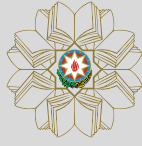


ISSN 1815-1779



Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan
Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики



Azərbaycan Texniki Universiteti
Azerbaijan Technical University
Азербайджанский Технический Университет

ELMİ ƏSƏRLƏR

PROCEEDINGS

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ



ELMİ ƏSƏRLƏR

Elmi-texniki jurnal

PROCEEDINGS

Scientific-technical journal

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Научно-технический журнал

№1

2023

DOI: 10.61413/XRPY5267

Təsisçi: Azərbaycan Texniki Universiteti
Founder: Azerbaijan Technical University
Учредитель: Азербайджанский Технический Университет

Jurnal 1992-ci ildən nəşr olunur. Şahadətnamə №305.
The journal is published since 1992. Certificate No. 305.
Журнал издается с 1992 года. Сертификат №305.

REDAKSIYA HEYƏTİ

Baş redaktor:

prof. V.M.Vəliyev

Baş redaktorun müavinləri:

prof. N.A.Yusifbəyli

prof. S.N.Namazov

Məsul katib:

t.f.d. X.M.Nəbiyev

Redaksiya heyətinin üzvləri:

akademik A.M.Paşayev

(Azərbaycan)

akademik T.A.Əliyev (Azərbaycan)

AMEA-nın müxbir üzvü

A.Z.Məlikov (Azərbaycan)

prof. V.Mixaylov (Almaniya)

prof. S.Təkəli (Türkiyə)

prof. S.Simon (Almaniya)

prof. İ.A.Babayev (Azərbaycan)

prof. M.Güdən (Türkiyə)

prof. Z.D.Kovalyuk (Ukrayna)

prof. N.V.Zik (Rusiya)

prof. İ.A.Balova (Rusiya)

prof. H.N.Nəcəfov (Türkiyə)

prof. M.İsmayilov (Türkiyə)

prof. E.Ə.Məsimov (Azərbaycan)

prof. P.D.Lazzaro (İtaliya)

prof. Z.A.Cahangirli (Azərbaycan)

prof. E.M.Qocayev (Azərbaycan)

prof. V.Ə.Qasimov (Azərbaycan)

prof. F.V.Yusifov (Azərbaycan)

prof. V.İ.Nəsirov (Azərbaycan)

prof. A.N.Məmmədov

(Azərbaycan)

prof. R.M.Rzayev (Azərbaycan)

prof. A.Y.Yerşov (Rusiya)

prof. İ.İ.Əliyev (Azərbaycan)

prof. Ə.Q.Əlirzayev (Azərbaycan)

prof. F.Ə.Qənbərov (Azərbaycan)

dos. A.N.Eminov (Azərbaycan)

dos. H.B.Guliyev (Azərbaycan)

i.e.f.d. N.V.Namazova (Azərbaycan)

EDITORIAL BOARD

Chief editor:

prof. V.M.Valiyev

Deputy chief editors:

prof. N.A.Yusifbayli

prof. S.N.Namazov

Senior secretary:

PhD Kh.M.Nabiyev

Member of the editorial board:

academician A.M.Pashayev

(Azerbaijan)

academician T.A.Aliyev

cor.member of ANAS A.Z.Melikov

(Azerbaijan)

prof. V.Mikhailov (Germany)

prof. S.Tekeli (Turkey)

prof. S.Simon (Germany)

prof. İ.A.Babayev (Azerbaijan)

prof. M.Guden (Turkey)

prof. Z.D.Kovalyuk (Ukraine)

prof. N.V.Zik (Russia)

prof. İ.A.Balova (Russia)

prof. H.N.Najafov (Turkey)

prof. M.Ismailov (Turkey)

prof. E.A.Masimov (Azerbaijan)

prof. P.D.Lazzaro (Italy)

prof. Z.A.Jahangirli

(Azerbaijan)

prof. E.M.Godjayev (Azerbaijan)

prof. V.E.Gasimov (Azerbaijan)

prof. F.V.Yusifov (Azerbaijan)

prof. V.I.Nasirov (Azerbaijan)

prof. A.N.Mammadov

(Azerbaijan)

prof. R.M.Rzayev (Azerbaijan)

prof. A.Y.Yershov (Russia)

prof. İ.İ.Aliyev (Azerbaijan)

prof. A.G.Alırzaev (Azerbaijan)

prof. F.A.Ganbarov (Azerbaijan)

ass.prof. A.N.Eminov (Azerbaijan)

ass.prof. H.B.Guliyev (Azerbaijan)

PhD N.V.Namazova (Azerbaijan)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

проф. В.М.Валиев

Зам. гл. редактора:

проф. Н.А.Юсифбейли

проф. С.Н.Намазов

Ответственный секретарь

д.ф.т. Х.М.Набиев

Члены редакционной коллегии:

академик А.М.Пашаев

(Азербайджан)

академик Т.А.Алиев

(Азербайджан)

член-корреспондент НАНА

А.З.Меликов (Азербайджан)

проф. В. Михайлов (Германия)

проф. С.Текели (Турция)

проф. С.Симон (Германия)

проф. И.А.Бабаев (Азербайджан)

проф. М.Гюден (Турция).

проф. З.Д.Ковалюк (Украина)

проф. Н.В.Зик (Россия)

проф. И.А.Балова (Россия)

проф. Х.Н.Наджафов (Турция)

проф. М.Исмаилов (Турция)

проф. Е.А.Масимов (Азербайджан)

проф. П.Д.Лаззаро (Италия)

проф. З.А.Джахангирли

(Азербайджан)

проф. Е.М.Годжаев (Азербайджан)

проф. В.А.Гасымов (Азербайджан)

проф. Ф.В.Юсифов (Азербайджан)

проф. В.И.Насиров (Азербайджан)

проф. А.Н.Мамедов

(Азербайджан)

проф. Р.М.Рзаев (Азербайджан)

проф. А.Е.Ершов (Россия)

проф. И.И.Алиев (Азербайджан)

проф. А.Г.Алирзаев (Азербайджан)

проф. Ф.А.Ганбаров (Азербайджан)

доц. А.Н.Эминов (Азербайджан)

доц. Х.Б.Гулиев (Азербайджан)

д.ф.э. Н.В.Намазова (Азербайджан)

Redaksiyanın ünvanı: AZ1073, Bakı ş., H.Cavid prosp., 25. AzTU.

Tel.: (+99412)5391452; www.aztu.edu.az; E-mail: elmieserler@aztu.edu.az

Azərbaycan Texniki Universitetinin “Elmi əsərlər” jurnalında fizika, riyaziyyat, kimya, mexanika, avtomatika, informatika, telekommunikasiya, maşınqayırma, elektrotexnika, metallurgiya, maşınşünaslıq, energetika, iqtisadiyyat, nəqliyyat, ekologiya bölmələri üzrə məqalələr və qısa məlumatlar dərc edilir.

Articles and brief information on physics, mathematics, chemistry, mechanics, automatics, informatics, telecommunications, machine-building, electrical engineering, metallurgy, theoretical engineering, energetics, economics, transport, ecology are published in the journal “Proceedings” of Azerbaijan Technical University.

В журнале «Ученые записки» Азербайджанского Технического Университета публикуются статьи и краткие сообщения по физике, математике, химии, механике, автоматике, информатике, телекоммуникациям, машиностроению, электротехнике, металлургии, машиноведению, энергетике, экономике, транспорту, экологии.

Jurnal Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının təsdiq etdiyi elmi dərəcə iddiaçılarının əsərlərinin çap edildiyi dövrü elmi nəşrlərin siyahısına daxil edilmişdir.

The journal is included in the list of periodical scientific publications approved by the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Azerbaijan where the works of scientific degree candidates are published.

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, в которых публикуются работы соискателей ученых степеней, утверждаемый Высшей аттестационной комиссией при Президенте Азербайджанской Республики.

MÜNDƏRİCAT * CONTENTS * ОГЛАВЛЕНИЕ

Годжаев Е.М., Зейналов Ш.А., Керимов Ф.Ш., Мамедова С.И., Садыгова С.Г. – Исследование влияние фенолоформальдегидной смолы на электрическую прочность полиэтилена низкой плотности	5-9
Rəhimov R.M., Məmmədova S.İ., Mehdiyeva Ş.M., Cəfərova G.S. – Aşağı energetik təsirli (aşağı intensivlikli) infraqırmızı lazerli elektron qurğusu.....	10-13
Sadiqova S.H. – $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$ bərk məhlul ərintilərinin alınması və termoelektrik xassələri.....	14-18
Əmənov Y.A. – Abrazivin metalla kontakt zonasında yaranan gərginliklərin təyini və onların abraziv yeyilmə intensivliyinə və mexanizminə təsirinin analizi	19-25
Məmmədov Ç.M., Əliyev K.R. – Polimer maşın hissələrinin emalı üçün texnoloji avadanlıqlar	26-29
Əhmədov H.M., Manafov E.K., Hüseynov F.H. – Peyk texnologiyalarının Azərbaycan Dəmir Yollarında tətbiq olunma perspektivləri	30-37
Bayramov R.P., Əliyev Ə.H., Məmmədov F.Q., Tağıyev X.F. – Azərbaycanda elektromobillərin bərpa olunan enerji fonunda perspektivləri.....	38-43
Daşdəmirov F.S. – Avtobus marşrut şəbəkəsinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi metodikası	44-51
Bağırov S.A. – İşıqlandırma avadanlıqlarında elektrik enerjisinə qənaət edilməsi konsepsiyasının işlənilməsi	52-55
Eminov A.N., Mirzəyev A.F. – Ölkə üzrə ümumi daxili məhsulun dəyişmə dinamikasının pensiyanın orta məbləğinə təsirinin ekonometrik təhlili.....	56-62
Safarli A.J., Abdullayev R.Sh. – Exploring the root causes of youth unemployment from the perspectives of third country nationals	63-68
Əliyev A.M., Kərimov Ə.İ., Səfərov A.R., Yarıyev V.M., Əliyeva X.A. – Metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşməsi prosesinin riyazi modelinin yaradılması və prinsipial texnoloji sxemin tərtibatı	69-76
Rustamov M.A., Eyvazova Sh.M., Veysova N.A., Mirzayeva G.A. – Electrophilic reactions of chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene with 3-oxindole and n-phenylacetic acid.....	77-81
Salmanova K.A., Məmmədova P.Ş., Vəliyeva S.M., Güləliyev İ.D., Sədirzadə İ.Ə. – Motor yağlarına sulfonat aşqarları.....	82-86
Фарзалиев М.Г., Алирзаева Л.Я. – Анализ конструкций товарных регуляторов.....	87-91
Мамедов А.Т. – Наследие профессора Ю.Г.Дорофеева	92-93

УДК 53.097

DOI: 10.61413/ZFUM5380

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ

Е.М.Годжаев, Ш.А.Зейналов, Ф.Ш.Керимов, С.И.Мамедова, С.Г.Садыгова

Азербайджанский технический университет

E-mail: geldar-04@aztu.edu.az, sucaets@aztu.edu.az, ferhad.kerimov@aztu.edu.az, memmedova_sureyya@aztu.edu.az, seyyare.sadiqova@aztu.edu.az

Ключевые слова: время жизни, электрическое старение, фенолоформальдегидная смола, ПЭНП

Резюме. В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований электрической долговечности пленок полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) марки 10803-020 и влияния на него состава и количества модифицирующей добавки фенолоформальдегидной смолы (ФС). Содержание добавок в составе ПЭНП варьировалось в пределах 0,01-0,1 масс%.

Экспериментальные результаты показали, что содержание 0,05 масс% фенолоформальдегидной смолы является оптимальной, так как обеспечивает наибольшую устойчивость электрических свойств по сравнению как с исходным, так и с ПЭНП при других содержаниях добавок.

Установлено, что введение в ПЭНП по 0,05 масс% (ФС) значительно снижает скорость уменьшения электрической прочности модифицированной пленки при электрическом старении, а также на временную зависимость электрической прочности пленки ПЭНП.

Введение

Известно применение изделий из полиолефинов в электротехнической промышленности в качестве диэлектрика [1; с.15-17]. Однако, использование полиолефинов без дополнительных приемов обработки: повышение их электрических характеристик, обеспечения стабильности их при электрическом старении, улучшения технологии переработки, часто не отвечает современным требованиям эксплуатации. Установлено, что в сильных электрических полях ухудшение электрофизических и механических свойств полимерной изоляции происходит в основном за счет ионизационных процессов, развивающихся в воздушных включениях и порах внутри изоляции [2, 3].

В этой связи, целью настоящего исследования явилась разработка новых полимерных модификации с улучшенными диэлектрическими свойствами и относительно стойкими к воздействию ряда внешних факторов (температура, электрических разряды, механическая нагрузка, ультрафиолетовое облучение и т.д.). В качестве модифицирующих добавок использовалось химическое соединение фенолоформальдегидная смола $[C_6H_3(OH)-CH_2-]_n$.

Методика эксперимента

Переработка разработанных модификаций ПЭНП в пленки производилась на агрегате УРП-1500 был установлен технологический режим переработки и получена пленка толщиной 50-60 мкм.

Предложенная добавка методом механического смешивания введена в гранулированный ПЭНП. Перед введением добавки в ПЭНП ее диспергировали при помощи ситового анализа, на установке для определения зернового состава. Размер частиц составил меньше 50 мкм.

Определение электрической долговечности пленок ПЭНП и её разработанная модификация проводилась в переменном поле с частотой 50 Гц по известной методике [4]. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики осуществлялось в испытательной ячейке несимметричного типа рис. 1.

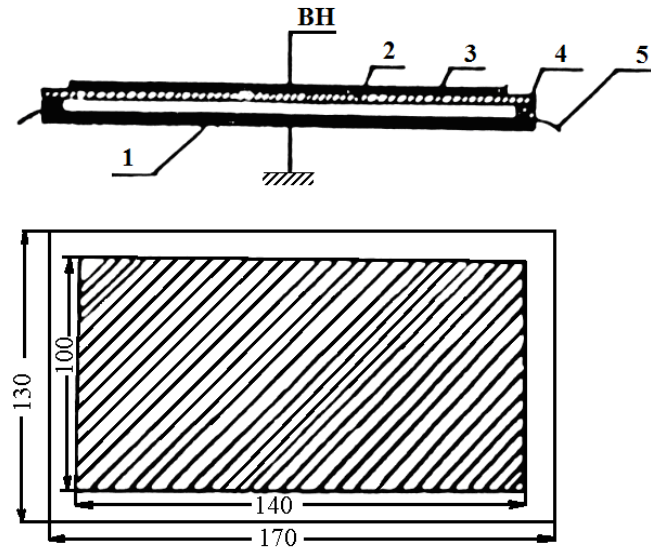


Рис. 1. Испытательные ячейки с воздушным зарядом.

- 1 – металлический заземленный электрод;
- 2 – стеклянная металлизированная пластина;
- 3 – металлическое покрытие;
- 4 – стеклянная прокладка;
- 5 – полимерная пленка.

Экспериментальные результаты и их обсуждения

На рис. 2 приведена зависимость логарифма долговечности пленки ПЭВД и его модификаций от напряженности переменного электрического поля.

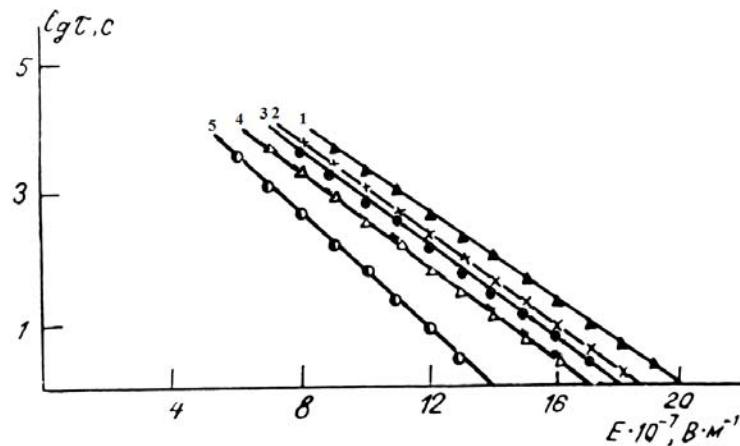


Рис. 2. Зависимость электрической долговечности пленки ПЭВД и его модификации от напряженности электрического поля:

- 1 – ПЭНП+0,05 масс%; 2 – ПЭНП+0,03 масс%; 3 – ПЭНП+0,07 масс%;
- 4 – ПЭНП+0,1 масс% фенолоформальдегидной смолы, 5 – ПЭНП (без добавки)

Введение малого количества (ФС) в состав ПЭНП (1, 2, 3, 4, 5) приводит к значительному изменению ее электрической долговечности (рис. 2). Как следует из экспериментальных данных, в рассматриваемом случае при введении в ПЭНП оптимального количества (0,05 масс%) фенолоформальдегидной смолы (ФС) происходит увеличение его электрической прочности. Однако, как видно из рис. 2, при введении в ПЭНП одного из составов, но в различных количествах, характер изменения электрической прочности с ростом величины напряженности

электрического поля линейно падает логарифм электрической долговечности т.е. выполняется известное соотношение

$$\tau_E = V \exp(-\beta E),$$

где параметры V и β зависят от природы полимера и температуры испытания.

Как следует из полученных экспериментальных результатов, в рассматриваемом случае введение в ПЭНП оптимального количества добавки (ФС) способствует увеличению его электрической прочности от $14 \cdot 10^7$ до $20 \cdot 10^7 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$, т.е. порядка 30%.

Хорошая корреляция наблюдается при исследовании зависимости электрической прочности от содержания химической добавки (ФС). На рис. 3 показана зависимость электрической прочности пленки ПЭНП от массовых процентов указанной добавки при прочих одинаковых условиях ($\tau = \text{const}$, $T = \text{const}$). Зависимость $E_{\text{пр}} = f(c)$ построена по данным, использованным для построения графиков на рис.2.

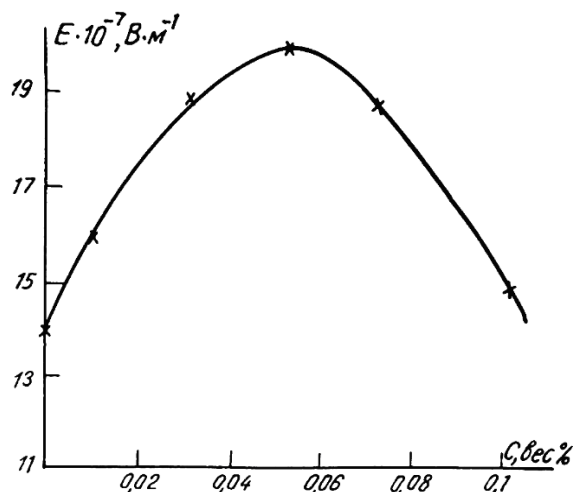


Рис. 3. Изменение электрической прочности пленочных модификаций ПЭНП в зависимости от массовых процентов добавки (ФС)

Из рис. 3 видно, что электрическая прочность увеличивается с увеличением содержания (ФС) и проходит через максимум при 0,05 масс%. При дальнейшем увеличении содержания (ФС) наблюдается его уменьшение. Следует отметить что электрофизические свойства полимеров в существенной степени определяются структурой полимерных материалов. Размер и морфология кристаллических структур, степень кристалличности и дефектность кристаллических полимеров имеют решающие значения в определении его механических и электрофизических характеристик [5, 6, 7]. Исходя из этого можно предположить, что установленный нами эффект увеличения их электрофизических свойств ПЭНП с введением предложенной добавки прежде всего можно связать с соответствующим структурным превращением в надмолекулярном уровне.

Известно, что наблюдаемые изменения физических свойств полимерных пленок после электрического старения происходят как в зависимости от величины электрического напряжения, так и от длительности воздействия. Это подтверждается также при исследовании влияния добавки (ФС) в малом количестве на временную зависимость электрической прочности пленки ПЭНП до и после электрического старения. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики осуществлялось в испытательной ячейке несимметричного типа рис.3.

На рис.4 приведен график зависимости логарифма времени жизни исходного ПЭНП и с добавками (ФС) (ПЭНП +0,05 масс.% ФС) от напряженности электрического поля до и после электрического старения.

Действительно, при сопоставлении экспериментальных результатов, полученных для пленки ПЭНП без (прямая 3,4) и с модифицирующими добавками (прямая 1,2) до и после электрического старения показывает, что скорость снижения времени жизни пленки ПЭНП при электрическом старении введением добавки в оптимальном количестве заметно снижается. Это говорит о модифицирующей и стабилизирующей особенности предположенной добавки (ФС) для ПЭНП. Чтобы, отчетливо показать влияние указанной добавки на основе пленки ПЭНП после действия электрических разрядов в таблице показано изменение электрической прочности ПЭНП и его модификации от времени электрического старения под действием электрических разрядов в течение 5, 10 и 15 часов.

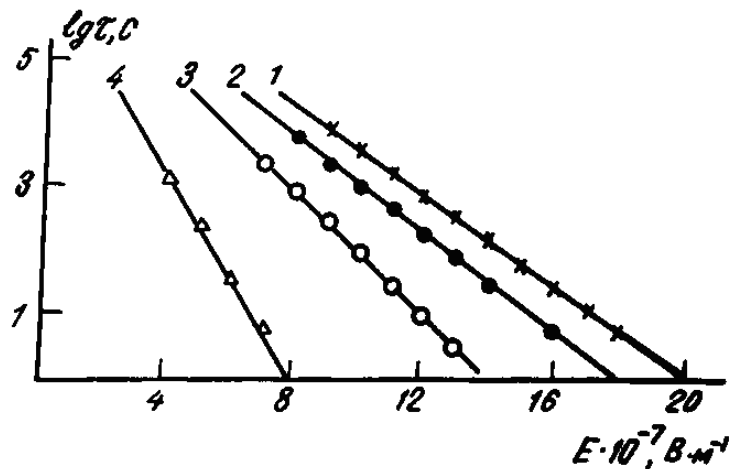


Рис. 4. Зависимости логарифма времени жизни пленки ПЭНП и её модификации с оптимальным содержанием фенолформальдегидной смолы до и после электрического старения под действием разрядов в воздухе при $U_{ст}=7$ кВ, $t_{стар}=10$ час.
1,2 – ПЭНП+0,05 масс.%ФС до (1) и после (2);
3,4 – ПЭНП до (3) и после (4) старения.

t, час	$E_{пр}, 10^{-7}$ В/м ПЭНП (без добавки)	$E_{пр}, 10^{-7}$ В/м ПЭНП +0,05масс.%ФС
0	14	20
5	10	18
10	9	16
15	8	15

Из таблицы видно, что органическая добавка (ФС) заметно улучшает электрическую прочность пленки ПЭНП и его стабильность. Таким образом обнаруженное увеличение электрической прочности и стабильности модификации ПЭНП можно связать со структурирующими особенностями указанной добавки, которая обеспечивает плотную упаковку макромолекул при формировании пленки. При этом за счет физического структурообразователя, по видимому, уменьшается гетерогенность строения полимера и увеличивается степень упорядоченности во взаимном расположении макромолекул, вследствие этого значительно замедляется процесс порообразования и ионизационных процессов в них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багиров М.А., Манин В.П., Абасов С.А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. Изд. «ЭЛИМ», Баку, 1987, 207 с.
2. Годжаев Э.М., Зейналов Ш.А., Керимов Ф.Ш., Сулейманова А.С. Температурно-временная зависимость электрической прочности плёнки полиэтилена и его композиции при различных температурах Danish scientific journal №60 2022, с. 61-63.
3. Кособудский И.Д., Юрков Г.Ю., Губин С.П., Записс К.В., Кочубей В.И., Ульзутаев А.Н. Новые композиционные наноматериалы с управляемыми свойствами для радиотехники и электроники. Радиотехника, 2005, 10, с.105-109.
4. Фатыхов М.М., Еникеев Т.И., Акмов И.А. Механические свойства композиционных материалов в зависимости от температурного режима их изготовления. Вестник. Естественные науки, ОГУ, 2006, №2, том 2, с. 87-92.
5. Слуцкер А.И. Влияние механического нагружения на кинетику электрического разрушения полимеров. Журнал технической физики, 2008, 78 (11), с. 57-62.
6. Бысков В.М. Косенков В.М. Изменение механических характеристик полиэтилена по действием электрического разряда. Электронная обработка материалов. 2013, 49(4), с.51-55.
7. Матфеева Л.Ю., Ястребинская А.В. Взаимосвязь надмолекулярной структуры и свойств полимерных композиционных материалов на основе термореактивных связующих. Вестник. Белгородский Технологический Университет 2017, №12, с.50-55.

FENOLOFORMALDEHİD QƏTRANININ AŞAĞI SIXLIQLI POLİETİLENİN ELEKTRİK MÖHKƏMLİYİNƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

E.M.Qocayev, Ş.Ə.Zeynalov, F.Ş.Kərimov, S.İ.Məmədova, S.Q.Sadiqova

Azərbaycan Texniki Universiteti

Xülasə. Bu məqalədə 10803-020 markalı aşağı sıxlıqlı polietilen (ASPE) plyonkanın elektrik dayanıqlığının və ona fenoloformaldehid qətranının (FQ) dəyişdirici əlavənin tərkibinin və miqdarının təsiri ilə bağlı eksperimental tədqiqatların nəticələri təqdim olunur. ASPE-nin tərkibindəki əlavələrin tərkibi 0,01-0,1 kütlə% aralığında dəyişir.

Eksperimental nəticələr göstərdi ki, 0,05 kütlə% fenoloformaldehid qətranının tərkibi optimaldır, çünki o, həm orijinal, həm də digər əlavə tərkibli ASPE ilə müqayisədə elektrik xassələrinin ən böyük sabitliyini təmin edir.

Müəyyən edilmişdir ki, ASPE-yə 0,05 kütlə% (FQ) daxil edilməsi elektrik yaşlanması zamanı dəyişdirilmiş plyonkanın elektrik gücünün azalma sürətini, həmçinin ASPE plyonkanın elektrik möhkəmliyinin zamandan asılılığını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Açar sözlər: *yaşama müddəti, elektrik yaşlanması, fenoloformaldehid qətranı, ASPE.*

RESEARCH INFLUENCE OF PHENOLOFORMALDEHYDE RESIN ON THE ELECTRICAL STRENGTH OF LOW DENSITY POLYETHYLENE

E.M.Godjajev, S.A.Zeynalov, F.S.Kerimov, S.I.Mamedova, S.G.Sadigova

Azerbaijan Technical University

Abstract. This paper presents the results of experimental studies of the electrical durability of films of low-density polyethylene (LDPE) grade 10803-020 and the effect on it of the composition and amount of a modifying additive of phenol-formaldehyde resin (FR). The content of additives in the composition of LDPE varied in the range of 0.01-0.1 wt%.

Experimental results have shown that the content of 0.05 wt% phenol-formaldehyde resin is optimal, since it provides the greatest stability of electrical properties compared to both the original and LDPE with other additive contents.

It has been established that the introduction of 0.05 wt% (FR) into LDPE significantly reduces the rate of decrease in the electrical strength of the modified film during electrical aging, as well as the time dependence of the electrical strength of the LDPE film.

Keywords: *life time, electrical aging, phenol-formaldehyde resin, LDPE.*

Daxil olub: 01.03.2023

AŞAĞI ENERGETİK TƏSİRLİ (AŞAĞI İNTENSİVLİKLİ) İNFRAQIRMIZI LAZERLİ ELEKTRON QURĞUSU

R.M.Rəhimov, S.İ.Məmmədova, Ş.M.Mehdiyeva, G.S.Cəfərova

Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: rehim.rehimov@aztu.edu.az, mamedova_sureyya@aztu.edu.az, mehdiyeva_shafiga@aztu.edu.az, g.jafarova@aztu.edu.az

Açar sözlər: *Lazer diodu, lazer şüalanması, tərkib tranzistoru, impulsun davam etmə müddəti, infraqırmızı lazer şüalanması, dipol molekulları, lazer şüalarının generasiyası*

Xülasə. Aşağı intensivlikli və yaxud aşağı energetik səviyyəli lazerlər tibdə geniş tətbiq edilir. Belə lazerlərin əksəriyyəti qırmızı və infraqırmızı dalğa uzunluqlu olurlar. Infraqırmızı dalğa uzunluqlu lazerlər 0,75 mikrometrdən başlayaraq 3mm-ə qədər dalğa uzunluqlu diapazona malikdir. Qırmızı lazerlər isə 630-680 nanometr diapazonu təşkil edir. Infraqırmızı diapazonda işləyən diodlar 0,9-1,3 mikrometr dalğa uzunluğuna malik olur. Yarımkeçirici lazerlər adətən p-n keçidinə malik olan diodlarda hazırlanır. Elektromaqnit lazerli terapiya aparatlarının hasil etdikləri induksiyanın qiyməti 0,5-30 mTl təşkil edir. Lazer diodundan şüalandırılan enerji zamanı dioddan axan cərəyanın qiyməti böyük olur. Adətən lazer terapiyasında qısamüddətli impulsların alınması üçün metal oksid yarımkeçirici tranzistorlardan istifadə olunur ki, onlar da sxemdə açar rejimində işləyir. Lazer şüalarının bioloji obyektlərə təsirini effektiv etmək üçün lazer diodunun şüalandırma hissəsindən mexaniki olaraq optik lifin bərkidilməsi və dalğaaparanın mexaniki qurğu vasitəsilə obyektə çatdırılması hermetik əlaqələndirilməlidir. Müxtəlif tipli yarımkeçirici infraqırmızı lazer şüalanmasında istifadə olunan ArGa diodları üstünlüyə malikdir.

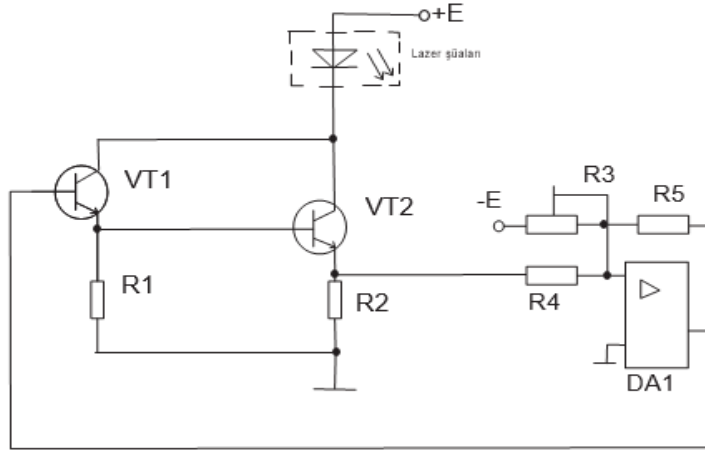
Giriş. Akseptor aşqarları üçün xarakterik xüsusiyyət ondan ibarətdir ki, azacıq enerji hesabına elektron donor səviyyəli aşqarlarla keçiricilik zonasına keçmiş olur. Burada elektrik sahəsi p-n keçidinə düz istiqamətdə tətbiq edilir. Eyni zamanda dəşiklər p oblastından p-n keçidinə injeksiya olunurlar və nəticədə bu 2 yüklər bir-biri ilə rekombinasiya olunurlar. Elektronlar keçiricilik zonasından təzədən valent zonasına qayıdırlar. Bu zaman fotonlar yaranmış olur ki, onların da enerjisi qadağan olunmuş zonanın eninə bərabər olur. Bu zaman metastabil səviyyədə olan fotonlar özlərindən işıq şüaları buraxırlar və bu şüalar həm monoxromatik, həm də koherent olurlar. Burada şüalanmanın səviyyəsi ifrat lüminessensiya prosesindən asılı olur.

Bundan sonra p-n keçidində şüalanmanın parlaqlığı artmış olur və elektrik cərəyanı yaranır ki, bu da lazer şüalarının generasiyasına səbəb olur. Yarımkeçirici lazerlər həm fasiləsiz, həm də impuls rejimində işləyirlər. Lazer diodlarının müqavimətləri çox böyük olmadığı üçün o adətən bipolyar tranzistorun kollektoruna qoşulur. Nəticədə diodun düz istiqamətdə müqaviməti kollektor keçidinin müqavimətindən çox kiçik olduğu üçün diod özü qida mənbəyi qoşulan kimi şüalanmağa başlayır.

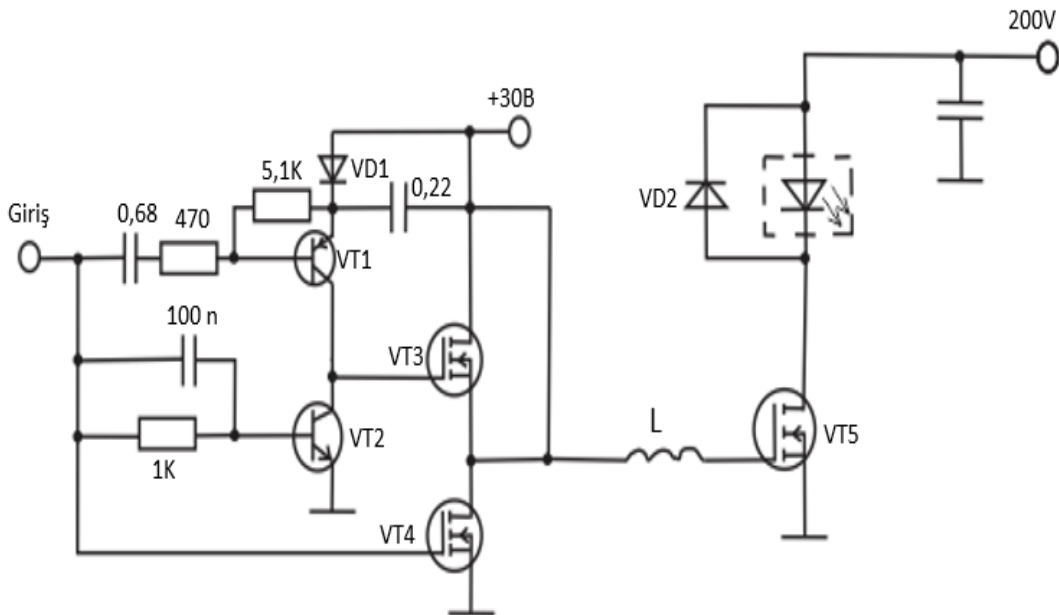
Lazer diodunun tərkib tranzistorları üzərindəki qoşulma sxemləri aşağıda göstərilmişdir. Bu sxemlərdə tərkib tranzistorlarının götürülməsində əsas məqsəd onların çox böyük gücləndirmə əmsalına malik olmasıdır. Eyni zamanda tranzistorun çıxışında cərəyanın böyük olmasıdır ki, bu da lazer diodunun özündən fotonların buraxılması üçün kifayət edir. Tərkib tranzistorlarının çıxışına əlavə olaraq ƏG (əməliyyat gücləndiricisi) qoşulur ki, onun çıxışı da tərkib tranzistorlarının girişi ilə əlaqələndirilir və burada əməliyyat gücləndiricisinin gücləndirmə əmsalının qiymətini istədiyimiz qədər seçə bilərik. Bu da ƏG-nin çıxışı ilə girişi arasına qoşulan R5 rezistorunun R4 rezistoruna nisbəti ilə əldə edilən gücləndirmə əmsalının yaranmasına səbəb olur. Yəni, R5-in R4-ə nisbəti böyük gücləndirmə əmsalının yaranmasına imkan verir [1; s. 61-64].

Lazer diodunun tərkib tranzistorları üzərindəki qoşulma sxemi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir (şəkil 1) [1; s. 62-63].

Lazer diodundan şüalandırılan enerji zamanı dioddan axan cərəyanın qiyməti böyük olur. Adətən lazer terapiyasında qısamüddətli impulsların alınması üçün metal oksid yarımkəçirici tranzistorlardan istifadə olunur ki, onlar da sxemdə açar rejimində işləyirlər. Bunun üçün prinsipial sxemdən istifadə edilir. Metal oksid yarımkəçirici tranzistorlar üzərində lazer diodunun qoşulma sxemi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir (şəkil 2) [1; s. 62-63].



Şəkil 1. Lazer diodunun tərkib tranzistorları üzərindəki qoşulma sxemi



Şəkil 2. Metal oksid yarımkəçirici tranzistorlar üzərində lazer diodunun qoşulma sxemi

Sxemdə göstərilən VT1, VT2 və VT3 tranzistorları çıxışda olan güclü açar rejimində işləyən VT5 tranzistorunu böyük cərəyanla təmin etmək üçündür. Eyni zamanda VT4 tranzistoru açar rolunu oynayır və girişinə verilən siqnalın bilavasitə güclənməsi üçün istifadə olunur. VT4 tranzistorunun mənsəbinə L drosseli qoşulmuşdur ki, o da ferrit həlqələr üzərinə sarılmış sarğılardan ibarətdir. Bu drossel gərginlik sıçrayışlarının söndürülməsi üçün istifadə olunur ki, bu zaman böyük cərəyanın ötürülməsi üçün güclü impulsların girişdə 16 mWT olması halında sxemin çıxışında 20WT güc alınmış olur. Çıxış kaskadında olan VT5 tranzistoru böyük gücə malik olur və həmin tranzistorun

çıxışında 1A cərəyan yaranır. Eyni zamanda sxemdə impulsun davam etmə müddəti 9-30 nanosaniyə təşkil edir.

Təkrarlanma periodunda tezliyin qiyməti 90 kHs təşkil edir. Sxemin çıxışında olan lazer diodu optik lifli boru vasitəsilə şüalanma enerjisini bioloji obyektə ötürür. Lazer şüalarının bioloji obyektlərə təsirini effektiv etmək üçün lazer diodunun şüalandırma hissəsindən mexaniki olaraq optik lifli borunun oraya bərkidilməsi və mexaniki qurğu vasitəsilə obyektə çatdırılması hermetik əlaqələndirilməlidir. Lazer şüalarının qan aparan damarlara təsirini yaratmaq üçün çox kiçik gücə malik olan (1mWT) aparatdan istifadə olunur. Onun dalğa uzunluğu 0,63 mkm təşkil edir və belə cihazlardan biri ALOK-1 tipli lazer aparatıdır ki, o da qazla işləyir [2; s.120-123].

Müxtəlif tipli yarımkeçirici infraqırmızı lazer şüalanmasında ArGa diodlarından istifadə olunur. Lazer şüalarının dalğa uzunluğu 890 nm və ya 0,89 mkm-ə bərabərdir. Eyni zamanda infraqırmızı oblastda fotonların enerjisi 1,5 eV tərtibində olur. Fotonların enerjisi infraqırmızı şüalanma anında biopolimerlərin molekullararası əlaqəsinə çox ciddi təsir göstərir. Eyni zamanda bu enerji molekullarda rəqsi proseslərin stimullaşdırılması və atomların elektron həyəcanlanması üçün istifadə olunur [3].

Bu halda işıq enerjisi tamamilə fotofiziki reaksiyaya sərf olunur. Yəni bu enerji istilik enerjisinə çevrilir. Nəticədə sitoplazmanın istilikdən genişlənməsi və membran kanallarından bioloji proseslərin katalizasiyası, plazmodemmlərin elastikliyinə dəyişməsi baş verir. Qırmızı lazerlər üçün 640-740 nm dalğa uzunluğunda fotonların maksimal enerjisi 2 eV bərabər olur və bu enerji karbon və azotun əlaqə enerjisinə yaxın olur. Işığın belə diapazonda pozulması toxumaların səthində ayrı-ayrı molekulların dissosiasiyasını yaradır. Lakin bu zaman destruktiv hadisə baş verir. Bundan başqa döyünən qırmızı işıq terminalın işığını mütənasib olaraq əks etdirir.

Elektromaqnit lazerli terapiya aparatlarının hasil etdikləri induksiyanın qiyməti 0,5-30 mTl təşkil edir. Belə induksiya nəticəsində dipol molekullarının yenidən yönəlməsi baş verir, toxumalarda olan molekulların ətalətliyinə baxmayaraq bu molekullara kifayət qədər enerji tətbiq edilir ki, onun da nəticəsində fiziki-kimyəvi reaksiyanın başlanmasına təkan verilir.

Məlum olduğu kimi hər hansı bir xarici təsir nəticəsində bütün biosistemlər özlərinin pozulmuş tarazlığını bərpa etməyə çalışırlar. Buna görə də bu mexanizmi bərpa etmək üçün elektromaqnit infraqırmızı lazerli aparat müxtəlif tezlikli impulslar generasiya edir ki, o tezliklər də aşağıdakılardan ibarətdir. 5 Hs, 25 Hs, 50 Hs, 1000 Hs. Həmin generasiya olunan impulsların enerjisi zamana görə atomar molekulyar çevirməni təmin etməli, səmərəli elektron sxem və təcili adaptasiya mexanizmini işə salmalıdır [4].

Nəticə. Lazer şüalanmasında istifadə olunan ArGa diodları daha əlverişli sayılır. Bu diodlardan istifadə etməklə aşağı intensivlikli infraqırmızı lazerli elektron qurğusunun müxtəlif sxem variantları analiz edilmiş və metal oksid yarımkeçirici tranzistorlar üzərində lazer diodunun qoşulma sxemində üstünlük vermişdir. Elektromaqnit təsirli infraqırmızı lazerli aparat müxtəlif tezlikli impulslar generasiya edir ki, o tezliklər də aşağıdakılardan ibarətdir: 5 Hs, 25 Hs, 50 Hs, 1000 Hs. Elektromaqnit lazerli terapiya aparatlarının hasil etdikləri induksiyanın qiyməti 0,5-30 mTl təşkil edir. Belə induksiya nəticəsində dipol molekullarının yenidən yönəlməsi baş verir, toxumalarda olan molekulların ətalətliyinə baxmayaraq bu molekullara kifayət qədər enerji tətbiq edilir ki, onun da nəticəsində fiziki-kimyəvi reaksiyanın başlanmasına təkan verilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Rəhimov R.M. Biotibbi sistemlərdə texniki vasitələr fənnindən Mühazirə konspektləri. 2022-çi il, 182 s.
2. Олейник В.П. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. Учеб. пособ. Харьков «ХАИ» 2006, 362 стр.
3. Rəhimov R.M. Qurbanlı K.M. Aşağı tezlikli infraqırmızı lazerli maqnitoterapiya qurğusu. Peşə təhsili və insan kapitalı jurnalı № 1, cid 4, 2021, s.62-64.
4. Rəhimov R.M. Qurbanlı K.M. Maqnit sahəsinin bioloji obyektlərə təsiri. Elmi iş beynəlxalq elmi jurnal "Elmi araşdırmalar və yeniliklər" adlı tezislər toplusunda Cild: 1 Sayı: 3, 2021, s. 26-29.

LOW POWER (LOW INTENSITY) INFRARED LASER ELECTRONIC INSTALLATION**R.M.Rahimov, S.I.Mammadova, SH.M.Mehdiyeva, G.S.Jafarova***Azerbaijan Technical University*

Abstract. Low-intensity or low-energy lasers are widely used in medicine. Infrared lasers have wavelengths ranging from 0.75 micrometers to 3mm. Red lasers are in the range of 630-680 nanometers. Diodes operating in the infrared range have a wavelength of 0.9-1.3 micrometers. Semiconductor lasers are usually made of diodes with a p-n junction. The induction generated by electromagnetic laser therapy devices is 0.5-30 mTl. When energy emitted by a laser diode, the amount of current flowing through the diode is large. Usually, to obtain short-term pulses in laser therapy, metal oxide semiconductor transistors are used, which operate in a circuit in key mode. In order to make the effect of laser rays on biological objects effective, the mechanical fastening of the optical fiber from the irradiating part of the laser diode and the delivery of the waveguide to the object through a mechanical device should be tightly coordinated. ArGa diodes used in different types of semiconductor infrared laser radiation.

Keywords: *Laser diode, laser radiation, component transistor, pulse duration, infrared laser radiation, dipole molecules, laser beam generation.*

**ИНФРАКРАСНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ УСТРОЙСТВА
МАЛОЙ МОЩНОСТИ (НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ)****Р.М.Рагимов, С.И.Мамедова, Ш.М.Мехтиева, Г.С.Джафарова***Азербайджанский технический университет*

Резюме. В медицине широко используются низкоинтенсивные или мало энергетические лазеры. Большинство этих лазеров имеют красные и инфракрасные длины волн. Инфракрасные лазеры имеют длину волны в диапазоне от 0,75 микрометра до 3 мм. Красные лазеры находятся в диапазоне 630-680нм. Диоды, работающие в инфракрасном диапазоне, имеют длину волны 0,9-1,3 мкм. Полупроводниковые лазеры обычно изготавливаются на диодах с р-п переходом. Индукция, создаваемая аппаратами электромагнитной лазерной терапии, составляет 0,5-30 мТл. При излучении энергии лазерным диодом, величина тока, протекающего через диод, велика. Обычно для получения кратковременных импульсов в лазеротерапии используют металло оксидные полупроводниковые транзисторы, которые работают в схеме в режиме ключа. Для того чтобы воздействие лазерных лучей на биологические объекты было эффективным, механическое крепление световода от облучающей части лазерного диода и доставка волновода к объекту через механическое устройство должны быть жестко согласованы. Диоды ArGa используются в различных типах полупроводниковых инфракрасных лазеров.

Ключевые слова: *лазерный диод, лазерное излучение, составной транзистор, длительность импульса, инфракрасное лазерное излучение, дипольные молекулы, генерация лазерного луча.*

Daxil olub: 13.02.2023

**(Ni₃Sn₂)_{1-x}Bi_x BƏRK MƏHLUL ƏRİNTİLƏRİNİN ALINMASI VƏ
TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ****S.H.Sadiqova***Azərbaycan Texniki Universiteti**E-mail: s.sadiqova@mail.ru*

*Açar sözlər: homogen ərintilər,
termo-e.h.q. əmsalı,
ümumi istilikkeçiriciliyi,
termoelektrik effektivliyi*

Xülasə. İlk dəfə olaraq Ni₃Sn₂-Bi sisteminin Ni₃Sn₂ birləşməsi tərəfdən hal diaqramı qurulmuş, Ni₃Sn₂ əsasında sərhədi ~2mol%Bi olan bərk məhlul sahəsinin mövcudluğu aşkar edilmişdir. Bərk məhlul ərintilərinin termo-e.h.q. əmsalının və ümumi istilik keçiriciliyinin 300-750°K intervalında temperatur asılılıqları tədqiq edilərək göstərilmişdir ki, ərintilər mürəkkəb zona quruluşuna malikdirlər. İstilik keçiriciliyinin temperatur asılılığından aydın olmuşdur ki, nümunələrdə istiliyin daşınması normal fonon hadisələri üzrə baş verir. Aşkar edilmişdir ki, sistemin homogen ərintiləri yüksək termoelektrik effektivliyinə malikdirlər.

