробництва електроенергії або додаткової потужності пропульсивної установки. Енергія може бути вилучена з вихлопних газів допоміжних двигунів. Використання енергії вихлопних газів може генерувати до 10% додаткової потужності, а ефективність пропульсивної установки може бути збільшена до 50-55% великих двотактних двигунів. Використання енергії вихлопних газів також можна використовувати на невеликих двигунах. Двоступінчастий турбонаддув можна розглядати як ще один засіб для отримання енергії та підвищення енергоефективності.

- Встановлення системи онлайн моніторингу діяльності судна. Встановлення обладнання та програмного забезпечення, яке дозволяє береговому персоналу компанії здійснювати моніторинг діяльності судна в режимі онлайн та забезпечити швидкий зворотний зв'язок на судно для оптимізації суднових операцій.

Висновок. Багато заходів, описаних вище, залежать від районів плавання судна, віку судна та вартості палива в цих районах. Іноді судна змінюють райони плавання та відповідно змінюються умови договору морського перевезення, які не можуть бути загальними. Іншими словами, судна, що працюють у різних районах світового океану, можуть мати різні можливості та переваги при вжитті однакових заходів щодо енергоефективності. Цілком ймовірно, що деякі заходи матимуть більше чи менше значення при роботі судна у різних районах плавання. Тривалість рейсу для деяких суден також є важливим аспектом. В результаті цілком закономірно, що кожне судно має свою унікальну комбінацію заходів, яка буде для нього найбільш ефективною.

Список літератури

1. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78), Annex VI [Електронний ресурс] /–Режим доступу до ресурсу: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Supplements.pdf>

2. IMO resolution MEPC.282(70). Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan [Електронний ресурс] /–Режим доступу

до ресурсу: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.282\(70\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.282(70).pdf)

3. International Standard ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use" [Електронний ресурс] /–Режим доступу до ресурсу: <https://www.iso.org/standard/51297.html>

4. International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (ISM Code) [Електронний ресурс] /–Режим доступу до ресурсу: <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/ISMCode.aspx>

5. IMO MEPC.1/Circ.684. Guidelines for voluntary use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI). [Електронний ресурс] /–Режим доступу до ресурсу: <https://gmn.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf>

6. Mazur Tetiana. SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PROCESS. [Електронний ресурс] /–Режим доступу до ресурсу: <https://dnuoma.com.ua/wp-content/uploads/2023/05/zbyrnyk210423.pdf>

№79/2023

Znanstvena misel journal

The journal is registered and published in Slovenia.

ISSN 3124-1123

The frequency of publication – 12 times per year.

Journal is published in Slovenian, English, Polish, Russian, Ukrainian.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

All articles are reviewed

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Free access to the electronic version of journal

Chief Editor – Christoph Machek

The executive secretary - Damian Gerbec

Dragan Tsallaev — PhD, senior researcher, professor

Dorothea Sabash — PhD, senior researcher

Vatslav Blažek — candidate of philological sciences

Philip Matoušek — doctor of pedagogical sciences, professor

Alicja Antczak — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Katarzyna Brzozowski — PhD, associate professor

Roman Guryev — MD, Professor

Stepan Filippov — Doctor of Social Sciences, Associate Professor

Dmytro Teliga — Senior Lecturer, Department of Humanitarian and Economic Sciences

Anastasia Plahtiy — Doctor of Economics, professor

Znanstvena misel journal

Slovenska cesta 8, 1000 Ljubljana, Slovenia

Email: info@znanstvena-journal.com

Website: www.znanstvena-journal.com