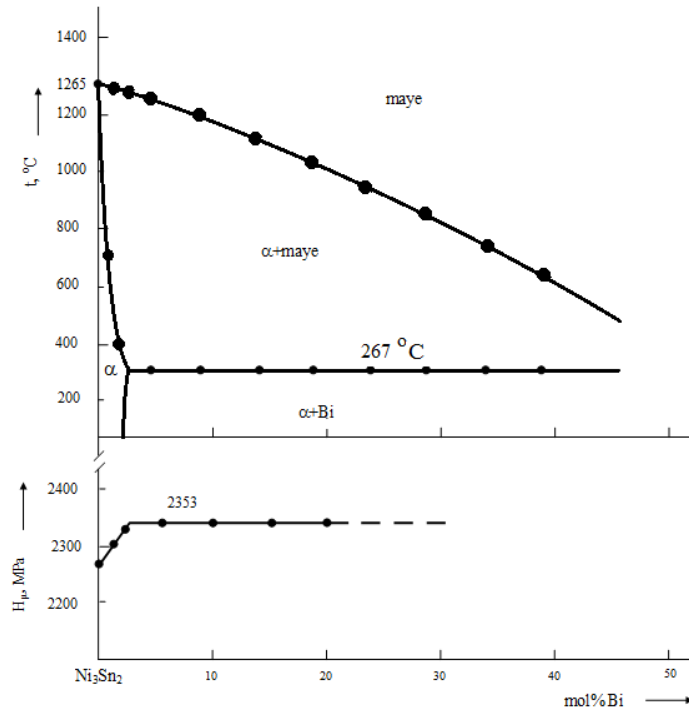
Giriş. Məlumdur ki, bismut-qalay sistemi ərintilərindən elektron cihazqayırmasında etibarlı kontakt materialı kimi geniş istifadə olunur [1; s.48-54]. Digər tərəfdən onların nikel ilə homogen tərkibləri yüksək termiki davamiyyətə və yüksək elektrik keçiriciliyinə malikdirlər [2]. Termoelementlərdə evtektik fazalarla təmasda olan yarımkeçirici materiallar arasında kimyəvi qarşılıqlı təsir baş vermədiyindən, belə ərintilərdən aralıq komutasiya nazik təbəqəsi kimi istifadə etmək faydalı sayılır. Oxşar tərkiblərin alınmasına önəm verərək tərəfimizdən Ni-Bi-Sn üçlü sistemində Ni₃Sn₂-Bi kəsiyi üzrə Ni₃Sn₂ birləşməsi ilə zəngin olan ərintilərdə fiziki-kimyəvi tədqiqatlar aparılmış və ilk dəfə olaraq bu kəsiyin hal diaqramının bir hissəsi qurulmuşdur. Kəsiyin ilkin komponenti olan Ni₃Sn₂ birləşməsi Ni-Sn binar sistemində ~1265°C temperaturunda konqruent təbiətli əriməyə malikdir. Kristallik quruluşu qəfəs parametrləri a=4,05Å, c=5,12Å və faza qrupu Pb₃/mmc olan NiAs tiplidir [3; s.602]. Ni₃Sn₂-Bi kəsiyinin digər ilkin komponenti haqqında ədəbiyyatlarda kifayət qədər məlumatlar mövcuddur. Yalnız onu qeyd etmək olar ki, bismut yeganə kimyəvi elementdir ki, ondakı müsbət və mənfi işarəli elektrik yükdaşıyıcılarının konsentrasiyası eyni miqdardadır. Bismutun ərintilərindən, xüsusilə də halkogenidli birləşmə və bərk məhlullarından termoelektrik enerji çeviricilərinə geniş istifadə edilir.

Təcrübələrin aparılma metodikası. Sistemin ərintilərinin sintezi yüksək «o.c.ç.» təmizlikli bismut (markası B-3), tərkibində əsas maddənin miqdarı 99,87 çəki faizi olan nikeldən və B-3 markalı qalay elementlərindən istifadə edilməklə, düzünə sintez texnologiyası ilə yerinə yetirilmişdir. Sintez temperaturu tərkibdən asılı olaraq ~1270÷1250°C ətrafında olmuşdur. Ərintilər sıx quruluşlu boz metallik rəngdə olmuşlar. Qarşılıqlı təsirdə olan komponentlər arasında baş verən reaksiyaların tam başa çatması və ərintilərin homogen vəziyyətə gətirilməsi məqsədilə nümunələrdə termiki emal yerinə yetirilmişdir. Yəni, Ni₃Sn₂-Bi sisteminin ərintiləri 250°C temperaturunda ~240 saat vakuum şəraitində saxlanılmışlar. Ərintilərin tədqiqi [4; s.207-208, 5; s.39-50] ədəbiyyatında verilən metodikaya əsasən diferensial-termiki (DTA), mikrostruktur (MSA) və rentgenofaza (RFA) analizlərinin istifadəsi ilə yerinə yetirilmişdir. Təcrübələr müvafiq olaraq TERMOSKAN-5 markalı termoqrafda, METAH-P1 mikroskopu və D2 PHASER rentgenoqrafında yerinə yetirilmişdir. Nümunələrin mikrobərəkliyi PIMT-3 metalloqrafiki cihazı vasitəsilə 10 və 20 qramlıq yükün təsiri ilə ölçülmüşdür. Hal diaqramının bir hissəsi göstərilən bu təcrübələrin nəticəsinə əsasən qurulmuşdur. Bərk məhlul ərintilərinin elektrofiziki xassələri [6; s.15-30] mənbələrindəki üsullardan istifadə edilməklə yerinə yetirilmişdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi. Fiziki-kimyəvi analizin göstərilən metodlarının nəticələrinə əsasən Ni₃Sn₂-Bi sistemi hal diaqramının bir hissəsi qurulmuşdur (şəkil 1). Göründüyü kimi sistem kvazibinardır və onun diaqramı sadə evtektik tiplidir. Sistemin evtektikası cırılmış təbiətli ola bilər,

çünkü ilkin komponentlərin ərimə temperaturları arasındakı fərq böyükdür. Evtetik tarazlığın temperaturu $\sim 267^\circ\text{C}$ -yə uyğun gəlir. Artıq 1265°C temperaturundan başlayaraq sistemdə Ni_3Sn_2 birləşməsi əsasında bərk məhlul sahəsi yaranmağa başlayır və temperaturun azalması ilə onun kristallaşması baş verir. Baxmayaraq ki, bu sahənin eni $\sim 267^\circ\text{C}$ -də maksimum həddə çatır, temperaturun sonrakı azalması ilə bərk məhlul sahəsinin enində daralma baş verir və otaq temperaturuna çatdıqda onun sərhədi 2 mol% Bi tərkibində olur. Başlanğıc Ni_3Sn_2 birləşməsi isə sərbəst halda $\sim 267^\circ\text{C}$ –də baş verən $\text{Maye} + \alpha \leftrightarrow \alpha + \text{Bi}$ reaksiyasına əsasən α - bərk məhlul şəklində olmaqla otaq temperaturuna tərkiblər iki fazalı ərinti şəklində çökmərlər. Əgər əvvəllər tədqiq edilən $\text{Ni}_3\text{Sn}-\text{Bi}$ sistemində aşkar edilən bərk məhlul sahəsinin eni ilə müqayisə edilsə, aydın olur ki, $\text{Ni}_3\text{Sn}_2-\text{Bi}$ sistemindəki həllolma sahəsi daha genişdir. Burada həllolmanın daha çox olmasına əsaslanaraq kimyəvi əlaqənin əsas rol oynadığını fərz etmək olar [7]. Çünki burada $\text{Ni}_3\text{Sn}-\text{Bi}$ sisteminə [8] nisbətən həllolma sahəsi daha genişdir ki, bunun da səbəbi Ni_3Sn_2 -də metallik rabitənin Ni_3Sn birləşməsi ilə müqayisədə daha çox olması anlamından qaynaqlandığını fərz etmək olar. 1-ci şəklın alt hissəsində tərkibi Ni_3Sn_2 birləşməsi ilə zəngin olan ərintilərdə mikrobərkliyin qiymətinin dəyişməsi qrafiki göstərilib. Bərk məhlul sahəsində mikrobərkliyin artması müşahidə olunur ki, bu da aşkar edilən bərk məhlulların əvəzetmə tipli olduğunu göstərir.

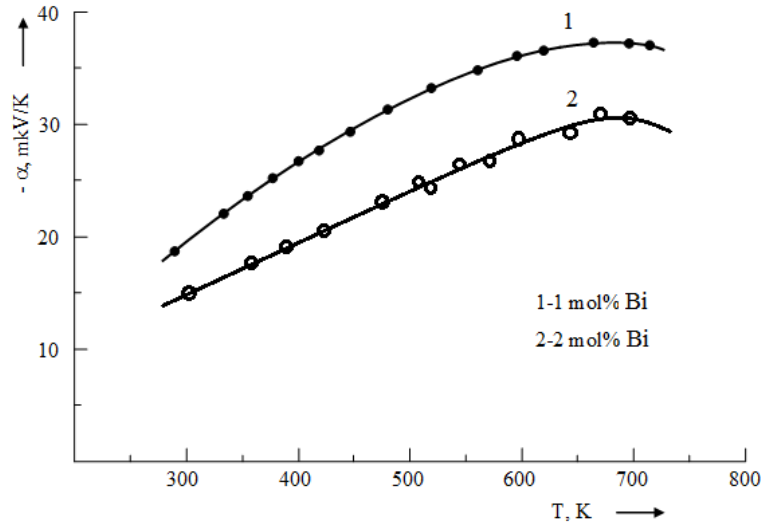
Alınan bərk məhlul ərintilərinin alternativ enerji mənbələrində tətbiq sahəsi tapmasını müəyyənənləşdirmək məqsədilə tərkibində 1 mol%Bi və 2 mol%Bi olan nümunələri termo-e.h.q. əmsalının, ümumi istilikkeçiriciliyinin və xüsusi elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları tədqiq edilmiş və alınan nəticələrə əsasən onların termoelektrik effektivlik əmsalının qiyməti hesablanmışdır. Şəkil 2-də aşkar edilən bərk məhlul ərintilərinin termo-e.h.q. əmsalının (α) temperatur asılılıqları göstərilib.



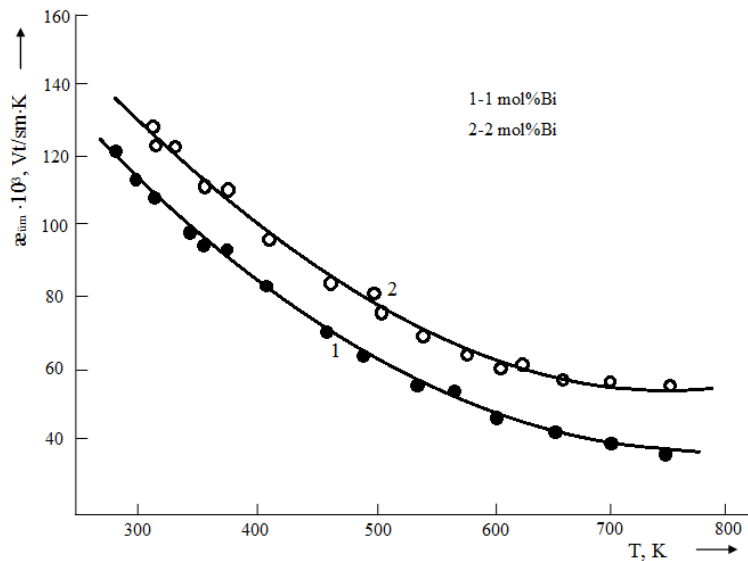
Şəkil 1. $\text{Ni}_3\text{Sn}_2-\text{Bi}$ sistemi hal diaqramının Ni_3Sn_2 birləşməsi tərəfdən olan hissəsi (yuxarıda) və Ni_3Sn_2 ilə zəngin olan tərkiblərdə mikrobərkliyin dəyişməsi (aşağıda qrafik)

Bu əmsalın ədədi qiymətləri çox böyük olmasa da, temperaturun yüksəlməsi ilə onlarda artma müşahidə olunur. Əgər nəzərə alınsa ki, belə düzxətli artma zona quruluşu mürəkkəb olan materiallara xasdır [9; s.24-43], o zaman fərz etmək olar ki, bu ərintilər də mürəkkəb zona quruluşlu materiallar sinfinə daxildir. Bərk məhlul ərintilərinin ümumi istilik keçiriciliklərinin temperatur asılılıqları

3-cü şəkildə göstərilib. Hər iki tərkibdə temperaturun artması ilə $\alpha_{\text{üm}}$ -nin monoton azalma müşahidə olunur, yəni istilikkeçiriciliyi bütün temperatur intervalında T^{-1} qanununa tabe olur. Belə dəyişilmə ərintilərdə istiliyin daşınmasında normal fonon hadisələrinin baş verdiyini göstərir.



Şəkil 2. $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$ bərk məhlul ərintilərinin termo-e.h.q. əmsalının temperatur asılılıqları

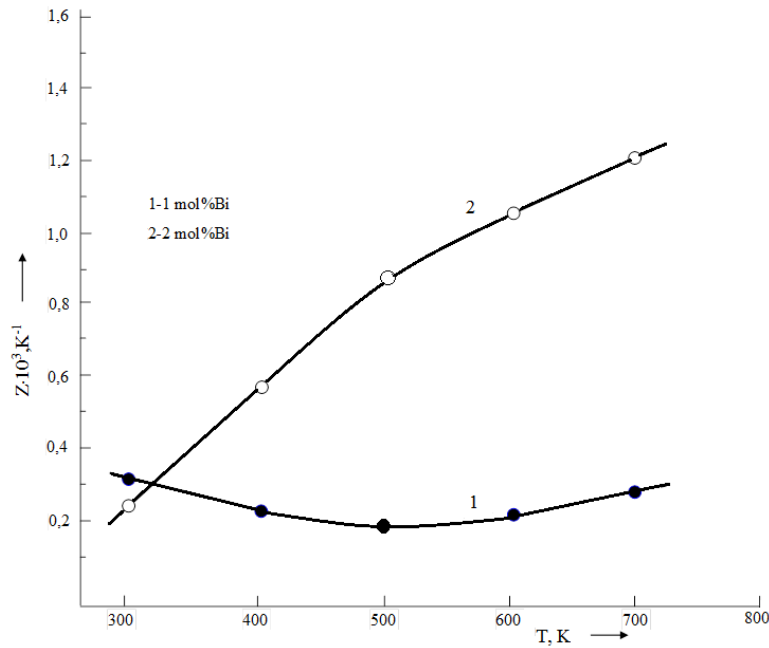


Şəkil 3. $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$ bərk məhlul ərintilərində ümumi istilikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları

Nümunələrin elektrik keçiriciliyinin ölçülməsindən aydın olmuşdur ki, ərintilərin keçiriciliyi $10^5 \text{om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ tərtibindədir. Tərkibin və temperaturun dəyişilməsi yalnız onun əmsalının qiymətinə cüzi təsir etdiyindən termoelektrik effektivlik əmsalının qiymətinin hesablanmasında elektrik keçiriciliyi bütün temperatur intervalında $10^5 \text{om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ kimi dəyərləndirilmişdir.

Baxmayaraq ki, ərintilərdə termoelektrik səmərəliliyin əsas göstəricisi olan termo-e.h.q. əmsalının qiymətləri nisbətən kiçikdir, amma SnTe- da olduğu kimi [10], sintez edilən $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$ ərintiləri elektrik keçiriciliyinin yüksək qiymətlərinə görə perspektivli termoelektrik ailəsinə daxil ola bilərlər. Deyilənləri yoxlamaq məqsədilə $Z = \alpha^2 \sigma / \alpha_{\text{üm}}$ düsturundan istifadə etməklə tədqiq edilən bərk məhlul ərintisində termoelektrik effektivliyinin (Z) bir neçə temperaturda qiymətləri hesablanmışdır ki, alınan nəticələr qrafiki olaraq 4-cü şəkildə göstərilməkdədir.

Baxmayaraq ki, 99mol%Ni₃Sn₂+1mol%Bi tərkibli ərintidə Z-in qiymətləri temperaturdan asılı olaraq vahiddən böyük qiymətlər almır, buna rəğmən 98 mol% Ni₃Sn₂+2mol%Bi tərkibində termoelektrik effektivliyinin qiyməti ~570K-dən başlayaraq vahiddən böyük olur və ~700K-də bu əmsal ~1,24·10⁻³K⁻¹ qiymətini alır. Bu amil sintez edilən bərk məhlul ərintisinin perspektivli termoelektrik material olduğunu göstərir [11]. Beləliklə, göstərilən bu tərkibli ərintidən alternativ enerji mənbəyi sayılan termogeneratorların hazırlanmasında termoelementin bir qolu kimi istifadə etmək olar.



Şəkil 4. (Ni₃Sn₂)_{1-x}Bi_x bərk məhlul ərintilərində termoelektrik effektivlik əmsalının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi

ƏDƏBİYYAT

1. Заргарова М.И., Кахраманов К.Ш., Магерамов А.А., Рошаль Р.М. Физико-химические основы выборов контактных материалов. Баку, Элм, 1990, 168с.
2. Milcheva N., Brozbc P., Bursikd J., Vassileva G.P. Bi-Ni-Sn sisteminin termokimyəvi və faza diaqramının tədqiqi. Termochimica Acta 2012, Cild 534, 20 aprel, s.41-50
3. Диаграмма состояния двойных металлических систем. Справочник, в 3-х томах (под общей ред. Лякишева Н.П.). М., Машиностроение, 2000, 992с.
4. Садыгова С.Г., Аллазов М.Р., Абилов Ч.И. Получение фаз на основе Ni₃Sn₂ из расплава в растворе в системе Ni₃Sn₂-Bi //Сборник докладов V Международной конф. «Современные проблемы физики металлов». Баку, Типопр. Азерб. Университета Архитек. и Строительства, 2016, 292 с.
5. Babanlı M.B., İlyaslı T.M., Sadıxov F.M., Yusubov Y.Ə. Fiziki-kimyəvi analizin əsasları. Bakı, BDU nəşriyyatı, 2002, 250 s.
6. Кретьова М.А., Авилов Е.С., Земсков В.С. Введение в методику эксперимента, результаты и их обсуждение. М., Наука, 2004, 196с.
7. Рустамов П.Г., Сафаров М.Г. Об образовании твердых растворов в халькогенидных системах. Сборник статей «Новые полупроводниковые материалы», Баку, Элм, 1972, с.44-50
8. Садыгова С.Г., Аллазов М.Р., Абилов Ч.И. Фазовые равновесие в системе Ni₃Sn-Bi // Ученые записки АзТУ, фундаментальные науки, Баку, 2008, том VII (26), №2, с.28-29
9. Абилов Ч.И., Гасанова М.Ш. Разработка технологии создания устройств твердотельной электроники на основе кристаллов тройных теллуридов свинца, индия и некоторых 3d-элементов. Баку, Элм, 2005, 144с.
10. Багиева Г.З., Абдинова Г.Д., Мустафаев Н.Б., Абдинов Д.Ш. Журн. Неорганические материалы. Россия, Теплопроводность сплавов Sn с SnTe. 2020, т. 56, № 7, с.727-731
11. Шевельков А.В. Термоэлектрические материалы. Фундаментальные основы и направления современных исследований. М. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003, с.1-50, chem.msu.ru/rus/teaching/materials...materials.pdf

**PREPARATION AND THERMOELECTRIC PROPERTIES
OF $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$ SOLID SOLUTION ALLOYS****S.H.Sadigova***Azerbaijan Technical University*

Abstract. The state diagram of the Ni_3Sn_2 -Bi system from the side of Ni_3Sn_2 was plotted for the first time, and the existence of a solid solution region based on Ni_3Sn_2 with a boundary of $\sim 2\text{mol}\% \text{Bi}$ was found. The temperature dependences of the thermo-emf coefficient and total thermal conductivity of alloys of solid solutions in the range of 300-750°K have been studied. It is shown that the alloys have a complex band structure. From the temperature dependence of thermal conductivity, it was established that heat transfer in the samples is due to normal phonon processes. It is revealed that the homogeneous alloys of the system have a high thermoelectric figure of merit.

Keywords: *homogeneous alloys, thermo-emf coefficient, total thermal conductivity, thermoelectric figure of merit.*

**ПОЛУЧЕНИЕ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СПЛАВОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(\text{Ni}_3\text{Sn}_2)_{1-x}\text{Bi}_x$** **С.Г.Садыгова***Азербайджанский технический университет*

Резюме. Впервые построена диаграмма состояния системы Ni_3Sn_2 -Bi со стороны Ni_3Sn_2 и обнаружено существование области твердого раствора на основе Ni_3Sn_2 с границей до $\sim 2\text{мол}\% \text{Bi}$. Исследованы температурные зависимости коэффициента термо-э.д.с. и общей теплопроводности сплавов твердых растворов в интервале 300-750°K и показано, что сплавы имеют сложную зонную структуру. Из температурной зависимости теплопроводности установлено, что теплоперенос в образцах обусловлен нормальными фононными процессами. Выявлено, что однородные сплавы системы обладают высокой термоэлектрической эффективностью.

Ключевые слова: *гомогенные сплавы, коэффициент термо-э.д.с., общая теплопроводность, термоэлектрическая эффективность.*

Daxil olub: 01.02.2023

ABRAZİVİN METALLA KONTAKT ZONASINDA YARANAN GƏRGİNLİKLƏRİN TƏYİNİ VƏ ONLARIN ABRAZİV YEYİLMƏ İNTENSİVLİYİNƏ VƏ MEXANİZMİNƏ TƏSİRİNİN ANALİZİ

Y.A.Əmənöv

Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: amanov.yahya@aztu.edu.az

Açar sözlər: gərginlik, yeyilmə intensivliyi, yeyilmə mexanizmi, deformasiya, mikrokəsilmə

Xülasə. Məqalədə abrazivin metallə kontakt zonasında yaranan gərginliklərin və digər göstəricilərin təyini məsələsinə baxılmışdır. Aparılmış analizlərlə və bir abrazivlə cızma metodu ilə yerinə yetirilmiş ilkin sınaqlarla müəyyən edilmişdir ki, abrazivin metallə kontakt zonasında yaranan gərginlik detalların abraziv yeyilmə intensivliyinə və mexanizminə böyük təsir göstərir. Abrazivin metallə kontaktı detalların səth qatında getdiyindən və bu qatın iş şəraitindən asılı spesifik xassələrə malik olduğundan, yeyilməyə davamlığı qiymətləndirmək üçün, onun mexaniki xassələrini bilmək lazımdır. Bu məqsədlə bir abrazivlə cızma metodundan istifadə edərək, aparılmış sınaqların nəticələri əsasında, abrazivin metallə kontakt zonasında yaranan gərginliklərin təyini üzrə analitik ifadələr alınmışdır. Alınmış bu ifadələr, abrazivin cızıq ucunun parametrləri məlum olduqda, sınaqları aparmadan da səth qatının mexaniki xassəsini xarakterizə edən və yeyilmə mexanizminə böyük təsir göstərən gərginlikləri, həm də digər göstəriciləri təyin etməyə imkan verir. Cızıq qüvvənin təsirindən yaranan gərginlik materialın abraziv yeyilməyə müqavimətini xarakterizə etdiyindən ondan layihələndirmə zamanı materialların seçilməsində də istifadə etmək olar.

Giriş. Aparılmış analizlər və ilkin sınaqlar əsasında [1] müəyyən edilmişdir ki, abrazivin metallə kontakt zonasında, nisbi yerdəyişmə zamanı, qiymət və istiqamətləri müxtəlif olan qüvvələr (F_y, F_x, F_n, F_s) təsir edir. Bu qüvvələrdən yaranan gərginliklər hesabına kontakt zonasında mürəkkəb gərginlikli vəziyyət yaranır. Bu da öz növbəsində abraziv yeyilmə intensivliyinə və mexanizminə təsir göstərməyə bilməz. Qoyulmuş məsələnin həllinin həm praktiki, həm də nəzəri əhəmiyyəti vardır. Belə ki, gərginliklərin, xüsusilə materialların dağılmaya müqavimətini xarakterizə edən cızıq qüvvənin təsirindən yaranan gərginliyin qiymətini bilmək konstruktora layihələndirmə ərafəsində materialı seçməyə imkan verir ki, bu da məsələnin aktuallığını artırır.

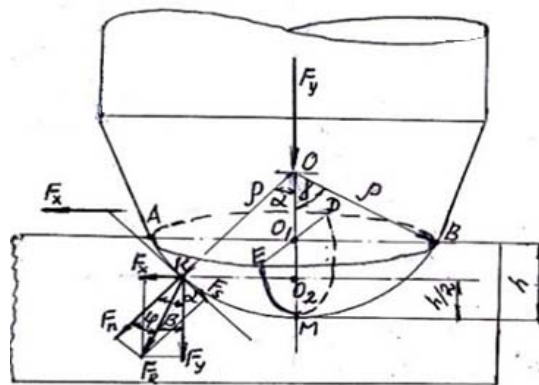
Praktika göstərir ki, konstruksiyatmə zamanı tribotexniki hesabatın tətbiq edilməsi maşınların etibarlılıq göstəricilərinin əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldilməsinə və yaradılmış maşının konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi və çatdırılması üzrə geniş tədqiqat proqramını kənarlaşdırmağa imkan verir. Abraziv yeyilməyə hesabat şübhəsiz ki, maşın hissələrinin abraziv yeyilməsini azaltmaq və resursunun artırılması ilə nəticələnən nəzəri və praktiki əhəmiyyəti vardır. Aparılmış sınaqların və hesablamaların nəticələrinə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, layihələndirmə ərafəsində yeyilməyə davamlılığın və buna uyğun detalların uzunömürlüliyünün əsasını qoymaq olar. Abraziv yeyilmə şəraitində işləyən detalların materialını seçmək üçün materialların mexaniki xassələrindən yeyilməyə davamlıq meyarını müəyyən etmək lazımdır. Bir çox tədqiqatçılar yeyilməyə davamlıq meyarı olaraq materialın bərkliyindən istifadə etmək məsləhət görür. Hal-hazırda istehsalat şəraitində kürəni, konusu və ya piramidanı batırmaq yolu ilə bərkliyə mexaniki sınağın tətbiqi geniş yayılmışdır. Lakin abraziv yeyilmə zamanı materialın səthində müxtəlif dərinlik və uzunluqda dağılmalar (cızıqlar) əmələ gəlməsi ilə əlaqədar qeyd olunan metodla materialın təyin edilən mexaniki xassəsindən- bərklikdən yeyilməyə davamlılığı qiymətləndirmək üçün kifayət qədər etibarlı meyar kimi istifadə etməyə imkan vermir. Abraziv yeyilməyə davamlılığın vahid meyarının olmaması metalşünasların yeni daha yüksək yeyilməyə davamlı konstruksiya materialının yaradılması üzrə işlərini çətinləşdirir. Abraziv yeyilmə mexanizminin öyrənilməsi qara metalların aparıcı (əsas) yeyilməyə davamlıq meyarının təyin edilməsinə yaxınlaşmağa, həm də metalların yüksək abraziv yeyilməyə davamlılığını təmin edən bu meyarın lazımı qiymətini almaq üçün vasitənin (üsulun) tapılmasına imkan verir.

Beləliklə, maşınlarda sürtünmə düyünü detallarının abraziv hissəciklərin olması şəraitində yeyilməsinin geniş yayılmasına və öyrənilməsinə baxmayaraq bəzi sahələr üzrə, xüsusi ilə kontakt-abraziv yeyilmə mexanizminə aid tədqiqatların az olması bu növ yeyilmənin mexanizmini aydınlaşdırmaq üçün kifayət etmir. Detal-abraziv hissəcik-detal (D-A-D) sisteminin yeyilmə prosesinin formalaşma xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaq üçün bir sıra tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi lazımdır. D-A-D sistemində gərginliklərin səviyyəsi, sürtünmənin kinematik xüsusiyyətləri və səth qatının dağılma xarakteri onun elementlərinin qarşılıqlı təsir şəraitindən asılıdır. Burada əsas həlledici faktorlar sistemə tətbiq olunan yük, detalların bərklikləri, abraziv hissəciklərin ölçüləri və möhkəmliyi, hissəciklərin şərti sferik diametri, onun çıxıntılarının dəyirmilik radiusları, iş şəraiti və sairədir.

İşin məqsədi. Abrazivin metalla kontakt zonasında yaranan gərginlikləri təyin etmək və onların abraziv yeyilmə intensivliyi və mexanizminə təsirini, həm də abraziv yeyilmə mexanizminin aydın olmayan cəhətlərini dəqiqləşdirmək və detalların materiallarının tipik dağılma növünü, yəni cızıqlanmanın yaranma mexanizmini aydınlaşdırmaqdan ibarətdir.

Məsələnin həlli. Qoyulmuş məsələni həll etmək üçün həm nəzəri, həm də eksperimental tədqiqat metodundan istifadə edilmişdir. Aydınır ki, abrazivlə metalın kontaktı onun səth qatında gedir. Abraziv hissəciklər səth qatı ilə kontakta girərək onlarda paylanma xarakteri və ədədi qiyməti materialın xassəsindən, hissəciklərin formaları, ölçüləri, bərkliyi, detalların səthinə təsir istiqaməti, şəraiti və yerləşmə vəziyyətindən asılı geniş gərginliklər spektri yaradır. Tədqiqatçılar uzun müddət abraziv yeyilməni yalnız abraziv hissəciklərin kəsici təsiri ilə əlaqələndirirdilər. Lakin tədqiqatlar göstərir ki, abrazivin metalla kontakt xarakterindən asılı olaraq elastik, plastik deformasiyalar və mikrokəsilmə baş verə bilər. Eksperimentlər işlənmiş metodikaya [1,4] uyğun bir abrazivlə cızma metodu ilə yerinə yetirilmişdir. Bu metodun əsas üstün cəhəti bir sıra faktorları, xüsusilə abrazivin forma və cızıqıcı uclarının parametrlərinin (dəyirmilik radiusunun, təpə bucağının), sürtünmə səthlərinə təsir istiqamətinin müxtəlifliyini və s. nəzərə almamağa imkan verməsidir.

Radiusu ρ olan sferik ucluqlu indentoru materiala batırıqda, batırılma dərinliyindən asılı olaraq müxtəlif deformasiyalar baş verir. Tətbiq olunan yükün F_y təsiri altında abrazivin nisbi yerdəyişməsi zamanı kontakt zonasına deformasiyaya müqavimət qüvvəsi və ya cızıqıcı qüvvə F_x , materialın abrazivə normal reaksiya qüvvəsi F_n və abrazivlə metal arasında sürtünmə qüvvəsi F_s təsir edir (şəkil 1). Bu qüvvələrin təsirindən kontakt zonasında yaranan mürəkkəb gərginlikli vəziyyət həm abraziv yeyilmə intensivliyinə, həm də mexanizminə böyük təsir göstərə və onlara uyğun gərginliklərin təyini bir sıra məsələləri aydınlaşdırmağa imkan verə bilər. Sürtünmə və yeyilmə proseslərinin tədqiqinin analizini asanlaşdıran metodlardan biri də bu prosesin baş verdiyi şəraiti yaratmaqdır. Qeyd olunduğu kimi abraziv yeyilmənin əsas xarakterik xüsusiyyəti sürtünmə səthlərində cızıqların yaranmasıdır. Bu baxımdan qoyulmuş məsələni həll etmək üçün son illərdə laboratoriya şəraitində geniş istifadə olunan bir abrazivlə cızma metodundan istifadə edirik [4].



Şəkil 1. Abrazivin metalla kontakt zonasında yaranan qüvvələr sxemi

Bu halda əsas diqqət abrazivin cızıq ucunun parametrlərinin və ona düşən yükün təyin edilməsinə yönəlməlidir. Bu məqsədlə tədqiqat işləri aparılaraq abraziv hissəciklərin cızıq uclarının həm həndəsi parametrləri ($\rho=30\text{mkm}$, $\beta=50^0\pm 5^0$), həm də ona tətbiq olunan yük ($F_y=1,00\dots 5,50\text{N}$) təyin edilmişdir [4,5]. Mineral hissəciklərin möhkəmliyini qiymətləndirən zaman, qırıcı qüvvənin hissəciklərin maksimum en kəsik sahəsinə nisbəti kimi təyin edilən, həddi gərginlikdən $\sigma_{dağ}$ istifadə edilir. Hissəciklərin möhkəmliyinin bu üsulla qiymətləndirilməsinin şərti olmasına baxmayaraq baxılan D-A-D sisteminin qarşılıqlı təsir xarakterinin analizi üçün əlverişli məlumatlar verir. Abraziv hissəciklərlə metalların cızılması mürəkkəb proses olub, aralarındakı nisbət sabit olmayan və batma dərinliyindən asılı olan, çox mürəkkəb qüvvələrin təsiri şəraitində baş verir

Qoyulmuş məsələni aydınlaşdırmaq üçün işlənmiş metodika üzrə [1,4] sınaqlar aparılmış və onların nəticələri qrafiklərdə (şəkil 2-8) verilmişdir.

Səth qatının möhkəmlik və deformasiya olunma xassələri materialların yeyilməyə müqavimətinin qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayır. Aydındır ki, həcmi və səthi xassələr arasında müəyyən asılılıqlar vardır. Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, abraziv hissəciklərin sürünmə izi (cızıqlar) metalların kəsilməsi və ya sıxışdırılması nəticəsində yaranır. İşdə [2] qeyd edilir ki, poladların dartılmada dağılmaya müqaviməti kəsmə qüvvəsi ilə xətti asılılığa malikdir. Metalların abrazivlə cızılma şəraitində mikroyonqarın ayrılması və ya hissəcik ayrılmadan metalın sürüşməsi və onun strukturunun dağılması müşahidə olunur. Yeyilməyə davamlığın sürüşməyə müqavimətindən asılılığını müəyyən etmək üçün sınaqlar aparılmışdır [3]. Birbauma görə metalın cızılma yolu ilə təyin edilən bərkliyi, standart üsulla, yəni müxtəlif formalı ucluqları (məsələn, piramidanı) batırma üsulu ilə təyin edilən bərkliyə mütənasibdir.

Buradan o nəticəyə gəlmək olar ki, metalların cızılmaya müqaviməti və abraziv yeyilmə zamanı yeyilməyə davamlıq müqayisə olunan xarakteristikalardır. Lakin materialın indentorla sıxışdırılma prosesində deformasiyanın qeyri-müəyyənliyi cızılmaya müqavimətlə sürüşməyə müqavimət arasında uyğunluğun olmasını yoxlamağa imkan vermir. Qeyd olunan xüsusiyyətləri dəqiqləşdirmək məqsədi ilə sürüşməyə müqavimət və yeyilməyə davamlılıqla əlaqəsi olan bərklik arasındakı asılılıq tədqiq edilərək alınmış nəticələrə əsasən demək olar ki, bu asılılıqlar eyni xarakterə malikdirlər [3]. Sınaq prosesində və analitik üsulla hesablamalar əsasında alınmış nəticələrin analizi ilə müəyyən edilmişdir ki, kəsmə qüvvəsinin (F_x) abrazivə tətbiq olunan normal şaquli qüvvədən (F_y) (şəkil 2) və abrazivin nisbi batma dərinliyindən (h/ρ) (şəkil 4) asılılığı eyni xarakterə malikdir. F_y qüvvəsinin və h/ρ nisbətindən kiçik qiymətlərdə F_x qüvvəsinin qiyməti müxtəlif bərklikli materiallar üçün təxminən yaxın, faktorların qiyməti artdıqca isə fərq artır.

Bizim fikrimizə görə bunun əsas səbəbi faktorların qiymətini artdıqca deformasiyanın xarakterinin dəyişməsidir, yəni bu halda mikrokəsilmə prosesinin plastik deformasiyadan üstün olmasıdır. Müxtəlif yüklərdə kəsmə qüvvəsinin materialın bərkliyindən asılılığının (F_x-HB) (şəkil 3) analizindən görünür ki, bərkliyin kiçik qiymətlərdə F_y qüvvəsini artdıqca F_x qüvvəsinin qiymətləri arasındakı fərq böyük, bərkliyi artdıqca bu fərq tədricən azalır. Bu da yuxarıda qeyd olunan xüsusiyyətlə izah olunur. Kəsmə qüvvəsinin abrazivə tətbiq olunan qüvvəyə nisbətinin F_x/F_y materialın bərkliyindən asılılığı F_y qüvvəsinin bütün qiymətlərdə eyni xarakterə malikdir və bərklik artdıqca F_x/F_y nisbətində azalır.

İlkin tədqiqatların (sınaqların) nəticələrinin analizi əsasında müəyyən edilmişdir ki, sınaq prosesində kəsmə qüvvəsinin ölçülmüş qiyməti, alınmış analitik asılılıqla (11) hesablanmış qiymətdən çox az fərqlənir.

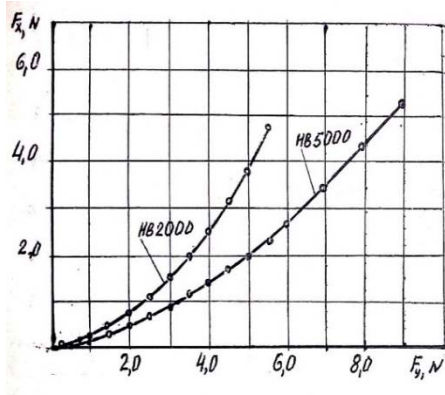
Abrazivlə cızma prosesində təsir edən qüvvələrdən yaranan gərginliklər uyğun olaraq aşağıdakı düsturlarla təyin edilir:

$$F_x \text{ qüvvəsindən} \quad \sigma_x = \frac{F_x}{1,343 \cdot h \cdot \sqrt{h(2\rho - h)}} \quad (1)$$

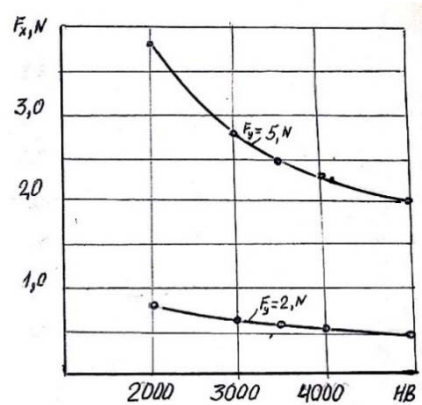
$$F_y \text{ qüvvəsindən} \quad \sigma_y = \frac{2F_y}{\pi \cdot h(2\rho - h)} \quad (2)$$

Normal F_n qüvvəsindən

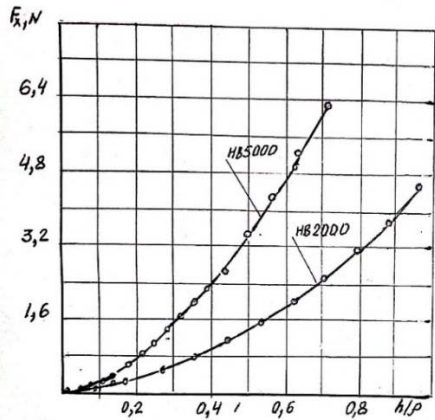
$$\sigma_n = \frac{F_n}{\pi \cdot \rho \cdot h} \quad (3)$$



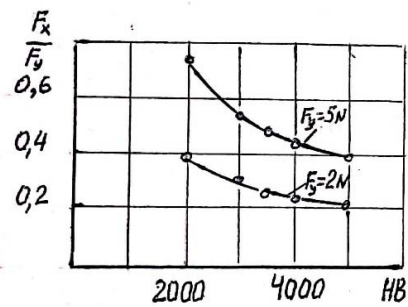
Şəkil 2. Kəsmə qüvvəsinin abrazivə tətbiq olunan qüvvədən asılılığı



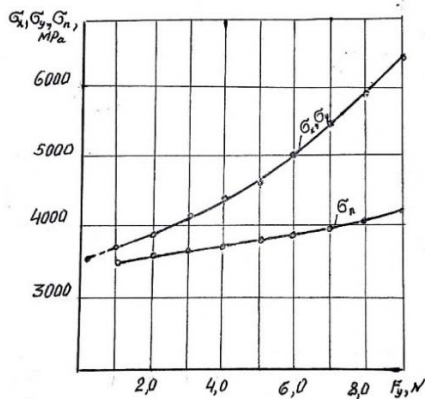
Şəkil 3. Kəsmə qüvvəsinin materialın bərkliyindən asılılığı



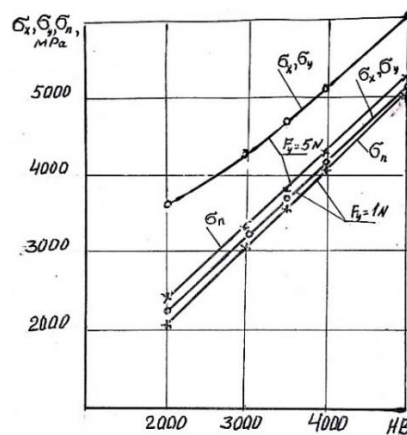
Şəkil 4. Kəsmə qüvvəsinin abrazivin nisbi batma dərinliyindən asılılığı



Şəkil 5. Kəsmə qüvvəsinin abrazivə tətbiq olunan qüvvəyə nisbətinin materialın bərkliyindən asılılığı



Şəkil 6. Abrazivin metallə kontakt zonasında yaranan gərginliklərin abrazivə tətbiq olunan qüvvədən asılılığı

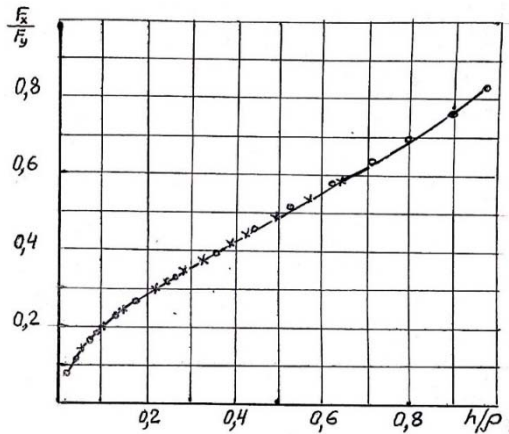


Şəkil 7. Abrazivin metallə kontakt zonasında yaranan gərginliklərin materialın bərkliyindən asılılığı

Gərginliklərin σ_x , σ_y , σ_n abrazivə tətbiq olunan qüvvədən F_y asılılığından (şəkil 6) görünür ki, σ_x və σ_y gərginliklərinin qiyməti F_y qüvvəsinin bütün qiymətlərində eynidir, σ_n gərginliyinin F_y qüvvəsinin kiçik qiymətlərində σ_x və σ_y gərginliklərin qiyməti ilə müqayisə olunan həddə, böyük qiymətlərində isə onlar arasındakı fərq artır. Qrafikdən görüldüyü kimi σ_x və σ_y gərginliklərinin F_y qüvvəsini artırıdca artma intensivliyi σ_n gərginliyinin artım intensivliyindən böyükdür.

Gərginliklərin σ_x , σ_y , σ_n materialın bərkliyindən HB asılılığı (şəkil 7) düz xətt qanunu üzrə dəyişir. σ_x gərginliyi səth qatının mexaniki xarakteristikası olduğundan ondan materialın abraziv yeyilməyə müqavimətini qiymətləndirmək üçün istifadə etmək olar.

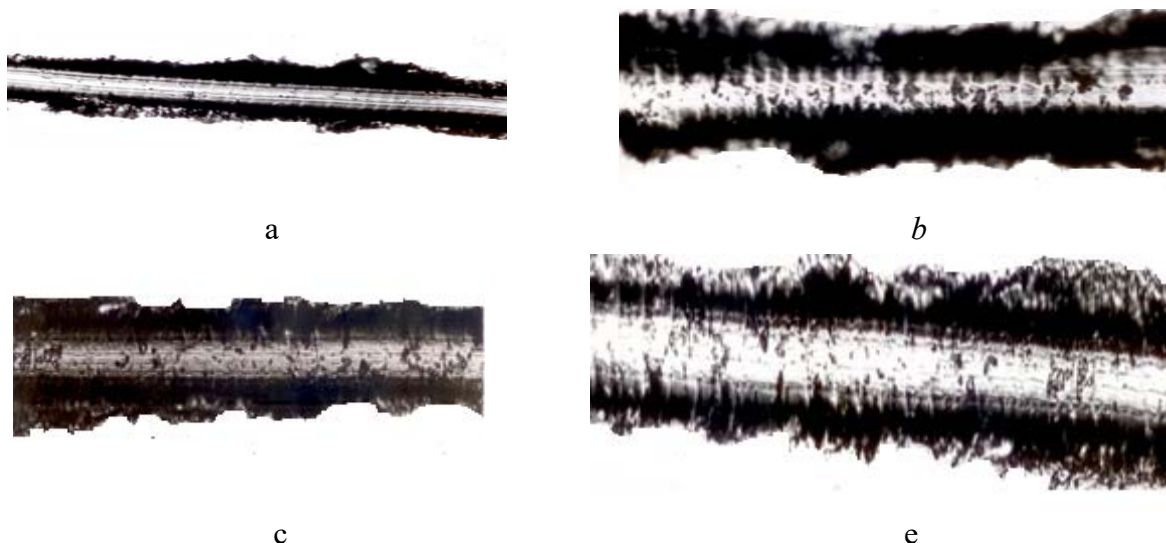
Kəsmə qüvvəsinin abrazivə tətbiq olunan qüvvəyə nisbətinin F_x / F_y abrazivin nisbi batma dərinliyindən h/ρ asılılığından görünür ki, h/ρ nisbəti artdıqca F_x / F_y nisbətində artaraq vahidə yaxılaşır (şəkil 8).



Şəkil 8. Kəsmə qüvvəsinin abrazivə tətbiq olunan qüvvəyə nisbətinin (F_x/F_y) abrazivin materiala nisbi batma dərinliyindən (h/ρ) asılılığı.

M.M. Xruşşov və M.A.Babiçev [2] müəyyən etmişlər ki, materialın batırılmaqla təyin edilən bərkliklə cızma zamanı təyin edilən (Birbauma görə) bərklik mütənəsbətdir və bu mütənəsbətlik əmsalı 0,4-ə bərabərdir. Bizim tədqiqatlara görə bu göstəricilər arasındakı əlaqə bir mənalı deyil. Ehtimal etmək olar ki, bu əlaqənin xarakterinə indentora tətbiq olunan yükün qiyməti təsir göstərir. V.K.Qriqoroviç [6] tərəfindən çox böyük yüklərdə aparılmış analoji sınaqlar zamanı baxılan xarakteristikalar arasında xətti asılılıq alınmış, ancaq mütənəsbətlik əmsalı, əvvəlkindən iki dəfə böyükdür. V.K.Qriqoroviçin fərziyələrinə görə fiziki bircinsli materialların bərkliyinin, indentora tətbiq olunan yükədən, cızılmaya sərf olunan işin qiymətindən asılı olmayaraq, sabit xarakterə malik olması sınaqlarla təsdiq olunmamışdır.

Bir abrazivlə cızma prosesində abraziv yeyilmə qanunauyğunluqlarını və dağılma xarakterini müəyyən etmək üçün cızığın profili və dibi üzrə mikroskopda (MİM-7) 360 və 500 dəfə böyütməklə metalloqrafik tədqiqatlar aparılmışdır (şəkil 9 a,b,c,e). Tədqiqatların nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, deformasiya olmuş material cızığın uzunluğu üzrə qeyri bərabər paylanır və bu qeyri-bərabər paylanma abrazivə tətbiq olunan yükü artırıdca artır. Cızıqların dibinin tədqiqi zamanı metal sürüşmələr, ovulmalar və s müşahidə olunmuşdur ki, bu da cızma prosesində müxtəlif xarakterli dağılmaların baş verdiyini göstərir. Bu dağılmaların xarakteri və intensivliyi materialın bərkliyindən və abrazivə tətbiq olunan yükədən, yəni kontakt zonasında yaranan gərginlikli vəziyyətdən, asılı olaraq dəyişir. Belə ki, aşağı bərklikli nümunələrdə materialın plastik deformasiyası mikrokəsilmə ilə müqayisədə üstünlük təşkil etdiyi halda, bərklik artdıqca bu nisbət azalır və mikrokəsilmə üstünlük təşkil edir [3]. Beləliklə, bütün qeyd olunanlar abrazivin metallarla kontakt zonasında yaranan mürəkkəb gərginlikli vəziyyətlə əlaqəli baş verir.



Şəkil 9. Nümunələrin üzərində bir abrazivlə cızma prosesində abrazivə tətbiq olunan qüvvədən asılı alınan cızıqların xarici görünüşü: a) $F_y = 1,5N$, c) $F_y=2,0N$, b,e) $F_y=5,5N$

Aparılmış metalloqrafik tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, poladlar üçün gərginliyin σ_x qiyməti təxminən materialın mikrobərkliyinə yaxındır. Beləliklə, cızılmaya müqavimət kimi xüsusi xassəyə malik σ_x ölçü vahidinə və mənasına görə gərginlik olub yaranan cızığın ölçülərinə görə təyin edilir və materialın səth qatının əsas mexaniki xassəsidir.

Ədəbiyyatlardakı məlumatların və bizim tədqiqatın nəticələrinin analizləri göstərir ki, səth qatının mexaniki xassələrinin cızma üsulu ilə qiymətləndirilməsi materialların abraziv yeyilmə zamanı yeyilməyə davamlığı haqqında, indentoru batırmaqla təyin edilən bərkliklə müqayisədə, daha dəqiq və tam təsəvvür yaradır. Bununla əlaqəli materialların nazik səth qatının bərkliyinin təyininə, yeyilməyə davamlılığın və mexaniki xassələrinin qiymətləndirilməsində sklerometriyanın tətbiqi geniş perspektivlər açır.

Nəticə. Aparılmış analizlər və sınaqların nəticələrinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, bir abrazivlə cızma metodu abraziv yeyilmə mexanizmini aydınlaşdırmağa və kontakt zonasında yaranan gərginliklərin təyini üçün analitik asılılıqların alınmasına imkan verir. Analizlərlə müəyyən edilmişdir ki, kəsilməyə müqavimət gərginliyi σ_x səth qatının mexaniki xassəsi olub ondan materialın yeyilməyə davamlılığını qiymətləndirmək üçün meyar kimi istifadə etmək təklif olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Əmənov Y.A. Abrazivin metallə toxunma zonasında yaranan gərginliklərin təyini metodikası haqqında. AzTU-nun elmi əsərləri, 2021, №1, s. 65-71.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. М., Изв-во «Наука», 1970, 252 с.
3. Əmənov Y.A., Cəfərov Ə.A. Materialların abraziv yeyilmə mexanizminin bəzi məsələlərinin tədqiqi haqqında. Maşınşunaslıq, 2016, № 2, s. 29-33.
4. Бабаев С.Г., Аманов Я.А. К методике исследования абразивного износа металлов в нефтяной среде. Материалы III научно-технической конференции молодых ученых и специалистов нефтяного машиностроения. Баку, 1973, с.56-60.
5. Аманов Я.А., Газиев И.Г. Прибор для определения прочности абразивных частиц. Ученые записки AzTU, 1993, №1 с.24-29.
6. Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. Изд-во «Наука» 1976, 230 с.

DEFINITIONS OF STRESSES ARISING IN THE CONTACT ZONE OF THE ABRASIVE WITH THE METAL AND ANALYSIS OF THEIR INFLUENCE ON THE INTENSITY AND MECHANISM OF ABRASIVE WEAR**Y.A.Amanov***Azerbaijan Technical University*

Abstract. The article deals with the issues of determining stresses and other indicators that arise in the contact of the abrasive with the wear surface of the metal. The analysis and tests carried out by scratching with a single abrasive revealed that the stresses arising in the contact zone have a significant impact on the intensity and mechanism of abrasive wear. If we take into account that the contact processes occur directly on the surface layer of the metal, which has specific properties, then in order to assess the wear resistance, it is necessary to know its mechanical properties. The use of the scratching method with a single abrasive made it possible to obtain analytical dependences for determining the stresses in the contact of the abrasive with the metal. If the parameters of the scratching peaks of the protrusions of abrasive particles are known, then these dependences make it possible to determine the stresses without testing. The stress obtained from the scratching force characterizes the resistance of the material to abrasive wear, which can be used when choosing a material at the design stage.

Keywords: *stress, wear intensity, wear mechanism, deformation, micro cutting.*

ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ В ЗОНЕ КОНТАКТА АБРАЗИВА С МЕТАЛЛОМ, И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИХ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ И МЕХАНИЗМ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ**Я.А.Аманов***Азербайджанский технический университет*

Резюме. В статье рассмотрены вопросы определения напряжений и других показателей, возникающих в контакте абразива с изнашиваемой поверхностью металла. Проведенным анализом и испытаниями, путем царапания единичным абразивом, выявлено, что напряжения, возникающие в контактной зоне оказывают существенное влияние на интенсивность и механизм абразивного изнашивания. Если учесть, что процессы контакта происходят непосредственно на поверхностном слое металла, имеющий специфические свойства, то для оценки износостойкости необходимо знание ее механических свойств. Использование метода царапания единичным абразивом позволили получить аналитические зависимости по определению напряжений в контакте абразива с металлом. Если известны параметры царапающих вершин выступов абразивных частиц, то эти зависимости позволяют определить напряжения без проведения испытаний. Напряжение, полученное от силы царапания характеризует сопротивление материала абразивному изнашиванию, которое можно использовать при выборе материала на стадии конструирования.

Ключевые слова: *напряжение, интенсивность изнашивание, механизм изнашивания, деформация, микро резание.*

Daxil olub: 30.01.2023

POLİMER MAŞIN HİSSƏLƏRİNİN EMALI ÜÇÜN TEXNOLOJİ AVADANLIQLAR**Ç.M.Məmmədov, K.R.Əliyev***Azərbaycan Texniki Universiteti**E-mail: cingiz.memmedov@aztu.edu.az, kamil.eliyev@aztu.edu.az**Açar sözlər: polimer, injeksiyon qəlibləmə, pres qəlib, texnoloji maşın, tökmə avadanlıqları, termoplastavtomatlar*

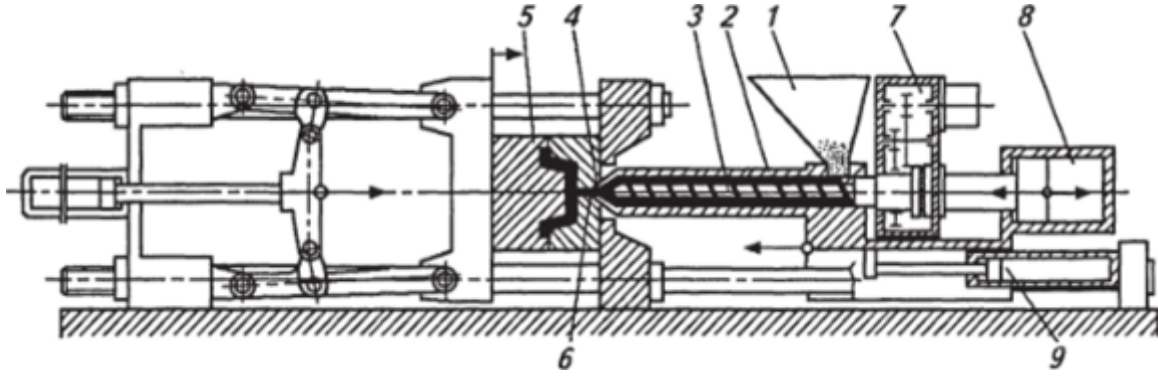
Xülasə. Məqalədə polimer materialdan olan maşın hissələrinin hazırlanmasında istifadə olunan texnoloji emal avadanlıqlarının parametrlərinin, yəni emal temperaturu, emal təzyiqi, püskürmə qüvvəsi və digər emal parametrlərinin saxlanması, injeksiyon ekstruziya-sıxma və qəlibləmə avadanlığının iş prinsipi nəzərə alınmaqla məhsulun istismar göstəricilərinə bu avadanlıqların spesifik parametrlərinin təsirinin analizi aparılmışdır. Eyni zamanda alınan məhsulun istismar göstəricilərinə uyğun olaraq, seçilmiş bu avadanlıqların iş rejiminin düzgün seçilməsi, qoyulmuş standart texnoloji tələblərə uyğun olaraq emal rejimlərinə düzgün riayət edilməsi, alınan məhsulun keyfiyyət göstəriciləri ilə, yəni uzun ömürlülüüyü, davamlılığı, möhkəmliyi və digər parametrlərlə birbaşa əlaqəsi olduğunun əsası müəyyən edilməklə ətraflı, müfəssəl və doğru araşdırılma aparılmışdır..

Giriş. Polimer materiallardan xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində, eyni zamanda maşınqayırma və təmir işlərində istifadə olunur. Maşın və mexanizmlərin təmiri zamanı plastik kütlələrin tətbiqi digər üsullardan fərqli olaraq hissələrin bərpasının əmək həcmi 20-30%, təmirin maya dəyərini 15-20% və material sərfini 40-50% aşağı salır. Plastik kütlələr o materiallara deyilir ki, onlar yüksəkmolekullu üzvi maddələr əsasında hazırlanır və yüksək temperatur və təzyiq altında müəyyən şəkil alır, hansı ki, bu məhsulların istismarı zamanı öz xüsusiyyətlərini saxlayır. Plastik kütlələr mürəkkəb çoxkomponentli qarışıqdan ibarətdir. Polimer onların ən başlıca hissəsidir, o, bütün komponentləri birləşdirir. Bundan başqa onun tərkibinə aşqarlar, plastifikatorlar, bərkidicilər, katalizatorlar (sürətləndiricilər), rəng vericilər və müxtəlif əlavələr daxildir. [1; s.112-114].

Müəyyən vaxtlarda plastik kütlələr yalnız polimerlərdən ibarət ola bilər. Kimyəvi təbiətinə görə onlar termoplastik və termoreaktivə bölünür. Termoplastik plastik kütlələr (poliamidlər, polietilen, polistirool və b.) çoxsaylı qızdırılma və soyudulma zamanı yumşalma, ərimə və yenidən bərkimə xüsusiyyətini saxlayırlar, bu, onların düz və ya şəxəli strukturlu makromolekul olması ilə əlaqəlidir. Onlarda kimyəvi reaksiyalar getmir [4; s.136-138]. Termoreaktiv plastik kütlələr (fenoplastlar və aminoplastlar) qızdırılarkən dönməz şəkildə əriməyə və həll olmayan vəziyyətə keçir. Bu, onların fəza quruluşunun əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu. *Polimer materialların əsas xüsusiyyətləri.* Polimer məhsulların layihələndirilməsi və optimallaşdırılması zamanı, onların fiziki və mexaniki xüsusiyyətləri sənaye standartları və ya spesifikasiyası ilə müəyyən edilmiş meyarlara cavab verməsini tələb edir. Polimer və materialların fiziki xarakteristikasına aşağıdakılar daxildir: mexanik sınaq (mühit və ya yüksək, aşağı temperatur), dartılma xüsusiyyətləri, təzyiq xüsusiyyətləri, əyilmə xüsusiyyətləri, kəsmə xüsusiyyətləri mövcuddur.

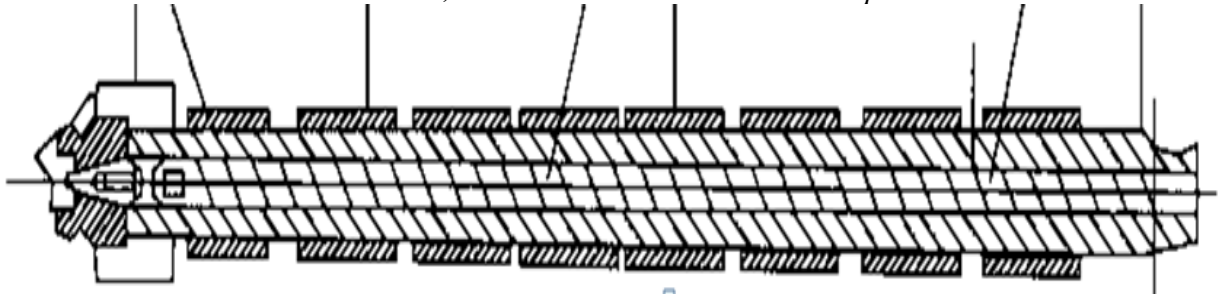
Bu xüsusiyyətlərə aşağıdakıları da əlavə etmək olar: zərbəyə davamlılıq, sərtlik, şəffaflıq, yumşaq, elastiki, izolyasiya qabiliyyətli və s. Məlumdur ki, yüksək təzyiqin polimer materiallara təsiri onların sıxlığının artmasına, möhkəmlənməsinə və sıxılmanın azalmasına gətirib çıxarır [1; s.124-125]. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bu günə qədər dəqiqliyi artırmaq üçün avadanlıqlarda təzyiqin tətbiqi kifayət qədər öyrənilməyib. Bu baxımdan, plastik məhsulların istismar xüsusiyyətlərini və ölçü dəqiqliyini daha da artırmaq məqsədilə injeksiyon qəlibləmə avadanlığında və termoplastavtomat dəzgahlarda yüksək təzyiqlə tökmə prosesinin öyrənilməsinə yönəlmiş tədqiqat işləri çox aktualdır [3; s. 96-97]. Bu avadanlıqlardan ən əsas və geniş yayılmışı injeksiyon qəlibləmə avadanlığı və termoplastavtomat dəzgahlardır. Bu dəzgahların əsas spesifik parametrləri mövcuddur ki, bu da emal zamanı qoyulmuş tələblərə düzgün riayət etməklə emal texnoloji prosesinin keyfiyyətinə və bir başa məhsuldarlığın artmasına gətirib çıxarır (şəkil 1).



Şəkil 1. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının sxemi

Məsələnin həll üsulları və aprobeşiyası. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının sxeminə görə emal olunan polimer material 1-bunkerindən 3.şnekinin kanalına verilir. Şnekin fırlanması 8 elektrik mühərriki vasitəsilə onu işə salmaqla həyata keçirilir. Burada 2-silindrinin korpusunda temperaturun yaradılması silindrin ayrı-ayrı zonalarında yerləşdirilmiş qızdırıcı elementlər vasitəsilə həyata keçirilir. Polimerlərin emalı üçün injeksiyon qəlibləmə avadanlığının quruluşu sxematik olaraq, standart olmaqla minimum üç zonadan ibarətdir. Birinci zona yükləmə zonasıdır bu qidalandırıcı zona adlanır, burada toz və ya qranul şəklində olan polimer material sıxılaraq havası çıxarılır. İkinci zona plastikasiya zonasıdır ki, burada sıxılma və ya ərimə baş verir, bu zaman sıxılmış toz və ya xammal kütləsi qızdırılır və ərintiyə çevrilir. Üçüncü zona – itələmə zonasıdır, yəni dozalama zonası buradan xammal başlığa doğru itələnir (şəkil 2) [3; s. 205-207].

1 – Dozalama zonası 2 – ərimə, sıxılma zonası 3 – qidalanma zonası



Şəkil 2. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının işçi hissəsinin sxemi

1 – Dozalama zonası, 2 – ərimə, sıxılma zonası, 3 – qidalanma zonası

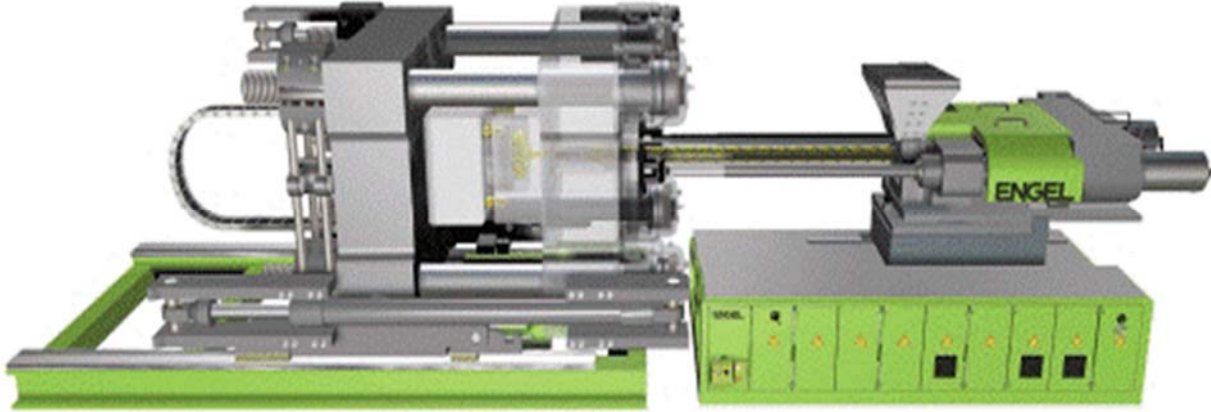
Bundan əlavə burada soyutma sisteminin işi presqəlibə tökmə prosesindən sonra aparılır. Eyni zamanda polimerlərin ekstruziyası zamanı bir qayda olaraq şnekin diametri 30-150 mm, uzunluğu isə 150-200 mm olan injeksiyon qəlibləmə avadanlığından istifadə edilir. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının əsas spesifik xüsusiyyətlərindən biri də onun şnekinin sıxma dərəcəsinin dozalaşma nisbətindən asılılığıdır. Burada sıxma dərəcəsi şnekin dəqiq müəyyən olunmuş yerlərində, xüsusilə bunkerin yaxınlığında və şnekin sonunda sonsuz vintlərin həcmində dəyişməsi ilə xarakterizə olunur.

Burada bunkerə xammal açılışından sonra ,başlığa daşınma maşının yəni, şnekin materialının xaricində əritmə qızdırıcılarından verilən istilik materialı qızdırır və plastikləşdirir. Qızdırıcılar (əksər halda bunlar davamlı qızdırıcılarıdır, daha az tez-tez induksiya qızdırıcıları adlanır) material şnek qurğuları boyunca istilik zonalarına bölünür və zonaların hər birinin öz sensorları və müstəqil temperatur nəzarəti sistemi vardır [2; s. 75-76].

Avadanlıqda əsasən hidravlik müqavimətə malik (açıq tipli müştük) yüksək özlüklü polimer materialları emal edən 4 müştüyü ilə təmin edilir və onun qızması ərinmiş həbin xaricə çıxmasının qarşısını alır. Başlıq yuxarı aşağı polimer dozası ilə yığılmağa başlayır və vint fırlanmağa davam edir, bu güc təzyiqi (plastikləşmə təzyiqi) yaradır ki, bu da vint güc qüvvəsini artırmağa meyllidir. Maşının

intiqalı cihaz vintinin öz oxu boyunca hərəkət etməsinə imkan verir. Vintin öz oxu boyunca hərəkət etməsi isə öz növbəsində dozalaşma təzyiği yaradır. Bu, dozanın tələb olunan həcminə çatana qədər davam edir. Aşağı ərimə özlülüyü olan polimerlərin emalında maşının işçi vəziyyətində, dozanın fasiləsiz olması üçün burun hissəsi xüsusi bir klapən ilə bağlanır.

Bu texnoloji maşınların iş zamanı muştuq hissəsinin 4, yüksək təzyiqlə və temperatur rejiminin pozulması, dəzgahın sazlanması qaydalarına düzgün əməl edilməməsi, bu və ya digər texniki səbəblərdən müştüyün tez sıradan çıxmasına səbəb olur ki, buda yuxarıda göstərilən yüksək keyfiyyət və yüksək məhsuldarlıq göstəricilərinin kəskin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır [3; s. 251-252].



Şəkil 3. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığı

Bunları aradan qaldırmaq üçün polimer maşın hissələrinin istehsalında tətbiq edilən avadanlıqların, o cümlədən istifadə edilən və seçilən texnoloji avadanlıq olaraq, injeksiyon qəlibləmə avadanlığı və termoplast avtomat dəzgah seçilir. Bu avadanlıqların istehsal prosesində iş rejiminin düzgün şəkildə qurulması, emal rejimi elementlərinin mövcud texnoloji şəraitə uyğun olaraq və əməliyyat şəraitinə görə sazlanmasıdır ki, bu da məqalənin nəticə hissəsində ardıcılıqla göstərilmişdir.

Alınan nəticələrin tətbiqi. Bu gün bütün injeksiyon qəlibləmə maşınlarının təxminən 95%-i səmərəli şəkildə qızdırmaq və qarışdırmaq, bir qəlibə plastik yeritmək üçün vintlərdən (şnurlardan) istifadə edir. Burada texnoloji proseslər əsasən müəyyən texniki həllər, müəyyən bir texnoloji prosesin həyata keçirilməsi üçün termoplastik maşınların istifadəsi ətraflı bir texniki-iqtisadi əsaslandırma tələb edir [3, s. 268-270]. Əsasən, injeksiyon qəlibləmə texnologiyasının mahiyyəti aşağıdakı kimidir

İnjeksiyon qəlibləmə, polimer materialın bir axıcılıq vəziyyətə çevrildiyi və sonra təzyiqlə altında məhsulun formalaşdığı bir qəlibə injektə edildiyi bir prosesdir.

İnjeksiyon şəklində qram fraksiyalarından onlarla kiloqrama qədər olan parçalar istehsal olunur. Bu üsul ən çox sənaye termoplastiklərinin işlənməsində geniş yayılmışdır. Bundan əlavə, möhkəmləndirilmiş, hibrid, içi boş, çox rəngli, köpüklü plastik məhsullar və s. injeksiyon şəklində istehsal olunur. Prosesin əsas avadanlığı qəliblərlə təchiz olunmuş termoplastik avtomatik maşındır. İnjeksiyon qəliblənmənin əsas üstünlükləri bunlardır:

- təkrar emal edilə bilən plastik növlərində çox yönümlülük;
- yüksək dəqiqlik;
- alınan məhsulların yüksək keyfiyyəti;
- çox mürəkkəb bir konfigurasiyanın hissələri və ya nazik divarlı məhsullar istehsal etmək qabiliyyəti və son məhsulun əlavə işlənməməsi.

Ümumiləşdirərək bu qərara gəlmək olar ki, polimer materialların istehsalı üçün seçilən texnoloji maşınların əsas spesifik parametrlərinin düzgün seçilməsi və bu parametrlərə görə emal rejimlərinin tətbiq olunması sonda yekun məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin yüksəlməsinə və əmək məhsuldarlığının kəskin artmasına gətirib çıxarır.

Nəticə

1. Polimer materialların istehsalı üçün tətbiq edilən bütün avadanlıqların, o cümlədən istismar edilən və seçilən texnoloji avadanlıqların dəqiq işləməsi, termoplastavtomat dəzgah və bu dəzgahların iş rejiminin düzgün səkildə qurulması və emal rejimi elementlərinin mövcud texnoloji şəraitə uyğun olaraq və əməliyyat şəraitinə görə sazlanmasından asılıdır.

2. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının əsas spesifik iş prinsipi onun şnekinin sıxma dərəcəsinin dozalaşma nisbətindən asılılığıdır.

3. İnjeksiyon qəlibləmə avadanlığının sıxma dərəcəsi şnekin dəqiq müəyyən olunmuş yerlərində, xüsusilə bunkerin yaxınlığında və şnekin sonunda sonsuz vintlərin həcmnin dəyişməsi ilə xarakterizə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Allahverdiyev K.İ., Əhmədov O.X. Konstruksiya materiallarının emalı. Bakı - 2007, 262 s.
2. Əhmədov O.X. Plastik kütlə və rezin materiallarının texnikada tətbiqi. Bakı - 2005, 96 s.
3. Əliyev İ.Z., Musayev S.A., Əliyev N.İ., Ağacənov R.Q. Plastik kütlələrin sintezi və analizi. Dərs vəsaiti. Bakı - 2016, 316 s.
4. Аверко-Антонович Ю.И., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров: Учебное пос. Казань, КГТУ, 2002, 604 с.

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR PROCESSING POLYMER MACHINE PARTS

Ch.M.Mammadov, K.R.Aliyev
Azerbaijan Technical University

Abstract. Technological equipment used in the manufacture of machine parts from polymeric materials, compliance with the parameters, i.e. processing temperature, processing pressure, spray force and other processing parameters, injection-extrusion molding and molding, taking into account the principle of operation of the equipment, the specification of this equipment for the use of the product. The analysis of the influence of parameters was carried out, while, in accordance with the instructions for the use of the purchased products, the correct choice of the operating mode of the selected equipment, the correct observance of the processing modes in accordance with the established regulatory technological requirements, based on the quality indicators of the purchased product, i.e. durability, wear resistance, strength and other parameters of parts.

Keywords: *polymer, injection molding, press mold, temperature regime, casting equipment, thermoplastic machines.*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Ч.М.Мамедов, К.Р.Алиев
Азербайджанский технический университет

Резюме. Технологическое оборудование, применяемое при изготовлении деталей машин из полимерных материалов, соблюдение параметров, т.е. температура обработки, давление обработки, усилие распыления и другие параметры обработки, инжекционно-выдавливающее прессование и литье, с учетом принципа работы оборудования, спецификация данного оборудования по использованию продукта. Проведен анализ влияния параметров, при этом, в соответствии с инструкцией по применению приобретаемой продукции, правильный выбор режима работы выбранного оборудования, правильное соблюдение режимов обработки в соответствии с установленными нормативными технологическими требованиями, исходя из качественных показателей приобретаемого товара, т. е. долговечности, износостойкости, прочности и других параметров деталей.

Ключевые слова: *полимер, литье под давлением, пресс-форма, температурный режим, литейное оборудование, термoplastавтоматы.*

Daxil olub: 16.01.2023

PEYK TEXNOLOGİYALARININ AZƏRBAYCAN DƏMİR YOLLARINDA TƏTBİQ OLUNMA PERSPEKTİVLƏRİ

H.M.Əhmədov¹, E.K.Manafov², F.H.Hüseynov²

¹Azərbaycan Texniki Universiteti

²Milli Aviasiya Akademiyası

E-mail: elshan_manafov@mail.ru

Açar sözlər: peyk texnologiyaları, dəmiryol nəqliyyatı, diaqnostika sistemi, idarəetmə və nəzarət, informasiya-telekommunikasiya sistemləri

Xülasə. Məqalə Azərbaycan Dəmir Yollarının (ADY) idarəetmə və nəzarət sahəsində peyk radionaviqasiya texnologiyalarının tətbiqi ilə intellektual informasiya-telekommunikasiya sistemlərinin yaradılmasına həsr edilmiş ADY-də tətbiqi üçün bu texnologiyaların tələbləri formalaşdırılmışdır. Belə texnologiyalar sayəsində hərəkətdə olan lokomotiv yaxud vaqonların yerləşmə yeri və vaxtı, onların istiqaməti və sürəti, mərkəzləşdirilmiş diaqnostik araşdırmalar üçün hərəkət vasitələri haqqında məlumatlar, real zamanda sərnişin daşımalarının operativ təşkili üçün lazım olan məlumatlar, qatarların hərəkətinin təşkili və idarə olunması haqqında, həmçinin yolun həndəsi ölçülərinin və infrastruktur parametrlərinin dəyişilməsi barədə məlumatları əldə etmək mümkündür. Belə sistemin tətbiqi ilə perspektivdə, əl ilə daxil edilən məlumatların həcmi əhəmiyyətli dərəcədə azalacaq, vaqon və lokomotivlərin yerdəyişməsi-haqqında məlumatların ötürülmə operativliyi yüksələcəkdir. Məlumatların alınmasının avtomatlaşdırılması hesabına yük əməliyyatlarından sonra vaqonların yükləmə-boşaltma yerlərinə verilib-çıxarılmasının operativ planlaşdırılması keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, lokomotivlərin işini optimallaşdırmaqla onlardan istifadənin effektivliyini yüksəltmək, həmçinin hərəkət tərkiblərinin istismar xərclərini azaltmağa imkan yaranır. Belə avtomatlaşdırılmış məlumatlar əsasında stansiyalarda vaqon və lokomotivlərdən istifadənin keyfiyyət və kəmiyyət göstəricilərinin hesablanması asanlaşır, bir sıra qeydiyyat jurnalları və digər sənədlərin əl ilə yazılmasının ləğv edilməsi üçün şərait yaranır.

Giriş. Dəmiryol nəqliyyatının elmi-texniki siyasətinin prioritet istiqamətlərindən biri də müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqidir. Bu texnologiyalar idarəetmənin mahiyyət və keyfiyyətini prinsipial olaraq dəyişərək dəmir yolunda idarəetmə və nəzarətin obyektiv üsullarını həyata keçirməyə imkan yaradır. Həmin texnologiyalarda yüksək dəqiqlikli peyk radionaviqasiya sistemləri (PRNS) ilə birləşdirilmiş nəqliyyat tərkiblərində quraşdırılmış rəqəmsal radorabitə vasitələri və informasiya proseslərinin kompleks kompüterləşdirilməsi tətbiq edilir. İnkişaf etmiş bəzi dövlətlərin dəmir yolları peyk naviqasiya texnologiyalarından artıq istifadə etməyə başlamışdır (ABŞ-da NDGPS, Rusiyada ГЛОНАСС/GPS və s.). Hazırda Azərbaycan Dəmir Yollarının infrastruktur, yük və sərnişin daşımaları sahələrində idarəetmə və nəzarətin PRNS-in vasitəsilə həyata keçirilməsi aktual məsələlərdən biri sayılır [1; s. 21-96].

Məsələnin qoyuluşu. PRNS-in yaradılmasının ilk mərhələsində məqsəd peykdən alınan təsvirin tanınması, qatarların identifikasiyası və coğrafi koordinatlarla əlaqələndirilməsindən, məlumatın müvafiq dispetçərə ötürülməsindən ibarət idisə, hazırda bunun üçün rəqəmli modeldən istifadə etməklə sadə sxemin tərtib olunması kifayət edir. Transponderlərin nişanı peyklə identifikasiya olunur və qatarların yerdəyişmələri barədə məlumatlar verilmiş intervalla qatarların hərəkətinin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin qəbulətmə qurğusuna ötürülür. Öz növbəsində sistem qatarların hərəkəti ilə bağlı dinamik məlumatları yolların rəqəmli modelinə daxil edir. Transponder nişanına əsasən lokomotivin nömrəsi təyin edilir, bu məlumata əsasən qatarın nömrəsi müəyyənləşdirilir və qatarın tərkibi haqqında məlumatlar bazasına daxil olmağa imkan yaranır.

Hazırda sutka ərzində 16 mln. sərnişin və mln. ton yük daşımalarını həyata keçirən, dünyada ən böyük və yüklənmiş nəqliyyat sistemlərindən biri sayılan Hindistan Dəmir Yollarında radiotezlikli identifikasiya (RFID-Radio Frequency Identification) texnologiyasından istifadə etməklə avtomatik izləmə prosesi həyata keçirilir. RFID sistemi oxuyucu qurğudan (skaner, rider və yaxud in-terroqatordan) və transponderdən, yəni RFID-nişandan (bəzən RFID-teq kimi də adlandırılır) ibarət

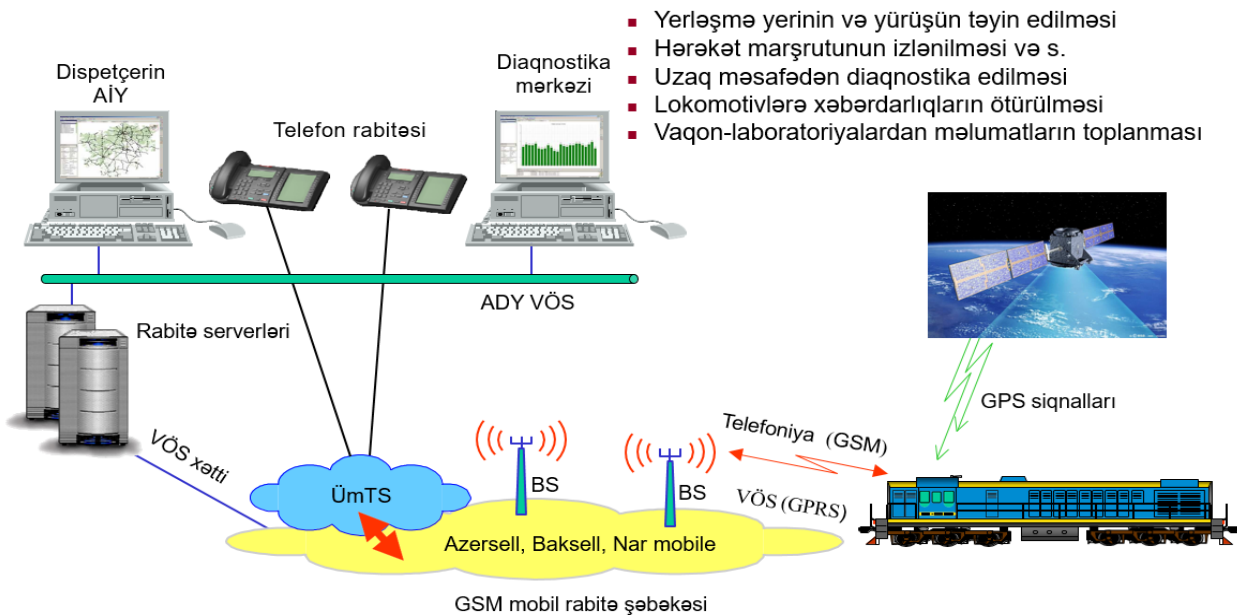
olur. İD-teqlər hər bir hərəkət tərkibində (lokomotiv və yaxud vaqonlarda), TagMaster oxuyucuları isə dəmir yolunun kənarında quraşdırılır. Qeydə alıcı qurğu hətta 300 km/saat-dan artıq sürətlərdə nişanlardan informasiya əldə edə bilər. Bu texnologiyanın köməyiylə dispetçerlər hər bir lokomotivin və vaqonun yerini müəyyənləşdirməklə bərabər müəyyən istismar məsələlərini də həll edə bilərlər (boş vaqonların müəyyən edilməsini, qatarların və yüklərin yerdəyişmə dinamikasını və s.). On-line monitoring sistemi vasitəsi ilə uzunluğu 62 min km olan Hindistan dəmiryol şəbəkəsində bütün qatarların yerdəyişməsinə nəzarət etmək olur.

RFİD texnologiyası dəmiryol nəqliyyatında təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün lazım olan əsas diaqnostik parametrləri ölçməyə, həmçinin real zaman müddətində ölçülən obyektlərdən alınmış məlumatları təhlil etməyə imkan yaradır. GEN4HD riderləri ilə təchiz edilmiş Almaniyanın Hochbahn şirkəti bir gün ərzində 0,5 mln. şərnışınə xidmət göstərə bilər. Riderlər qovşaq məntəqələrinin şpallarında, 2 ədəd yarımpassiv MarkTag HDS S1456 nişanı isə hər bir vaqonun alt hissəsində yerləşdirilir. Nişan riderin üzərindən keçdikdə hərəkət vasitəsi haqqında məlumat qeydə alınır.

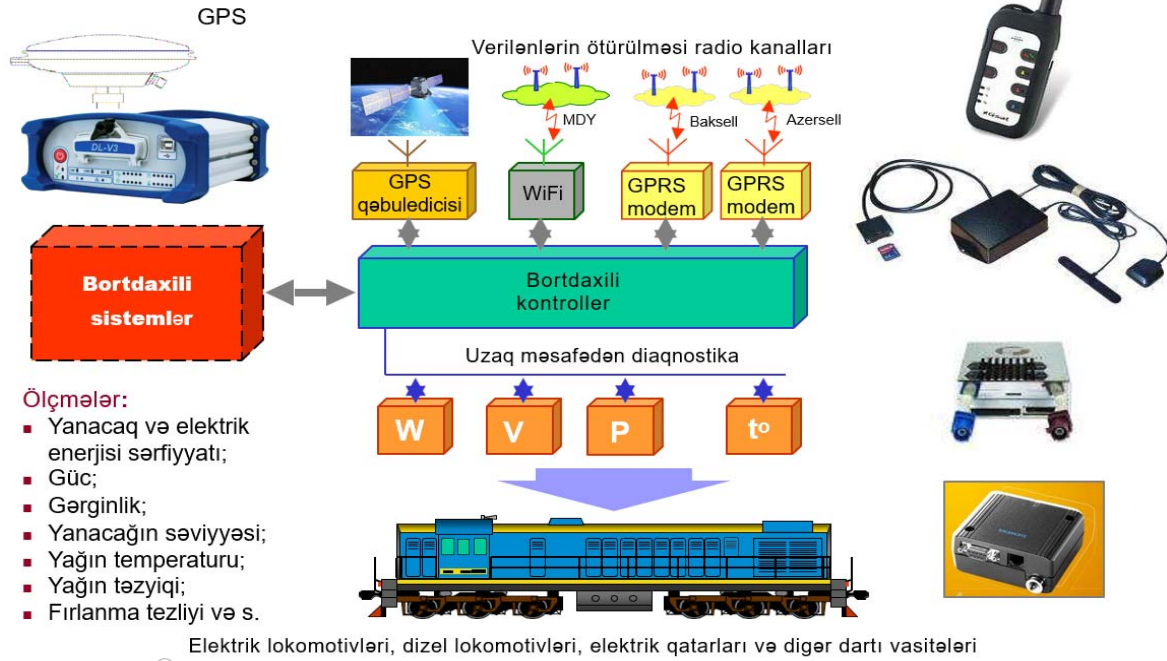
Peyk texnologiyalarının tətbiqinin əsas məqsədi dəmir yollarının koordinat – zaman cütliyünün təminatı sahəsindəki köklü dəyişikliklər hesabına daşımaların idarə olunması və qatarların hərəkətinin təhlükəsizliyinin təmin edilmə keyfiyyətini yüksəltməkdən ibarətdir [2, 3].

Peyk naviqasiya üsullarının dəmiryol nəqliyyatının texnoloji proseslərinin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərində (AİS) tətbiqi bir çox hallarda bu sistemlərin işinin məlumat-sorgu rejimindən proqramlı rejimə keçidi ilə intellektualaşdırılmasını təmin edir. Avtomatlaşdırılması peyk naviqasiya sistemlərinin tətbiqi ilə effektivləşən texnoloji proseslərə, ilk növbədə, hərəkət tərkiblərinin məkan-dakı yerinə və müxtəlif obyektlərin texniki vəziyyətlərinə nəzarət səviyyəsinin artırılmasının keyfiyyətə yeni nəticələr gətirdiyi proseslər daxil edilməlidir.

Məsələnin həlli. Peyk naviqasiya texnologiyalarından istifadə etməklə hərəkət tərkibinin avtomatik identifikasiya sisteminin tətbiqi daşıma prosesinin təşkil edilmə probleminə qatarların hərəkətinin yalnız sərt qrafiki əsasında baxmağa imkan yaradır. Bununla bağlı hərəkət tərkiblərinin məkan-dakı yerinin təyin edilməsinin sadələşdirilmiş sxemi 1 sayılı şəkildə, dərzi hərəkət vasitələrinin işçi parametrlərinin mərkəzləşdirilmiş üsulla diaqnostika sxemi isə 2 sayılı şəkildə verilmişdir.



Şəkil 1. Hərəkət tərkiblərinin yerləşdiyi yerin təyin edilməsinin sadələşdirilmiş sxemi: AİY – avtomatlaşdırılmış iş yeri, ADY VÖS – Azərbaycan Dəmir Yolları üzrə verilənlərin məlumatların ötürülmə sistemi, BS – baza stansiyası, ÜmTS – Ümumi telefon sistemi, GPS – Qlobal Mövqəyinetmə Sistemi (Global Positioning System), GPRS – ümumi istifadə üçün paketli radiorabitə servisi (General Packet Radio Service)



Şəkil 2. Dartı hərəkət vasitələrinin işçi parametrlərinin mərkəzləşdirilmiş üsulla diaqnostika sxemi: MDY – magistral dəmir yolları

Hərəkətdə olan qatarların tərkibindəki vaqonların mərkəzləşdirilmiş diaqnostika sxemi 3 sayılı şəkildə göstərilmişdir.

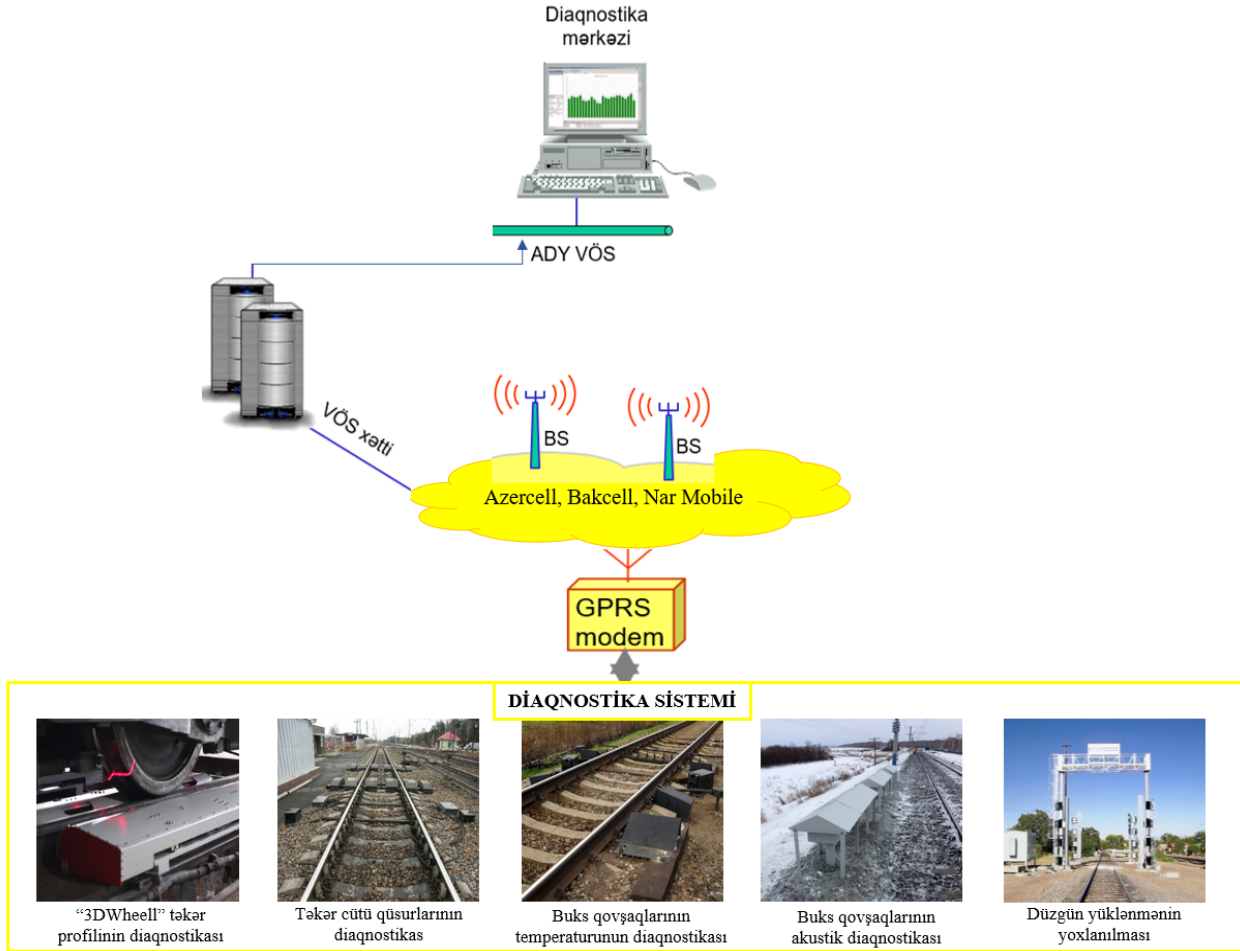
Azərbaycan Dəmir Yollarında peyk naviqasiya sistemlərinin tətbiqi və istifadəsi üçün ilk növbədə aşağıdakı tədbirlər yerinə yetirilməlidir:

- ADY QSC-də qlobal peyk naviqasiya sisteminin tətbiqi konsepsiyası hazırlanmalıdır;
- ADY QSC-də qlobal peyk naviqasiya sisteminin tətbiqinin texniki-iqtisadi əsaslandırılması aparılmalıdır;
- “ADY-nın infrastruktur obyektlərində və hərəkət tərkiblərində quraşdırılan və qlobal peyk naviqasiya sistemləri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan texniki vasitələrin təhlükəsizliyi haqqında” texniki tələblər layihəsi tərtib edilməlidir;
- Təhrifədavamlı təhlükəsizlik, monitoring və qatarların hərəkətinə dispetçer idarəetməsi sistemlərinə malik olan sınaqlar üçün dəmiryol xətti seçilməlidir.

İrəli sürülən tələblər layihəsindəki tənzimləmə yerləri dəmir yollarının infrastruktur obyektlərində və hərəkət tərkiblərində quraşdırılan texniki vasitələr və onların tərkib hissələridir. Texniki vasitələr dəmir yolunun yerləşdiyi məkan haqqındakı (hər hansı koordinat sistemində) verilənlər və peyk naviqasiya sistemindən alınan radionaviqasiya siqnalları əsasında dəmir yollarındakı məntəqələri aşağıdakı məlumatlarla təmin edir:

- Texniki vasitələrlə təchiz olunmuş lokomotiv və yaxud vaqonların hərəkətdə olduğu yolun nömrəsi (texniki-sərəncam aktında göstərilmiş stansiya yollarının sxeminə müvafiq olaraq);
- Yol boyu hərəkət zamanı baxılan hərəkət tərkibinin (lokomotiv və yaxud vaqonun) yerləşmə yeri və vaxtı (şəkil 1);
- Hərəkət tərkibinin istiqaməti və sürəti;
- Dartı hərəkət tərkibinin işçi parametrlərinin mərkəzləşdirilmiş diaqnostikası üçün məlumatlar (şəkil 2);
- Hərəkətdə olan qatarların tərkibindəki vaqonların buks qovşaqlarının, təkər parametrlərinin və düzgün yüklənməsinin mərkəzləşdirilmiş diaqnostikası üçün məlumatlar (şəkil 3);
- Real zaman anında sərnişin daşımalarının operativ təşkili üçün lazım olan məlumatlar (şəkil 4);

- Qatarların hərəkətinin təşkili və idarə olunması üçün tərkiblər, qatarlar haqqında məlumatlar (şəkil 5);
- Peyk və yerüstü ölçmələri kompleksləşdirməklə yolun həndəsi ölçülərinin və infrastruktur parametrlərinin dəyişilməsi haqqında məlumatlar (şəkil 6) [4, 5; s. 43-67].



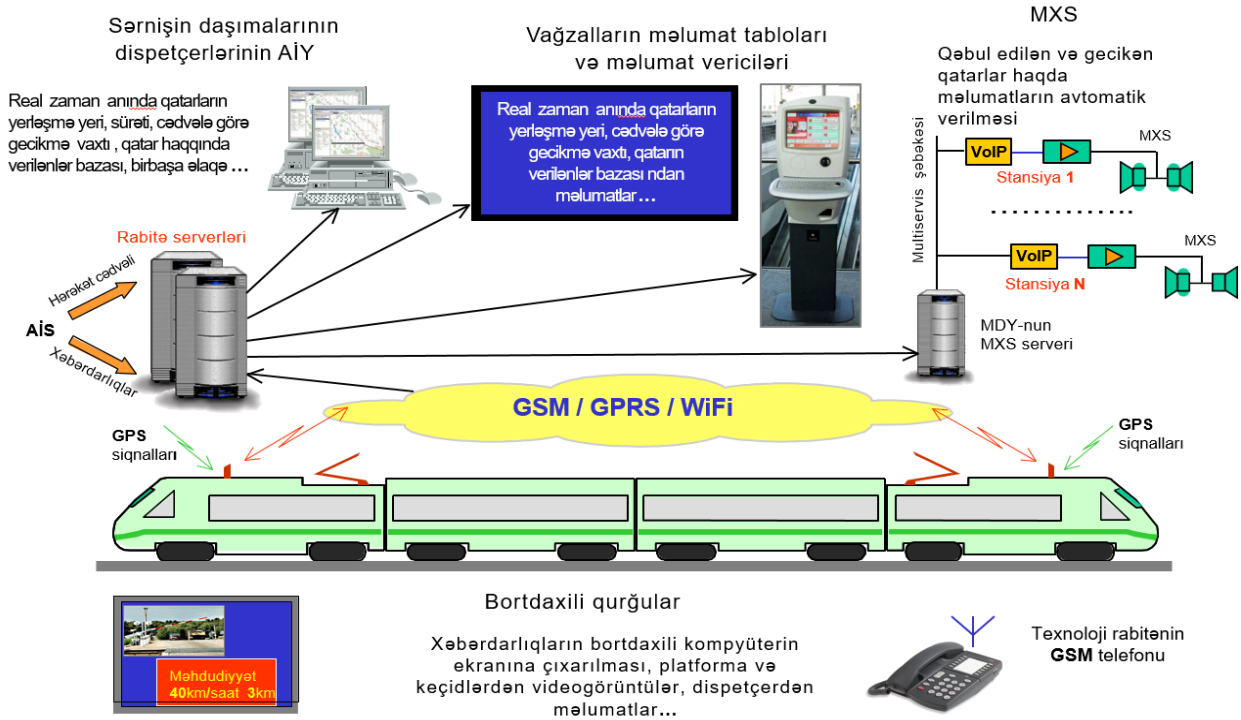
Şəkil 3. Hərəkətdə olan qatarların tərkibindəki vaqonların mərkəzləşdirilmiş diaqnostika sxemi

Ümumilikdə hərəkət tərkiblərində və infrastruktur obyektlərində quraşdırılan texniki vasitələr iki hissəyə bölünür. Birinci hissəyə dəmir yollarında texniki və texnoloji proseslərin yerinə yetirilməsini təmin edən vasitələr, ikinci hissəyə hərəkət tərkibləri və yüklər haqqında məlumatın alınmasını təmin edən vasitələr aiddir. Sistemin tətbiqi ilə aşağıda qeyd edilən məsələlərin həllinə nail olmaq mümkündür:

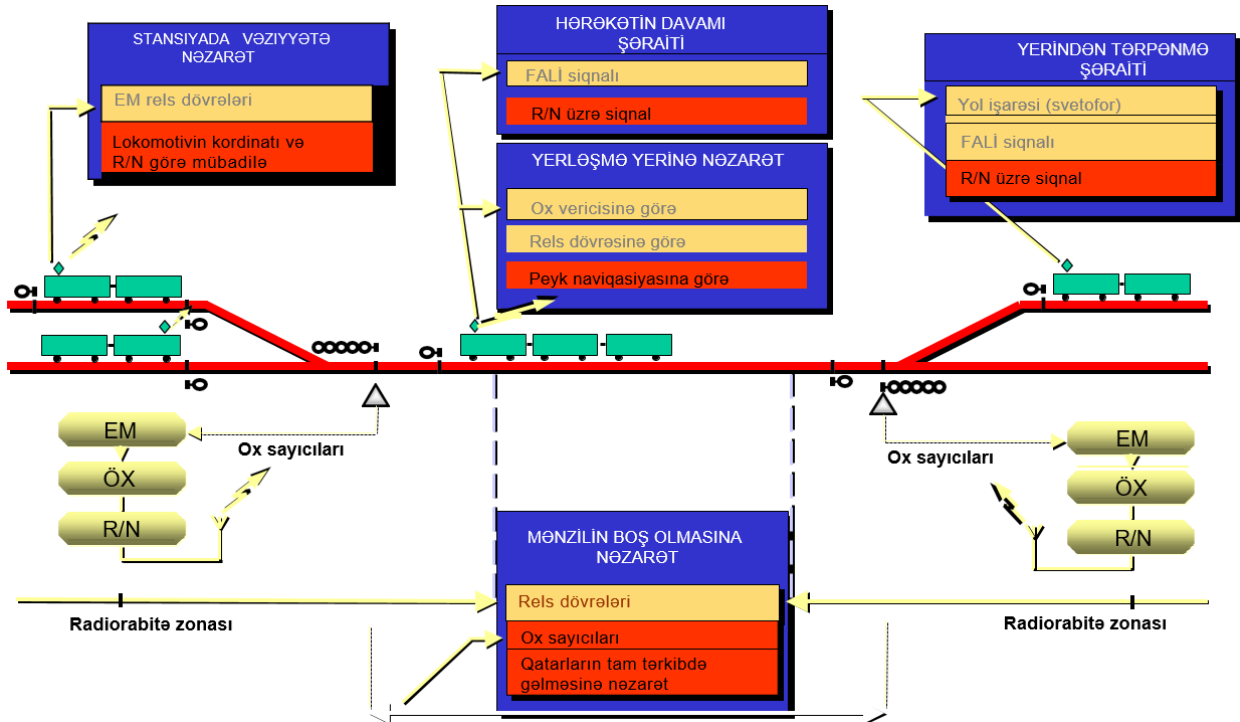
- Mühəndis-geodeziya işlərinin nəticələrinə əsasən stansiyaların yol inşafının riyazi təsvirinin dəqiqliyinin əldə olunması (yolların orta kvadratik xətası 30 sm olan rəqəmli modelinin qurulması hesabına);
- Lokomotivlərin yerləşmə kordinatlarının 1 m xəta ilə təyin olunma dəqiqliyinə nail olmaq;
- Hərəkət tərkiblərinin sürətinin 0,05 m/san dəqiqliyi ilə təyin edilməsi;
- Verilənlərin qonşu idarəetmə sistemlərinə 1 Hs-dən böyük tezliklə ötürülməsi.

Baxılan sistem hərəkətdə olan dəmiryol hərəkət tərkiblərinin istiqaməti, sürəti və yeri haqqındakı məlumatları istənilən sistemə ötürmək qabiliyyətindədir. Vaqonların stansiya yollarındakı dislokasiyası və lokomotivlərin yerdəyişməsi (lokomotivlərin depoya və stansiya yollarına girib-çixması, dalan yollarına gedib-gəlməsi və s.) stansiyaların idarə edilməsinin dinamik

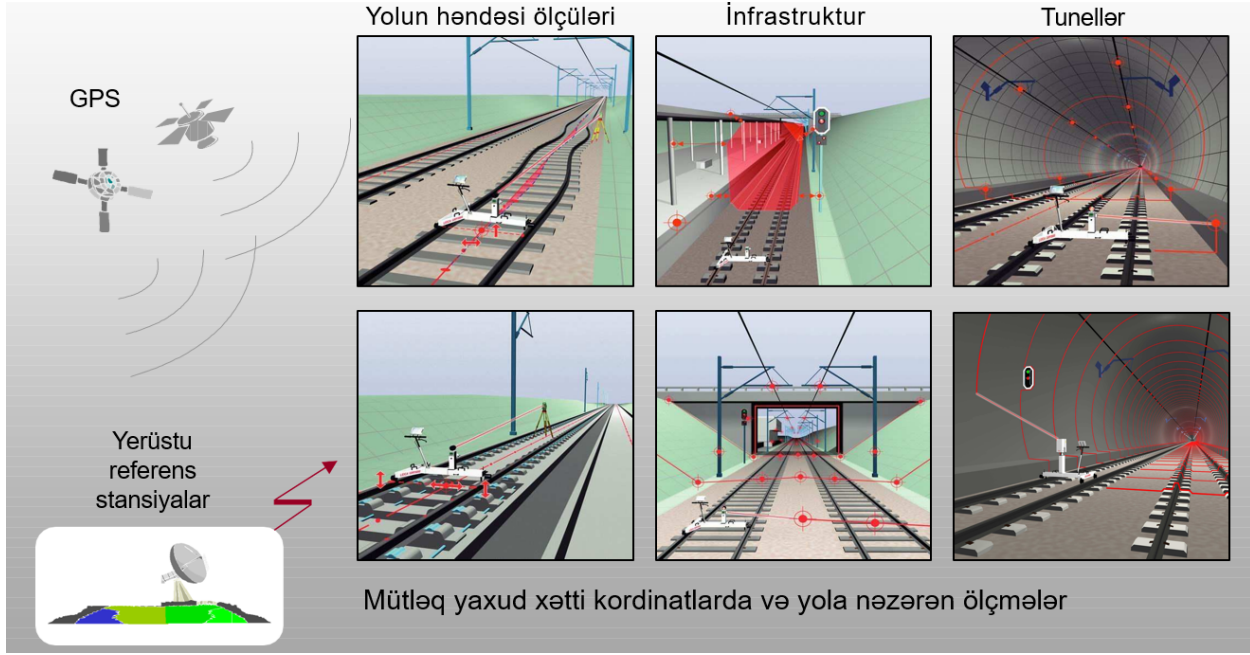
modelinin tərtibi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu sistemin tətbiqi ilə perspektivdə əvvəlki sistemə əl üsulu ilə daxil edilən məlumatların həcmi əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq, vaqon və lokomotivlərin yerdəyişməsi haqqında məlumatların ötürülməsinin operativliyini yüksəltmək mümkündür.



Şəkil 4. Sərnişin daşıma və dispetçerlərinin operativ təşkili üçün məlumat mübadiləsinin sxemi: MXS – mərkəzləşdirilmiş xidmət sistemi, MDY – magistral dəmir yolları, AIS – Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi



Şəkil 5. Qatarların hərəkətinin təşkili və idarə olunması üçün avtomatlaşdırılmış informasiya sisteminin sxemi



Şəkil 6. Peyk və yerüstü ölçmələrin kompleksləşdirilməsi vasitəsilə yolun həndəsi ölçülərinin və infrastruktur parametrlərinin dəyişməsinə nəzarət üsulları

Göstərilən məlumatların alınmasının avtomatlaşdırılması hesabına yük əməliyyatlarından sonra vaqonların yükləmə-boşaltma yerlərinə verilib-çıxarılmasının operativ planlaşdırılma məsələsinin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, lokomotivlərin işini optimallaşdırmaq və onlardan istifadənin effektivliyini yüksəltmək, həmçinin istismar xərclərini azaltmaq imkanı yaranır. Belə avtomatlaşdırılmış məlumatlar əsasında stansiyalarda vaqon və lokomotivlərdən istifadənin keyfiyyət və kəmiyyət göstəricilərinin hesablanması asanlaşır. Daşıma prosesinin dürüst operativ vaqon modelinin tərtibi hesabına stansiya daxil olan və stansiyadan göndəriləcək vaqonların nömrələrinin yazılması prosedurunun ləğv edilməsi, həmçinin stansiya növbətçisinin stolüstü jurnallarının, qatarların hərəkət jurnallarının, vaqonların balans jurnalının və digər sənədlərin əl ilə yazılmasının ləğv edilməsi üçün şərait yaranır. Həmçinin baxılan sistem məlumatları stansiyanın operativ idarə edilməsinin informasiya-idarəetmə sistemi ilə yanaşı eyni zamanda daha yuxarı səviyyələrə (baş idarənin informasiya-idarəetmə sistemi və s.) də ötürə bilər.

Sistem daşıma prosesinin idarə edilməsi məsələlərinin həllindən əlavə aşağıdakılar üçün də tətbiq edilə bilər:

- Stansiya yollarında işləyən təmir-tikinti briqadalarının müstəqil hərəkət tərkiblərinin (yol, elektrik təchizatı, işarəvermə-mərkəzləşdirmə-bloklama (İMB) sahəsinin drezinləri və digər hərəkət vasitələri) yerləşmə yerinə nəzarət;
- Qatarın tam şəkildə gəlməsinə nəzarət edilən stansiyalarda qatarın uzunluğunu təyin etməklə stansiya yollarının və mənzillərin boşluğuna nəzarət;
- Dəmiryol keçidlərində avtomobillər üçün qatarların yaxınlaşması haqqında daha mükəmməl xəbərdarədicə sistemin qurulması;
- Dəmir yollarının avtomatika və rabitə qurğuları üçün vahid zaman sisteminin qurulması;
- Hərəkətdə olan qatarlar arasında məsafənin təyin edilməsi (interval tənzimləmə sistemi);
- Yol və süni qurğular təsərrüfatının geodezik təminat məsələlərinin həll edilməsi;
- Hərəkət tərkiblərinin yerinin təyin edilməsi və yüklərin müşayiət olunması məqsədilə identifikasiya sistemlərinin istifadə edilməsi;
- Maşinistlərin səfər marşrutlarının doldurulması prosesinin avtomatlaşdırılması və verilənlərin inteqrasiya olunmuş emal sistemində ötürülməsi;
- Qatarların hərəkətinin avtomatik idarəetmə sisteminin qurulması;

- Lokomotivlərin dislokasiyası və yolda işləyən operativ personal üçün avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin qurulması;
- Dəmiryol nəqliyyatının texniki vasitələrinin etibarlığının artırılması məqsədilə verilənlərin emalının avtomatlaşdırılmış sisteminin qurulması [6, 7, 8].

Nəticə. Beləliklə, peyk navigasiya texnologiyalarının Azərbaycan Dəmir Yolları QSC tətbiqi ilə real zamanda qatarların (lokomotiv və vaqonların) yerləşmə yeri, istiqaməti və sürəti haqqında məlumatlar əldə edib sərnəşin və yük daşımalarının operativ təşkilini optimallaşdırmaq; dartı hərəkət vasitələrinin (lokomotivlər və elektrik qatarları) əsas güc avadanlıqlarının işçi parametrləri haqqında fasiləsiz məlumatlar əlaqə onların diaqnostikasını həyata keçirmək; həmçinin yolun həndəsi ölçülərinin, süni tikili və qurğuların parametrlərinin dəyişilməsi məlumatları sayəsində onların texniki vəziyyəti haqqında fikir yürütmək mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. Интегрированная система управления железной дорогой/ И.Н. Розенберг, В.Я. Цветков, С.И. Матвеев и др. под. ред. В.И. Якунина-2е изд., пераб. и доп. - М: ИПЦ “Дизайн. Информация. Картография”. 2008, 144 с.
2. Fraga-Lamas P., Fernández-Caramés T.M., Noceda-Davila D., Vilar-Montesinos M. RSS Stabilization Techniques for a Real-Time Passive UHF RFID Pipe Monitoring System for Smart Shipyards; Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on RFID (IEEE RFID 2017); Phoenix, AZ, USA. 9–11 May 2017, p. 161-166.
3. F. G. Toro, D. E. D. Fuentes, D. Lu, U. Becker, H. Manz, and B. Cai, “Particle Filter technique for position estimation in GNSS-based localisation systems”, in 2015 International Association of Institutes of Navigation World Congress, IAIN 2015 - Proceedings, 2015, p. 96-101.
4. Himrane O., Beugin J., Ghazel M. Toward Formal Safety and Performance Evaluation of GNSS-based Railway Localisation Function. IFAC Papers OnLine 2021, p. 159-166. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.06.049>.
5. Лёвин Б.А. Теория адаптивных систем навигации и управления железнодорожного транспорта на основе глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и навигационных функций / Б.А. Лёвин, С.И. Матвеев, И.Н. Розенберг // М.: ВИНТИ РАН, 2014, 110 с.
6. Pavlović Z. User's ability to use internet technologies in transport. 7th International conference “towards a humane city” Environmentally Friendly Mobility, Novi Sad 6th and 7th December 2019, Serbia. p. 207-213.
7. Ai B., Guan K., Rupp M., Kurner T., Cheng X., Yin X.-F., Wang Q., Ma G.-Y., Li Y., Xiong L., et al. Future railway services-oriented mobile communications network. *IEEE Commun. Mag.* 2015; p. 78-85. doi: 10.1109/MCOM.2015.7295467.
8. Wang C.-X., Ghazal A., Ai B., Liu Y., Fan P. Channel measurements and models for high-speed train communication systems: A survey. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2015, p. 974-987. doi: 10.1109/COMST.2015.2508442.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF SATELLITE TECHNOLOGIES ON AZERBAIJAN RAILWAYS

H.M.Ahmadov¹, E.K.Manafov², F.H.Huseynov²

¹Azerbaijan Technical University

²National Academy of Aviation

Abstract. The article is devoted to the creation of intelligent information and telecommunication systems using satellite radio navigation technologies in the field of management and control for the Azerbaijan Railways (ARW). The requirements of these technologies for application at the ARW are formulated. Thanks to such technologies, it is possible to obtain information about the location and time of movement, as well as the direction and speed of movement of locomotives or wagons, information about moving units for centralized diagnostics, the necessary real-time information for the operational organization of passenger transportation, information about the organization and management of train traffic, information about changes in the geometric dimensions of the path and infrastructure parameters. With the introduction of the system in the future, the volume of manually entered data will be significantly reduced, and the efficiency of transferring information about the movement of rolling stock will increase. By automating the acquisition of data, it is possible to improve the quality of operational planning for the supply of wagons after cargo operations to the places of loading and unloading, optimize the operation of locomotives and increase the efficiency of their use, as well as reduce operating costs. On the basis of such automated data, it becomes easier to calculate the qualitative and quantitative indicators of the use of rolling stock at stations, and conditions are also created for the abolition of manual maintenance of many accounting journals and other documents.

Keywords: *satellite technologies, railway transport, diagnostic system, management and control, information and telecommunication systems.*

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА АЗЕРБАЙДЖАНСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ****Г.М.Ахмедов¹, Э.К.Манафов², Ф.Х.Гусейнов²**¹*Азербайджанский технический университет*²*Национальная академия авиации*

Резюме. Статья посвящена созданию интеллектуальных информационно-телекоммуникационных систем с применением спутниковых радионавигационных технологий по сфере управления и контроля для Азербайджанских железных дорог (АзЖД). Сформулированы требования этих технологий для применения на АзЖД. Благодаря таким технологиям можно получить информации о местонахождении и времени движения, а также направлении и скорости движения локомотивов или вагонов, информацию о подвижных единицах для централизованной диагностики, необходимую информацию в режиме реального времени для оперативной организации пассажирских перевозок, информацию об организации и управлении движением поездов, информацию об изменении геометрических размеров пути и параметров инфраструктуры. С внедрением системы в перспективе значительно сократится объем вводимых вручную данных, повысится оперативность передачи информации о движении подвижных составов. За счет автоматизации получения данных можно повысить качество оперативного планирования подачи вагонов после грузовых операций к местам погрузки и выгрузки, оптимизировать работу локомотивов и повысить эффективность их использования, а также снизить эксплуатационные расходы. На основе таких автоматизированных данных становится легче рассчитывать качественные и количественные показатели использования подвижных составов на станциях, а также создаются условия для отмены ручного ведения многих учетных журналов и других документов.

Ключевые слова: спутниковые технологии, железнодорожный транспорт, система диагностики, управление и контроль, информационно-телекоммуникационные системы.

Daxil olub: 08.02.2023

AZƏRBAYCANDA ELEKTROMOBİLLƏRİN BƏRPA OLUNAN ENERJİ FONUNDA PERSPEKTİVLƏRİ

R.P.Bayramov¹, Ə.H.Əliyev¹, F.Q.Məmmədov¹, X.F.Tağıyev²

¹*Azərbaycan Texniki Universiteti*

²*Bakı Texniki Kolleci*

*E-mail: razim.bayramov@aztu.edu.az, allaz.aliyev@aztu.edu.az,
mamedov.ferrux@aztu.edu.az, taqiev.xaqani@mail.ru*

*Açar sözlər: elektromobil,
alternativ yanacaq, ətraf
mühit, akkumulyator,
bioenerji*

Xülasə. Çağdaş dünyamızda texnologiyanın inkişaf etdiyi və ətraf mühitin mühafizəsinin daha da aktuallaşdığı bir zamanda alternativ yanacaq – elektrikli işləyən elektromobillərin əhəmiyyəti durmadan artmaqdadır. Nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduğu zərərləri azaltmaq üçün yeni konstruksiyalı avtomobillərin yaradılması müasir dövrün aktual məsələsidir. Daxiliyanma mühərriklərində hidrogen, etanol, metanol, mayeləşdirilmiş təbii qaz (LNG), sıxlaşdırılmış təbii qaz (CNG), mayeləşdirilmiş neft qazı (LPG) və bioyanacaq kimi alternativ yanacaqlar istifadə olunmaqdadır ki, bunlar da ətraf mühitin çirkləndirilməsində əsaslı rol oynayırlar.

Bu mənada elektromobillərdən istifadə çox səmərəlidir. Hal-hazırda mövcud olan elektromobillərin gediş ehtiyatı ortalama 350 km olduğundan, onların akkumulyatorlarının tutum problemi, bahalıqı və akkumulyatorların doldurulması üçün stansiyaların qurulması problemi səbəbilə arxa plana atılmasına rəğmən, son illərdə adi yanacaq işləyən avtomobillərin yenidən ön plana çıxmasına səbəb olmuşdur.

Bu tədqiqatları Azərbaycanda elektromobillərin istifadə səmərəliliyini və perspektivlərini qiymətləndirmək üçün apardıq. Respublikamızın ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7516 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla, bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1278 MVt-dır ki, bu da ümumi gücün 17%-ni təşkil edir. Bu məqalədə qeyd olunmuş tədqiqatların nəticələrindən də göründüyü kimi ölkəmizdə mövcud olan bütün avtomobillər elektrikli işləsəydi, mövcud bərpa olunan elektrik enerjisinin 64% onların işləməsinə kifayət edərdi.

Giriş. Texnologiyanın inkişaf etdiyi və ətraf mühitin mühafizəsinin daha da aktuallaşdığı bir zamanda alternativ yanacaq – elektrikli işləyən nəqliyyat vasitələrinin (elektromobillərin) əhəmiyyəti durmadan artmaqdadır. Əgər 2009-cu ildə dünyada elektromobillərin sayı 6.000-dən az idisə, 2016-cı ildə dünyanın 40 ölkəsində 1,2 milyondan çox elektromobil istifadədədir. Bu avtomobillərin 80%-i ABŞ, Çin, Yaponiya, Hollandiya və Norveçin payına düşür (Beynəlxalq Enerji Agentliyi 2016). Elektrikli çalışan avtobusların sayı cəhətdən isə lider ölkə Çindir-170.000 ədəd. 2015-ci ildə qəbul edilən Paris BMT-nin İqlim Dəyişmələri üzrə Çərçivə Konvensiyasına əsasən, dünya üzrə elektrikli çalışan 4-təkərli avtomobillərin sayının 2030-cu ilədək 100 milyona çatdırılması planlaşdırılır (Beynəlxalq Enerji Agentliyi, 2016). Ümumiyyətlə isə, Neft İxrac Edən Ölkələr Birliyi (OPEC) hesab edir ki, 2040-cı ildə dünyada sərnişindəşimada istifadə edilən avtomobillərin 6%-i alternativ yanacaq işləyən nəqliyyat vasitələrindən ibarət olacaqdır (Financial Times 2016) [3].

Nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduğu zərərləri azaltmaq üçün yeni konstruksiyalı avtomobillərin yaradılması müasir dövrün aktual məsələsidir. Ölkəmizdə atmosfer havasına atılan çirkləndirici maddələrin miqdarını əks etdirən cədvəldən (Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatlarına görə) göründüyü kimi avtomobil nəqliyyatı ilə ekoloji çirklənmə ildən ilə artır [6]. Bu çirklənmənin qarşısını almaq üçün ekoloji cəhətdən təmiz nəqliyyat vasitələrindən istifadə edilməlidir. Nəqliyyatda və sənayedə hal-hazırda istifadə olunan yanacaqlar CO₂, CH₄, N₂O, O₃, NO_x kimi qazlar iqlim isinməsinə səbəb olan mənbələrdir. Belə ki, 2018-ci ildə Dünyada atmosfərə

atılan CO₂ -nin 24% nəqliyyatın payına düşür. Daxiliyanma mühərriklərində hidrogen, etanol, metanol, mayeləşdirilmiş təbii qaz (LNG), sıxılmış təbii qaz (CNG), mayeləşdirilmiş neft qazı (LPG) və bioyanacaq kimi alternativ yanacaqlar istifadə olunmaqdadır [3].

Həmçinin, zərərli maddələrin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq və ya azaltmaq üçün silindr daxilinə su püskürtmə, katalitik konvertor, sıxma dərəcəsini dəyişdirmə və yanacaq verilişi təzyiqini dəyişdirmə kimi bir çox alternativ metod tətbiq olunmaqdadır. Hibrid və elektromobillərdən istifadə olunması ekoloji cəhətdən səmərəlidir. Elektromobillərdə adi yanacaqlardan istifadə olunmadığı üçün HC, CO, N_{ox}, his və s. kimi maddələrlə ekoloji çirklənmə olmur [1; s. 22-24].

Elektromobillər elektrik mühərriki və akkumulyator olmaqla iki əsas elementdən ibarətdir [1; s. 30-38, 2; s. 39-42]. Onların ən böyük çatışmazlığı akkumulyatorların tutumu və məhsuldarlığıdır. Onların mənzili akkumulyatorların tutumu və elektrik mühərrikinin gücündən asılı olaraq təyin olunur. Hal-hazırda mövcud olan elektromobillərin mənzili orta hesabla 350 km-dir. Elektromobil akkumulyatorlarının tutumu, bahalıq və onların doldurulması üçün stansiyaların qurulması və gediş ehtiyatı problemləri səbəbilə arxa plana atılmasına baxmayaraq, son illərdə adi yanacaq ilə işləyən avtomobillər yenidən ön plana çıxmışdır [1; s. 30-31]. Dolayısıyla, bəzi avtomobil firmaları öz fəaliyyətlərini elektromobil istehsalına yönəlmişlər. Bu firmalara Türkiyənin TOGG avtomobili firması da qatılmışdır. 2025-ci ilə qədər dünyada elektromobillərin sayının 12 milyonu keçəcəyi təxmin edilir. Bəzi təxminlərə görə dünyada elektromobillərin sayı 2030-cı ildə 120 milyon ədəd olacaqdır. Türkiyədə elektromobil sayı 2018-ci ildə təqribən 27% artımla 833 ədəd, 2020-ci il etibarı ilə 1012 ədədə çatmışdır.

Azərbaycan Respublikasında atmosferə atılan çirkləndirici maddələr [6]

Göstəricilər İllər	Stasionar mənbələrdən atmosferə atılan çirkləndirici maddələr (min ton)	Avtomobil nəqliyyatından atmosferə atılan çirkləndirici maddələr (min ton)	Atmosfer havasına atılan bütün çirkləndirici maddələr (min ton)
2000	515,0	393,0	908,0
2001	577,0	402,0	979,0
2002	217,0	403,0	620,0
2003	426,0	412,0	838,0
2004	540,0	435,0	975,0
2005	558,0	496,0	1054,0
2006	344,0	531,0	875,0
2007	386,0	584,0	970,0
2008	295,0	642,0	937,0
2009	300,0	697,0	997,0
2010	215,0	742,0	957,0
2011	224,0	779,0	1003,0
2012	227,0	849,0	1076,0
2013	197,0	940,0	1137,0
2014	189,0	966,0	1155,0
2015	178,0	978,0	1156,0
2016	188,0	982,0	1170,0
2017	184,0	976,0	1160,0
2018	0	0	0

Bu sayın 2025-ci ildə 100 min, 2027-ci ildə 220 min və 2030-cı ildə 550 min ədədə çatması ehtimal olunur. “2020-ci ildə Azərbaycana 5247 elektromobil gətirilib. Hələlik çox az olub, ümumi avtomobil idxalının 10%-i qədərdir” [6].

Hələlik ölkəyə gətirilən elektromobillərin sayı az olsa da, onun artım tempinin yüksələcəyi şübhəsizdir. “2018-ci ildə cəmi idxal 146 ədəd, 2019-da 1000 ətrafında. 2020-də 5300-ə yaxınlaşıb. Hökumətin hədəfi 2025-ci ilədək illik idxalın ən azı 50%-nə nail olmaqdır. Elektromobillərin sayının artması ilə elektrik sərfiyyatı da önəmli dərəcədə artacaqdır. Bu, əlavə sərfiyyatın yenilənəbilən enerji qaynaqlarından əldə edilməsi günəş və külək enerji sistemlərindən istifadə etməklə mümkündür. Bu

məqalədə elektromobilin texniki xüsusiyyətlərinə görə 1 ədəd, 100 min ədəd, 1 milyon ədəd və 1,4 milyon ədəd elektromobilin ölkəmizə elektrik sərfiyyatına əlavə yükü və bu əlavə enerji ehtiyacı bərpa olunan enerji mənbələri vasitəsilə təmin edilə biləcəyi araşdırılmışdır [4].

Bu məqalə statistik tədqiqat xarakteri daşıyır və onun əsas məqsədi və ya belə demək mümkünsə yeniliyi ondan ibarətdir ki, elektromobillərin ölkəmizdə tətbiqi perspektivlərini qiymətləndirmək üçün Azərbaycanın bərpa olunan enerji mənbələri üzrə potensialını müəyyənləşdirməkdir. Bütün statistik təhlillər və hesablamalar bu istiqamətdə aparılmışdır.

Belə ki, ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və texniki cəhətdən istifadəsi mümkün olan bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3000 MVt, günəş enerjisi üzrə 23040 MVt, bioenerji potensialı 380 MVt, dağ çaylarının potensialı 520 MVt həcmində qiymətləndirilir [6].

Azərbaycanın ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7516 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla, bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1278 MVt-dır ki, bu da ümumi gücün 17%-ni təşkil edir [6].

Hidroenerji gücü 1135 MVt (22 ədəd stansiya, 12-si kiçik su elektrik stansiyası), külək enerjisi gücü 66 MVt (5 stansiya, 1-i hibrid), bioenerji gücü 38 MVt (2 stansiya, 1-i hibrid), günəş enerjisi gücü 40 MVt (9 stansiya, 1-i hibrid) təşkil edir. 1 ədəd hibrid elektrik stansiyasında (Qobustan) külək – 2,7 MVt, günəş – 3 MVt və bioenerji – 1 MVt gücündə əsaslı qurğular quraşdırılıb. Naxçıvan Muxtar Respublikasında ümumi gücü 27 MVt olan 2 günəş elektrik stansiyası fəaliyyət göstərir. İri su elektrik stansiyaları daxil edilmədən, bərpa olunan enerji mənbələri üzrə qoyuluş gücü 2020-ci ildə 168,3 MVt olmaqla, ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücünün 2,2%-ni təşkil edib [6].

Elektromobilin enerji sərfiyyatı (Es) Ws cinsindən aşağıdakı (1) düsturu ilə hesablanır (Hyodo et al., 2013) [4].

$$E_s = M \cdot v \cdot \alpha + 1/2 \cdot \rho \cdot CD \cdot A \cdot v^3 + M \cdot g \cdot \Delta h + \tau \cdot M \cdot g \cdot v, \quad (1)$$

M: kütlə (kg), v : sürət (m/s), α : təcil (m/s^2), ρ : havanın sıxlığı, 1.24 (kg/m^3), CD: havanın müqavimət əmsalı, A: avtomobilin alın səthinin sahəsi (m^2), g: sərbəstdüşmə təcili (m/s^2), Δh : 1 saniyədəki yüksəklik fərqi (m) τ : diyirlənməyə müqavimət əmsalıdır.

Elektromobilin enerji sərfiyyatı mənzili hesaba almasaq, avtomobilin mühərrikinin gücündən asılı olaraq (2) ifadəsi ilə hesablanırsa [4].

$$E_T = G_M \cdot \eta_M \cdot X \cdot t, \quad (2)$$

E_T – avtomobilin enerji sərfiyyatı (kVt·saat), G_M – mühərrikin gücü (kVt), η_M – mühərrikin faydalı iş əmsalı (%), X- yüklənmə dərəcəsi, t – zaman (saat). Elektromobillərin enerji sərfiyyatı avtomobilin akkumulyator tutumuna və doldurulma sayına görə (3) düsturu ilə hesablanırsa [4].

$$E_V = B_G \cdot \eta_B \cdot C_n, \quad (3)$$

E_V – avtomobilin enerji sərfiyyatı (kVt·saat), B_G – akkumulyatorun gücü (kVt·saat), η_B – akkumulyatorun tutumu (%), C_n - akkumulyatorun doldurulma sayı.

Türkiyədə istehsal olunacaq TOGG elektromobillərinin texniki göstəriciləri daha optimaldır. Hesablamalarımızı bu avtomobil üzərindən apararaq.

Türkiyədə istehsal olunacaq TOGG elektromobilləri 200 HP və 400 HP gücündə iki 45 kVt·saat və 90 kVt·saat akkumulyatorları ilə işləyir (TOGG, 2020). Bundan başqa avtomobil, internet, naviqasiya, kondisioner, elektrikli şüşələr, elektrikli güzgü və faralar əlavə enerji sərfiyyatı yaradacaq. Elektromobillərdə mühərrikin enerji sərfiyyatına əlavə olaraq 3 kVt·saat enerjiyə ehtiyacı olacaqdır.

Elektromobilin enerji sərfiyyatı məsafə nəzərə alınmadan, mühərrikin gücündən asılı olaraq 100 kVt mühərrikin gücü, 80% faydalı işi, 100% mühərrikin yükü və günlük ortalama 3 saat avtomobildən istifadə zamanını nəzərə alaraq (2) düsturuna görə hesablasaq $E_T = 204$ kVt·saat enerji sərfiyyatı lazım olacaqdır [4]:

$$E_T = 100kVt \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 3saat$$

$$E_T = 204kVt \cdot saat$$

Bir adamın şəhərdə günlük avtomobildən istifadə vaxtı orta hesabla 2-3 saat-dır. TOGG elektromobilinin sahib olduğu 45 kVt·saat və 90 kVt·saat akkumulyatorların tutumlarının 90% istifadə etdiyini nəzərə alsaq, bu elektromobillərin tam dolmuş akkumulyator ilə 300 km və 500+ km məsafə qət edə bilər. Bu da gündəlik şəhərdaxili istifadə üçün yetərlidir. Həm də elektromobilin güc sərf edən aksesuarlarının 3 kVt·saat əlavə enerji sərfiyyatını nəzərə alaraq, akkumulyatorun ömür uzunluğunun ən yüksək səviyyədə ola bilməsi üçün onun tam gücünün 80%-nin istifadə olunduğunu nəzərə alaraq, 45 kVt·saat tutumlu akkumulyatorlu avtomobil gündə 1 dəfə tam, 90 kVt·saat tutumlu akkumulyatorlu avtomobil 2 gündən bir 1 dəfə akkumulyatorun doldurulmasını nəzərə alsaq, bir elektromobilin gündəlik enerji sərfiyyatı aşağıdakı kimi olacaqdır [4, 5]:

$$E_{V1} = B_G \eta_G C_n = 45KVt \cdot saat \cdot 0.8 \cdot 1 = 36kVt \cdot saat$$

$$E_{V1} = B_G \eta_B C_n = 90KVt \cdot saat \cdot 0.8 \cdot 0.5 = 36kVt \cdot saat$$

Azərbaycanda elektromobillərin sayı yaxın zamanlarda yüz minlərə çata bilər. Türkiyənin TOGG elektromobili 2022 ildə kütləvi istehsalə başlanacaq. Hal-hazırda avtomobil şirkətləri bu istiqamətdə böyük işlər görürlər. Elektromobillər ekoloji cəhətdən təmizdir. Sual meydana çıxır: bu avtomobillərin istifadə etdiyi elektrik enerjisi ekoloji cəhətdən təmiz yolla alınır mı? Əvvəlcə hər bir elektromobilin nə qədər elektrik enerjisi işlətdiyini hesablayaq. Beləliklə, akkumulyatorun gündəlik doldurulması və 100.000 ədəd avtomobil üçün enerji sərfiyyatı:

$$E_{V1} = E_{V2} = 36 \cdot 100000 = 3600000kVt \cdot saat$$

$$E_{V1} = E_{V2} = 3600MVt \cdot saat$$

olacaqdır. Qarşıdakı illərdə Azərbaycanda elektromobillərin sayının 1 milyon olacağını təxmin etsək, əlavə elektrik sərfiyyatı:

$$E_{V1} = E_{V2} = 36000MVt \cdot saat$$

Hazırda ölkəmizdə təqribən 1400000 avtomobil vardır. Əgər bu avtomobillər elektromobillər olsaydı, onların elektrik sərfiyyatı:

$$E_{V1} = E_{V2} = 36kVt \cdot saat \cdot 1400000 = 50400000kVt \cdot saat = 50400MVt \cdot saat = 50.4GVt \cdot saat$$

olar. Əgər bir avtomobilin ildə 300 gün işlədiyini qəbul etsək, onda bütün elektromobillərin bir ildə işlətdiyi elektrik enerjisi [4]:

$$50.4GVt \cdot saat \cdot 300 = 15120GVt \cdot saat$$

olardı.

Azərbaycanın ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7516 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla, bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1278 MVt, külək elektrik enerjisi istehsalı 105,4 milyon kv.saət, günəş enerjisi üzrə 44,5 milyon kv.saət, SES üzrə 1564,8

milyon kvт.саat istehsal olunur. Nəzərə alsaq ki Azərbaycanca bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialı 26 940 MVt-dır, yəni, hal-hazırda istehsal olunan bərpa olunan enerji mənbələrindən hasil olunan enerji miqdarından dəfələrlə çoxdur. Bu o deməkdir ki, illik bərpa olunan enerji ehtiyatı 235994,4 kVt·saat və ya 23599,4GVt·saat-dır.

Onda,

$$\frac{15120}{23599.4} \cdot 100 = 64\%$$

Bu isə o deməkdir ki, əgər indi Azərbaycanda mövcud olan bütün avtomobillər elektrikle işləsəydi, mövcud bərpa olunan elektrik enerjisinin 64%-i onlara kifayət edərdi. Yəni, Azərbaycanın bərpa olunan enerji potensialı bu ehtiyacı ödəmək üçün kifayətdir.

Ətraf mühitin qorunması avtomobillərin elektrikle işləməsindən başqa onların işlətdiyi elektrik enerjisinin də ekologiyanı çirkləndirmədən alınmasıdır. Ölkəmizdə mövcud olan bu potensial, hava hövzəsinin çirkləndirilməsini də azaldacaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Джунтон, Бету, Сабер: *Электромобиль. Устройство, принцип работы, инфраструктура*; ДМК-Пресс 2022, 440 с.
2. Андрей Кашкаров. *Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог*. ДМК-Пресс, 2018, 91 с.
3. Çobanoğlu A., Demirkıran G., Güneş M. İzmir İlinde Elektrikli Kara Araçları için Güneş Enerjisi Destekli Bir Şarj İstasyonunun Tasarlanması. İsos Enerji Mühendislik Ltd. Şti. Sayı: 21, 635 - 648, 31.01.2021. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi.
4. Yusuf Bayrak. Pdf Behrentz E., Ling R., Rieger P., Winer A. M. Yerli Elektrikli Aracın Elektrik Sarfiyatını Güneş ve Rüzgâr Enerjisi ile Karşılama Potansiyeli. Yakın Dönem Projeksiyonu. EUROPEAN JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2021, № 25, s.58-69
5. Özdoğan F.S., Bitlisli F. (2019). Güneş Enerjisi ile Elektrik Üreten İşletmelerin Muhasebe Uygulamalarının TDHP ve TMS/TFRS. Çerçevesinde Karşılaştırılması, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2019, cilt 22, № 42, s.255-280
6. Azərbaycan Respublikası Dövlət statistika komitəsinin məlumatları. sc@stat.gov.az.

PROSPECTS FOR ELECTRIC VEHICLES IN AZERBAIJAN IN RELATION TO RENEWABLE ENERGY

R.P.Bayramov¹, A.G.Aliyev¹, F.K.Mammadov¹, Kh.F.Tagiyev²

¹Azerbaijan Technical University

²Baku Technical College

Abstract. In our modern world, the development of technology and the protection of the environment are even more important. At a time when it is becoming more and more popular, the importance of electric cars that work with alternative or electric power is constantly increasing. The creation of new construction cars to reduce the damage caused by vehicles to the environment is an urgent issue of the modern era. Internal combustion engines use alternative fuels such as hydrogen, ethanol, methanol, liquefied natural gas (LNG), compressed natural gas (CNG), liquefied petroleum gas (LPG) and biofuels, which are environmentally friendly. They play a fundamental role in environmental pollution.

In this sense, the use of electric cars is very efficient. Since the range of currently available electric cars is 350 km on average, despite the fact that their batteries have been pushed into the background due to the capacity problem, their cost, and the problem of building stations for charging batteries, in recent years, conventional fuel-powered cars caused it to come to the fore again.

We conducted these studies to evaluate the efficiency and prospects of using electric cars in Azerbaijan. The total electricity production capacity of our republic is 7516 MW, including large hydropower plants, the capacity of renewable energy power plants is 1278 MW, which is 17% of the total capacity. As can be seen from the results of the studies mentioned in this article, if all the cars in our country were to work with electricity, 64% of the available renewable electricity would be enough for their operation.

Keywords. *electric car, alternative fuel, environment, battery, bioenergy.*

**ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ
В ОТНОШЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ****Р.П.Байрамов¹, А.Г.Алиев¹, Ф.К.Маммадов¹, Х.Ф.Тагиев²**¹*Азербайджанский технический университет*²*Бакинский технический колледж*

Резюме. В нашем современном мире, в то время, когда технологии развиваются и защита окружающей среды становится все более актуальной, значение электромобилей, работающих на альтернативном топливе – электричестве, постоянно возрастает. Создание новых конструкций автомобилей для снижения экологического ущерба, наносимого автотранспортом, является актуальной проблемой современности. Двигатели внутреннего сгорания используют альтернативные виды топлива, такие как водород, этанол, метанол, сжиженный природный газ (СПГ), сжатый природный газ (СПГ), сжиженный нефтяной газ (СНГ) и биотопливо, которые играют важную роль в загрязнении окружающей среды.

В этом смысле использование электромобилей очень эффективно. Поскольку нынешние электромобили имеют средний запас хода 350 км, несмотря на то, что они отеснены на второй план из-за проблемы емкости их аккумуляторов, их стоимости и проблемы строительства станций для зарядки аккумуляторов, в последние годы автомобили, работающие на обычном топливе, снова вышли на первый план.

Мы провели эти исследования, чтобы оценить эффективность и перспективы использования электромобилей в Азербайджане. Суммарная генерирующая мощность нашей республики составляет 7516 МВт, мощность электростанций на возобновляемых источниках энергии, включая крупные ГЭС, составляет 1278 МВт, что составляет 17% от общей мощности. Как видно из результатов исследований, упомянутых в данной статье, если бы все автомобили в нашей стране работали на электричестве, для их работы хватило бы 64% доступной возобновляемой электрической энергии.

Ключевые слова: *электромобиль, альтернативное топливо, экология, аккумулятор, биоэнергетика.*

Daxil olub: 07.02.2023

AVTOBUS MARŞRUT ŞƏBƏKƏSİNİN EFFEKTİVLİYİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ METODİKASI

F.S.Daşdəmirov

Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: fuad.dashdamirov@aztu.edu.az

Açar sözlər: marşrut şəbəkəsi, avtobuslar, səmərəlilik, qiymətləndirmə metodikası

Xülasə. Məqalədə avtobus marşrut şəbəkəsinin inkişafı və sıxlığının artması ilə ortaya çıxan problemlər şərh olunmuş, marşrut şəbəkəsinin modelləşdirilməsi və optimallaşdırılması istiqamətində mövcud olan araşdırmalar təhlil edilmiş, nəqliyyat vasitələrinin marşrut şəbəkəsinin müxtəlif bəndləri üzrə hərəkət xüsusiyyətlərinin nəzərdən keçirilməsinin vacibliyi əsaslandırılmışdır. Şəhər marşrut şəbəkəsinə hər bir bəndi müəyyən çəkiyə malik olan mürəkkəb şəbəkə kimi baxılmasın nəzərdə tutulmuşdur. Marşrut şəbəkəsinin hər bir bəndinə uyğun effektivlik göstəricisinin (çəkisinin) təyin olunması üsulu təklif olunmuşdur. Marşrutların bəndləri üzrə nəqliyyat vasitələrinin hərəkət vaxtına baxılan göstəricilərin təsirinin nəzərə alınması üçün mövcud hesablama üsulları müqayisəli analiz edilmiş, marşrut şəbəkəsinin işinin effektivliyinin qiymətləndirilməsində real hərəkət vaxtını daha dəqiq təsvir edən model əsaslandırılmışdır.

Giriş

Şəhər nəqliyyat sisteminin vacib komponenti kimi şəhər ictimai nəqliyyatı şəhərin iqtisadi inkişafı ilə sıx əlaqədardır və onun inkişafında əhəmiyyətli yer tutur. Şəhər ictimai nəqliyyatına üstünlük verilməsi nəqliyyat resurslarından istifadə istiqamətində həlledici addım ola bilər. Belə ki, ictimai nəqliyyatdan istifadə şəhər küçə və yollarında nəqliyyat sıxlığının aşağı düşməsinə səbəb ola bilər. Ona görə şəhər ictimai nəqliyyat növlərinin, xüsusilə də avtobusların marşrut şəbəkəsinin müntəzəm olaraq qiymətləndirilməsinə və ona əsasən də təkmilləşdirilməsinə ehtiyac var. Şəhər avtobus marşrut şəbəkəsinin işinə həsr olunmuş çoxlu sayda araşdırma mövcud olsa da ictimai nəqliyyatda məhsuldarlığın aşağı olması və hərəkət dəqiqliyinin təmin edilə bilməməsi ilə əlaqədar çətinliklər hələ də qalmaqdadır. Ona görə də şəhər ictimai nəqliyyat şəbəkəsinin daha dəqiq hesabatlarının aparılması metodunun müəyyən edilməsi hələ də aktualdır.

Şəhər ərazisində sərnişinlərin yerdəyişmə ilə əlaqədar tələbatı müxtəlif nəqliyyat növləri və vasitələri ilə ödənilir. Şəhərdə bütün cazibə mərkəzləri arasında birbaşa marşruta malik olan şəhər ictimai nəqliyyat növünün yaradılması faktiki olaraq qeyri-mümkün görünür. Sərnişinlərin cazibə mərkəzləri arasında birbaşa yerinə yetirilməsi yalnız fərdi minik avtomobilləri və taksi ilə həyata keçirilə bilər. İctimai nəqliyyatdan istifadə edən sərnişinlərin təyinat yerinə qədər hərəkəti əksər hallarda mürəkkəb yerdəyişmə nəticəsində mümkün olur. Bir çox hallarda sərnişinlər iki və daha çox nəqliyyat növü və ya vasitəsindən istifadə etməklə iş, istirahət və ya təhsil yerinə çatırlar. Şəhər ərazisində bir neçə marşrutdan istifadə etməklə təyinat yerinə çatma halları ümumi sayda kifayət qədər paya malikdir və şəhərlərin nəqliyyat təminatından və şəbəkənin sıxlıq göstəricisindən asılı olaraq dəyişə bilər. Ona görə də marşrut şəbəkəsinin hər bir bəndində marşrut nəqliyyatı vasitələrinin hərəkətinin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi əhəmiyyət kəsb edir.

İstiqamət üzrə tədqiqatlar

Avtobus marşrutlarının qiymətləndirmə standartları xidmətlərin keyfiyyət və kəmiyyətini ölçən kriteriyalardan ibarətdir. Tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, hətta ən yaxşı təşkil olunmuş və idarə olunan avtobus marşrutlarında sistemin digər hissəsinə ciddi şəkildə uyğun gəlməyən xidmətlər mövcuddur [1]. Şimali Amerikada şəhər ictimai nəqliyyat agentliklərində aparılan sorğular nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, şəhər ictimai nəqliyyatında 44 müxtəlif qiymətləndirmə kriteriyası istifadə olunur. Bu kriteriyalar avtobus marşrutlarının layihələndirilməsi və təşkilindən tutmuş avtobus dayanacaqlarının yerləşdirilməsinə qədər sistemin müxtəlif bəndlərini əhatə edir.

Müxtəlif idarəetmə və nizamlaşdırma texnologiyalarının inkişafı ilə şəhər ictimai nəqliyyatının müxtəlif növlərinin iş xüsusiyyətlərində müəyyən yeniliklər meydana çıxmışdır. Bu prosesin gedişinə və nəqliyyat növlərinin müqayisəsinə həsr olunmuş çoxlu sayda tədqiqatlar aparılmışdır.

Adətən avtobus daşımaları şəhər planlaşdırılmasının tərkib hissəsi kimi nəzərdən keçirilir. Avtobus nəqliyyat şəbəkəsində bəndlərin əlavə olunması müəyyən hesabatlarla əsaslanmalıdır. Bəzən sənişin axını mövcud olur, lakin avtobus marşrutlarının olmaması səbəbindən sənişinlər yerdəyişmə üçün başqa üsullar seçmək məcburiyyətində qalır. Nəqliyyat hərəkətiliyinə olan tələbatın müxtəlif nəqliyyat vasitələri ilə ödəndiyini nəzərə alaraq Chua və başqaları Sinqapur şəhərində apardıqları tədqiqatda [2] şəhərin müxtəlif nöqtələri arasında intensiv taksi istifadəsi nəticəsində yaranan gedişlərin qruplaşdırılması nəticəsində avtobus marşrut şəbəkəsinin qrafları üzrə təkmilləşdirilmə istiqamətlərini müəyyən etmişlər.

Son dövrlərdə şəhər ictimai nəqliyyatının marşrut şəbəkəsinin planlaşdırılması və təkmilləşdirilməsi ilə əlaqədar evristik alqoritmlərdən tez-tez istifadə olunur. Wei və başqalarının işində avtobus marşrut şəbəkəsinin yeni bəndlərinin yaradılması üçün qarışqa koloniyası alqoritminin tətbiqi təklif olunur və ilkin göstərici kimi sənişin axını istifadə edilir [3]. Nikoliç və Teodoroviç [4] tranzit avtobus şəbəkəsinin modelləşdirilməsi üçün arı populyasiyasının optimallaşdırılmasına əsaslanan metaevristik üsuldən istifadə etmişlər. Burada məqsəd xidmətlərdən razı qalan sənişinlərin sayını artırmaq, bir nəqliyyatdan digərinə keçməsi və yolda itirilən vaxtı minimallaşdırmaqdan ibarətdir. Arı koloniyası alqoritm təsadüfi axtarışın stoxastik üsulu hesab olunur. Burada optimal həllin axtarılması arıların qida axtarmasına oxşar həyata keçirilir.

Səmərəli şəhər avtobus marşrut şəbəkəsinin yaradılması nəqliyyat xidmətlərinin keyfiyyətinin təmin olunmasının əsas şərtlərindən hesab olunur. Marşrut şəbəkəsində nəqliyyat xidmətlərinin keyfiyyətinin artırılması üçün marşrut şəbəkəsinin təkmilləşdirilməsi məsələsi müntəzəm olaraq həyata keçirilməlidir. Həm də məsələnin həlli hər bir şəhərin özünəməxsus planlaşdırma strukturundan, əhəlinin mental xüsusiyyətlərindən asılı olaraq nəzərə keçirilməlidir. Huanq və başqaları [5] bu tələblərə uyğun olaraq hər bir dayanacaq cütü arasında ən qısa məsafələrə əsasən avtobus marşrutlarının yaradılması alqoritm tətbiqi təklif edirlər. Dayanacaqların minimal sayı, marşrutun məhdudlaşdırılan uzunluğu və gedişlərin balansı tələbinə uyğun gələn marşrutların yaradılması məqsədəuyğun hesab olunur.

Şi və digərləri [6] avtobus marşrut şəbəkəsinin sxeminin optimallaşdırılması üçün tələb və təklif səviyyəsini qiymətləndirərək şəbəkənin optimallaşdırılmasının qiymətləndirmə indikatorlarını təklif etmişlər. Analitik ierarxiya prosesi (AHP) üsulundan istifadə etməklə avtobus marşrut şəbəkəsinin qiymətləndirmə metodikasını işləyib hazırlamışlar. Empirik analizdən aparılması üçün Pekin şəhəri seçilmişdir.

Şəhər marşrut şəbəkəsinin işinin qiymətləndirilməsi zamanı bir çox hallarda yalnız “pik” saatlarda sənişin axınının statik həcmi, sənişinlərin istifadəsinin eynitipli olması və gediş vaxtının eyni olduğu nəzərdə tutulur. Müəlliflər [7] sənişinlərin iki davranış modelinin və gedişin davam etmə müddətini modellərinin sənişin və nəqliyyat vasitələrinin vaxt itkilərinə təsirini tədqiq etmiş, avtobus marşrut şəbəkəsinin strukturunun minik avtomobillərinin hərəkətinə təsirini öyrənmişlər.

Metodologiya

Nəqliyyat şəbəkəsinin hər bir bəndi üzrə hərəkət parametrlərinin qiymətləri son nəticədə ümumilikdə şəbəkənin işini xarakterizə edir. Avtobus marşrut şəbəkəsinin işinin özünəməxsus xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, avtobusların hərəkət parametrləri nəqliyyat axınının hərəkət parametrlərindən asılı olduğu kimi əksinə onun parametrlərinə də təsir göstərir. Ümumi axında hərəkət edən marşrut nəqliyyat vasitələrinin marşrut şəbəkəsinin bəndləri üzrə hərəkəti nəqliyyat axınının hərəkətindən asılı olaraq müxtəlif cür qiymətləndirilir.

Marşrut şəbəkəsinin bəndləri (sahələri) üzrə hərəkət parametrləri, xüsusilə də hərəkət vaxtı yolda əsasən hərəkət intensivliyi və buraxma qabiliyyətindən asılı olaraq müəyyən edilir. Lakin şəhər küçələrində avtobus marşrut şəbəkəsinin bəndləri üzrə svetofor obyektlərinin yerləşməsi bəndlərdə hərəkət vaxtının təyin edilməsi zamanı onların iş rejimlərinin nəzərə alınmasını zəruri edir və bu baxımdan təklif olunan riyazi modellər müqayisə edilir.

Avtobus marşrut şəbəkəsinin bəndləri üzrə effektivlik göstəricisinin müəyyən vaxt ərzində bəndlər üzrə daşınan sərnişinlərin sayının həmin bəndin keçilmə vaxtına nisbəti kimi təyin edilməsi təklif olunur. Təklif edilən riyazi modellərin tətbiqi nəticəsində əldə edilən effektivlik göstəricilərinin real vaxt itkiləri əsasında müəyyən edilmiş effektivlik göstəricisi ilə müqayisəsi vasitəsilə marşrut şəbəkəsinin bəndinin keçilməsinə sərf edilən vaxtın tapılması üçün daha əlverişli metodika seçilir.

Avtobus marşrut şəbəkəsinin sərnişinlərə xidmət modeli

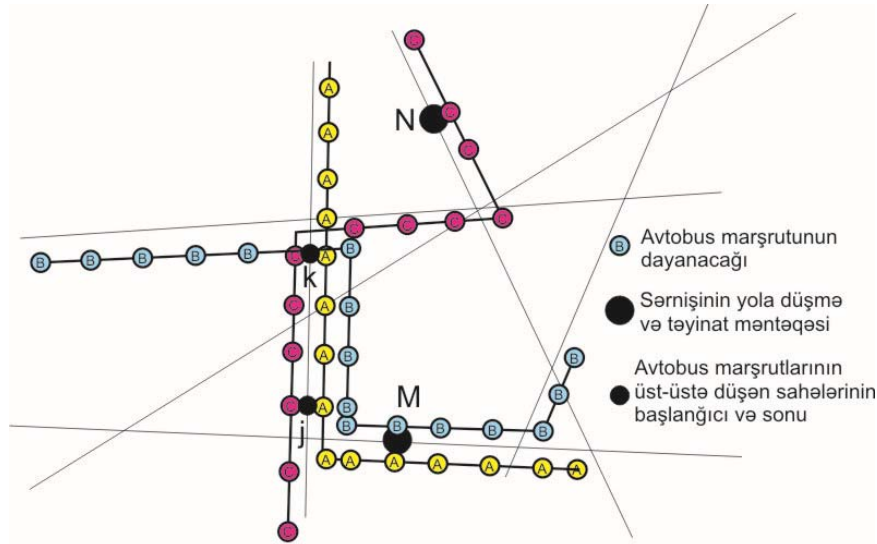
Sərnişinin hərəkətə başladığı A və nəqliyyat vasitəsindən düşəcəyi B dayanacaqları arasında marşrut şəbəkəsində çoxlu sayda nəqliyyat əlaqəsi ola bilər. Onların arasından ən qısa və ya daha tez qət edilən marşrutun seçilməsi məqsəduyğundur.

Tutaq ki, sərnişin şəbəkədə M və N dayanacaqları arasında yerdəyişmə etməlidir (şəkil 1) və sərnişin üçün bu məntəqələr arasında seçilmiş ən qısa yolda r və k dayanacaqları arasında n sayda marşrutun sahələri üst-üstə düşür. Marşrut şəbəkəsində ən qısa məsafələr qraflar nəzəriyyəsinin məlum metodlarından istifadə olunmaqla müəyyən edilir.

Sərnişinə birbaşa və ya bir neçə nəqliyyat vasitəsini (növlünü) dəyişməklə yerdəyişmə etmək təklif olunarkən marşrut aşağıdakı şərtə əsasən seçilə bilər:

$$t_{r,k \min} = \min \{t_{j,kA}, t_{j,kB} \dots\} \quad (1)$$

Burada $t_{r,kA}$, $t_{r,kB}$, ...- müvafiq olaraq A,B və s. saylı marşrutlarda nəqliyyat vasitələrinin r dayanacağından k dayanacağına getmə vaxtıdır. Bu zaman r və k dayanacaqları arasında bütün sahələr üzrə avtobusun keçmə vaxtı müəyyən olunur və cəmlənir. Oudur ki, marşrut şəbəkəsinin bütün bəndləri üzrə avtobusların hərəkət vaxtının dəqiq müəyyən edilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.



Şəkil 1. Marşrut şəbəkəsində M və N dayanacaqlarının mümkün əlaqələndirilmə sxemi.

İri şəhərlərdə nəqliyyat şəbəkəsinin sürətlə genişlənməsi bu cür şəbəkələrdə mürəkkəb şəbəkə modellərinin tətbiqini zəruri edir. İctimai nəqliyyatın mürəkkəb şəbəkəsi üçün qraflar nəzəriyyəsinə istifadə olunarkən qraf (G) şəbəkənin zirvələrindən ibarət X və bəndlərindən ibarət L çoxluğu ilə ifadə olunur [8]. Şəbəkənin $A(N*N)$ qonşuluq matrisi avtobus dayanacaqları arasındakı əlaqələri göstərmək üçün istifadə olunur. N avtobus dayanacaqlarının sayını göstərir. Əgər $a_{i,j} = 1$ olarsa

deməli i və j dayanacaqları marşrut boyunca ardıcıl yerləşir, yəni qonşu dayanacaqlardır. Əgər $a_{i,j} = 0$ olarsa deməli i və j dayanacaqları marşrut boyunca ardıcıl yerləşmir və eyni marşrutun dayanacaqları deyil. Deməli göstərilən şəbəkədə bənd 0 və ya 1 ilə ifadə olunur. Yəni əlaqənin olduğunu və ya olmadığını göstərir. Bu halda n dayanacağa malik olan marşrut üçün qonşuluq matrisini aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$A(N*N) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Nəzərə almaq lazımdır ki, nəqliyyat vasitəsinin şəbəkənin bəndləri üzrə hərəkəti zamanı hərəkət vaxtına müxtəlif faktorlar və müxtəlif cür təsir göstərir [9]. Çəkiyə malik şəbəkədə isə hər bir bənd öz xüsusiyyətlərini daşıyır [10]. Yuxarıda matrisi göstərilən adi şəbəkə ilə müqayisədə bu cür mürəkkəb şəbəkə çoxsaylı faktorların nəzərə alınmasını mümkün edir. Avtobus marşrut şəbəkəsi üçün bu faktorlara məsafə, yolun buraxma qabiliyyəti, yolda nəqliyyat vasitələrinin hərəkət intensivliyi, sərnişin axını, sərnişinlərin nəqliyyat vasitəsinə gözləmə vaxtı, sərnişinin nəqliyyat vasitəsinə minmə və düşmə vaxtları, svetofor obyektlərinin sayı və s. aid edilə bilər.

Çəki göstəricisinə görə marşrut şəbəkəsinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi

Bildiyimiz kimi hər bir dayanacaq cütü arasındakı bənd (sahə) öz xarakterinə görə digərlərindən fərqlənir. Belə ki, dayanacaqlar arasında avtobusların hərəkətinə maneə törədən müxtəlif faktorlar var və onların sayı və təsir səviyyəsi eyni deyil. ABŞ ictimai yollar bürosu (BPR) iki məntəqə arasında hərəkət vaxtının hesablanması üçün aşağıdakı düsturu təklif edir [11,12] :

$$t_l = t_l^0 \left[1 + \alpha \left(\frac{N_l}{C_l} \right)^\beta \right] \quad (3)$$

Burada t_l^0 - azad nəqliyyat axınında l yol sahəsində hərəkət vaxtı; N_l - l yol sahəsində nəqliyyat axını; C_l - z yol sahəsinin faktiki buraxma qabiliyyəti; α və β - düzəliş əmsallarıdır. ABŞ-ın Avtomobil Yolları Şurası bu əmsallar üçün $\alpha = 0,15$, $\beta = 4$ qiymətlərini məsləhət görür. Qeyd etmək lazımdır ki, bu düstur yüklənməmiş avtomagistrallarda vaxtın hesablanması nəzərdə tutur və yolda nizamlaşma siqnallarını nəzərə almır. Kiçik intensivliklərdə proqnozlaşdırılan vaxt itkisi azad nəqliyyat axınındakı vaxt itkisinə bərabərdir.

Şpiss ləngimələrin korreksiya edilmiş qiyməti üçün konik funksiya təklif etmişdir [13]:

$$t_l = t_l^0 \left[2 + \sqrt{\alpha^2 \left(1 - \frac{N_l}{C_l} \right)^2 + \beta^2} - \alpha \left(1 - \frac{N_l}{C_l} \right) - \beta \right] \quad (4)$$

Burada α -nın qiyməti ayrılmış bəndlərdə 4, ayrılmamış bəndlərdə isə 5 qəbul edilir. $\beta = \frac{2\alpha - 1}{2\alpha - 2}$

Şəhər avtobus marşrutlarının bəndləri üzrə bu düstur da bəndlərdəki svetoфор siqnallarının təsiri nəzərə alınır. Sinqapur modelinə əsasən şəbəkənin l bəndi üzrə vaxt itkisi aşağıdakı kimi təyin olunur [14]:

$$t_l = \frac{l}{V_l^0} + 0,9 \left[\frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2N_l(1-x)} \right] \quad (5)$$

Burada C - svetoфор tsiklinin uzunluğu, V_l^0 - baxılan bənddə axının maksimal sürəti, λ - yaşıl işıqın effektivlik payı ($\lambda = g/C$), x - intensivliyin buraxma qabiliyyətinə nisbəti ($0 \leq x \leq 1$), N_l - baxılan bənddə hərəkət intensivliyidir.

Avtobus marşrut şəbəkəsinin işinin səmərəliliyi müəyyən (vahid) zaman ərzində daşdığı sərnişinlərin sayı ilə müəyyən edilə bilər. Bu zaman marşrut şəbəkəsinin bəndləri üzrə səmərəlilik göstəricisi aşağıdakı kimi hesablanacaq:

$$Ef_l = \frac{Q_l}{t_l} \quad (6)$$

Burada Q_l - l sahəsində daşınan sərnişinlərin sayı (sərnişin axını); t_l - isə p sahəsinin qət olunma vaxtıdır. Latora və Marçori [15] ümumi nəqliyyat şəbəkəsinin işinin qiymətləndirilməsi üçün aşağıdakı ifadəni təklif edirlər:

$$Ef(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{1}{d_{ij}} \quad (7)$$

Burada N - şəbəkədəki bəndlərin sayı, d_{ij} - i və j zirvələri arasındakı ən qısa məsafədir.

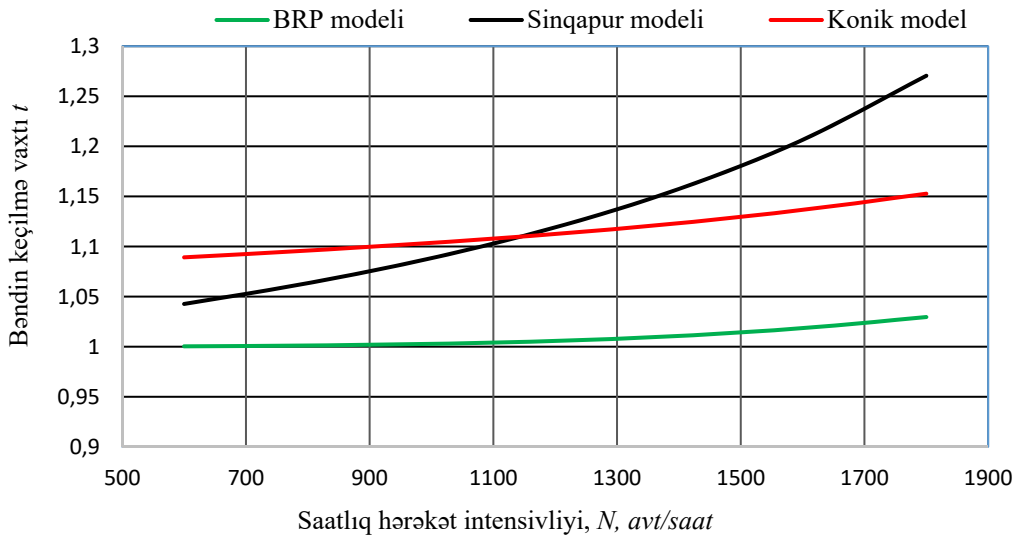
Avtobus marşrut şəbəkəsinin işinin effektivliyinin müəyyən olunması zamanı daşınan sərnişinlərin sayının nəzərə alınması vacibdir. Ona görə avtobus marşrut şəbəkəsinin işinin effektivliyinin müəyyən olunması üçün aşağıdakı düsturu təklif edirik:

$$Ef(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{Q_{ij}}{t_{ij}} \quad (8)$$

Real şəraitdə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, sərnişin axınının müəyyən həddən çox olduğu periodlarda yollarda tıxacların yaranması müşahidə olunur, bu da öz növbəsində hərəkət sürətinin aşağı düşməsi ilə nəticələnir. Bundan əlavə sərnişinlərin avtobusa minmə və düşmə vaxtları da artır və avtobusların iş səmərəliliyinə mənfi təsir göstərir. Ona görə də düsturunda dəyişən hərəkət şəraitinin nəzərə alınması məqsədəuyğundur. Təklif olunan (3), (4), (5) düsturlarından istifadə edərək marşrut şəbəkəsinin svetoфор nizamlanması tətbiq olunmuş bir bəndində (Hüseyn Cavid (Mothercare) - Elmlər Akademiyası metro st.) müxtəlif hərəkət intensivliklərində itirilən vaxtın qiymətləri cədvəldə, dəyişməsi xarakteri isə şəkil 2-də göstərilmişdir.

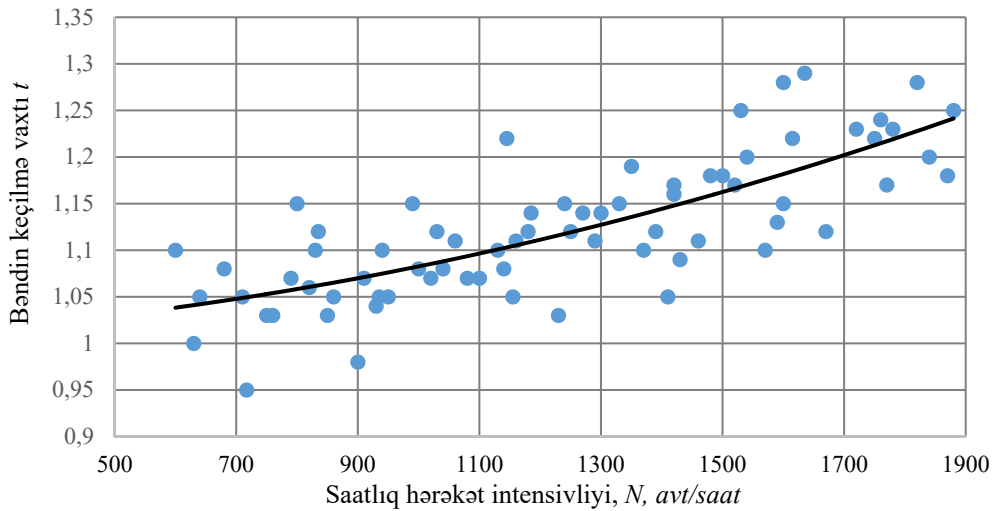
Baxılan sahə üzrə yerdəyişməyə sərf olunan vaxtın nəqliyyat axınının intensivliyindən asılı olaraq dəyişməsi

Hesablama modeli	Hərəkət intensivliyi avt/saat						
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
	Saatlıq effektivlik göstəricisi						
BRP modeli əsasında	1.0004	1.0011	1.0028	1.0058	1.0108	1.0184	1.0296
Konik funksiya əsasında	1.0427	1.0634	1.0885	1.1191	1.1575	1.2065	1.2705
Sinqapur modeli əsasında	1.0892	1.0959	1.1036	1.1126	1.1234	1.1364	1.1528



Şəkil 2. Müxtəlif modellərin tətbiqi nəticəsində marşrut şəbəkəsinin bəndinin keçilmə vaxtının nəqliyyat axınının intensivliyindən asılı olaraq dəyişməsi

Marşrut şəbəkəsinin baxılan bəndində canlı müşahidələrlə əldə edilən nəticələrə əsasən bənddə avtobusların itirdiyi vaxtın saatlıq hərəkət intensivliyindən asılı olaraq paylanma xarakteri şəkil 3-də göstərilmişdir.



Şəkil 3. Müxtəlif modellərin tətbiqi nəticəsində marşrut şəbəkəsinin bəndinin keçilmə vaxtının nəqliyyat axınının intensivliyindən asılı olaraq dəyişməsi

Şəkil 3-dəki trend əyrisinin xarakteri və üzərindəki qiymətlər kifayət qədər dəqiqliklər vaxt itkisinin müəyyən edilməsi üçün Sinqapur modelinin tətbiqin zamanı alınan əyrinin xarakterinə və qiymətlərinə uyğun gəlir.

Onda şəhər marşrut şəbəkəsinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün düsturu aşağıdakı şəkildə yaza bilərik:

$$Ef(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{Q_{ij}}{\frac{l_{ij}}{V_{ij}^0} + 0,9 \left[\frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x_{ij})} + \frac{x_{ij}^2}{2N_{ij}(1-x_{ij})} \right]} \quad (9)$$

(9) düsturu marşrut şəbəkəsinin effektivliyini şəbəkənin bəndləri üzrə daşınan sərnişinlərin sayı, bəndlərdə marşrut nəqliyyat vasitələrinin ləngimələrinin əsas səbəbi olan svetoforların iş rejimi, nəqliyyat axınlarının intensivliyi və baxılan bəndlərdə yolun buraxma qabiliyyəti nəzərə alınmaqla müəyyən etməyə imkan verir.

Nəticə

Marşrut şəbəkəsinin işinin effektivliyinin qiymətləndirilməsində əvvəllər təklif olunan üsul yalnız nəqliyyat şəbəkəsinin bəndləri üzrə hərəkət vaxtının təyin olunmasına əsaslanır və sərnişin axınının yerdəyişməyə olan tələbatının nə dərəcədə ödəndiyini qiymətləndirməyə imkan vermir. Vahid zaman çərçivəsində marşrut şəbəkəsinin bəndləri üzrə daşınan sərnişinlərin sayının müəyyən edilməsi ümumilikdə şəbəkənin iş effektivliyini qiymətləndirmək üçün daha səmərəli göstəricidir.

Nəqliyyat şəbəkəsinin bəndləri üzrə iş effektivliyinin qiymətləndirilməsi zamanı bəndlər üzrə yerdəyişməyə sərf olunan vaxtın daha dəqiq qiymətləndirilməsinə ehtiyac var. Təklif olunan hesabat üsulları azad axında hərəkət vaxtının müxtəlif amillərin təsiri nəticəsində artmasının nəzərə alınmasına əsaslanır. Bu üsullardan şəhər küçə-yol şəbəkəsində ləngimələrin nəzərə alınması üçün daha əlverişli olanı Sinqapur modelidir. Bakı şəhərinin küçə yol şəbəkəsində canlı müşahidələrlə əldə edilən ölçmə nəticələri bu modelin köməyi ilə bəndlərdə itirilən vaxtın daha dəqiq təsvir edilməsinin mümkün olduğunu göstərir. Nəqliyyat şəbəkəsinin işinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi zamanı bəndin keçilməsinə sərf olunan vaxtın bu üsulla hesablanması məqsədəuyğundur.

ƏDƏBİYYAT

1. Bus Route Evaluation Standards. Synthesis of Transit Practice 10. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C. 1995. ISSN 1073-4880. ISBN 0-309-058554.
2. Seong Ping Chuah, Huayu Wu, Yu Lu, Liang Yu, Stephane Bressan. Bus Routes Design and Optimization via Taxi Data Analytics. CIKM '16: Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management, October 2016 Pages 2417–2420. <https://doi.org/10.1145/2983323.2983378>
3. Wei Y, Jiang N, Li Z, Zheng D, Chen, M, Zhang M. An Improved Ant Colony Algorithm for Urban Bus Network Optimization Based on Existing Bus Routes. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2022, 11, 317. <https://doi.org/10.3390/ijgi11050317>
4. Miloš Nikolic, Dušan Teodorovic. Transit network design by Bee Colony Optimization Expert Systems with Applications. 40, 2013. 5945–5955. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.05.002>
5. Z.D. Huang, X.J. Liu, C.C. Huang & J.W. Shen (2010) A GIS-based framework for bus network optimization using genetic algorithm, Annals of GIS, 16:3, 185-194, DOI: 10.1080/19475683.2010.513152
6. Qingshuai Shi, Ke Zhang, Jiancheng Weng, Yuqiang Dong, Siyong Ma, Mengyuan Zhang. Evaluation model of bus routes optimization scheme based on multi-source bus data. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. Volume 10, June 2021, 100342. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100342>
7. Igor Dakic, Ludovic Leclercq, Monica Menendez. On the optimization of the bus network design: An analytical approach based on the three-dimensional macroscopic fundamental diagram Transportation Research Part B: Methodological. Volume 149, July 2021, Pages 393-417. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2021.04.01>
8. Mieghem P.V. Graph Spectra for Complex Networks; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2011.
9. Dashdamirov F. Study of bus driving parameters on urban route. Transport problems 6(4), 2011, 80-85. ISSN 1896-0596.
10. Soh H., Lim S., Zhang T., Fu X., Lee G.K.K., Hung T.G.G., Di P., Prakasam S., Wong L. Weighted complex network analysis of travel routes on the Singapore public transportation system. Phys. A Stat. Mech. Its Appl. 2010, 389, 5852–5863.
11. Kurant M., Thiran P. Extraction and analysis of traffic and topologies of transportation networks. Phys. Rev. E Stat. Nonlinear Soft Matter Phys. 2006, 74, 036114.
12. Junjie Zhang, Miaomiao Liu and Bin Zhou. Analytical Model for Travel Time-Based BPR Function with Demand Fluctuation and Capacity Degradation. Mathematical Problems in Engineering. Volume 2019, <https://doi.org/10.1155/2019/5916479>
13. Mohammed Bally Mahdi*, Areaj Khairy Alrawi and Lee Vien Leong. Compatibility between delay functions and highway capacity manual on Iraqi highways. Open Engineering 2022; 12: 359–372. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0022>.
14. C. Xie, R. Cheu, and D. Lee, “Calibration-Free Arterial Link Speed Estimation Model Using Loop Data”. ASCE J. of Transportation Engineering, Nov/Dec 2001, pp. 507-514.
15. Marchiori M., Latora V. Efficient Behavior of Small-World Networks. Phys. Rev. Lett. 2001, 87, 1-4.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE BUS ROUTES NETWORK EFFICIENCY**F.S.Dashdamirov***Azerbaijan Technical University*

Abstract: The article explains the problems that arise during the development of the bus route network and increase its density, as well as analyzes existing research in the direction of modelling and optimizing the route network. The importance of considering the characteristics of the movement of vehicles in different sections of the route network is substantiated. The network of urban routes is considered as a complex network with sections that have a certain weight. A method for determining the efficiency indicator (weight) corresponding to each link of the route network is proposed. In order to take into account the influence of indicators on the time of movement of vehicles on route sections, a comparative analysis of existing calculation methods was carried out, a model was substantiated that more accurately describes the real time of movement when assessing the route network efficiency.

Keywords: *route network, buses, effectiveness, assessment method.*

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТИ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ**Ф.С.Дашдамиров***Азербайджанский технический университет*

Резюме. В статье разъяснены проблемы, возникающие при развитии автобусной маршрутной сети и увеличении ее плотности, а также анализированы существующие исследования в направлении моделирования и оптимизации маршрутной сети. Обоснована важность рассмотрения характеристик движения транспортных средств на разных участках маршрутной сети. Предусмотрено рассмотрение сети городских маршрутов, как сложная сеть с участками, которые имеют определенный вес. Предложен метод определения показателя эффективности (веса), соответствующего каждому звену маршрутной сети. С целью учета влияния показателей на время движения транспортных средств на участках маршрутов был проведен сравнительный анализ существующих методов расчета, обоснована модель, более точно описывающей реальное время движения при оценке эффективности работы маршрутной сети.

Ключевые слова: *маршрутная сеть, автобусы, эффективность, метод оценки.*

Daxil olub: 07.02.2023

İŞIQLANDIRMA AVADANLIQLARINDA ELEKTRİK ENERJİSİNƏ QƏNAƏT EDİLMƏSİ KONSEPSİYASININ İŞLƏNİLMƏSİ

S.A.Bağirov

Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: sabirbagirov4@aztu.edu.az

Açar sözlər: işıqlandırma avadanlıqları, enerjiyə qənaət, elektrik enerjisi

Xülasə. İşıqlandırma avadanlıqlarında enerji effektivliyinin yüksəldilməsi həm enerji ehtiyatları sərfiyyatının, həm də atmosferdə zəhərli qazların konsentrasiyasının azalması problemlərini həll edir. Məqalədə enerjiyə qənaətçi işıqlandırmanın inkişafından ötrü mövcud problemlər araşdırılmış və onların həlli konsepsiyası işlənmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, texniki problemlərlə bərabər qanunvericilik aktlarının qəbul edilməsi, iqtisadi və təşkilatçılıq məsələləri kompleks şəkildə həll edilməlidir.

Giriş. Azərbaycanda və dünya ölkələrində müasir işıqlandırmada enerji effektivliyinin yüksəldilməsi ən aktual məsələlərdəndir [1-3]. Beynəlxalq Energetika Agentliyinin məlumatına əsasən dünyada istehsal edilən elektrik enerjisinin (EE) 19%-i işıqlandırma avadanlıqlarında (İA) sərf olunur və bu rəqəm ildən-ilə durmadan artmaqdadır [4]. Məlumdur ki, işıq enerjisinə artan tələbatın təmin edilməsi üçün yeni güc mənbələrinin qurulmasından öncə İA-da müasir texnologiyalar hesabına EE sərfiyyatının aşağı salınması daha da əlverişlidir, belə ki, 1kVt gücün əldə olunmasına 1000-3000 ABŞ dolları xərclənsə, İA-da yeni texnologiyaların tətbiqi sayəsində 1kVt gücə qənaət edilməsinə 200-300 ABŞ dolları sərf olunur [5]. Digər tərəfdən, EE tariflərinin artması İA-da xərcləri daha da artırır. İqtisadi vəziyyət yaxşılaşdıqca, süni İA-dan istifadə artır, istehsalı böyük kapital xərclərlə, təbii ehtiyatların sərfiyyatı və ətraf mühitin çirklənməsi ilə əlaqəli olan EE-nin sərfiyyatı artır. Atmosferin dəm qazı (CO₂) ilə çirklənməsi əsas etibarlı ilə maye və bərk yanacaqda işləyən istilik elektrik stansiyalarında baş verir. CO₂-nın dünyada tullantılarının həcmi təxminən 22·10⁹ ton/il miqdarında qiymətləndirilir və bu rəqəmi atmosfer havasının kütləsinə (5,1· 10¹⁸ t) aid etsək, onda alarıq ki, CO₂-nın il ərzində atmosferdə artması 4,3· 10⁻⁷ % təşkil edir [6; s. 5]. Sərbəst halda CO₂ atmosferdən çox gec ayrılır: 20 il keçdikdən sonra onun tərkibi ancaq iki dəfə azalır, 100 il sonra əvvəlki miqdarının hələ də 1/3-i qalır. Beləliklə, əgər EE-nə qənaət edilməsindən ötrü effektiv tədbirlərə başlanmazsa, onda bəşəriyyəti yaxın gələcəkdə atmosferdə CO₂-nın konsentrasiyasının artmasından yaranan qlobal istiləşmə klimati ilə əlaqədar faciəvi nəticələr gözləyir. İA-da EE sərfiyyatının azaldılması təkcə yeni generasiya güclərinin qurulmasında vəsaitlərə qənaət edilməsi problemini həll etmir, həm də atmosferdə zəhərli qazların tullantılarının azalması ekoloji problemini də həll edir. Yaranmış bu vəziyyət İA-da EE sərfiyyatının aşağı salınması yollarının axtarışlarını aktuallaşdırır.

Tədqiqatın müasir vəziyyəti. Bir sıra ölkələrdə enerjiyə qənaətçi işıqlandırmanın inkişafı üzrə dövlət proqramları işlənərək qəbul edilmişdir. İA-da EE sərfiyyatının aşağı salınması üzrə istənilən proqram təkcə texnoloji amillərdən, işıqlandırma sistemindən, çıraqların və lampaların sərfəli olmasından deyil, həmçinin iqtisadi amillərdən, normativ qanunvericilik aktlarından asılıdır. Buna görə də 1998-ci ildə Yaponiyada, 2005-ci ildə isə ABŞ Konqresində qanunlar qəbul edilmişdir. 2000-ci ildən başlayan Avropa proqramı Avropa Komissiyasında qəbul edilmişdir. 2004-cü ildən başlayaraq effektivliyi yüksək olan işıq mənbələri haqqında mövzular Çinin beşillik planına daxil edilmiş, 2003-cü ildə isə Koreyada dövlət proqramı qəbul edilmişdir [7].

İA və onlarda istifadə olunan işıq mənbələri elm və texnika inkişaf etdikcə təkmilləşdirilir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, İA-da tətbiq olunan halogen közərmə lampaları (HKL) ümumi təyinatlı közərmə lampalarını (KL) işləmə müddətinə görə 2-3 dəfə və işıqvermədə 1,3-1,8 dəfə geridə qoyur, yaxşı rəngötürmə və digər göstəriciləri ilə işıqlandırmanın tələblərinə tam cavab verir, lakin əksər dünya ölkələrində bu lampalar işıqlandırmanın müasir mərhələsində EE-nə qənaət edilməsinin

əsas istiqaməti kimi qəbul edilmir. İA-da EE-nə qənaət edilməsinin əsas yolu KL-nın enerjiyə qənaətci işıqdiod lampaları (İDL) və kompakt lüminessent lampaları (KLL) ilə əvəz edilməsidir.

Keçən əsrin 80-ci illərinin əvvəllərində Almaniyanın Philips kompaniyasının istehsal etdiyi KLL yeni istiqamətin başlanğıcı olsa da, ümumi təyinatlı KL-nın və lüminessent lampalarının (LL) müsbət keyfiyyətlərini qismən özündə birləşdirir, lakin KLL daha çox işıqverməyə (50-70 lm/vt) və işləmə müddətinə (6-15 min saat) malikdir.

XXI əsrin əvvəlindən yarımkeçiricilər texnikasının sürətli inkişafı işıqlandırma cihazlarının tətbiq sahələrinin xeyli genişlənməsinə səbəb olmuşdur. Müasir dövrümüzü bərk cisimlərin işıqlandırması əsri adlandırmaq olar. Hal-hazırda elektrik işıqlanmasının müasir texnologiyasını təşkil edən İDL ənənəvi işıq mənbələri olan KL-nı, aşağı və yuxarı təzyiqli qazboşalma lampalarını xeyli geridə qoyur. Artıq təsdiq etmək olar ki, bütün sahələrdə közərmə və qazboşalma lampaları ilə tam rəqabət aparan 3-cü nəsil elektrik işıq mənbələrinin əsası qoyulmuşdur. İDL-nin qiymətinin xeyli aşağı düşməsinə, işıqvermənin 120-150 lm/vt və işləmə müddətinin 100 min saata qədər yüksəlməsinə, sənaye istehsalının artma proqnozlarını nəzərə alaraq yaxın perspektivdə enerjiyə qənaətci işıq texnikasının inkişafı proqramının strategiyasına mütləq şəkildə baxılmalıdır.

Bir sıra ölkələrdə (Ukrayna, ABŞ, Yaponiya, Koreya, Çin) İDL-nin inkişafı prioritet istiqamət kimi götürülmüşdür. Çində işıqlandırmanın inkişafının dövlət proqramının təsdiq edilməsinə və bu sahədə irimiqyaslı işlərin aparılmasını qeyd etmək olar. Proqramda qeyd olunan əsas məsələlər İDL-da işıqvermənin 150 lm/vt-a qədər yüksəlməsi, satışın həcmi KL-nın 40 %-ni təşkil etməsi və nəticədə il ərzində EE-nə qənaət 100 milyard kVt-saat təşkil etməlidir.

Dünyanın ən çox inkişaf etmiş ölkələrindən biri olan ABŞ-da iqtisadiyyatın azad bazar şəraitində fəaliyyətinə baxmayaraq EE-nə qənaətci tədbirlərin inkişafında effektivliyin maksimal dərəcədə yüksəlməsindən ötrü hökumətin fəal müdaxiləsi tələb olunur. Bu onunla izah olunur ki, ümumi səylərlə tərəqqiyə doğru inkişafda əks istiqamətə yönəlmiş çoxlu neqativ amillər mövcuddur. Bunlardan EE-nin qiymətinin real dəyərini əks etdirməməsi, tariflərdə ekoloji aspektlərin nəzərə alınmaması, EE sərfiyyatında effektivliyin yüksəlməsindən ötrü investisiya kapitalı həcmi kifayət etməməsi, dövlət tərəfindən maliyyələşdirmənin olmadığı hallarda sənaye strukturlarının tədqiqatların aparılmasında və yeni layihələrin tətbiq edilməsində marağının olmaması kimi halları qeyd etmək olar.

ABŞ-da enerjiyə qənaətci işıq texnikası sahəsində fundamental tədqiqatların aparılmasına və işlənilməsinə görə rəsmi məsuliyyəti Energetika Departamenti daşıyır. Dövlət təşkilatları müxtəlif növ binalar üçün işıqlandırmanın xüsusi gücünə sərt tələblərdən olan işıqtexniki normaların direktivlərini təsdiq etmək, işıqtexniki məmulatların energetik tikinti normalarına olan tələblərə baxmaq səlahiyyətlərinə malikdir. Hökumət həm də yeni texnologiyaları tətbiq edən kompaniyaların maliyyə yardımını, energetik planlaşdırma üzrə irimiqyaslı aksiyaların keçirilməsi yolu ilə enerjiyə qənaətci işıq texnikasının inkişafını hərtərəfli müdafiə edir. ABŞ-da işıqlanmanın bir çox növləri vergilərdən azaddır.

Enerjiyə qənaət edilməsi probleminin həlli digər ölkələrdə də qanunvericilik yolu ilə əldə olunur. Belə ki, İngiltərədə tikinti qaydalarına əsasən yanacaq-energetik ehtiyatlara qənaət edilməsi məqsədi ilə sahəsi 100 m²-dən çox olan yerlərdə ancaq enerjiyə qənaətci İA tətbiq edilməlidir. Bu tələbin yerinə yetirilməsindən ötrü işıqverməsi 50 lm/vt-dan yüksək olan və vericilərlə tənzimlənən İA-dan istifadə olunması təklif olunur.

Keçən əsrin 80-ci illərində dünyada baş verən enerji böhranı zamanı Azərelektrikişiq İstehsalat Birliyinin Bakı elektrik lampaları zavodunda istehsal olunan 20 və 40 vt-lıq LL işıqtexniki parametrləri dəyişmədən enerjiyə qənaətci 18 və 36 vt-lıq LL ilə əvəz edilmişdi. Dünya ölkələrində olduğu kimi, Azərbaycanda da enerjiyə qənaətci işıq mənbələrinin tətbiqində İDL əsas istiqamət kimi götürülmüşdür. Son illərdə Bakı və Gəncə şəhərlərində İDL istehsal edən istehsalat müəssisələri fəaliyyətə başlamışdır [8,9]. Hal-hazırda Azərbaycanda elektrik işıqlanmasının vəziyyətini müasir İA-da qənaətbəxş hesab etmək mümkün olsa da, keçən əsrdən qalan və rekonstruksiya edilməyən obyektlərdə qiymətləndirmək çox çətindir. Bunun əsas səbəblərindən biri işıq seli normativ tələblərdən xeyli aşağı düşən qazboşalma lampalarının, əksediciləri və səpələyiciləri optik xarakteristikalarını itirən köhnəlmiş çiraqların istifadəsidir.

Ölkəmizdə enerji resurslarından səmərəli istifadə və enerji effektivliyi haqqında Azərbaycan Respublikasının qanunu qəbul edilmişdir [10]. Azərbaycanda enerjiyə qənaətcil işıqlandırmanın inkişafı üçün həlli tələb olunan əsas məsələ az EE sərf edən İA-nın istifadəsidir. Yaxın illərdə ölkəmizdə İA-da EE-nə qənaət edilməsinin əsas istiqaməti kimi enerji effektivliyi aşağı olan lampaların (KL, HKL, LL və KLL) İDL və çıraqları ilə əvəz edilməsi olmalıdır.

Nəticə. İA-da enerji sərfiyyatının aşağı salınması istiqamətində aşağıdakıları özündə əks etdirən konsepsiyaları ifadə etmək olar:

- 1) İA-da EE-nə qənaət edilməsinin və ekologiyanın yüksəlməsinin ən mühüm mexanizmlərindən biri texniki tənzimləmə sisteminin işlənilməsi, tətbiqi və inkişaf etdirilməsidir;
- 2) İA-da bəzi təhlükəli maddələrin istifadəsinin məhdudlaşdırılması haqqında texniki reqlamentin tələblərinə əsasən Azərbaycanın daxili bazarında halofosfat lüminoforlu ikiçokollu LL-nin, daxilində böyük miqdarda civə olduğuna görə aşağı və yuxarı təzyiqli qazboşalma lampalarının tətbiqi qadağan edilməlidir;
- 3) Lampaların xassələrinə mütləq tələblərin müəyyən edilməsi enerji effektivliyinin, etibarlığın və ekologiyanın yüksəldilməsi, onların funksional parametrlərinin təkmilləşdirilməsidir;
- 4) Texniki reqlamentlərin tələblərinə əsasən işıq mənbələrində civənin miqdarının ölçülməsi, uyğunluğunu göstərən milli standartlar işlənilməlidir;
- 5) Nəinki tövsiyə xarakterli, həm də direktiv olaraq işıqtexniki normalar işlənilməli, müxtəlif növ binalar üçün (sənaye, ticarət, ictimai, yaşayış) xüsusi güc kəmiyyətinə olan tələblərə əsasən binaların tikintisində və rekonstruksiyasında tətbiq edilməlidir;
- 6) İA-nın çıxış, işçi xarakteristikalarını, həm də enerji effektivliyi normalarını tənzimləyən standartlar sistemi işlənilməli, maksimal effektivliyin alınması məqsədi ilə standartlar periodik olaraq baxılmalı, tələblər yeni məmulatların tətbiqinə səbəb olmalıdır;
- 7) Tikilən və rekonstruksiya edilən binaların enerjiyə qənaətcil normalara qədər çatdırılması məqsədi ilə yeni rekonstruksiya və layihələndirmə qaydaları işlənilməli, qaydalarda binaların ilkin energetik auditinin aparılması nəzərdə tutulmalıdır;
- 8) Enerjiyə qənaətcil strateji proqramların işlənilməsi və onların müstəqil ekspertizası, işıq texnikasının problemləri nəzərə alınmaqla layihələrin ekspertizası, mütəmadi şəkildə sənaye, ictimai və yaşayış binalarının statistik yoxlanılması aparılmalıdır;
- 9) Enerjiyə qənaətcil işıqlandırmanın inkişafı baxımından informasiya mübadiləsi aparılmalı, müasir texnologiyalar və İA haqqında icmallar çap edilməli, metodiki materiallar və nümunəvi layihələr işlənilməlidir;
- 10) İA-da enerji effektivliyi istiqamətində perspektiv elmi-texniki layihələr planlaşdırılmalı və maliyyələşdirilməli, yeni texnologiyaları tətbiq edən müəssisələrə maliyyə yardımları göstərilməlidir;
- 11) Yaşayış sektorunda enerjiyə qənaətcil işıqlandırmanın tətbiqinin stimullaşdırılması sistemi, işləmə müddəti bitmiş işıq texnikası məmulatları ilə ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını almaqdan ötrü qanunvericilik aktları işlənilməli və mütləq şəkildə tətbiq edilməlidir.

Beləliklə, ölkəmizdə İA-da EE sərfiyyatının aşağı salınması və enerjiyə qənaətcil işıqlandırma proqramının inkişaf etdirilməsi istiqamətində nəinki enerjiyə qənaətcil işıq mənbələrinin, elektron qoşub-tənzimləyən aparatların, işıq cihazlarının işlənilməsi və mənimsənilməsi üzrə texniki problemlərin, həmçinin qanunverici xarakterli tədbirlərin qəbul edilməsi, iqtisadi və təşkilatçılıq məsələlərinin həlli tələb olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Dursun K. Effect of led lighting in electricity consumption of Norway/ K. Dursun, H.Mordt// International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE), 2013, June; 2, p.143-147.
2. Багиров С.А., Кожушко Г.М., Басова Ю.А., Губа Л.Н. Пути повышения энергоэкономичности светотехнической продукции в Азербайджане через развитие системы технического регулирования // Материалы VI Международной научно-практической интернет-конференции, Полтава: 14-15 март, 2019, с. 219-221.

3. Baghirov S.A., Farhadov V.Q., Baghirova Sh.S. Lighting unit maintenance – a way to reduce electricity consumption // Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies International Scientific-practical Conference, Baku, 2021, p.198-200.
4. Энергосбережение. Световые решения для всех сфер применения [Электронный ресурс] / Philips разумно и просто.
URL: <https://shop220.ru/pdf/?id=742>
5. Кожушко Г.М. Развитие системы технического регулирования- путь снижения потребления электроэнергии на освещение / Г.М. Кожушко, Ю.А. Басова, Л.Н. Губа [и др.] // AzTU-nun Elmi əsərləri, Bakı: 2019, №3, s. 22-28.
6. Вшивкова О.В. Физика земли и атмосферы. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений/ О.В.Вшивкова. Москва: МИИГАиК, 2017, 88 с.
7. Байнева И.И. Современные энергоэкономичные технологии освещения // - Научные исследования и разработки. Экономика фирмы, 2017. №2(19), с. 19-24.
8. TRONIQ. İstənilən növ cihaz və avadanlığın yerli istehsalı: [Elektron resurs]. Bakı, 2021.
URL: <https://troniq.az/>
9. Gəncədə LED lampalar istehsalı: [Elektron resurs]. Gəncə, 2021.
URL: <https://youtu.be/VkrT60QZTL8>
10. Enerji resurslarından səmərəli istifadə və enerji effektivliyi haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu: [Elektron resurs]. Bakı, 2021.
URL: <https://e-qanun.az/framework/48129>

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF SAVING ELECTRIC ENERGY IN LIGHTING INSTALLATIONS

S.A.Baghirov

Azerbaijan Technical University

Abstract. Increasing the energy efficiency of lighting equipment solves the problems of both energy consumption and reducing the concentration of toxic gases in the atmosphere. The article explores the existing problems in connection with the development of energy-efficient lighting and developed a concept for their solution. It was noted that along with technical problems, the adoption of legislative acts, it is necessary to comprehensively address economic and organizational issues.

Keywords: *lighting equipment, energy saving, electrical energy.*

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

С.А.Багиров

Азербайджанский технический университет

Резюме. Повышение энергоэффективности светотехнического оборудования решает проблемы, как расхода энергоресурсов, так и снижения концентрации токсичных газов в атмосфере. В статье исследованы существующие проблемы в связи с развитием энергоэффективного освещения и разработана концепция их решения. Отмечено, что наряду с техническими проблемами, принятием законодательных актов необходимо комплексно решать экономические и организационные вопросы.

Ключевые слова: *светотехническое оборудование, энергосбережение, электрическая энергия.*

Daxil olub: 04.04.2023

ÖLKƏ ÜZRƏ ÜMUMİ DAXİLİ MƏHSULUN DƏYİŞMƏ DİNAMİKASININ PENSİYANIN ORTA MƏBLƏĞİNƏ TƏSİRİNİN EKONOMETRİK TƏHLİLİ

A.N.Eminov¹, A.F.Mirzəyev²

¹Azərbaycan Texniki Universiteti

²Azərbaycan Respublikası Əmək və Əhalinin Sosial Müdafiəsi Nazirliyinin

tabeliyində Dövlət Sosial Müdafiə Fondunun

Sosial Ödənişlərin Təyinatı üzrə Mərkəzi Filialı

E-mail: anar.eminov@aztu.edu.az, anar.f.mirzayev@sosial.gov.az

Açar sözlər: sosial siyasət, sosial müdafiə sistemi, pensiya sistemi, ümumi daxili məhsul, pensiyanın orta məbləği, ekonometrik model, inamlı interval

Xülasə. Məqalədə sosial müdafiə sisteminin aparıcı həlqəsi olan pensiya sisteminin orta pensiya məbləği göstəricisi nəzərdən keçirilmişdir. Reqressiya funksiyası vasitəsilə ümumi daxili məhsulun pensiyanın orta məbləği arasında qanunauyğunluqlar müəyyən edilmişdir. EVIEWS proqram paketi vasitəsilə statistik testlər yerinə yetirilmiş və zaman sıralarının stasionarlığı yoxlanılmışdır. Aparılmış təhlillər əsasında ekonometrik model qurulmuş və Azərbaycanda orta pensiya məbləğinin dəyişməsi qiymətləndirilmişdir.

1. Giriş

Müasir dünyada sosial siyasət cəmiyyətin obyektiv olaraq ən əhəmiyyətli maraq sahəsindən biri olmaqla dövlətin fəaliyyətinin ən mühüm hissəsidir. Dövlətin sosial siyasətinin əhatə dairəsi çox geniş olmaqla cəmiyyətin müxtəlif üzvləri və qruplarının gəlirlərinin bölgüsü və təkrar bölgüsünə yönəldilmiş hərəkətləri nəzərdə tutur. Dövlətin sosial siyasəti cəmiyyətdə sosial sabitliyi təmin etmək və ölkə əhalisi üçün mümkün qədər sosial rifahın optimal təminatı üçün şərait yaradan makroiqtisadi tənzimləmə istiqamətlərindən biridir.

İqtisadi stimulların yaradılması, əmək münasibətlərinin (əməkhaqqı, gəlirlər, qiymətlər, iş şəraiti və iş qüvvəsinin təkrar istehsalının) tənzimlənməsi, sosial infrastrukturun (mənzil-kommunal xidmətləri, nəqliyyat, təhsil, səhiyyə) inkişaf etdirilməsi, eyni zamanda insanların əsas sosial-iqtisadi hüquqlarının müdafiəsi cəmiyyətin sosial siyasətinin həyata keçirməsi üçün prioritet amillər hesab olunur. Bu sıradan dövlətin sosial müdafiə siyasəti istiqamətində həyata keçirdiyi ən mühüm və başlıca istiqamətlərdən biri pensiya təminatı sistemidir. Həm əhatə dairəsinin genişliyinə, həm də sığorta prinsiplərini ehtiva etdiyinə görə, pensiya sistemi həmişə əhalinin xüsusi maraq dairəsində olur.

Son illərdə Azərbaycanda da həyata keçirilən sosial-iqtisadi siyasət, qəbul edilən proqramlar, strategiyalar və konsepsiyalar gəlirlərin ədalətli bölgüsünə, əhalinin sosial təminatının və sağlamlığının gücləndirilməsinə, məşğulluq və həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinə, işsizlik və yoxsulluğun azaldılmasına, ümumiyyətlə, sosial müdafiə - pensiya sisteminin təkmilləşdirilməsinə hədəflənmişdir. Son beş ildə 4 sosial islahat paketi həyata keçirilmişdir. Aparılan sosial iqtisadi siyasət nəticəsində işsizliyin və yoxsulluğun səviyyəsi azaldılmış, doğulanda gözlənilən ömür müddəti artmış, eyni zamanda pensiyaların orta və minimum səviyyəsi nəzərəcarpacaq şəkildə yüksəlmişdir. Belə ki, minimum pensiya artıq 280 manata çatdırılıb, orta pensiya iki dəfədən çox artıb. Pensiyaların əlçatımlığı üçün sosial sığorta amnistiyası həyata keçirilirdi və bu il də onun müddəti 3 il daha da uzadılıb. Yaşa görə pensiyaların 80 faizi artıq proaktiv qaydada, elektron formada aparılır. Dövlətin pensiya sistemi müstəqil və dinamik inkişaf edən sistemə çevrilib.

5 yanvar 2023-cü il tarixində Prezident İlham Əliyevin imzaladığı "Əhalinin sosial rifahının yaxşılaşdırılması sahəsində əlavə tədbirlər haqqında" Sərəncamı ölkəmizdə son beş ildə artıq dördüncü sosial islahat paketinin icrasını təmin etmiş və 2023-cü ildən sosial islahatın yeni mərhələsinə keçidi təmin etmişdir. Sərəncamla minimum aylıq əmək haqqı 1 yanvar 2023-cü ildən 15 faiz

artırılaraq 300 manatdan 345 manata çatdırılmış və minimum aylıq pensiyanın məbləği də 16,7 faiz artırılaraq 240 manatdan 280 manata çatdırılmışdır [1].

Həyata keçirilən sosial islahat tədbirləri ölkəmizin sosial-iqtisadi inkişafın gücləndirilməsi istiqamətində aparılan sistemli tədbirlərin nəticəsi kimi qiymətləndirilir. Belə ki, Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin 2016-cı il 6 dekabr tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respublikasının Milli İqtisadiyyat Perspektivi üzrə Strateji Yol Xəritəsi”ndə milli iqtisadiyyat və iqtisadiyyatın əsas sektorları üzrə strateji yol xəritələrinin Azərbaycanda davamlı iqtisadi inkişaf əsasında iqtisadiyyatın rəqabətqabiliyyətliliyini, inklüzivliyini və sosial rifahı daha da artırmasını təmin edəcəyi göstərilir [2; s.4].

Azərbaycanda sosial müdafiə - pensiya sisteminin effektiv artımının təmin etdirilməsi, o cümlədən mövcud potensialın üzə çıxarılması üçün, ilk növbədə, təhlillərin aparılmasında riyazi üsul və modellərdən, həmçinin ekonometrik qiymətləndirmədən geniş istifadə olunması tələb edilir.

2. Ekonometrik modellərin qurulmasının nəzəri aspektləri

Əhalinin sosial müdafiəsi üzrə tədbirlər sırasında dövlət pensiyaları mühüm yer tutur. Pensiya təminatının sosial əhəmiyyəti olduqca böyükdür – o, 1 milyona yaxın qocaların, əlillərin və ailə başçısını itirmiş ailələrin üzvlərinin həyat əhəmiyyətli maraqlarına toxunur. 01.01.2006-cı il tarixinədək ölkədə sığorta prinsiplərindən uzaq sovet dövründən qalmış, müasir iqtisadi prinsip və metodlarla uzlaşmayan, pensiya sistemi mövcud idi. Bu isə sığorta haqqı hesablanarkən fərdiliyin gözlənilməsi sistemə marağı azaltmaqla bərabər, həm də pensiya sisteminin maliyyə dayanıqlığına kölgə salırdı. Sadalanan amillər təbii olaraq, pensiya sistemində yeni islahatların reallaşdırılmasına ciddi əsaslar yaradırdı. Dövlət başçısının bu sahəyə xüsusi diqqəti sayəsində 2006-cı ildən etibarən sosial müdafiə sistemində yeni yol xəritəsi müəyyənləşdirildi və 2006-cı ildən etibarən ölkəmizdə tətbiq olunan pensiya sistemi fərdi uçot üzrə hər bir şəxsin sosial sığorta göstəricilərinə əsaslanır. Bu sistem əsasında həyata keçirilən tədbirlər müasir standartlara və sosial sığorta prinsiplərinə uyğun şəkildə fəaliyyət göstərir. İslahatlar çərçivəsində Dövlət Sosial Müdafiə Fondunun məlumat bazasında vətəndaşların nə qədər işlədiklərinə və onların fərdi hesablarında nə qədər pensiya kapitalının formalaşdığına dair məlumatların elektron şəkildə uçotu aparıldı. Sosial sığorta prinsiplərinin həyata keçirilməsinin ən üstün tərəflərindən biri əmək qabiliyyətli vətəndaşın işlədiyi dövrdə səmərəli və effektiv şəkildə fəaliyyət göstərməklə onu “sabahın narahatçılığı” düşüncəsindən xilas etməsi idi. Bundan əlavə, fərdi hesabda toplanan vəsaitin hər il mümkün inflyasiyaya uyğun şəkildə indeksləşdirilməsi, yığılan məbləğin heç bir itkiyə məruz qalmadığına və əməyinin nəticəsinin dövlətin himayəsində - etibarlı əllərdə olduğuna vətəndaşda inam yaranmasına ciddi əsaslar verdi.

Pensiya sisteminin sosial sığorta prinsipi əsasında qurulması sosial müdafiə sistemi üzrə göstəricilərin makroiqtisadiyyatın əsas göstəriciləri ilə birbaşa korrelyasiya asılılığında olmasını əsaslandırdı. Belə ki, ölkə iqtisadiyyatının böyüməsi fonunda ölkə üzrə əmək haqqı fondunun artımı öz növbəsində sosial sığorta göstəriciləri əsasında pensiya kapitalının artımına səbəb olur ki, bu da dayanıqlı pensiya sisteminin formalaşmasına zəmin yaradır. Qeyd olunan hallar seçilmiş tədqiqat mövzusu üzrə araşdırmanın aktuallığını artırır.

İqtisadi ədəbiyyatda sosial-müdafiə fəaliyyətinin mühüm və əhəmiyyətli sferalarından biri kimi pensiya sisteminin tam həcmdə qiymətləndirilməsinə çox az yer verilir. İqtisadi biliklərin digər sahələri ilə müqayisədə, həmin sferada nəzəri və praktiki elmi işlərin sayı bir o qədər də çox deyil. Lakin bu problemi tədqiq edən bir sıra yerli və xarici müəllifləri qeyd etmək lazımdır. Xarici ölkə alimlərindən V.D.Roik, V.S.Andreyev, U.Aydın, J.Pinera, G.Bonoli, A.A.Popov, J.L.Katz, K.Borden, E.Andrevs, O.Topak, B.B.İzgi, M.Z.Ak, Ş.Cicioğlu, G.İşseveroğlu, Z.Hatunoğlu, U.Aydın, M.Veinberger, T.P.Hsieh, S.Uğur, L.Liu, M.Orenstein, F.Çibalski, J.Villiamson, V.Poortvliet, T.Laine, B.Bosworth, G.Burtless, N.Barr, P.Diamond, E.Fultz, M.Ruck, R.Minns, J.V.Heijden, A.Mesa, F.Bertranou, E.Valker, M.Pallares-Miralles, C.Romero, E.Whitehous, Azərbaycanlı alimlərdən

M.N.Əliyev, Ə.T.Nağıyev, Ü.İ.Mürşüdoğ, A.S.Quliyev pensiya sahəsindəki mövcud vəziyyət, aparılan islahatlar, pensiya qurumlarının özəlləşdirilməsi və bu sahədəki özəlləşdirmənin sosial-iqtisadi inkişafa təsirləri ilə bağlı dəyərli tədqiqatlar aparmışlar.

Tədqiqatda Azərbaycan Respublikası Statistika Komitəsinin Azərbaycanda səhiyyə, sosial müdafiə və mənzil şəraiti üzrə dövrü nəşrində sosial xidmət istiqaməti kimi göstərilmiş pensiya bölməsində minimum və orta pensiya məbləğinin dəyişmə dinamikasının ölkənin makroiqtisadi göstəricisinin əksi olan Ümumi Daxili Məhsuldan asılılığına baxılmışdır.

3. Məsələnin qoyuluşu və metodoloji aspektləri

Hər bir iqtisadi proses və hadisələrin öyrənilməsində kəmiyyət və keyfiyyət tərəfləri mövcuddur. Bu proseslərin öyrənilməsi üçün müəyyən metodologiyadan istifadə olunur. Metodologiya iqtisadi hadisə və proseslərin öyrənilməsi üçün metod, üsul, vasitə və yanaşmaların məcmusudur. Tədqiqat olunan hadisə və proseslərin kəmiyyət və keyfiyyət tərəfləri elmi abstraksiyanın, nəzəriyyənin, qrafik təsvirlərin, statistikanın, iqtisadi-riyazi üsulların, modelləşdirmənin və s. üsulların vasitəsilə aşkar edilir.

Pensiyanın orta məbləğinə ölkənin makroiqtisadi göstəricisi olan ümumi daxili məhsulun təsirinə araşdırılması üçün istifadə olunan modelləşdirilmə metodu, prosesin öyrənilməsinin iqtisadi nəzəri metodologiyasıdır. Tədqiqat işində ekonometrik metodologiyadan istifadə olunur. Tədqiqat obyekti üzrə modelləşdirmənin tətbiqi üçün istifadə olunan ekonometrik metodologiya aşağıdakı üç mərhələdən ibarətdir:

1. Ekonometrik modelin və ya qoyulan hipotezin stoxastik tənlik şəklində göstərilməsi və modelə daxil olan parametrlərin işarəsinə dair ilkin nəzəri gözləntilərin müəyyən olunması. Bu zaman sosial prosesin xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla təsadüfi səhvləri özündə ifadə etməklə xətti tənlik ifadəsində tənlik müəyyən olunur:

$$POM = C(1) + C(2)*UDM + \varepsilon \quad (1)$$

Qeyd edək ki, (1) – də POM – ölkə üzrə pensiyanın orta məbləği (manatla), UDM – ölkə üzrə ümumi daxili məhsulun həcmi (milyon manatla); ε – təsadüfi kənarlaşmaları ifadə edir.

2. Modelə daxil olan dəyişənlər üzrə statistik göstəricilərin toplanması və ekonometriyanın müvafiq metodu vasitəsilə reqressiyanın əmsallarının qiymətləndirilməsi.

3. Reqressiya modelinin alınmış əmsallarını iqtisadi, statistik və ekonometrik meyarlara uyğun olaraq qiymətləndirilməsi.

4. Modelin informasiya bazası

Tədqiqatın statistik müşahidə dövrü 1995-2022-ci illəri əhatə etməklə aşağıdakı məqsədləri nəzərdə tutur:

- sosial müdafiə sistemində pensiyanın orta məbləğinin dəyişmə meyllərini müəyyən etmək;
- ümumi daxili məhsulun pensiyanın minimum və orta məbləğinin dəyişmə meyllərinə təsir imkanlarını müəyyən etmək;
- alınan nəticələrin iqtisadi artım ilə əlaqədar həyata keçirilən tədbirlərdə istifadə imkanlarını müəyyən etmək.

Tədqiqat işində istifadə olunan göstəricilər illər üzrə toplanmışdır. İstifadə olunan statistik göstəricilər Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 1995-2022-ci illəri əhatə edən statistik nəşrlərindən toplanmışdır [3; s.151], [7]. Ekonometrik qiymətləndirmələr “EViews” tətbiqi proqram paketində aparılmışdır.

(1) reqressiya tənliyinin parametrlərinin ekonometrik qiymətləndirilməsi üçün ümumi daxili məhsulun və pensiyanın orta məbləğ göstəricilərinin zaman sırası aşağıdakı kimidir:

Ümumi Daxili Məhsulun həcmi və pensiya üzrə mühüm göstəriciləri, 1995-2022-ci illər üzrə

İllər	Ölkə üzrə Ümumi Daxili Məhsulun həcmi (milyon manat) ÜDM	Ölkə üzrə pensiyanın orta məbləği (manat) POM
1995	2133,8	1,7
1996	2732,6	3,5
1997	3158,3	5,1
1998	3440,6	8,3
1999	3775,1	10,5
2000	4718,1	13,0
2001	5315,6	14,4
2002	6062,5	14,7
2003	7146,5	17,7
2004	8530,2	23,8
2005	12522,5	24,0
2006	18746,2	28,5
2007	28360,5	41,1
2008	40137,2	62,9
2009	35601,5	95,8
2010	42465,0	100,4
2011	52082,0	112,9
2012	54743,7	145,1
2013	58182,0	152,0
2014	59014,1	170,5
2015	54380,0	173,4
2016	60425,2	177,6
2017	70337,8	192,2
2018	80092,0	208,4
2019	81896,2	221,4
2020	72578,1	263,6
2021	93203,2	302,2
2022	133825,8	363,8

5. Ekonometrik modelləşdirmə və təhlil

Ölkənin ümumi daxili məhsulunun həcmi ilə (ÜDM) pensiyanın orta məbləği (POM) arasındakı əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$\text{LOG(POM)} = -7.30192194444 + 1.12321005723 * \text{LOG(UMD)} \quad (2)$$

(2) ekonometrik modelinin parametrləri Cədvəl 1-in müvafiq məlumatları əsasında EViews10 Tətbiqi Proqram Paketində Ən kiçik kvadratlar üsulu (OLS) ilə tapılmış və modelin adekvatlığı yoxlanılmışdır [8].

Qeyd edək ki, modelin adekvatlığını təmin etmək üçün reqressiya tənliyinə 6-cı tərtibdən avroreqressiya (AR(6)) və 3-cü tərtibdən sürüşkən orta (MA(3)) amilləri daxil edilmişdir. Modelin əsas statistik xarakteristikaları və müvafiq testlər cədvəl 2-də verilmişdir.

Determinasiya əmsalının qiyməti (R-squared = 0.962681) göstərir ki, tədqiq edilən illər ərzində ölkədə pensiyanın orta məbləğinin illər üzrə dəyişməsinin 94.6 faizi modelə daxil edilən amillərin qiymətinin dəyişməsi ilə izah edilə bilər. Dəyişmənin qalan 3.8 faizi modeldə nəzərə alınmayan amillər hesabına baş vermişdir. Darbin-Uotson statistikasının 2.597439 ədədinə bərabər olması, daha doğrusu, 2-yə yaxın olması modelin qalıqlarının 1-ci tərtib avtokorrelasiyasının olmaması deməkdir ki, bu da arzu olunan haldır. Qeyd edək ki, Darbin-Uotson statistikasının qiyməti (0;4) aralığında dəyişə bilər: qiymətin sıfıra yaxın olması müsbət avtokorrelasiyanın, dördə yaxın olması isə mənfi avtokorrelasiyanın mövcudluğunu göstərir. İkiyə yaxın qiymət – avtokorrelasiyanın mövcud olmasını göstərir [5; s.532-533].

(2) modelinin statistik xarakteristikaları və testlər

Dependent Variable: LOG(POM)				
Method: Least Squares				
Date: 07/01/23 Time: 00:01				
Sample: 1995 2022				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.301922	0.435454	-16.76851	0.0000
LOG(UMD)	1.123210	0.043371	25.89771	0.0000
R-squared	0.962681	Mean dependent var	3.881955	
Adjusted R-squared	0.961245	S.D. dependent var	1.503243	
S.E. of regression	0.295931	Akaike info criterion	0.471371	
Sum squared resid	2.276959	Schwarz criterion	0.566528	
Log likelihood	-4.599188	Hannan-Quinn criter.	0.500461	
F-statistic	670.6914	Durbin-Watson stat	2.597439	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Qalıqların dispersiyasının sabit olması modelin adekvatlığını şərtləndirən Qauss-Markov şərtlərindən biridir [6: s. 41]. Qalıqların sabit olub-olmaması EViews Tətbiqi Proqram Paketində Breuş-Paqa-Qodfrey testi ilə yoxlanılmışdır (Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey). Nəticə cədvəl 3-də verilmişdir.

Heteroskedastikliyin yoxlanması: Breusch-Pagan-Godfrey testi

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	7.835368	Prob. F(1,26)	0.0095
Obs*R-squared	6.484052	Prob. Chi-Square(1)	0.0109
Scaled explained SS	6.199853	Prob. Chi-Square(1)	0.0128

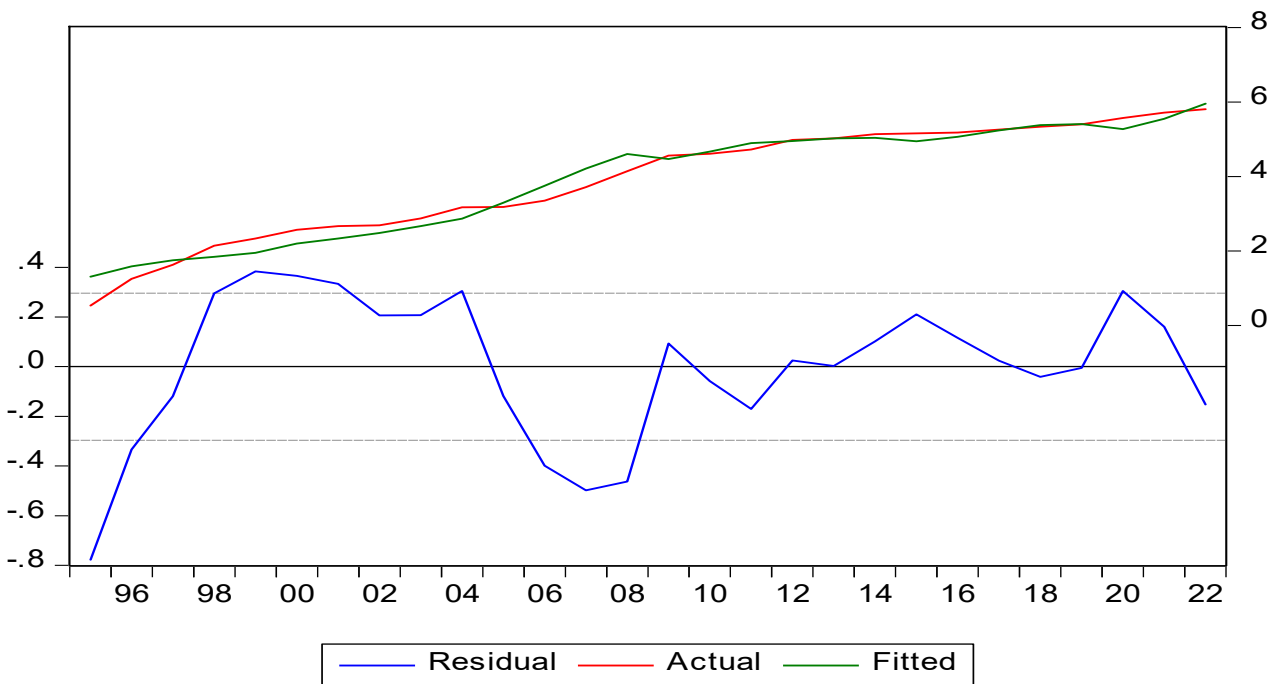
Cədvəldən göründüyü kimi, Fişerin F-statistikasının ehtimal qiyməti 0.05 əhəmiyyətlik səviyyəsindən xeyli böyük olduğu üçün qalıqların heteroskedastiklik fərziyyəsi rədd edilir və 95%-dən yuxarı etibarlıqla homoskedastiklik halı qəbul edilir.

Dikki-Füler testi

Null Hypothesis: D(POM,2) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.734976	0.0001
Test critical values:	1% level		-3.737853	
	5% level		-2.991878	
	10% level		-2.635542	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POM,3)				
Method: Least Squares				
Date: 07/01/23 Time: 00:41				
Sample (adjusted): 1999 2022				
Included observations: 24 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(POM(-1),2)	-1.973759	0.344162	-5.734976	0.0000
D(POM(-1),3)	0.414925	0.205495	2.019148	0.0564
C	2.651660	2.342939	1.131766	0.2705

R-squared	0.738584	Mean dependent var	-0.450000
Adjusted R-squared	0.713687	S.D. dependent var	20.83984
S.E. of regression	11.15104	Akaike info criterion	7.777410
Sum squared resid	2611.258	Schwarz criterion	7.924667
Log likelihood	-90.32893	Hannan-Quinn criter.	7.816478
F-statistic	29.66580	Durbin-Watson stat	1.925205
Prob(F-statistic)	0.000001		

Modelin qalıqlarının stasionarlığının yoxlanması üçün tətbiq edilən Dikki-Fuller testi göstərmişdir ki, modelin qalıqlarını stasionar qəbul etmək olar. Belə ki, müvafiq t-statistikanın mütləq qiyməti (5.734976) 5% səviyyələrdəki kritik qiymətindən, modulundan böyükdür. Ona görə də 95% əhəmiyyətliklə stasionar hesab edilə bilər.



(3) modelindən alınan qiymətlər (Fitted), faktiki qiymətlər (Actual) və onlar arasındakı fərqin (Residual) dinamikasının qrafiki təsviri

Beləliklə, (2) reqressiya tənliyinə əsasən Azərbaycanda pensiyanın orta məbləğinin ölkə üzrə ümumi daxili məhsuldan asılılığının qiymətləndirilməsi üzrə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir.

Nəticə

- Sosial sığorta prinsiplərinə əsaslanan pensiya sisteminin qurulması ölkədə dayanıqlı pensiya təminatının formalaşmasına müsbət zəmin yaratmışdır;
- Ölkə üzrə ümumi daxili məhsulun hər 1% artımı ölkə üzrə orta pensiya məbləğini təxminən 1,12% artırır.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhalinin sosial rifahının yaxşılaşdırılması sahəsində əlavə tədbirlər haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı. Bakı, 5 yanvar 2023-cü il, 3708
2. “Milli iqtisadiyyat və iqtisadiyyatın əsas sektorları üzrə Strateji Yol Xəritəsinin başlıca istiqamətləri” haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı. 16 mart 2016-cı il.

3. “Azərbaycanda Səhiyyə, Sosial müdafiə və Mənzil şəraiti” Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi nəşri, Bakı: 2022, 264 s.
4. Н.Ш. Кремер, Б.А.Путко. Эконометрика. М., «Юнити-Дана», 2007.
5. <http://www.eviews.com/EViews7/1> 8. Y.Nəsənlı. Statistika. Praktiki nümunələrlə. Bakı: Tuna, 2014, 564 s.
6. Я.Р.Магнус, П.К.Катышев, А.А.Пересецкий. Эконометрика. Начальный курс: учебник– 6-е изд., перераб. и доп. – Москва. Дело, 2004, 576 с.
7. <http://www.stat.gov.az>
8. <http://www.eviews.com/EViews10/1>

ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN THE GROSS DOMESTIC PRODUCT ON THE AVERAGE AMOUNT OF PENSION

A.N.Eminov¹, A.F.Mirzayev²

¹Azerbaijan Technical University

²Central Branch for Assignment of Social Payments
of the State Social Protection Fund under the MLSPF

Abstract. The average pension amount indicator of the pension system, which is the leading link of the social protection system, was reviewed in the article. Regularities between the average amount of the pension of the gross domestic product were determined through the regression function. Statistical tests were performed using the EViews software package and the stationarity of the time series was checked. Based on the conducted analyses, an econometric model was built and the change of the average pension amount in Azerbaijan was evaluated.

Keywords: social policy, social protection system, pension system, gross domestic product, average amount of pension, econometric model, confidence interval.

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА НА СРЕДНИЙ РАЗМЕР ПЕНСИИ

А.Н.Эминов¹, А.Ф.Мирзоев²

¹Азербайджанский технический университет

²Центральное отделение по назначению социальных выплат Государственного фонда социальной защиты при Министерстве труда и социальной защиты населения Азербайджанской Республики

Резюме. В статье рассмотрен показатель среднего размера пенсии пенсионной системы, которая является ведущим звеном системы социальной защиты населения. С помощью функции регрессии определялись закономерности между средним размером пенсии и валовым внутренним продуктом. Статистические тесты были выполнены с использованием пакета программ EViews и проверена стационарность временных рядов. На основе проведенных анализов построена эконометрическая модель и оценено изменение среднего размера пенсии в Азербайджане.

Ключевые слова: социальная политика, система социальной защиты, пенсионная система, валовой внутренний продукт, средний размер пенсии, эконометрическая модель, доверительный интервал.

Daxil olub: 14.03.2023

UDC 331.02

DOI: 10.61413/QFWO2819

EXPLORING THE ROOT CAUSES OF YOUTH UNEMPLOYMENT FROM THE PERSPECTIVES OF THIRD COUNTRY NATIONALS

A.J.Safarli, R.Sh.Abdullayev

Azerbaijan Technical University

E-mail: arzu.safarli@aztu.edu.az, rovshan.abdullayev@aztu.edu.az

Keywords: *active employment, youth unemployment, labor market, third countries, data modeling*

Abstract. The current study overhauls the issue of youth unemployment in Third Countries. This problem does not only have a negative impact on the lives of young people but also affects the whole economy of Third Countries. The methods which were employed in this study are in-depth interviews and the method of the case study. All in all, it was found that the main causes of youth unemployment in Third Countries are the attitude of youth towards work opportunities, the lack of youth's knowledge and skills necessary for the labor market, and the hesitation of employers to hire and invest in inexperienced people. Finally, the governments of Third Countries are recommended to strengthen the legislation regarding working illegally, to create groups having the function to detect the employees and enterprises involved in informal labor relations, to take into consideration the experience of other countries and disseminate educational messages to young people inciting them to constantly learn and to entrepreneurs inciting them to hire the representatives of youth.

Introduction

In the modern world with the swift pace of development, the problem of unemployment remains actual. The labor market plays a vital role as it has the role of an extremely complex distribution system that ensures the connection of employees to jobs. Thus, it influences productivity, growth rates, and many other parameters of the economy. The unemployment rate is an important indicator of a country's level of economic development as it reflects the ratio of unemployed citizens in society and those who have permanent jobs [10; p.34-60]. Employment not only affects a person's material state but also determines his or her mental, moral, and social status, role in society, and future [8; p.117-129]. Youth is the future of any society and therefore, youth unemployment has the most difficult and threatening consequences for further development. The issues of youth employment and youth unemployment are particularly relevant in connection with the post-industrial development of society and the formation of the information society as a new historical phase of civilization development.

Youth unemployment is a social and economic phenomenon in which able-bodied youth are looking for work and are ready to start working, but they cannot exercise their right to work and as a result, are deprived of income and livelihood [6; p.199-234]. Nowadays, the high unemployment rate among young people is an undeniable fact. Unemployment itself is not only an indicator of economic instability in the country but also one of the most acute socio-economic problems of our time [8; p.117-129]. Young specialists are not able to fully appreciate their skills, abilities, and flair and therefore, they overestimate their suitability for the labor market. It is also difficult for them to start their way of formation because all enterprises have different attitudes towards hiring without work experience.

Young people entering the labor market for the first time, without a profession or sufficient experience, are generally regarded as a socially vulnerable group in all countries of the world [4; p.48-49]. Some employers consider hiring an inexperienced professional as a waste of time taking into consideration the additional time spent on training. They believe that it is more likely to increase productivity over this period with the help of experienced professionals [10; p.34-60]. On the other hand, certain people see the benefits of hiring such specialists. Young employees are less

resistant to innovation and they are characterized by a longer period of forthcoming ability to work which can be a significant factor for organizations that implement a particular strategy [8; p.117-129].

The scrutiny of the unemployment rates amongst youth in Third Countries in the recent five years shows the increase. In 2015, 2016, and 2017 the indicators of youth unemployment rates were very similar and constituted 13,31 %, 13,41 %, and 13,34 % respectively [9; p.427-432]. However, in 2018 and 2019 the rate went up and became 13,75 % and 14.23 % respectively [9; p.427-432].

Youth unemployment in Third Countries is a problem that affects not only one cohort but the whole population. Indeed, when representatives of youth have difficulties to find a job it affects the whole family. For instance, if a young gentleman or lady is unable to find a job all the members of the family become concerned. In certain cases, the situation is even more serious if a family is poor and a young person or a young lady who is not able to find a job is a breadwinner. As a consequence, the wellbeing of whole families can depend on the ability of young people to become employed.

It should be also underlined that youth is always regarded as the future of every nation and the inability of young people to find jobs puts under doubt their perspectives. As a consequence, the futile efforts of getting a proper job entail impairment of their self-esteem. Moreover, when young people have problems with finding a job they can become stressed and unhappy.

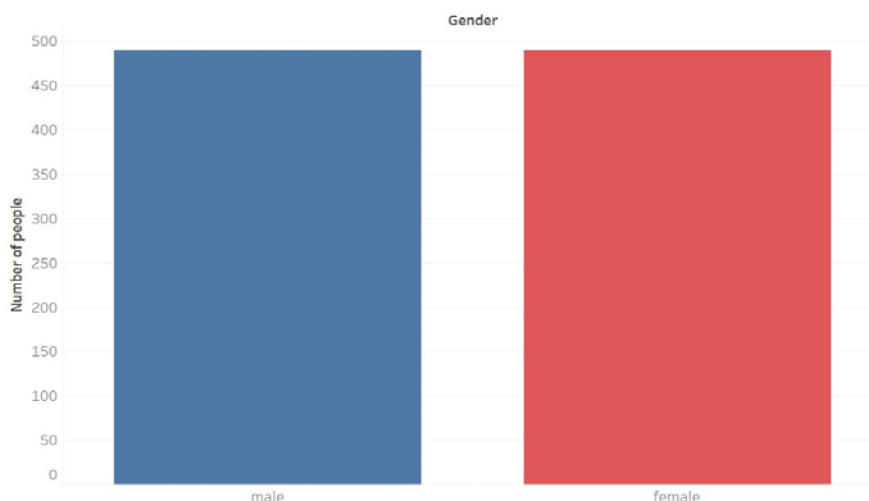
Apart from this, it is essential to realize the long-term effect of youth unemployment in Third Countries. The inability of young people to become employed entails the decrease in their incomes during their lives since the periods of unemployment negatively affects one's careers. What is more, such an inability increases the probability that they will be only temporarily employed in the future. It can be also emphasized that the impossibility to find a proper job also leads to the alteration of preferences of young people. To be more specific, when they are unable to become employed for a certain period of time the necessity forces them to agree to obtain jobs that are lower than their qualification. As a consequence, it entails the reduction of the time of fixed-term contracts and gradual increase in fixed-term employment.

Methodology

The main objective of this paper is to scrutinize the issue of unemployment among youth and suggest measures which need to be taken in order to solve the problem. In order to carry it out, the qualitative methods of the case study and in-depth interviews will be applied. More precisely, the issue of youth unemployment will be deeply analyzed. Both primary and secondary resources will be utilized in order to achieve the purpose of the research. More specifically, peer-reviewed academic articles taken from online databases and decrees of the president and the cabinet of ministers will be used. Additionally, it would be pertinent to mention that interviews have been conducted with the participation of employees of the employment centers of various Third Countries. These interviews have been conducted in personal meetings and with the help of Skype. Interviewees were asked about their opinion concerning the youth unemployment in their countries, the activity of employment centers, and the legislative framework regarding unemployment. Moreover, they were also asked to share their opinion regarding the disadvantages of the current employment system and suggest measures that can be helpful to improve the current situation and decrease the level of youth unemployment. The data obtained from these interviews have been analyzed via the method of coding or indexing. This method is useful for underlying the most significant parts of interviews and conceptualizing the data.

Results and Findings

The survey and interview were conducted to find the exact reasons of youth unemployment from the perspectives of individuals. Almost 1000 individuals participated surveys and interviews.



Graph 1.

According to Graph 1, it can be observed that for keeping gender balance, the number of males and females are equal, because in this article, we always tried to reduce all the risks, which can affect the course of research.



Graph 2.

In Graph 2, the answers of individuals are displayed. If we pay attention to the graph, we can pretend that majority of individuals see the main reason of youth unemployment on the attitude of youth towards work opportunities as 47 %, then from the perspective of survey and interview takers, the second root cause display itself on lack of youths' knowledge and skills necessary for the labor market as 25 %. The last reason is hesitation of employers to hire and invest in inexperienced people, and this cause got 19 % out of 100 %. Also, there are types of answers that were given by individuals, however those answers did not get more percent, therefore all were collected under category of other.

Problem Description

The aim of this chapter is to investigate and reveal the reasons that have caused unemployment amongst the youth of Third Countries. According to the analysis of scholarly articles and the results of the conducted interviews, the main causes of high unemployment among young professionals are the attitude of youth, the lack of knowledge and skills necessary for the labor market, hesitation to hire and invest in inexperienced people:

The attitude of youth towards work opportunities

One of the causes of the unemployment of youth is their attitude towards their employment opportunities. Certain young people have high expectations from employers, and as a result, their requirements are also high. To be more specific, even though such young people do not have a necessary level of competency they still want to get high salaries. They are not satisfied with the jobs that are suggested to them by employment centers in accordance with their skills. Indeed, the majority of young people want only a job in the office and did not want to work as a salesperson or a waiter. Additionally, young people are impatient in terms of career promotions and want to climb the career ladder quickly. They are driven by the idea of big promotions and high salaries, but they do not want to work hard and acquire new skills to get the desired positions and salaries.

In addition, the high percentage of youth unemployment in Third Countries is caused by the involvement of young people in informal labor relations. It is indicated that the real number of unemployed representatives of youth is less in comparison with official statistics taking into account that certain young people prefer to work without a labor contract. For instance, it is quite popular to have a job as a waiter without any contract in a restaurant or a tea house. As a consequence of such informal employment activities, they are automatically deprived of the benefits of the social protection system of governments of Third Countries. To be more specific, there are no deductions from their salary directed to form their pension and no insurance in the case of accidents that can occur at the workplace.

Lack of youths' knowledge and skills necessary for the labor market

One of the main causes of youth unemployment is the lack of knowledge about the labor market. This cause is especially relevant for young people coming from poor families. Many young people lack knowledge regarding the modern labor market which, in turn, does not allow them to draw the right conclusions for building their own careers. Indeed, the most of schools of Third Countries do not prepare students properly for the choice of realistic career paths. To be more specific, in educational centers, young people do not obtain information about the most appropriate ways to develop their careers. Moreover, the students of Third Countries are not provided with information that they can be self-employed or be involved in entrepreneurial activities.

The other cause is the lack of skills needed in existing job positions. Many of those who have obtained education often have only theoretical knowledge, which makes them ill-adapted to the actual tasks that they will face at work. This is partly due to school curricula and weak links between employers and training systems. Moreover, the majority of young people fail to prove themselves during interviews. For instance, most of them are not even able to present information about themselves in a proper and systematic way. It can be also underscored that young people lack specific modern skills highly appreciated by employers such as collaboration, communication, critical thinking, creativity, and emphasis on the needs of the enterprise. Additionally, it should be born in mind that the modern labor market constantly changes. Skills that were actual and significant a couple of years ago can be unnecessary due to the development of technologies. Therefore, employers want to hire people who have all the significant skills that are actual at the moment.

Hesitation of employers to hire and invest in inexperienced people

The next reason for the youth unemployment emphasized by all the authors is the reluctance of employers to hire young and inexperienced people. In the interviews, almost all employers of Third Countries want everything "right here and right now" and therefore, they are more likely to opt for experienced specialists instead of hiring young people and turn them into competent specialists. Thus, it would be pertinent to deeply analyze why employers hesitate to hire young employees in order to understand their position. One of the major causes why employers are predetermined to opt for experienced employees is that it is costly to hire young people. There are no problems with experienced employees as their resumes contain their skills, service record, and achievements. However, candidates without experience can only be judged based on their personal competences. Hence, companies

are forced to conduct multi-stage interviews, games, and tests, as well as organize mass advertising campaigns and job fairs in order to find candidates that are appropriate to an acceptable extent. This requires considerable investment and the return is hardly guaranteed to take into consideration that companies rarely manage to retain young employees for more than one or two years. The representatives of youth require special attention to themselves and they want not only to work but also to have fun at work. Moreover, they also want to have a free schedule, but employers are not ready to satisfy all these caprices.

Moreover, inexperienced young people are not hired due to the unwillingness of employers to face the consequences of their mistakes. Any blunder of young employees can be costly for companies taking into consideration that they risk lose customers and lose rivalry with competitors. Moreover, it can take time to improve the mistake at stake which, in turn, can cause losses. Therefore, employers prefer to employ those who will be less likely to make mistakes. As a consequence, there is a paradoxical situation: employers want to have experienced employees, but young people who graduated from schools or universities cannot find enterprises when they can get the necessary experience.

Besides, employers also do not want to teach young and inexperienced employees. Indeed, they prefer the employees who are familiar with the activity of the company. For instance, if there is a store that specializes in selling bicycles the owner will need an employee who has experience in selling bicycles. Only a person with previous experience will be able to explain to customers the difference between two bicycles and duly consult them. Companies are not ready to invest in someone who cannot show results immediately [9; p.427-432]. The main reason for that is a characteristic feature which is peculiar to a majority of Third Countries' entrepreneurs, namely unwillingness to make long-term investments. To be more specific, they are either impatient or simply do not realize that a long-term approach can be more beneficial for the as the returns will be higher. For instance, hiring young employees and investments made in his education or skills development will turn him or her into a competent specialist which can make an immense contribution to the development of a company in the future.

Conclusion

To sum up, it can be inferred that unwillingness to invest in young people, hesitation to hire inexperienced people, the lack of knowledge about the labor market, the attitude of youth, the lack of necessary skills, and the involvement of youth in the informal labor market are the main reasons for youth employment in Third Countries. Apart from this, it is essential to emphasize that in spite of the existence of both legislative framework and institutions, the current policies are not effective enough to address the issue of youth unemployment and reduce its level.

REFERENCES

1. Balan, M. (2014). Youth labor market vulnerabilities: characteristics, dimensions, and costs. *Procedia Economics and Finance*, (p. 66-72). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114000641/pdf?md5=38618795ccce399772f0a21c5b2784ec&pid=1-s2.0-S2212567114000641-main.pdf>
2. Besfamilnaya, S. (2016). Analysis of corporate experience in youth employment by the example of a number of CIS countries (p. 31-45). Retrieved from https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/publication/wcms_545366.pdf
3. Buzzeo, J., Marvell, R., Everett, C., & Newton, B. (2016). Tackling unemployment among disadvantaged young people (p. 9-24).. Retrieved from <https://www.employment-studies.co.uk/system/files/resources/files/cpt0316.pdf>
4. Casson, M. (1979). Theories of Youth Unemployment (p.48-49). Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-349-16120-1_4
5. Choudry, M., Marelli, E., & Signorelli, M. (2013). Youth and total unemployment rate: The impact of policies and institutions (p. 5-12).. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265202166_Youth_and_total_unemployment_rate_The_impact_of_policies_and_institutions
6. Clark, K. & Summers, L. (1982). The dynamics of youth unemployment (p. 199-234). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/6806641.pdf>

7. De Lannoy, A., Graham, L., Patel, L., & Leibbrandt, M. (2018). What drives youth unemployment and what interventions help? (p. 30-41). Retrieved from <https://www.uj.ac.za/faculties/humanities/csda/Documents/Youth%20Unemployment%20report%20FINAL%20interactive.pdf>
8. Denton, F., Robb, A., & Spencer, B. (1980). The economic costs of youth unemployment. In *Unemployment and Labour Force Behaviour of Young People: Evidence from Canada and Ontario* (p. 117-129). TORONTO; BUFFALO; LONDON: University of Toronto Press. Retrieved from www.jstor.org/stable/10.3138/j.ctt1gxxs7k.11
9. Mullen, P. & Sanford. (2011). Health Consequences of Youth Unemployment. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry* (19(4), p.427-432). Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00048678509158851?journalCode=ianp20>
10. Valoyi, N., & Taku, P. (2016). Youth Unemployment and Social Development. In Muchie M., Gumede V., Oloruntoba S., & Check N. (Eds.), *Regenerating Africa: Bringing African Solutions to African Problems* (p. 34-60). South Africa: Africa Institute of South Africa. Retrieved from www.jstor.org/stable/j.ctvh8r2t1.9

ÜÇÜNCÜ ÖLKƏ VƏTƏNDAŞLARININ BAXIŞ BUCAĞINA ƏSASƏN GƏNCLƏRİN İŞSİZLİYİNİN ƏSAS SƏBƏBLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

A.C.Səfərli, R.Ş.Abdullayev
Azərbaycan Texniki Universiteti

Xülasə. Bu tədqiqat üçüncü ölkələrdə gənclərin işsizliyi problemini araşdırır. Bu problem təkcə gənclərin həyatına deyil, üçüncü ölkələrin bütün iqtisadiyyatına mənfi təsir göstərir. Bu tədqiqatda istifadə olunan metodlar dərindən müsahibələr və nümunə tədqiqat metodudur. Ümumilikdə məlum olub ki, üçüncü ölkələrdə gənclər arasında işsizliyin əsas səbəbləri gənclərin məşğulluq imkanlarına münasibəti, gənclərin əmək bazarı üçün tələb olunan bilik və bacarıqlarının olmaması, işəgötürənlərin işə götürmək və təcrübəsiz insanlara investisiya qoymaq istəməməsidir. Son olaraq, üçüncü ölkələrin hökumətlərinə qeyri-legal işləmə ilə bağlı qanunvericiliyi gücləndirmək, qeyri-rəsmi əmək münasibətlərinə cəlb edilmiş işçiləri və müəssisələri aşkar etmək funksiyasına malik qruplar yaratmaq, digər ölkələrin təcrübəsini nəzərə almaq və gəncləri daim öyrənməyə, sahibkarlara işə gənclərin nümayəndələrini işə götürməyə sövq edən maarifləndirici mesajlar yaymaq tövsiyə olunur.

Açar sözlər: *aktiv məşğulluq, gənclərin işsizliyi, əmək bazarı, üçüncü ölkələr, verilənlərin modelləşdirilməsi.*

ИЗУЧЕНИЕ КОРЕННЫХ ПРИЧИН БЕЗРАБОТИЦЫ МОЛОДЕЖИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГРАЖДАН ТРЕТЬИХ СТРАН

A.A.Дж.Сафарли, P.Ш.Абдуллаев
Азербайджанский технический университет

Резюме. Настоящее исследование рассматривает проблему безработицы среди молодежи в третьих странах. Эта проблема оказывает негативное влияние не только на жизнь молодежи, но и на всю экономику третьих стран. Методы, которые использовались в этом исследовании, - это глубинные интервью и метод кейс-стади. В целом было установлено, что основными причинами безработицы среди молодежи в третьих странах являются отношение молодежи к возможностям трудоустройства, отсутствие у молодежи знаний и навыков, необходимых для рынка труда, а также нежелание работодателей нанимать и инвестировать в неопытных людей. Наконец, правительствам третьих стран рекомендуется усилить законодательство в отношении нелегальной работы, создать группы, имеющие функцию выявления работников и предприятий, вовлеченных в неформальные трудовые отношения, учитывать опыт других стран и распространять образовательные сообщения среди молодежи. Люди, подстрекающие их к постоянному обучению, и предприниматели, подстрекающие их нанимать представителей молодежи. Наконец, правительствам третьих стран рекомендуется ужесточить законодательство в отношении нелегальной работы, создавать группы, имеющие функцию выявления работников и предприятий, вовлеченных в неформальные трудовые отношения, учитывать опыт других стран и распространять образовательные сообщения среди молодых людей, побуждая их постоянно учиться, и среди предпринимателей, побуждая их нанимать представителей молодежи.

Ключевые слова: *активная занятость, безработица среди молодежи, рынок труда, третьи страны, моделирование данных.*

Daxil olub: 27.02.2022

METİLSİKLOHEKSANIN METİLSİKLOHEKSADIENƏ OKSIDLƏŞDİRİCİ DEHİDROGENLƏŞMƏSİ PROSESİNİN RİYAZİ MODELİNİN YARADILMASI VƏ PRİNSİPİAL TEXNOLOJİ SXEMİN TƏRTİBATI

A.M.Əliyev, Ə.İ.Kərimov, A.R.Səfərov, V.M.Yarıyev, X.A.Əliyeva

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi

akademik M.F.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu

E-mail: agadadashaliyev@gmail.com, kerimov.alibala@mail.ru, agil_s@mail.ru;

yariyev.v@mail.ru, tora.adpu@mail.ru

Açar sözlər: metilsikloheksan, metilsikloheksadien, seolit katalizatoru, riyazi model, prinsipial texnoloji sxem

Xülasə. Modifikasiya olunmuş aktiv metalseolit katalizatoru üzərində metilsikloheksanın metilsikloheksadienə selektiv oksidləşdirici dehidrogenləşdirmə prosesinin kinetik modeli əsasında reaktor tipinin seçimi və nəzəri optimallaşdırılması aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, baxılan prosesi ideal sıxışdırma tipli reaktorda aparılması daha məqsədəuyğundur. Prosesin nəzəri optimallaşdırılması nəticəsində optimal texnoloji rejimləri təyin olunmuşdur. Reaktor elementinin verilmiş məhsuldarlığa görə optimal konstruktiv ölçüləri hesablanmışdır. İstilik effektlərini və təzyiq düşküsünü nəzərə alaraq prosesin tam riyazi modeli və prinsipial texnoloji sxemi tərtib olunmuşdur.

Giriş

Hazırda metilsikloheksanın dehidrogenləşdirilməsi prosesi mövcud deyil və üzvi maye hidridin katalitik dehidrogenləşməsinə dair tədqiqatlar ətraflı araşdırılmamışdır. Aşağı temperaturda və atmosfer təzyiq altında yüksək stabilliyə, katalitik aktivliyə və məhsul seçiciliyinə malik dehidrogenləşdirmə katalizatorlarının işlənilib hazırlanması metilsikloheksanın dehidrogenləşmə prosesinin sənayeləşdirilməsinin əsas məsələsidir [1]. Sintetik reaktiv yanacaqların inkişafında mühüm tendensiya onların sintezində doymamış siklik karbohidrogenlərin istifadəsidir. Bu baxımdan metilsikloheksanın oksidləşdirici dehidrogenləşdirilməsi yolu ilə qiymətli məhsulun - metilsikloheksadien-1,3-ün sintezi mühüm nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir [2]. Bu birləşmənin alınması üçün sənaye üsullarının müəyyən çatışmazlıqlarını nəzərə alaraq, M.F.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunda metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşməsi üçün effektiv seolit katalizatoru işlənilib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, tərkibində 0,5% Co^{2+} və 0,25% Cr^{3+} olan təbii klinoptilolit bu reaksiyada nisbətən yüksək aktivlik göstərir [3,4]. Bu katalizatorada prosesin kinetik qanunauyğunluqları öyrənilmiş və onların əsasında nəzəri cəhətdən əsaslandırılmış kinetik modeli işlənilib hazırlanmışdır [4].

Real aparatlarda kimyəvi reaksiya fiziki proseslərlə müşayiət olunur və hidrodinamika, istilik və kütlə mübadiləsi prosesləri ilə şərtlənir. Beləliklə, reaksiyanın kimyəvi kinetikasi real prosesi tam şəkildə əks etdirmir. Buna görə də, göstərilən prosesi sənaye miqyasında reallaşdırılması üçün onun riyazi modeli tərtib olunmaqla makrokinetik faktorlar nəzərə alınmalıdır.

Təqdim olunan məqalədə əsas məqsəd baxılan prosesin optimal lahiyələndirilməsi məsələsinin həlli ilə bağlıdır. Bu da öz növbəsində kinetik model əsasında reaktor tipinin seçilməsini, nəzəri optimallaşdırılmasının aparılmasını, reaktor elementinin verilmiş məhsuldarlığa uyğun olaraq optimal konstruktiv ölçülərinin hesablanmasını və prosesin tam riyazi modelinin yaradılmasını nəzərdə tutur.

Reaktorun optimal tipinin seçilməsi

Baxılan proses üçün optimal reaktor tipinin seçilməsi, onun kinetik modeli əsasında müxtəlif reaktorlarda verilmiş çevrilmə dərəcəsini əldə etmək üçün lazım olan həcmələri müqayisə etməklə aparılmışdır. İdeal reaktorların iki növü mövcuddur, ideal qarışdırma və ideal sıxışdırma tipli reaktorlar [5; s. 88-133]. Prosesin gedişi məhz bu iki tip reaktorda tədqiq edilmişdir.

Modifikasiya olunmuş seolitlər üzərində metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşmə prosesinin kinetik modelini ideal sıxışdırma tipli reaktor üçün aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned}
 \frac{dA_1}{d\left(\frac{G_k}{n_{C_7H_{14}}^0}\right)} &= k_{11}P_{C_7H_{14}} \left\{ \frac{-\sqrt{\frac{k_{11}P_{C_7H_{14}}}{k_{10}P_{O_2}}} + \sqrt{\left(\sqrt{\frac{k_{11}P_{C_7H_{14}}}{k_{10}P_{O_2}}}\right)^2 + 4\left(\frac{k_{11}P_{C_7H_{14}}}{k_{12}} + 1\right)}}{2\left(\frac{k_{11}P_{C_7H_{14}}}{k_{12}} + 1\right)} \right\}^2 \\
 \frac{dA_2}{d\left(\frac{G_k}{n_{C_7H_{14}}^0}\right)} &= k_3P_{C_7H_{14}} \left\{ \frac{-\left(\sqrt{\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_1P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_2P_{O_2}}}\right) + \sqrt{\left(\sqrt{\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_1P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_2P_{O_2}}}\right)^2 + 4\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_4}}}{2\frac{k_3P_{C_7H_{14}}}{k_4}} \right\}^2 \\
 \frac{dA_3}{d\left(\frac{G_k}{n_{C_7H_{14}}^0}\right)} &= k_8P_{C_7H_{14}} \left\{ \frac{-\left(\sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_5P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_6P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_7P_{O_2}}}\right) + \sqrt{\left(\sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_5P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_6P_{O_2}}} + \sqrt{\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_7P_{O_2}}}\right)^2 + 4\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_9}}}{2\frac{k_8P_{C_7H_{14}}}{k_9}} \right\}^2 \\
 \frac{dA_4}{d\left(\frac{G_k}{n_{C_7H_{14}}^0}\right)} &= \frac{k_{13}K_1P_1K_6P_2}{\left(1 + K_1P_1 + \sqrt{K_2P_2 + K_3P_3 + K_4P_4 + K_5P_5 + K_6P_2}\right)^2} + \\
 &+ \frac{k_{14}K_3P_3K_6P_2}{\left(1 + K_1P_1 + \sqrt{K_2P_2 + K_3P_3 + K_4P_4 + K_5P_5 + K_6P_2}\right)^2} + \frac{k_{15}K_4P_4K_6P_2}{\left(1 + K_1P_1 + \sqrt{K_2P_2 + K_3P_3 + K_4P_4 + K_5P_5 + K_6P_2}\right)^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Burada $P_1 = P_{C_7H_{14}}$, $P_2 = P_{O_2}$, $P_3 = P_{C_7H_{12}}$, $P_4 = P_{C_7H_{10}}$, $P_5 = P_{C_7H_8}$, $P_6 = H_2O$; A_1 , A_2 , A_3 və A_4 indekslərə müvafiq olaraq C_7H_{12} , C_7H_{10} , C_7H_8 və CO_2 -un çıxımlarıdır. Komponentlərin parsial təzyiqləri aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_i = \frac{n_i}{\sum n_i} P \tag{2}$$

Burada P_i – i -komponentin parsial təzyiqi, atm; P – sistemin ümumi təzyiqi (1 atm).

Hər iki tip reaktor üçün material balansını aşağıdakı kimidir:

$$\begin{aligned}
 n_{C_7H_{14}} &= n_{C_7H_{14}}^0 - (A_1n_{C_7H_{14}}^0 - A_2n_{C_7H_{14}}^0 - A_3n_{C_7H_{14}}^0 - A_4n_{C_7H_{14}}^0)/100; \\
 n_{H_2O} &= (A_1n_{C_7H_{14}}^0 + A_2n_{C_7H_{14}}^0 + A_3n_{C_7H_{14}}^0 + 5A_4n_{C_6H_{12}}^0)/100; \\
 n_{O_2} &= n_{O_2}^0 - \left(\frac{1}{2}A_1n_{C_7H_{14}}^0 - \frac{1}{2}A_2n_{C_7H_{14}}^0 - 10.5A_4n_{C_7H_{14}}^0\right)/100; \\
 n_{C_7H_{12}} &= A_1n_{C_7H_{14}}^0/100; \quad n_{C_7H_{10}} = A_2n_{C_7H_{14}}^0/100; \\
 n_{C_7H_8} &= A_3n_{C_7H_{14}}^0/100; \quad n_{CO_2} = 7A_4n_{C_7H_{14}}^0/100.
 \end{aligned} \tag{3}$$

İdeal qarışdırma tipli reaktor üçün işə prosesin kinetik modeli (1) cəbri forma şəklində ifadə olunmuşdur. Proses göstərilən kinetik modellər əsasında müxtəlif texnoloji rejimlərdə: $T = 320-400^{\circ}\text{C}$, həcmi sürətin $V = 1000-3000 \text{ saat}^{-1}$, oksigenin parsial təzyiqinin $P_{\text{O}_2} = 0.04 - 0.20 \text{ atm}$ və metilsikloheksanın parsial təzyiqinin $P_{\text{C}_7\text{H}_{14}} = 0.06 - 0.25 \text{ atm}$ qiymətlərində personal kompüter vasitəsilə hər iki tip reaktor üçün tədqiq edilmişdir. Məsəl üçün 380°C temperaturda metilsikloheksan və oksigenin $n_{\text{C}_7\text{H}_{14}}^0 \div n_{\text{O}_2}^0 = (0.00902:0.02706) \div (0.01129:0.03386) \text{ mol/saat}$ molyar nisbətlərinin intervalında aparılan tədqiqatların nəticələri göstərilmişdir ki, sıxışdırma reaktorda bütün çevrilmə dərəcələri üçün reaksiya həcmnin istifadə əmsalı qarışdırma reaktorundan daha çoxdur. Çevrilmə dərəcəsinin 35%-dən 50%-a qədər artması tədqiq olunan reaktorların həcmələrinin nisbətləri $V_{i.Q}/V_{i.S}$ 1.23-dən 1.45-ə qədər yüksəkdir. Analoji nəticələr başqa texnoloji rejimlərdə də müşahidə olunur. Həmçinin, kinetik model əsasında tədqiqatlar göstərdi ki, çevrilmə dərəcəsinin artması ilə qarışdırma reaktorunda məqsədli məhsulun selektivliyi sıxışdırma reaktorundan daha azdır. Beləliklə, kinetik modellər əsasında aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşmə prosesi üçün optimal reaktor ideal sıxışdırma tipli reaktordur.

Prosesinin nəzəri optimallaşdırılması

Məqsədli məhsul – metilsikloheksadienə görə, katalizatorun maksimal məhsuldarlığını təmin etmək üçün prosesin kinetik tənlik əsasında nəzəri optimallaşdırılması aparılmışdır. Nəzəri optimallaşdırılması nəticəsində prosesin optimal texnoloji rejimləri müəyyən edilmişdir. Metilsikloheksadienə görə məhsuldarlığı aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$q_{\text{C}_6\text{H}_7\text{CH}_3} = f\left(T, n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0, \theta, \frac{G_{\text{kat}}}{n_{\text{C}_6\text{H}_7\text{CH}_3}^0}\right) \quad (4)$$

Burada $q_{\text{C}_6\text{H}_7\text{CH}_3}$ – katalizatorun metilsikloheksadienə görə məhsuldarlığı, $q_r/(\text{saat } q_{r_{\text{kat}}})$; T – reaktorun temperaturu, $^{\circ}\text{C}$; $\frac{G_{\text{kat}}}{n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0}$ – kontakt müddəti, $(q_{r_{\text{kat}}} \text{ saat})/\text{mol}$; θ – metilsikloheksanın oksigenə olan mol nisbəti, vahidsiz ölçü; n_1^0 – metilsikloheksanın ilkin qiyməti, mol/saat .

Yaradılmış kinetik model [4] əsasında katalizatorun maksimum məhsuldarlığını təmin edən rejim parametrlərinin təyini məqsədilə məqsədli funksiyanı (optimallaşdırılma kriteriyasını) aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$\max(q_{\text{C}_6\text{H}_7\text{CH}_3}) = f\left(T, n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0, \theta, \frac{G_{\text{kat}}}{n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0}\right) \quad (5)$$

Texnoloji şərtlərə görə, parametrlərin təyini zamanı aşağıdakı məhdudiyətlər nəzərə alınmışdır:

$$\begin{aligned} 320^{\circ}\text{C} &\leq T \leq 400^{\circ}\text{C} \\ 70 &\leq \frac{G_{\text{kat}}}{n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0} \leq 200 \\ 0.01 &\leq n_{\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3}^0 \leq 0.05 \\ 0.5 &\leq \theta \leq 2.0 \end{aligned}$$

Məsələ prosesin kinetik modelin və material balansın əsasında həll olunmuşdur. Burada mövcud məhdudiyətləri nəzərə alaraq, kinetik model əsasında (1) katalizatorun məhsuldarlığı hər bir variant üçün aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$q = \frac{Xn_{C_6H_7CH_3}^0 M_{C_6H_7CH_3}}{G_{kat}}, \quad (6)$$

burada $M_{C_6H_7CH_3}$ – metilsikloheksadienin molekulyar çəkisi.

Qoyulmuş məsələ «Matlab» proqram sistemində [6, s.556-559] Nelder-Mid axtarış üsulundan istifadə etməklə [7] həll edilmişdir və aşağıdakı nəticələr alınmışdır: $T=380^{\circ}C$; $n_{C_6H_{11}CH_3}^0 = 0.024$

mol/saat; $\theta=0.9$; $\frac{G_{kat}}{n_{C_6H_{11}CH_3}^0} = 150(qr_{kat} \text{ saat})/\text{mol}$. Bu şərtlər nəticəsində katalizatorun məhsuldarlığı

$q_{C_6H_7CH_3} = 0.250 qr/(qr_{kat} \text{ saat})$, metilsikloheksana görə çevrilmə dərəcəsi $X=50\%$, metilsikloheksadienin çıxımı isə 15% olmuşdur.

Prosesin tam riyazi modelin tərtib olunması

Sənaye miqyasında prosesi müşayiət edən temperatur və qatılıq qradientləri, kütlə və istilik ötürülməsi kinetik modeldə nəzərə alınmır. Buna görə də, yalnız kinetik modellər əsasında nəzəri optimallaşdırma ilə alınan məhsulların çıxımları şərti olaraq maksimal qəbul olunur. Bu mərhələdə axınların paylanması daha dəqiq təsvirini əldə etmək üçün kinetik tənliklərə istilik balans tənlikləri və təzyiq düşküsunü nəzərə alan tənliklər əlavə olunaraq prosesin tam riyazi modeli hazırlanmışdır.

Reaktorun çıxışında metilsikloheksadienin $Q = 2000$ kq/saat kütlə sürətinə nail olmaq üçün katalizatorun həcmnin qiymətini katalizatorun maksimum məhsuldarlığına əsasən

$\left(q = 0.250 \frac{qr}{qr_{kat} \text{ saat}} \right)$ aşağıdakı düsturla təyin etmişik:

$$V_{kat} = \frac{Q}{q \cdot \rho_{kat}} \approx 9.5 \text{ m}^3$$

burada ρ_{kat} – katalizatorun sıxlığı, $\rho_{kat} = 850$ kg/m³.

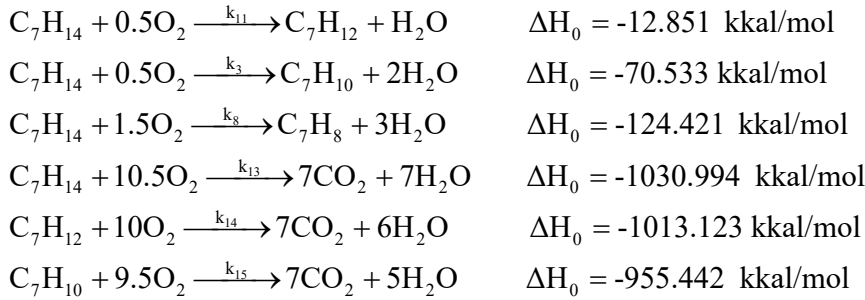
Təyin olunmuş katalizator kütləsini hündürlüyü $H = 4.4$ və diametri $D = 1.7$ m olan silindrik reaktorda tərənəmz lay şəklində yerləşdirmək olar.

İstilik balans tənliyinə kimyəvi reaksiyaların istilik effektləri və həmçinin, reaktorun divarları vasitəsilə ətraf mühitə istilik itkiləri daxil olunmuşdur. Bu tənliyi aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$\frac{dT}{dG_{kat}} = - \frac{\sum_{j=1}^m r_j \Delta H_{Rj}}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} - \frac{\alpha(T - T_x)}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} \quad (7)$$

burada r_j – reaksiya məhsullarının əmələ gəlmə sürətləri, mol/(kg_{kat}·saat); ΔH_{Rj} – j-reaksiyasının istilik effekti, kDj/mol; $C_{pi}(i = \overline{1, k})$ – müvafiq indekslərə uyğun olan prosesin komponentlərinin istilik tutumlarının qiymətləri, Dj/(mol·K); α – istilik keçirmə əmsalı, Dj/(K·kq_{kat}·saat); T_x – ətraf mühitin temperaturu, K; T – qaz qarışığının temperaturu, K; G_{kat} – katalizatorun miqdarı, kg; m – reaksiyaların ümumi sayı; n_i – i-komponentin mol sürəti, mol/saat.

Aşağıda standart şərtlər üçün metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşməsinin termokimyəvi tənlikləri göstərilib [8, s. 95-99]:



İstilik balans tənliyini həll etmək üçün hər bir reaksiyanın istilik effektinin ΔH_{Rj} temperaturdan asılılıqlarını müəyyən etmək lazımdır [8; s. 105-107, 9; s. 77-81]:

1) komponentlərin izobarik istilik tutumu üçün:

$$C_{pi} = a_i + b_i T + c_i T^2 + d_i T^3$$

2) sistemin izobarik istilik tutumunun dəyişikliyi üçün:

$$\begin{aligned}
 \Delta C_{pj} &= \Delta a_j + \Delta b_j T + \Delta c_j T^2 + \Delta d_j T^3 = \left(\sum_i v_i' a_i^{meh} - \sum_i v_i a_i^{ilk} \right) + \\
 &+ \left(\sum_i v_i' b_i^{meh} - \sum_i v_i b_i^{ilk} \right) T + \left(\sum_i v_i' c_i^{meh} - \sum_i v_i c_i^{ilk} \right) T^2 + \left(\sum_i v_i' d_i^{meh} - \sum_i v_i d_i^{ilk} \right) T^3
 \end{aligned}$$

3) j -reaksiyasının standart istiliyi:

$$\Delta H_{298j} = \left(\sum_i v_i' \Delta H_{298}^{meh} - \sum_i v_i \Delta H_{298}^{ilk} \right)_j$$

4) j -reaksiyasının istiliyin dəyişməsi:

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{Rj} &= \int_{298}^T \Delta C_{pj} dT + \Delta H_{298j} = \Delta a_j (T - 298) + \frac{\Delta b_j}{2} (T^2 - 298^2) + \frac{\Delta c_j}{3} (T^3 - 298^3) + \\
 &+ \frac{\Delta d_j}{4} (T^4 - 298^4) + \Delta H_{298j}
 \end{aligned}$$

və həmçinin standart əmələgəlmə istiliklərinin qiymətləri ΔH_{0i} və istilik tutumlarının empirik əmsalları vasitəsilə prosesdə iştirak edən bütün reaksiyalar üçün onların stexiometrik sxemlərinə uyğun olaraq istilik effektlərinin ΔH_{Rj} temperaturdan asılılıqları müəyyən edilmişdir. Burada v_i və v_i' – ilkin maddələrin və reaksiyanın məhsullarının i -komponentinin stexiometrik əmsalları; ΔH_{0i}^{ilk} , ΔH_{0i}^{meh} – ilkin maddələrin və reaksiyanın məhsullarının i -komponentinin standart əmələgəlmə istilikləri; ΔH_{Rj} – j -reaksiyasının istilik effekti; ΔH_{0j} – j -reaksiyasının standart istilik effekti.

Katalizatorun kütləsini onun sıxlığı, reaktorun diametri və uzunluğu ilə ifadə etsək, istilik balans tənliyini aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$\frac{N_i^0}{\rho_k \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dT}{dl} = - \frac{\sum_{j=1}^m r_j \Delta H_{Rj}}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} - \frac{\alpha(T - T_x)}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} \quad (8)$$

A_i – i -məhsulun çıxımı, %; ρ_{kat} – katalizatorun sıxlığı; l – reaktorun uzunluğu; D – reaktorun diametri; r_j – j -reaksiyanın sürəti.

Reagentlərin axın tipli reaktorlardan keçməsi təzyiqli itkiləri ilə müşayiət olunur. Baxılan proses atmosfer təzyiqində aparılır. Burada təzyiqli itkisi elə də çox olmasa da, reaktorun uzunluğu boyunca reaksiya məhsullarının məhsuldarlığının daha düzgün və dəqiq paylanmasını əldə etmək üçün təzyiqli düşküsünü nəzərə almaq lazımdır.

Heterogen katalitik proseslər üçün təzyiqli düşküsünün hesablanması üçün Erqunun təklif etdiyi hesablama tənliyi istifadə olunur [5; s.127-128, 10; s. 246-249], bu da katalizator layında baş verən müqavimət barədə müxtəlif müəlliflərin təcrübə eksperimental qiymətlərini yaxşı təsvir edir və tədqiq olunan prosesin reaktorunun uzunluğu boyunca təzyiqli itkisini hesablamaq üçün istifadə edilə bilər:

$$\frac{dP}{dl} = - \left(\frac{150}{Re} + 1.75 \right) \cdot \frac{\rho_{\text{qaz}} u_0^2 (1 - \varepsilon)}{d_p g \varepsilon^3}, \quad (9)$$

burada Re – Reynolds kriteriyasıdır, $\frac{d_p \rho_{\text{qaz}} u_0}{\mu(1 - \varepsilon)}$; D – reaktorun diametri, m; ρ_{qaz} – qazın sıxlığı, kg/m^3 ;

g – sərbəstdüşmə təcili, m/san^2 ; u_0 – xətti sürət, m/san ; d_p – hissəciklərin ekvivalent diametri, m; ε – məsaməlilik, vahidsiz; μ – qazın özlülüyü, $\text{kg/m} \cdot \text{san}$); l – reaktorun uzunluğu, m.

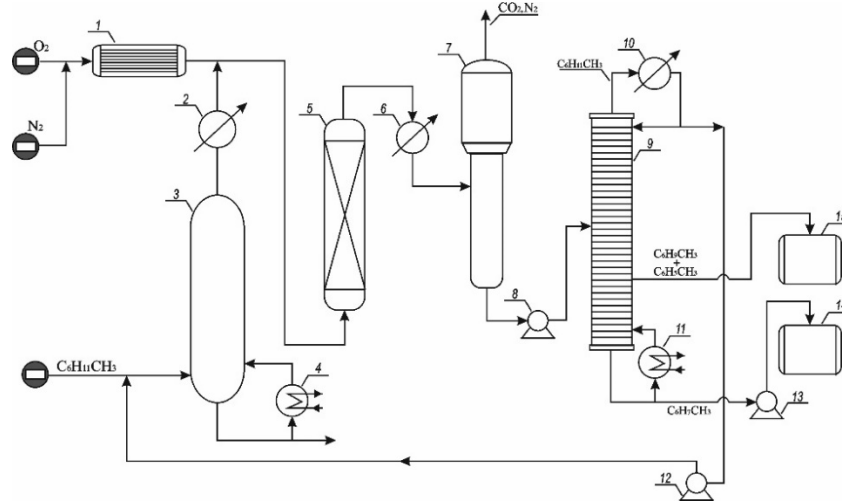
Metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşməsi prosesinin kinetik tənlikləri, istilik balans və təzyiqli düşküsünü nəzərə alan tənliklər prosesin tam riyazi modelini təşkil edir:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{n_1^0}{\rho_{\text{kat}} \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dA_1}{dl} = r_{\text{C}_7\text{H}_{12}}^1 - r_{\text{CO}_2}^2 \\ \frac{n_1^0}{\rho_{\text{kat}} \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dA_2}{dl} = r_{\text{C}_7\text{H}_{10}}^1 - r_{\text{CO}_2}^3 \\ \frac{n_1^0}{\rho_{\text{kat}} \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dA_3}{dl} = r_{\text{C}_7\text{H}_8}^1 \\ \frac{n_1^0}{\rho_{\text{kat}} \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dA_4}{dl} = r_{\text{CO}_2}^1 + r_{\text{CO}_2}^2 + r_{\text{CO}_2}^3 \\ \frac{dP}{dl} = - \left(\frac{150}{Re} + 1.75 \right) \cdot \frac{\rho_{\text{qaz}} u_0^2 (1 - \varepsilon)}{d_p g \varepsilon^3} \\ \frac{N_1^0}{\rho_k \cdot \frac{\pi D^2}{4}} \frac{dT}{dl} = - \frac{\sum_{j=1}^m r_j \Delta H_{Rj}}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} - \frac{\alpha(T - T_x)}{\sum_{i=1}^n n_i C_{pi}} \end{array} \right. \quad (10)$$

burada $r_{\text{CO}_2}^1$, $r_{\text{CO}_2}^2$, $r_{\text{CO}_2}^3$ – karbon dioksidin metilsikloheksandan (C_7H_{14}), metilsikloheksəndən (C_7H_{12}) və metilsikloheksadiəndən (C_7H_{10}) əmələ gəlmə sürətləri; $r_{\text{C}_7\text{H}_{12}}^1$, $r_{\text{C}_7\text{H}_{10}}^1$, $r_{\text{C}_7\text{H}_8}^1$ – metilsikloheksenin, metilsikloheksadienin və toluolun əmələ gəlmə sürətləri.

Prosesin prinsiplial texnoloji sxemi

Şeçilmiş optimal reaktor tipi və təyin edilmiş optimal texnoloji rejim əsasında metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşmə prosesi üçün aşağıdakı göstərilmiş prinsiplial texnoloji sxemi təklif olunmuşdur (şəkil).



Metilsikloheksadienin alınması prosesi prinsiplial texnoloji sxemi.

- 1 – qızdırıcı; 2, 6, 10 – istilikdəyişdiricilər; 3 – buxarlandırıcı kalon;
4, 11 – qaynadıcılar (reboylar); 5 – reaktor; 7 – separator; 8, 12, 13 – nasoslar;
9 – rektifikasiya kalonu; 14 – hazır məhsul çəni; 15 – əlavə məhsul çəni.

Şəkildən görüldüyü kimi xammal – metilsikloheksan buxarlandırıcı kalonda (3) buxar halına keçərək çıxışda yerləşən istilikdəyişdiriciyə göndərilir (2), daha sonra qızdırıcıda (1) qızdırılmış oksigen və azotla qarışaraq CoCr metalları ilə modifikasiya olunmuş seolit katalizatorlarının yerləşdiyi reaktora (5) daxil olur, reaktorun çıxışında yenidən istilikdəyişdiricidən (6) keçərək separatora (7) daxil olur, alınan karbon qazı və daşıyıcı azot separatorun yuxarı hissəsindən çıxır, separatorun aşağısından çıxan məhsul fraksiyalara ayrılmaq üçün nasos vasitəsi ilə rektifikasiya kalonuna (9) verilir. Rektifikasiya kalonunun yuxarisından çıxan, reaksiyaya daxil olmayan və digər məhsullara nisbətən daha aşağı qaynama temperaturuna malik metilsikloheksan (101.1°C) istilikdəyişdiricidən (10) keçərək yenidən prosesin əvvəlinə qaytarılır, metilsikloheksanın bir hissəsi isə soyuq suvarma kimi rektifikasiya kalonuna qaytarılır. Kalonun orta hissəsindən ayrılan metilsikloheksan və toluol bir-birinə yaxın qaynama temperaturuna malik olduqları üçün (toluol – 110.6°C , metilsikloheksan – 110.3°C) sonrakı proseslərdə ayrılmaq üçün əlavə məhsul çəninə (15) yığılır. Rektifikasiya kalonun aşağısından çıxan metilsikloheksadien isə hazır məhsul çəninə (14) göndərilir.

Nəticə

Beləliklə, yuxarıda göstərilən nəticələr əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, metilsikloheksanın metilsikloheksadienə selektiv oksidləşdirici dehidrogenləşdirmə prosesi üçün optimal reaktor ideal sıxışdırma tipli reaktordur və sənaye miqyasında prosesi bu tip reaktorda reallaşdırılması üçün tərəpnməz lay katalizatorlu reaktorlarda aparılması daha məqsədəuyğundur. Yaradılmış riyazi modelin adekvatlığı pilot qurğu üzərində yoxlanılmışdır və dürüstlüyü sübut olunmuşdur. Riyazi model üzərində aparılan tədqiqatlar təzyiqin nisbətən az düşməsinə göstərdi (1 atm -dən 0.9 atm -ə qədər). Bu da ümumən prosesin gedişatına təsir etmir və axının xətti sürətinin artırılmasına ehtiyac olmur. Həmçinin reaktorun uzunluq boyunca temperaturun bir qədər yüksəlməyi müsbət olunur (380°C -dan 385°C -ə qədər). Temperatur fərqi çox olmadığına görə bahalı izotermik reaktorların tətbiqinə ehtiyac qalmır və tədqiq olunan proses üçün adiabatik tipli reaktordan istifadə etmək olar. Alınan nəticələr modifikasiya olunmuş aktiv metalseolit katalizatoru üzərində metilsikloheksanın metilsikloheksadienə oksidləşdirici dehidrogenləşdirmə prosesi üçün layihələndirilməsində istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Junchi Meng, Feng Zhou, Huixia Ma, Xingzhou Yuan, Yanjuan Wang, Jian Zhang. Review of Catalysts for Methylcyclohexane Dehydrogenation. *Topics in Catalysis* 64(4), July 2021, p.509-520.
2. Aliev A.M., Shabanova Z.A., Karimov A.I., Najaf-Guliyev U.M. Studies of the catalytic activity of the modified zeolite in the oxidative dehydrogenation of methylcyclohexane // 1st Int. Turkic World Conf. Chem. Sci. Technologies. Sarayevo. 2015, p. 320.
3. Алиев А.М., Шабанова З.А., Керимов А.И. Селективное окислительное дегидрирование метилциклогексана на модифицированных цеолитных катализаторах. // Журнал «Нефтепереработка и нефтехимия», Россия, Москва 2018, № 2, с.40-43.
4. Aliyev A.M., Shabanova Z.A., Kerimov A.I., Bahmanov M.F., Aliyev F.V., Najaf-Guliyev U.M. Use of metal-zeolites as a catalyst in reaction of oxidative dehydrogenation of naphthenes. //Azerbaijan Chemical Journal; Azerbaijan, Baku 2016, №3, p.63-74.
5. Harriott P. *Chemical Reactor Design*. Marcel Dekker Inc., New York. 2003, 429 p.
6. Yeo, Yeong Koo. *Chemical engineering computation with Matlab*, Taylor & Francis, CRC Press, 2017, 608 p.
7. Lagarias J.C., Reeds J.A., Wright M.H., Wright P.E. *SIAM Journal of optimization*, 1998(9), p.112-147.
8. Введенский А.А. Термодинамические расчеты нефтехимических процессов. Л.: Гостоптехиздат, 1960, 376 с.
9. Coker A.K. *Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*. Gulf Publishing Company. 2001, 1126 p.
10. Вейлас С. *Химическая кинетика и расчеты промышленных реакторов*. М.: Химия, 1967, 416 с.

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL AND PRINCIPAL TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE PROCESS OF OXIDATIVE DEHYDROGENATION OF METHYLCYCLOHEXANE INTO METHYLCYCLOHEXADIENE

A.M.Aliyev, A.I.Karimov, A.R.Safarov, V.M.Yariyev, X.A.Aliyeva
Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan
M.F. Nagiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry

Abstract. Has been considered the process of selective oxidative dehydrogenation of methylcyclohexane to methylcyclohexadiene on a modified metal zeolite catalyst. On the basis of the kinetic model of this process, it was select the reactor type and carried out its theoretical optimization. It was shown that it is more better to carry out the considered process in a plug-flow reactor. As a result of the theoretical optimization of the process, the optimal technological regimes were determined. For a given process productivity, the optimal structural dimensions of the reactor element were calculated. Taking into account the equation of heat balance and pressure drop, a complete mathematical model of the process was compiled and its basic technological scheme was developed.

Keywords: methylcyclohexane, methylcyclohexadiene, zeolite catalyst, mathematical model, principal technological scheme.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕГИДРИРОВАНИЯ МЕТИЛЦИКЛОГЕКСАНА В МЕТИЛЦИКЛОГЕКСАДИЕН

А.М.Алиев, А.И. Керимов, А.Р.Сафаров, В.М.Ярыев, Х.А.Алиева
Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики
Институт Катализа и Неорганической Химии им. акад. М.Ф.Нагиева

Резюме. Рассмотрен процесс селективного окислительного дегидрирования метилциклогексана в метилциклогексадиен на модифицированном металлоцеолитном катализаторе. На основе кинетической модели данного процесса осуществлен выбор типа реактора и его теоретическая оптимизация. Показано, что целесообразнее проводить рассматриваемый процесс в реакторе идеального вытеснения. В результате теоретической оптимизации процесса определены оптимальные технологические режимы. Для заданной производительности процесса рассчитаны оптимальные конструктивные размеры реакторного элемента. С учетом уравнения теплового баланса и перепада давления составлена полная математическая модель процесса и разработана его принципиальная технологическая схема.

Ключевые слова: метилциклогексан, метилциклогексадиен, цеолитный катализатор, математическая модель, принципиальная технологическая схема.

Daxil olub: 06.02.2023

ELECTROPHYLIC REACTIONS OF CHLOROCARBOXYLIC ANHYDRIDE OF 1-METHYL-CYCLOHEX-3-ENE WITH 3-OXINDOLE AND N-PHENYLACETIC ACID

M.A.Rustamov, Sh.M.Eyvazova, N.A.Veysova, G.A.Mirzayeva

Azerbaijan Technical University

*Email: rustamov.mahmud353@gmail.com, shukufa.eyvazova@aztu.edu.az,
naileveysova@gmail.com, mirzayeva70@mail.ru*

Keywords: *carboxylic acid,
chloroanhydride,
carboxamide, oxindole*

Abstract. The properties of various functionally substituted nitrogen-organic compounds depend on their structure, the state and nature of the functional group in their molecule. Functionally substituted proteins obtained on the basis of the peptide bond of substituted heterocyclic compounds from various amino acids perform a physiological function that is widespread in nature and is important for the vital activity of the body. The direct acidification reaction of aromatic amines with aromatic carboxylic acids takes place under severe conditions at temperatures above 280°C, the product is obtained with low yield, and at the same time additional products are formed.

Among carbonaceous compounds, chloranhydrides of carbonic acids have the strongest electrophilic properties. The reaction of acylation with chloranhydrides proceeds in mild conditions and the reaction product is obtained with a high yield.

Relevant carboxamide compounds have been obtained by acidification of N-phenylacetic acid and 3-oxindole with chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene. It has been found that the carboxamide compound obtained on the basis of N-phenylacetic acid forms carboxamide compound of 3-oxindole in the basic medium cycling intramolecularly.

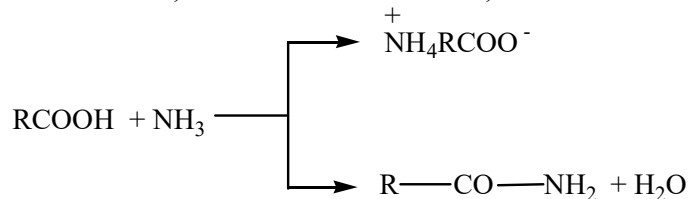
Introduction

Amide compounds are of special scientific and practical importance among the derivatives of carboxylic acids. Organic compounds containing amide groups in the molecule have a wide range of applications.

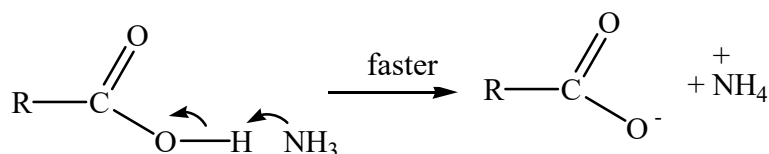
Amide compounds are widely used in medicine as medicine preparates [1; p. 185-187], in agriculture as bio stimulant for plants [2, 3], in technology as inhibitor [4] for protection of metals from corrosion.

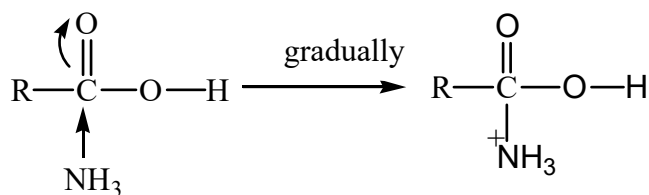
In this article, the reaction of acylation of 3-hydroxyindole and N-phenylacetic acid with 1-methylcyclohex-3-enecarboxylic acid chloride (II) (1) was studied.

At first glance, it seems that amide compounds can be obtained in a very simple way by acidifying amines with carboxylic acids. However, as a result of this reaction, first no amide but salt is obtained:



The reason why the amide compound cannot be obtained directly in this reaction is that the carbonyl group of the acid (RCOOH) moves to the base (NH₃) faster than to the electrophilic group of ammonia.

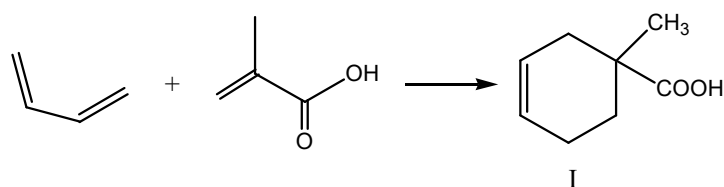




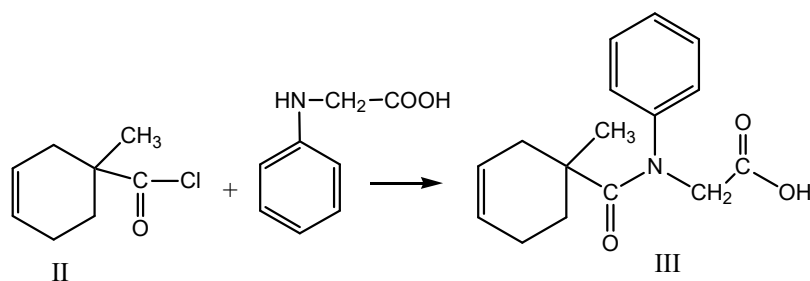
The direct acylation reaction of aromatic carboxylic acids and aromatic amines proceeds under harsh conditions at temperatures above 280°C, the product is obtained in low yield, and by-products are also formed.

It is known that chlorocarboxylic anhydrides have the strongest electrophilic properties among carbonyl compounds. The acidification reaction with chlorocarboxylic anhydrides occurs under soft condition and the reaction product is obtained with high yield.

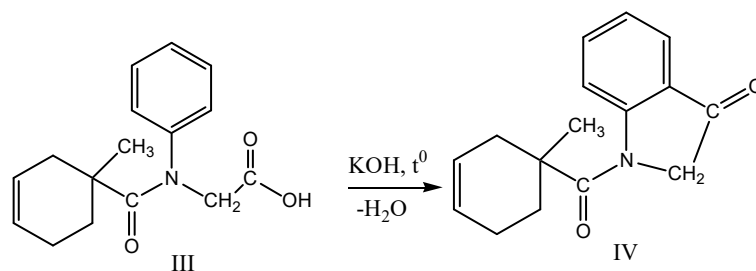
1-methyl-cyclohex-3-enecarboxylic acid (I) has been obtained by condensation of divinyl with methacrylic acid according to the Diels-Alder reaction [5].



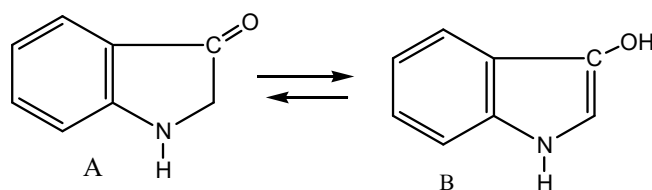
Chlorocarboxylic anhydride (II) of 1-methyl-cyclohex-3-ene (I) has been synthesized by the affection of trichlorophosphorus (PCl₃) in benzene medium according to the method of [6; p.358-359]. The reaction of chlorocarboxylic anhydride (II) with N-phenylacetic acid occurs by the following scheme:



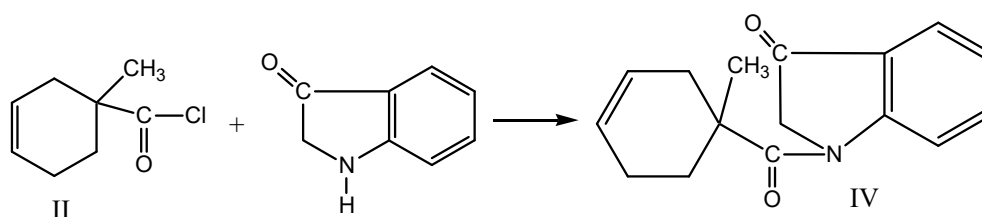
1-(1-methyl-cyclohex-3-enecarbonyl)-3-oxindole (IV) – derivative of 3-oxindole (IV) has been obtained as a result of intramolecular cyclization when heating [(1-methyl-cyclohex-3-enecarbonyl)-phenyl-amino]acetic acid (III) obtained as a result of the reaction in the basic medium.



This substance (IV) has been obtained by acidification of 3-oxindole with chlorocarboxylic anhydride (II) of 1-methyl-cyclohex-3-ene on the basis of cross-synthesis. It is known from the literature that 3-oxindole is found in two keto (A) and enol (B) forms of tautomer.



N- and O-acidification products, even in N,O-acidification products are obtained, when acidified with acetic anhydride. This is due to the fact that acetic anhydride has weak electrophilic properties and the reaction is carried out under severe conditions. It is known from the literature that among the carbonyl compounds, anhydrides of carboxylic acids have the weakest, and halogen anhydrides have the strongest electrophilic properties. Therefore, when chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene (II) is acidified with 3-oxindole, the reaction proceeds to the direction of the obtaining the N-acyl compound, and only the N-acyl compound (IV) is obtained. The reaction takes place according to the following scheme:



The composition and structure of the synthesized substances have been confirmed by chemical reaction, cross-synthesis, IR and NMR spectroscopy.

Experimental part

The IR spectra of the synthesized substances have been recorded on a “Nicolet is 10” spectrophotometer in the suspension state in a thin layer or in Vaseline oil.

NMR spectrum has been recorded on “Bruker 300” spectrophotometer (operating frequency is 300 MHz); internal standard-HMDS, chemical shift δ scale.

TLC analysis has been performed on silica gel in the system of petroleum ether–diethyl ether–acetic acid (90:10:4.5).

1-Methyl-cyclohex-3-ene-carboxylic acid (I).

260 g (3 mol) of methacrylic acid and a mixture of 165 g (3 mol) of butadiene and 200 ml of toluene is heated in a rotating autoclave at 180-200⁰C for 2 hours in the presence of 2 g of hydroquinone. 350 g (85%) of adduct has been obtained after processing the reaction mixture by classic way. Melting point 78⁰C (EtOH-H₂O). This is same with the information of [5] literature: 77,5-78⁰C.

Chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene (II).

Mixture of 140 g (1.0 mol) of 1-methyl-cyclohex-3-ene-carboxylic acid (1) and 80 ml of benzene is placed in a three-neck flask equipped with a reverse refrigerator, stirrer, drip funnel and thermometer and 91.60 g (0.6 mol) of phosphorus chloride is added drop by drop with stirring. After the addition of phosphorus chloride, the reaction mass is heated up to 75-80⁰C. The yellow viscous liquid formed during the reaction precipitates at the bottom of the flask. The clear liquid phase is separated by decantation way and distilled under normal condition. 150.57 g (95%) of chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene (II) is obtained as a result of the reaction. T_{boiling} 185-187⁰C/760 mm.of mercury, n_D^{20} 1.4830, d_4^{20} 1.0925. This is same with the information of literature.

[(1-Methyl-cyclohex-3-ene-carbonyl)-phenyl-amino]acetic acid (III).

The mixture of 7.58 g (0.05 mol) of N-phenyl acetic acid and 70 ml of p-xylene is placed in a three-neck flask equipped with a mechanical stirrer, reverse refrigerator and thermometer and 7.93 g

(0.05 mol) of chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene (II) is added drop by drop with stirring. The temperature of the reaction mass increased up to 45°C when chlorocarbon anhydride (II) was added. After complete addition of chloroanhydride (II), the reaction mass was heated to 120-125°C for 2 h. and left overnight. The precipitated crystalline substance is washed with water and then recrystallized in a water-alcohol mixture. Obtained: 12,53g (91,80%), $t_{\text{melt}}=178-179^{\circ}\text{C}$ (EtOH-H₂O). R_f 0,36. IR spectrum, ν , cm^{-1} : 3340 (-OH), 1715 ($\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{N}^{\leftarrow}$), 1710 (C=O), 1640 (C=C_{in cycle}), 1580, 1510, 1480 (C=C_{ar.}), 760, 735, 720 (C=C_{ar.} mono-substituted). NMR spectrum ^1H δ , MHz: 1.32s (3H, CH₃), 1.90-2.20m (6H, 3CH₂), 5.52s (2H, CH=CH), 7.0-7.26m (5H, Ar), 10.8s (1H, -OH). R_f 0,35.

1-(1-methyl-cyclohex-3-enecarbonyl)-2,2-dihydro-indole-3-on (IV).

A mixture of 13.65 g of carboxamide (III), 2.8 g of KOH and 70 ml of ethyl alcohol is placed in a three-neck flask equipped with a mechanical stirrer, a thermometer and reserve refrigerator with a water trap and heated to 65-70°C with stirring for 5 hours. After overnight, the precipitated substance is separated by filtration and washed several times with water. Obtained: 11.03g (86.5%) (IV) compound. $T_{\text{melt.}}=132-133^{\circ}\text{C}$ (EtOH-H₂O). R_f 0.52. IR spektr, ν , cm^{-1} : 1720 (C=O), 1715 ($\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{N}^{\leftarrow}$), 1650 (C=C_{in cycle}), 1600, 1560, 1480 (C=C_{ar.}), 760, 740 (C=C_{ar.} 1,2-substituted). NMR spectrum ^1H δ , MHz: 1.30s (3H, CH₃), 1.92-2.23m (6H, 3CH₂), 4.56 (2H, >CH₂), 5.54s (2H, HC=CH_{in cycle}), 7.20-7.85m (4H, C₆H₄). R_f 0.56.

Acidification reaction of chlorocarboxylic anhydride of 1-methyl-cyclohex-3-ene (II) with 3-oxindole (cross-synthesis).

Using the above method, 6.65 g (0.05 mol) of 3-oxindole and 80 ml of p-xylene have been placed in a three-neck flask equipped with a mechanical stirrer, reserve refrigerator, drip funnel and thermometer and 7.93 g (0.05 mol) of chlorocarboxylic anhydride (II) is added drop by drop by mixing. When chlorocarboxylic anhydride was added, the temperature of the reaction mass increased up to 50°C. The reaction mass is heated to 115-120°C stirring for 1.5 hours after complete addition of chlorohydride (II). After overnight, the crystalline substance is separated by filtration and recrystallized in a water-alcohol mixture. Obtained: 11.76 g (92.3%) of 1-(1-methyl-cyclohex-3-enecarbonyl)-2,2-dihydro-indole-3-on (IV) substance. The physical parameters, IR and NMR spectra of the substance (IV) obtained by both methods are the same.

Conclusion

In this article, the reaction of acylation of 3-oxindole and N-phenylacetic acid with 1-methyl-cyclohex-3-encarboxylic acid chlorohydride was studied for the first time. When the resulting substance is acylated with 3-hydroxyindole chlorohydride of 1-methylcyclohex-3-encarboxylic acid on the basis of mutual synthesis, the reaction proceeds in the direction of obtaining an N-acyl compound, and as a result of the reaction, only the N-acyl compound 1-(1-methylcyclohex-3-encarbonyl)-2,2-dihydro-indole-3 is obtained- him.

The obtained substances can be used in medicine as medicines, in agriculture as stimulants for plants, in engineering as inhibitors to protect metals from corrosion.

REFERENCES

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Харьков, Торсинг, 1997, 2, 353 с.
2. Rüstəmov M.Ə., Veysova N.Ə., Eyvazova Ş.M., Zamanov P.B., İsmayılova S.H. 2-(tsikloheks-3-enkarboksiamido) sirkə turşusunun kalium duzu dənli və paxlalı bitkilərin boy stimulyatoru kimi. Patent-İXTİRA İ20160051, 2016.
3. Rüstəmov M.Ə., Eyvazova Ş.M., Əfkaribachebac A.Ş. (İR), Zamanov P.B., İsmayılova S.H., Qəmbərova R.F. Günəbaxanın boy stimulyatoru. Patent-İXTİRA. İ20160049, 2016.
4. Rüstəmov M.Ə., Veysova N.Ə., Eyvazova Ş.M., Bayramov M.R., Ağayeva M.A. N-(1,4-dimetil-tsikloheks-3-enkarbonil)benzamid poladın korroziya ingibitoru kimi. Patent-İXTİRA. İ20190030, 2019.

- Петров А.А., Сопов Н.П. О конденсации диеновых углеводородов с метакриловой кислотой и метилметакрилатом. Ж.Общ.химии, 1948, т.18, №10, с.1781-1788.
- Вейганд-Хильегат. Методы эксперимента в Органической химии. Изд. Химия, 1969, с.231.

1-METİL-TSİKLOHEKS-3-ENKARBON TURŞUSU XLORANHİDRİDİNİN 3-OKSİİNDOL VƏ N-FENİLSİRKƏ TURŞUSU İLƏ ELEKTROFİL REAKSİYALARI

M.Ə.Rüstəmov, Ş.M.Eyvazova, N.Ə.Veysova, G.Ə.Mirzəyeva
Azərbaycan Texniki Universiteti

Xülasə. Müxtəlif funksional əvəzli azotüzvi birləşmələrin xassələri onların quruluşundan, molekulundakı funksional qrupun vəziyyətindən və təbiətindən asılıdır. Funksionaləvəzli heterotsiklik birləşmələrin müxtəlif aminturşulardan peptid rabitəsi əsasında alınan zülallar təbiətdə geniş yayılmış və orqanizmin həyat fəaliyyəti üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən fizioloji funksiyaları yerinə yetirir. Aromatik karbon turşuları ilə aromatik aminlərin birbaşa asilləşmə reaksiyası sərt şəraitdə 280°C temperaturdan yüksək temperaturda gedir, məhsul az çıxımla alınır, eyni zamanda əlavə məhsullar da əmələ gəlir.

Karbonilli birləşmələr sırasında karbon turşularının xloranhidridləri ən güclü elektrofil xassəyə malikdir. Xloranhidridlərlə asilləşmə reaksiyası yumşaq şəraitdə gedir və reaksiya məhsulu yüksək çıxımla alınır.

Tədqiqat işində N-fenilsirkə turşusu və 3-oksiindolu 1-metil-tsikloheks-3-enkarbon turşusunun xloranhidridi ilə asilləşdirməklə müvafiq karboksiamid birləşmələri alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, N-fenilsirkə turşusu əsasında alınan karboksiamid birləşməsi əsasi mühitdə molekul daxili tsiklləşərək 3-oksiindolun karboksiamid birləşməsinə əmələ gətirir.

Açar sözlər: karbon turşusu, xloranhidrid, karboksiamid, oksiiindol.

ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ХЛОРАНГИДРИДА 1-МЕТИЛЦИКЛОГЕКС-3-ЭНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ С 3-ОКСИИНДОЛОМ И N-ФЕНИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

M.A.Рустамов, Ш.М.Эйвазова, Н.А.Вейсова, Г.А.Мирзоева
Азербайджанский технический университет

Резюме. Свойства различных функционально замещенных азотсодержащих соединений зависят от их структуры, состояния и природы функциональной группы в их молекуле. Функционально замещенные белки, полученные на основе пептидной связи замещенных гетероциклических соединений из различных аминокислот, выполняют физиологическую функцию, широко распространенную в природе и имеющую важное значение для жизнедеятельности организма. Реакция прямого ацилирования ароматических карбоновых кислот и ароматических аминов протекает в жестких условиях при температуре выше 280°C, продукт получается с низким выходом, и в то же время - также образуются дополнительные продукты.

Среди карбонильных соединений наиболее сильными электрофильными свойствами обладают хлорангидриды углеродных кислот. Реакция ацилирования хлорангидрида протекает в мягких условиях и продукт реакции получается с высоким выходом.

В ходе исследования были получены соответствующие карбоксиамидные соединения путем ацилирования N-фенилуксусной кислоты и 3-оксииндола хлорангидридом 1-метилциклогекс-3-энкарбонической кислоты. Установлено, что карбоксиамидное соединение, полученное на основе N-фенилуксусной кислоты, в кислой среде внутримолекулярно циклизуется с образованием карбоксиамидного соединения 3-оксииндола.

Ключевые слова: углеводная кислота, хлорангидрид, карбоксиамид, оксииндол.

Daxil olub: 13.02.2023

MOTOR YAĞLARINA SULFONAT AŞQARLARI**K.A.Salmanova¹, P.Ş.Məmmədova², S.M.Vəliyeva², İ.D.Güləliyev², İ.Ə.Sədirzadə²**¹*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*²*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Aşqarlar Kimyası İnstitutu**E-mail: salmanovakama@mail.ru, pervin_mammadova@mail.ru, seadet.veliyeva.56@mail.ru
ikram.kulaliev@mail.ru, sadirzadainara@mail.ru*

Açar sözlər: *neft yağı, alkiltoluol, yarım-sintetik sulfonatlar, yuyucu-dispersedici aşqarlar, motor yağları, funksional xassələr*

Xülasə. Sulfonat aşqarlarının təsir effektivini artırmaq məqsədi ilə onların M-8 neft yağı və alkil (C₂₀-C₃₀) toluol qarışığı əsasında alınmasının mümkünlüyü öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, qarışıq xammalın sulfolaşması prosesində sulfoturşuların çıxımı 89-95%, turş qudrunun miqdarı isə sulfolaşmış neft yağlarına nisbətən 40-45% aşağıdır. Neytral sulfonatın göstəricilərinə ilkin xammal qarışığında ingrediventlərin nisbətinin təsiri öyrənilmiş və tələb olunan aşqarın alınması üçün şərait müəyyən edilmişdir. Laboratoriya sınaqların nəticələri göstərmişdir ki, neytral, orta – və yüksək qələvili yarım-sintetik kalsium sulfonatları yüksək fiziki-kimyəvi, funksional xassələrə malikdir və müasir tələblərə cavab verirlər. Neytral sulfonat çıxıma, aktiv maddənin miqdarına, dispersedici xassələrə görə neft mənşəli NSK sulfonatından və OLOA 246B aşqarından üstündür. Orta və yüksək qələvili aşqarlar fiziki-kimyəvi və yuyucu xassələrinə görə neft mənşəli C-150, C-300 əmtəə sulfonatlarla və Xaytek 6060M aşqarla eyni səviyyədə olduğu halda, dispersedici, korroziyaya, oksidləşməyə qarşı stabilliyə görə analoqlardan üstündür.

Alınmış yüksək qələvili aşqarın iştirakı ilə keyfiyyət göstəricilərinə görə irəli sürülən tələblərə cavab verən M-10Г₂ tipli təcrübi motor yağı işlənmişdir. Yarım-sintetik sulfonatların yüksək effektivliyi onların müasir motor yağlarında yuyucu-dispersedici komponent kimi istifadə etməyə imkan verir.

Giriş. Hal-hazırda dünyanın aparıcı şirkətlərinin istehsal etdiyi motor yağlarında müxtəlif funksional təsirə malik aşqarların balanslaşdırılmış paketlərindən istifadə edilir [1]. Bu aşqarlar yağların müasir tələblərə uyğun yuyucu, dispersedici, korroziyaya, oksidləşməyə, yeyilməyə və s. xassələrini təmin edir [2]. Tətbiq olunan bütün növ aşqarlar arasında daha çox yayılmış metalsaxlayan alkilsalisilat, sulfonat, alkilfenolyat tipli yuyucu-dispersedici aşqarlardır [3]. Göstərilən aşqarların təsir effektivliyi onların kolloid quruluşunun xüsusiyyətlərindən asılıdır. Son illərin elmi ədəbiyyatın təhlili göstərir ki, motor yağların yaradılmasında əsasən yüksək qələvili (qələvi ədədi 150-400 mq KOH/q) yuyucu-dispersedici aşqarlar istifadə edilir [4].

Göstərilən növ aşqarlar içərisində mineral yağlar və sintetik alkilaromatik karbohidrogenlər əsasında istehsal olunan müxtəlif qələvili sulfonatlar xüsusi yer tutur. Müasir tələblərə görə bu aşqarların tərkibində aktiv maddənin (metalsulfonatın) miqdarı 28% az olmamalıdır. Bu tələblərə cavab verən neft mənşəli sulfonatların alınması üçün mürəkkəb və çoxmərhləli texnologiyadan istifadə olunur. Bu zaman ətraf mühiti çirkləndirən tullantı kimi xeyli miqdarda turş qudrun əmələ gəlir (bəzi hallarda 20%-kimi).

Sintetik alkilaromatik karbohidrogenlər əsasında alınan sulfonatlar yüksək fiziki-kimyəvi və funksional xassələrə malik olmaqla yanaşı, həm də adi şəraitdə qatı maddələr olub, nəql olunma qabiliyyətinə malik deyirlər. Buna görə onlara sulfoturşuların neytrallaşması mərhələsində durulaşdırıcı kimi müəyyən yağlar əlavə edilir, bu da öz növbəsində aşqarların bəzi göstəricilərin (məsələn, rənginin) pisləşməsinə səbəb olur.

Tədqiqatın məqsədi yüksək təsirli sulfonat tipli yuyucu-dispersedici aşqarların alınması və tədqiqindən ibarətdir.

Məsələnin həlli. Qeyd olunanları nəzərə alaraq, Aşqarlar Kimyası İnstitutunda bu tip aşqarların alınması üçün orijinal üsul işlənmişdir [5; s.77-82]. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, baza yağı əvvəlcədən sintetik alkilaromatik karbohidrogenlərin sulfolaşması mərhələsində əlavə

edilir, neft və sintetik sulfoturşuların qarışıqları alınır, onlar kalsium hidrokksidlə işləməklə neytral sulfonata çevrilir. Göründüyü kimi, yarım sintetik sulfonatlar sənayedə istehsal olunan neft mənşəli aşqarlardan fərqli olaraq bəzi mərhələlərdən yan keçməklə (sulfoturşuların spirtlə ekstraksiyası, duzların dəyişmə reaksiyası və s.) nisbətən sadə texnologiya ilə alınır [6].

Bu isiqamətdə aşqarların alınması məqsədi ilə M-8 baza yağı və alkiltoluoldan ibarət yarım sintetik xammal qarışığından istifadə edilmişdir. M-8 yağı Bakı neftlərinin qarışığından alınır və tərkibində mono və bitsiklik alkilaromatik karbohidrogenlərin miqdarı 18%-dir. Sintetik xammal kimi götürülən alkiltoluol toluolun C₂₀-C₃₀ fraksiyalı α-olefinlərlə alüminium xlorid katalizatorunun iştirakı ilə məlum üsulla [7; s.242-244] alkiləşməsindən alınır və aşağıdakı fiziki-kimyəvi göstəricilərə malikdir: şua sındırma əmsalı n_D²⁰- 1.4750; 20°C-də sıxlıq, kq/m³- 860,7; molekul kütləsi - 435.

Sintez edilmiş alkiltoluol və M-8 baza yağının qarışığı benzin həlledicisində (1:1 nisbətində) 98% -li sulfat turşusu ilə 35-40°C temperaturda 2 mərhələdə sulfolaşdırılır. Sulfoturşuların çıxımı 85-95%, turşu qudrunun miqdarı isə əhəmiyyətli dərəcədə (40-45%) azalır. Alınmış sulfoturşuların qarışığı 70-75°C-də kalsium hidrokksidin 20%-li sulu məhlulu ilə neytrallaşdırılır. Son mərhələdə temperatur 125-130°C çatdırılaraq reaksiya məhsulu qurudulur, əlavə benzində həll edilərək mexaniki qarışıqlardan azad olunur və həlledici qovulur. Neytral sulfonatın çıxımı 86-91%. İlkin xammal qarışığında ingrediventlərin nisbətinin aktiv maddənin miqdarına və neytral sulfonatın başqa göstəricilərinə təsiri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, tələblərə cavab verən aşqarların alınması üçün mineral yağın tərkibinə əlavə edilən sintetik xammalın miqdarı 30-40% olmalıdır.

Orta və yüksək qələvili (C-150 və C-300 tipli) aşqarlar neytral sulfonatın kalsium hidrokksidin iştirakı ilə toluol həlledicisində promotor metanoldan istifadə etməklə 40-45 °C-də karbon qazı ilə 1 saat müddətində karbonatlaşma reaksiyası nəticəsində alınır.

Sintez edilmiş PSK_{at} (neytral), PS-150_{at} (orta qələvili) və PS-300_{at} (yüksək qələvili) aşqarlar tünd qəhvəyi mayelərdir. Onların fiziki-kimyəvi və funksional xassələri standart üsullarla öyrənilmişdir [8]. Yuyuculuq xassəsi ПЗВ qurğusunda ГОСТ 5726-2013, 250°C-də dispersedici xassələr məlum metodla [9; s.120-121], oksidləşməyə qarşı davamlıq xassələri ДК-НАМИ cihazında 200°C-də 30 saat ərzində ГОСТ 11063-77, korroziyaya qarşı xassələri həmin cihazda 25 saat ərzində 140°C-də ГОСТ 20502-75 təyin edilmişdir.

Alınmış orta və yüksək qələvili aşqarlar kalsium karbonatın yağda neytral sulfonatla stabilizə edilmiş kolloid dispersiyasından ibarətdir. Kolloid stabilliyi həmin aşqarların 15% distillə suyu ilə 110°C temperaturda 4 saat ərzində işləməklə məlum üsulla [10] təyin olunur. Parçalanmış məhsullar həlledici ilə durulaşdırılır və əmələ gələn çöküntüdən ayrılır. Həlledici qovulduqdan sonra qələvi ədədi təyin olunur. Kolloid stabilliyi olaraq aşqarın qələvi ədədini ilkin qələvi ədədinə nəzərən azalmasının faizlə göstəricisidir.

Aşqarlarda aktiv maddənin miqdarı maye adsorbsiya mikroxtomatoqrafiya yolu ilə təyin edilmişdir.

Təcrübi sulfonatların ilkin laboratoriya sınaqlarının nəticələri cədvəl 1 və 2-də göstərilmişdir. Müqayisə üçün həmin cədvəllərdə mürəkkəb texnologiya ilə laboratoriya şəraitində M-8 yağından alınmış NSK, neft mənşəli əmtəə C-150, C-300 aşqarlarının və xarici analoqlar – OLOA 246B və Xaytek 6060M sulfonatlarının göstəriciləri verilmişdir. Göründüyü kimi, təcrübi yarım sintetik sulfonat aşqarları yüksək fiziki-kimyəvi, funksional xassələrə malikdir və bu tip aşqarlara irəli sürülən tələblərə cavab verir. Həmin aşqarlar 5% qatılıqda yağların yuyucu, dispersedici, neytrallaşdırıcı, korroziyaya, oksidləşməyə qarşı xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. Məsələn, aşqarsız yağda yuyuculuq xassəsi 5,0-6,0 ball olduğu halda, sintez edilmiş sulfonatlarla bu göstərici 0,5-0 ball təşkil edir. Neytral yarım sintetik sulfonat PSK_{at} çıxıma (93 və 38%), tərkibindəki aktiv maddənin miqdarına (44,3 və 41%), dispersedici xassəyə görə (47 və 40%) NSK neft sulfonatına və eləcə də OLOA 246B aşqarına görə daha yüksək göstəricilərə malikdir.

Alınmış orta – və yüksək qələvili aşqarlar fiziki-kimyəvi və yuyuculuq xassələrinə görə sənayedə istehsal olunan analoqlarla eyni səviyyədə olduğu halda, dispersedici, korroziyaya, oksidləşməyə qarşı stabilliyə görə onlardan üstünlüklər. Belə ki, PS-150_{at}, PS-300_{at} aşqarlar üçün 250 °C-də

dispersedici xassələr 68 və 80%, C-150 və C-300 əmtəə aşqarlar üçün bu göstəriyi müvafiq olaraq 60 və 70% təşkil edir. 2 sayılı cədvəldən göründüyü kimi, təcrübə qələvili aşqarlar suyun təsirinə qarşı yüksək kolloid stabilliyinə malikdirlər (83 və 94%).

Cədvəl 1

Neytral sulfonat aşqarlarının fiziki-kimyəvi və funksional xassələri

Göstəricilər	Neytral sulfonatlar		
	PSK _{at}	NSK	OLOA 246B
Çıxım, % götürülən xammal görə	93	38	-
Qələvi ədədi, mq KOH/q	24.6	22	23
Aktiv maddənin miqdarı, %	44.3	41	41.1
Sulfat külünün miqdarı, %	8.7	8.2	8.6
Mexaniki qarışıqların miqdarı, %	0.05	0.08	0.1
ПЗВ qurğusunda yuyuculuq xassəsi, ball*	0.5	0.5	0.5
250 °C dispersedici xassəsi, % *	47	40	40

*M-11 yağı 5% aşqar ilə

Cədvəl 2

Müxtəlif qələvili sulfonat aşqarlarının fiziki-kimyəvi və funksional xassələri

Göstəricilər	Orta- və yüksək qələvili sulfonat aşqarları				
	PS-150 _{at}	C-150	PS-300 _{at}	C-300	Xaytek 6060M
Qələvi ədədi, mq KOH/q	153	152	303	303	142
Aktiv maddənin miqdarı, %	32.3	29.5	31.2	30.9	32
Sulfat külünün miqdarı, %	23.4	23.1	43.1	42.9	23.1
Mexaniki qarışıqların miqdarı, %	0.04	0.07	0.05	0.09	0.05
ПЗВ qurğusunda yuyuculuq xassəsi, ball*	0	0.5	0	0	0.5
250 °C dispersedici xassəsi, % *	68	60	80	70	60
Qurğuşun üzərində korroziya, q/m ² *	65	78	56	90	85
Çöküntünü əmələ qətirən induksiya dövrünə görə davamlılıq, 30 saat müddətində çöküntünün miqdarı, %*	0.5	0.7	0.1	0.3	0.6
Kolloid stabilliyi, %	83	75	94	90	76

*M-11 yağı 5% aşqar ilə

Bəzi keyfiyyət göstəricilərinə görə yarımsintetik sulfonat aşqarları həmçinin Xaytek 6060M sulfonatından üstüdürlər. Məsələn, PS-150_{at}, PS-300_{at} aşqarların yağda 5%-li nümunələri üçün qurğuşun üzərində korroziya 65 və 56 q/m², Xaytek 6060M aşqarı üçün 85 q/m² təşkil edir.

Müxtəlif qələvili aşqarlar arasında daha effektiv PS-300_{at} yuyucu-dispersedici aşqarın iştirakı ilə avtotraktor dizellərində istifadə edilən M-10Γ₂ tipli motor yağı işlənilib hazırlanmışdır. Həmin

yağın ilkin laboratoriya sınaqlarının nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir. Rəqəmlərdən göründüyü kimi, M-10Г₂ təcürbi yağı yaxşı fiziki-kimyəvi, funksional xassələrə malikdir və bu tip yağlara irəli sürülən tələblərə cavab verir.

Cədvəl 3

M-10Г₂ təcürbi yağın fiziki - kimyəvi və funksional xassələri

Göstəricilər	M-10Г ₂ motor yağı	
	norma	təcürbi
100 °C – də kinematik özlülük, mm ² /s	11 ± 0,5	11.2
Özlülük indeksi, az olmamalı	85	90
Sulfat külü, % çox olmamalı	1.65	1.54
Qələvi ədədi, mq KOH/q, az olmamalı	6,0	8.0
Alışma temperaturu açıq butada, °C, aşağı olmamalı	205	207
Donma temperaturu, °C, yuxarı olmamalı	- 15	- 15
ПЗВ qurğusunda yuyuculuq xassəsi, ball, çox olmamalı	1.0	0
Çöküntünü əmələ qətirən induksiya dövrünə görə davamlılıq, 40 saat müddətində	Davam gətirir	Davam gətirir
C ₁ və ya C ₂ qurğusunun lövhələrdə korroziya, q/m ² , çox olmamalı	20	Yoxdur

Nəticə. Mineral yağ və alkilfenol qarışığı əsasında nisbətən sadə texnologiya ilə müasir tələblərə cavab verən yüksək təsir effektivinə malik müxtəlif qələvili sulfonat aşqarları alınmışdır. Bu prosesdə turş qudrunun miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə azalır, əsas məhsulun çıxımı artır. Yüksək qələvili yarımsintetik kalsium sulfonatından yuyucu-dispersedici komponent kimi istifadə etməklə yüksək keyfiyyətli M-10Г₂ təcürbi motor yağı yaradılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Фиалко В.М. Импортозамещение в области присадок к маслам // М: Мир нефтепродуктов, 2013. № 2, с. 40-43.
2. Золотов В.А. Глобальные требования к эксплуатационным свойствам современных автомобильных моторных масел // М: Мир нефтепродуктов, 2018. №5, с.38-40.
3. Данилов А.М., Бартко Р.В., Антонов С.А. Современные достижения в области применения и разработки присадок к смазочным маслам // М: Нефтехимия, 2021. Т.61, №1, с.43-51.
4. Суховерхов В.Д., Василькевич И.М. Современные аспекты производства и применения масел и присадок к ним // Мир нефтепродуктов, 2008. № 6, с. 31-34.
5. Садыхов К.И. Нефтяные и синтетические сульфонатные присадки к моторным маслам / К.И.Садыхов. Баку: Элм, 2006. 180 с.
6. Агаев А.Н. Многофункциональные полусинтетические присадки сульфонатного типа к смазочным маслам / С.М.Велиева, И.Д.Кулалиев, К.А.Салманова, Гасанова С.А, Аскерова Х.А // Нефтепереработка и нефтехимия, М: 2017. № 3, с. 38-40.
7. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А.М.Кулиев. Л.: Химия, 1985. 312 с.
8. Нефтепродукты: Масла. Смазки. Присадки. М.: Стандарты, 1987. Ч.3. с. 144-147.
9. Главати О.Л. Физико-химия диспергирующих присадок к маслам / О.Л.Главати. Киев: Наукова думка, 1989. 183 с.
10. Велиева С.М. Исследование коллоидной стабильности гидроксилалкилбензилсульфонатных присадок / Н.Н.Зейналова, И.Д.Кулалиев, А.Н.Агаев // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2011. №2, с. 60-63.

SULFONATE ADDITIVES FOR MOTOR OILS

K.A.Salmanova¹, P.Sh.Mammadova², S.M.Veliyeva², I.D.Kulaliyev², I.A.Sadirzade²¹Azerbaijan State Pedagogical University²Institute of Chemistry of Additives of Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic

Abstract. In order to increase the effectiveness of sulfonate additives, the possibility of obtaining them based on a mixture of M-8 petroleum oil and alkyl (C₂₀-C₃₀) toluene has been studied. It was shown that the yield of sulfoacids in the process of sulfonation of mixed raw materials is 89-95%, and the amount of sour tar is 40-45% lower than in sulfonated petroleum oils. The effect of the ratio of ingredients in the initial raw material mixture on the indicators of neutral sulfonate has been studied and the conditions for obtaining the required additive have been determined. The results of laboratory tests have shown that neutral, medium- and highly alkaline semi-synthetic calcium sulfonates have high physico-chemical, functional properties and meet modern requirements. Neutral sulfonate is superior to oil-derived NSK sulfonate and OLOA 246B additive in terms of yield, amount of active substance, and dispersing properties. Additives with medium and high alkalinity are at the same level as petroleum-derived C-150, C-300 commodity sulfonates and Hightech 6060M additive in terms of their physico-chemical and detergent properties, while they are superior to analogues in terms of dispersing, corrosion, and oxidation stability.

Experimental motor oil of M-10G₂ type, which meets the requirements for quality indicators, was developed with the presence of the obtained highly alkaline additive. The high effectiveness of semi-synthetic sulfonates allows their use as a detergent-dispersant component in modern motor oils. tipli təcrübü motor yağı işlənmişdir.

Keywords: petroleum oil, alkyltoluene, semi-synthetic sulfonates, detergent-dispersing additives, motor oils, functional properties.

СУЛЬФОНАТНЫЕ ПРИСАДКИ К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

K.A.Салманова¹, П.Ш.Мамедова², С.М.Велиева², И.Д.Кулалиев², И.А.Садирзаде²¹Азербайджанский государственный педагогический университет²Институт Химии Присадок Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики

Резюме. С целью повышения эффективности сульфонатных присадок исследована возможность их получения на основе смешанного сырья - нефтяного масла М-8 и алкил (С₂₀-С₃₀) толуола. Показано, что при сульфировании смешанного сырья выход сульфокислот составляет 89-95%, а содержание кислого гудрона ниже, чем при сульфировании нефтяного масла на 40-45%. Исследовано влияние соотношения ингредиентов в исходной смеси на показатели нейтрального сульфоната и найдены условия для получения присадки требуемого качества. Результаты лабораторных испытаний показали, что нейтральный, средне- и высокощелочные полусинтетические сульфонаты кальция обладают высокими физико-химическими, функциональными свойствами и соответствуют современным требованиям. Нейтральный сульфонат по выходу, содержанию активного вещества, диспергирующим свойствам превосходит нефтяной сульфонат НСК и присадку ОЛОА 246В. Средне- и высокощелочные присадки по физико-химическим и моющим свойствам находятся на уровне товарных нефтяных сульфонатов С-150, С-300 и присадки Хайтек 6060М, а по диспергирующим, противокоррозионным свойствам и стабильности против окисления превосходят аналогов.

С использованием разработанной высокощелочной присадки приготовлено опытное моторное масло М-10Г₂, которое по показателям качества соответствует предъявляемым требованиям. Высокая эффективность полусинтетических сульфонатов позволяет использовать их в качестве моюще-диспергирующего компонента в современных моторных маслах.

Ключевые слова: нефтяное масло, алкилтолуол, полусинтетические сульфонаты, моюще-диспергирующие присадки, моторные масла, функциональные свойства.

Daxil olub: 01.03.2023

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ТОВАРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

М.Г.Фарзалиев, Л.Я.Алирзаева

*Азербайджанский государственный экономический университет
E-mail: mezahir-ferzeliyev@yandex.ru, laman_alirzayeva@unec.edu.az*

Ключевые слова: механизм отвода ткани, вальян, товарный регулятор, навивающее устройство, товарный валик

Резюме. В настоящее время мир переживает 4-ю промышленную революцию. В четвертой промышленной революции автоматизируются предприятия, машины, создаются полностью автоматизированные предприятия. Это означает, что развивается четвертая промышленная революция. В текстильном производстве выполняются очень сложные технологические процессы, выполнить которые с помощью промышленных роботов крайне сложно. Для создания автоматизированных текстильных производств в текстильной промышленности в первую очередь должны быть механизированы, автоматизированы и применены роботы в которых, технологические процессы выполняются вручную как в подготовительном отделении, так и в текстильных цехах. В связи с этим наша задача состоит в том, чтобы проанализировать принцип работы и конструкцию механизма навивания ткани в ткацких станках, используемых в текстильной промышленности, кроме этого создать новый тип конструкции и проанализировать процессы, препятствующие процессу навивания. Для обеспечения потребности населения на изделие легкой промышленности, требуется увеличить выпуск тканей различного ассортимента. Качество выпускаемых тканей зависит от конструкции механизмов ткацких станков. Одним из механизмов, влияющих на качество ткани вырабатываемых на ткацких машинах, является механизм отвода ткани. Этот механизм состоит из трех устройств: оттягивающего валика, товарного регулятора и навивающего устройства. Мы рассмотрим принцип работы существующих товарных регуляторов, проанализируем их плюсы и минусы, и, наконец, решим проблемы, связанные с их автоматизацией.

1. Введение. Согласно технологической схеме заправки ткацких станков, основные нити подаются с навоя, огибая скало, проходят через ламели основонаблюдателя, галева ремизных рамок и бердо подходят к опушке ткани. Основные нити образуют зев, в который вводятся уточные нити и формируются элементы ткани. Сформированная ткань проходит грудницу, огибает вальян, направляющую пленку и навивается товарный валик. Устройство для отвода ткани состоит из трех механизмов [1]:

- Оттягивающего валика (вальян) с шероховатой поверхностью
- Товарного регулятора
- Навивающего устройства

В настоящее время основной задачей, стоящей перед текстильной промышленностью, является получение конкурентоспособных тканей. Решение поставленной задачи возможно сегодня за счет расширения ассортиментных возможностей имеющегося ткацкого оборудования. Модернизация отдельных узлов ткацких станков имеет *актуальное значение*. С помощью модернизации можно избежать больших капитальных вложений в новое оборудование [6].

2. Цель и задачи исследований.

Целью настоящей работы является, анализ кинематической схемы и конструкции товароприемного механизма с целью автоматизации технологических процессов выполняемых ими, в ткацких машинах. К задаче исследования относится:

- Анализ конструкции устройств отвода ткани;
- Анализ конструкций товарных регуляторов;

3. Анализ конструкций устройств отвода ткани.

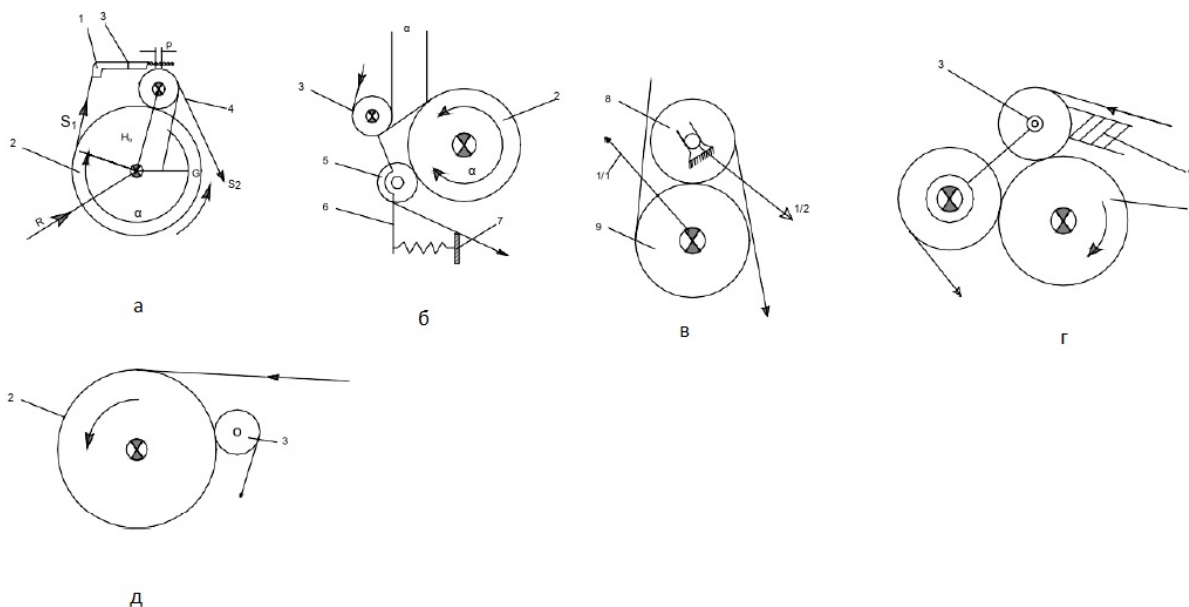
Принципиальные конструктивные схемы устройства для отвода ткани показаны на рисунке. Основными условиями отвода ткани для устройств отвода ткани следующие:

1. Для обеспечения не повреждения ткани, на поверхности вальяна должно быть соответствующее покрытие. В настоящее время для тканей, вырабатываемых из пряжи, применяют шероховатую жерсть (в виде терки). Для химических волокон вальяны обтягивают резиной с выступающим рельефом или специальным покрытием с канавками, покрытием из пробки, пластмассами или другими фрикционными материалами [12; с.45].
2. Ткань не должна скользить по вальяну, чтобы сохранить заданную плотность по утку. По формуле Эйлера сила трения T должна зависеть только от коэффициента трения f и угла обхвата α [12; с.50-55]:

$$T = S_1 - S_2 = S_2 (e^{f\alpha} - 1) \quad (1)$$

Но эта формула полностью справедлива только для трения волокон. При трении ткани на полной ее ширине существенное значение имеет также диаметр валика. Коэффициент трения зависит не только от материала покрытия валика, но также от вида волокна и переплетения ткани. Наряду с указанными коэффициентами трения между поверхностями вальяна и ткани, коэффициент трения зависит также от условия соприкосновения этих поверхностей, которые определяются статическими и динамическими параметрами вальяна и процесса приобоя уточной нити к опушке ткани бердом, т. е. от деформации и частоты собственных колебаний вальяна и частоты приобоя уточной нити к опушке ткани [12; с.62-63].

3. Для обеспечения обслуживания и ограничения затрат времени, а также для автоматизации процесса съема готовки, товарных валиков должна быть обеспечена возможность снятия товарного валика на ходу машины. Ткань не должна совершать возвратного движения после отрезания и снятия готового валика [9].



Устройства для отвода ткани.

3.1. Анализ конструкций товарных регуляторов.

Современные ткацкие машины оснащены позитивными основными регуляторами, которые рассчитаны на уточные нити определенной линейной плотности. В позитивных регуляторах ткань оттягивается периодически через постоянные интервалы. Уточные нити располагаются на одинаковых расстояниях одна от другой. При неравномерном утке используют негативный регулятор, который оттягивает ткань в соответствии с размером проложенной уточной нити. Сначала рассмотрим позитивные регуляторы. Устройства, образующие товарный регулятор делят на две функциональные группы: привод и передаточные механизмы [7].

Привод товарного регулятора может создавать прерывные и непрерывные движения. Прерывное движение обеспечивается в основном с помощью храповых механизмов [13; с.70-75]. В храповых механизмах подающая собачка, получает движение от качающейся лопасти с помощью тяги. Величина хода собачки регулируется перемещением соединительного пальца. Если привод механизма не является самотормозящим, может быть использована третья недосечная собачка, которая при остановке станка от уточного останова автоматически возвращает ткань на заранее заданную длину [2].

Достоинством системы с храповым механизмом с одной собачкой является точность подачи, не зависящая от натяжения ткани и основы [5]. Существует привод товарных регуляторов, в котором храповой механизм имеет несколько собачек. На станках для выработки тканей из химических волокон необходима точная регулировка частоты вращения товарного валика, отвечающая продвижению ткани при прокладывании тонких нитей. Для получения очень малого шага, т. е. почти бесступенчатого деления окружности маховика, используют систему с большим числом собачек. На ободе храповика по всей его окружности размещаются от 8 до 24 собачек, которые качаются на своих осях. Число собачек n и число зубьев храповика z выбирают так, чтобы эти числа были взаимно несократимыми. Например, при $n=24$, $z=71$ окружность храповика делится на m частей [8].

$$m=nz=24 \times 71=1704$$

Такое деление можно считать бесступенчатым. Анализ показывает, что упругость всех звеньев передачи, в особенности рычагов, приводит к изменению плотности ткани по утку. Для изучения влияния параметров храпового механизма с большим числом собачек на плотность ткани по утку следует провести исследование по динамике привода храпового механизма с большим числом собачек [11].

Быстрая и удобная установка плотности по утку является достоинством системы, имеющей храповик с несколькими собачками. На некоторых ткацких машинах вальяну передается непрерывное движение от нижнего вала машины. Однако здесь имеется единственная возможность установки плотности по утку - это смена зубчатых колес [3].

Анализ показывает, что для плотности от 35 до 755 уточин на 1 дм достаточно 12 сменных колес. Для увеличения плотности до 906 на 1 дм необходимо еще два колеса. Величина общего передаточного отношения от храповика к вальяну зависит, прежде всего, от диаметра вальяна и от плотности по утку. При переработке тонких уточных нитей требуются высокие значения передаточных чисел. С этой целью целесообразно используется червячная передача. В товарных регуляторах используется также планетарная передача, передаточное число, которого может быть очень высоким [4; с.32-42].

Анализ показывает, что упругости элементов привода товарного регулятора могут привести к неравномерному вращению вальяна и непостоянству плотности по утку. Поэтому для обеспечения вращения вальяна с постоянной скоростью и постоянной плотности ткани по утку необходимо провести исследование движения вальяна с учетом упругости элементов привода и вальяна [10].

Выводы и предложения.

На основе проведенных исследований анализа в конструкциях механизмов отвода ткани установлено, что устройство отвода ткани состоит из трех механизмов:

- Оттягивающий валик (вальян) с шероховатой поверхностью
- Товарный регулятор
- Навивающее устройство

1. Установили следующие, основные условия отвода ткани

- Ткань не должна повреждаться, поэтому на вальяне должно быть соответствующее покрытие.
- Ткань не должна скользить по вальяну, чтобы сохранить заданную плотность по утку. При трении ткани на полной ее ширине единственное значение также имеет диаметр валика. Коэффициент трения зависит не только от материала и покрытия вала, но также от вида волокна, переплетения ткани. А также она зависит от условия соприкосновения этих поверхностей, которые определяются статическими и динамическими параметрами вальяна и процесса прибоа уточной нити к опушке ткани бердом, т. е. от деформации и частоты собственных колебаний вальяна и частоты прибоа уточной нити к опушке ткани.

2. Для обеспечения обслуживания и ограничения затрат времени, а также для автоматизации процесса съема готовых товарных валиков, должны быть обеспечены условия снятия товарного валика на ходу машины. Ткань не должна совершать возвратного движения после отрезания и снятия готового валика.

3. Анализом установлено, что упругость элементов привода товарного регулятора могут привести к неравномерному вращению вальяна и, следовательно, к не постоянству плотности ткани по утку. Для обеспечения вращения вальяна с постоянной скоростью и постоянной плотностью ткани по утку необходимо провести исследование движения вальяна с учетом упругости элементов привода и вальяна.

Научная новизна заключается в разработке методов и усовершенствования конструкции товарных механизмов ткацких станков для получения на ткацком станке тканей новых структур, в которых:

- ткань не будет повреждаться;
- ткань не будет скользить по вальяну, чтобы сохранить заданную плотность по утку;
- ткань не будет совершать возвратного движения после отрезания и снятия готового валика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова А.А., Аленицкая Ю.И. Технология и оборудование текстильного производства. Витебск, 2008, с.120-125.
2. Гречухин А.П., Рудовский П.Н. Развитие теории строения и формирования однослойных тканей, 2017, с.85-87
3. Atay F.M. (Ed.). Complex Time-Delay Systems. Theory and Applications, 2010, pp.140-145.
4. Белов А.А., Шитиков А.В. (сост.) Проектирование основных узлов и механизмов пневматических ткацких станков. Витебский государственный технологический университет, 2016. 61 с.
5. Вестник Костромского государственного технологического университета 2009 №01(21), с.30-31.
6. Гречухин А.П. Новый способ исследования натяжения ткани в зоне вальян-грудница с использованием сервопривода. Журнал известия Вузов, 2015, № 5, с.74-77.
7. Зубарев Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении. 2023, с.110-113.
8. Краснов А.А., Алоян Д., М., Федосеев Е.Н., Хосровян Г.А. К вопросу о трении текстильных полотен на шероховатом цилиндре. Известия Вузов, 2017, № 4, с. 203-205.
9. Макаров В.А., Сурков Б.А., Хозина Е.М. Сила прибоа как часть вектора суммарного натяжения ветвей зева основы, пределы ее ограничения. Известия Вузов, 2013, № 4, с.120-125.
10. Макаров В.А., Сурков Б.А., Хозина Е.М. Влияние угла зева и перетяжки его ветвей на величину и направление суммарного вектора натяжения ткани. Известия Вузов, 2012, № 6, с.119-124.

11. Chakraverty S., Karunakar P. Wave Dynamics, 2022, 45p.
12. Савеко С.Н. Технология и оборудование ткацкого производства. Ткачество. Часть 4. Учебное пособие. Моршанск: Моршанский текстильный техникум, 2007, 100 с.
13. Турлыбекова А.Б., Алимбетов М.О., Абдикаликова Н.Б., Балабеков О.К. Учебное пособие. Астана: Кәсіпқор, 2018, ISBN 978-601-333-580-3, Оборудование ткацкого производства 126 с.

MAL TƏNZİMLƏNDİRİCİLƏRİNİN STRUKTURLARININ TƏHLİLİ

M.H.Fərzəliyev, L.Y.Əlirzəyeva
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

Xülasə. Hazırda dünya 4-cü sənaye inqilabını yaşayır. Dördüncü sənaye inqilabında fabriklər, maşınlar avtomatlaşdırılır, tam avtomatlaşdırılmış müəssisələr yaradılır. Bu o deməkdir ki, dördüncü sənaye inqilabı inkişaf edir. Toxuculuq istehsalında sənaye robotlarının köməyi ilə yerinə yetirilməsi son dərəcə çətin olan çox mürəkkəb texnoloji proseslər həyata keçirilir. Toxuculuq sənayesində avtomatlaşdırılmış toxuculuq istehsalını yaratmaq üçün ilk növbədə, texnoloji proseslərin həm hazırlıq şöbəsində, həm də toxuculuq emalatxanalarında əl ilə yerinə yetirildiyi robotlar mexanikləşdirilməli, avtomatlaşdırılmalı və tətbiq edilməlidir. Bu baxımdan bizim vəzifəmiz toxuculuq sənayesində istifadə olunan dəzgahlarda parça sarma mexanizminin iş prinsipini və konstruksiyasını təhlil etmək, yeni tipli konstruksiya yaratmaq və sarma prosesinin qarşısını alan prosesləri təhlil etməkdir. Əhalinin yüngül sənaye məhsullarına olan tələbatını ödəmək üçün müxtəlif çeşiddə parçaların istehsalının artırılması tələb olunur. İstehsal olunan parçaların keyfiyyəti dəzgahların mexanizmlərinin dizaynından asılıdır. Toxuculuq maşınlarında istehsal olunan parçanın keyfiyyətinə təsir edən mexanizmlərdən biri də parça çəkən mexanizmdir. Bu mexanizm üç cihazdan, bir dartma çarxından, mal tənzimləyicisindən və bir sarıyıcı qurğusundan ibarətdir. Mövcud mal tənzimləyicilərinin iş prinsipini nəzərdən keçirəcəyik, onların müsbət və mənfi cəhətlərini təhlil edəcəyik və nəhayət, onların avtomatlaşdırılması ilə bağlı problemləri həll edəcəyik. Təqdim olunan məqalədə həmçinin yüksək keyfiyyətli parça istehsalı və avtomatlaşdırılmış toxuculuq fabriklərinin yaradılması üçün dizayn təhlil edilir.

Açar sözlər: *parçanı çəkən mexanizm, valyan, mal tənzimləyicisi, sarıyıcı qurğusu, mal roliki.*

ANALYSIS OF THE STRUCTURES OF COMMODITY REGULATORS

M.H.Farzaliyev, L.Y.Alirzayeva
Azerbaijan State University of Economics (UNEC)

Abstract. The world presently experiences the 4th industrial revolution. In textile production, the complex technological processes are carried out, which are difficult to perform with the help of industrial robots. To create automated textile production in the textile industry, first of all, robots must be mechanized, automated and applied in which technological processes are performed manually both in the preparatory department and in textile workshops. Our task is to analyze the principle of operation and design of the fabric winding mechanism in looms used in the textile industry, create a new type of design and analyze the processes that prevent the winding process. To meet the needs of the population for light industry products, it is required to increase the production of fabrics of various assortments. The quality of manufactured fabrics depends on the design of the mechanisms of looms. One of the mechanisms that affect the quality of the fabric produced on weaving machines is the fabric removal mechanism. This mechanism consists of three devices, a pulling roller, a commodity regulator and a winding device. We will consider the principle of operation of existing commodity regulators, analyze their pros and cons, and, finally, solve the problems associated with their automation.

Keywords: *fabric takes-off mechanism, roll, commodity regulator, winding device, commodity roller.*

Daxil olub: 08.02.2023

НАСЛЕДИЕ ПРОФЕССОРА Ю.Г.ДОРОФЕЕВА

Как оказание мне большой чести, я воспринимаю возможность вспомнить о моем учителе, великом ученом, одновременно сочетавшем в себе многие высокие гуманистические качества. По словам великого Саади, «ученый без трудов, что дерево без плодов». Эти слова написаны о людях, к которым принадлежит и Юрий Григорьевич Дорофеев, славный сын русского народа, выдающаяся личность, ученый с мировым именем. Даже беглый ретроспективный взгляд на жизнь и деятельность заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Ю.Г.Дорофеева свидетельствует, что он – феномен в мировой науке по материаловедению и технологии материалов, а также порошковой металлургии.



Он вошел в историю науки как талантливый ученый-порошкови́к, автор классических работ по теории и технологии динамического горячего прессования порошковых заготовок. По существу являлся основоположником теории и технологии динамического горячего прессования и возглавлял эти школы в СССР. Он же создал в СССР проблемную лабораторию по динамическому горячему прессованию порошковых заготовок. Регулярно организовал и проводил в Новочеркасском политехническом институте (ныне Южнороссийский государственный политехнический университет) Всесоюзные научно-технические конференции по динамическому горячему прессованию.

Не скрою, мне посчастливилось быть лично знакомым с Ю.Г.Дорофеевым. С искренней теплотой вспоминаю наши неоднократные встречи с ним в Новочеркасске, Киеве, Москве, Баку в 80-ые годы прошлого века. Эти были встречи, полные ярких впечатлений. Юрий Григорьевич, несмотря на подорванное здоровье, живо обсуждал любые темы научного характера при которых идеи были фонтаном. Энциклопедические познания Юрия Григорьевича позволяли ему легкостью выявлять квинтэссенцию обсуждаемых проблем и прогнозировать пути их реализации.

Помню, как меня поразила сформулированная им идея структурообразования порошковых композиционных материалов, полученных наложением высокоэффективных методов формования изделий минуя энергоемкий процесс их спекания.

Хорошо помню его колоссальный труд по развитию порошковой металлургии в Азербайджане. Под его руководством были разработаны технологии получения весьма сложных по конфигурации и металлоемких деталей ротационных компрессоров бытовых кондиционеров. В результате решения этих проблем производственная мощность НПО «Баккондиционер» по порошковой металлургии из 170 тон достигла до 600 тонн в год. Планировалась доведение производственной мощности по порошковым изделиям до 1000 тон в год если бы не распался Советский Союз.

Уместно отметить, что Юрий Григорьевич руководил над подготовкой ученых-порошкови́ков Азербайджана. Никакой другой ученый Советского Союза не принимал такое огромное участие при подготовке Азербайджанских ученых-порошкови́ков. Под его непосредственным научным руководством только по Азербайджану были подготовлены ученые-порошкови́ки: 2 доктора наук и 10 кандидата наук. По существу он был единственным наставником порошкови́ков по Азербайджанскому региону.

Природная одаренность и образованность проявились и в педагогических способностях Ю.Г.Дорофеева. Он на протяжении многих лет и по существу до конца своей жизни руководил кафедрой материаловедения и технологии материалов и являлся профессором Южнороссийского Государственного Политехнического Университета.

Научная деятельность Дорофеева не остается без внимания ученых мира. С его оригинальными научными трудами были хорошо знакомы ученые Москвы, Киева, Минска, Ленинграда, а также зарубежных стран, таких как США, Германия, Япония, Англия и другие, которые славились мощными коллективами порошковиков и куда его приглашали на многочисленные конференции и научные семинары. Имя Дорофеева приобретало мировую известность.

Конечная цель науки - ее практическое приложение. Большое практическое значение научных принципов Ю.Г.Дорофеева очевидно. Однако не все они могли быть реализованы при жизни ученого. Такие личности, как Дорофеев - явление не повседневное, они как яркие звезды на общем фоне небосклона, и только таким дан природной талант познавать и вскрывать суть явлений, постигать истину. О таких, как Дорофеев, можно сказать словами выдающегося азербайджанского поэта Насими: «Знай человек: в любые времена лишь прозорливым истина видна!!».

О Ю.Г.Дорофееве хочется вспоминать много. Память об этом великом ученом и человеке никогда не сотрется из сердец знавших его людей.

На мой взгляд, было бы вероятно нелишним организовать регулярные международные конференции, посвященные профессору Ю.Г.Дорофееву. Кроме того, можно было бы присвоить кафедре «Материаловедение и технология материалов» Южнороссийского государственного политехнического университета имя Ю.Г.Дорофеева.

Трудолюбивый, обладающий неистовой работоспособностью (как говорится «не дня без строчки, без идеи») Ю.Г.Дорофеев и нас учил работать и мыслить не поверхностно, а докапываясь до сути явления. Он щедро делился с нами профессиональными знаниями и общей эрудицией. И мы учились у него постоянно. По праву это был УЧИТЕЛЬ. Вот с таким большим ученым и человеком мне судьба подарила возможность сотрудничать. Я благодарен ей за это.

А.Т.Мамедов

*Профессор-советник кафедры «Металлургия и технология материалов»
Азербайджанского технического университета, д.т.н., профессор*

MÜƏLLİFLƏR ÜÇÜN TƏLİMAT

Dərc olunacaq məqalə redaksiyaya həm kağız, həm də elektron formada təqdim olunmalıdır. Məqalə hazırlanarkən aşağıdakı tələblər nəzərə alınmalıdır:

1. Məqalə azərbaycan, rus və ingilis dillərindən birində hazırlanmalı, məqalənin adı, xülasə (min. 100 söz, maks. 200 söz) və açar sözlər (3-5 söz) hər üç dildə təqdim olunmalıdır.
2. Məqalə Microsoft Word mətn redaktorunda A4 formatında (soldan, yuxarıdan, aşağıdan və sağdan – 2 sm), Times New Roman şrifti ilə 12 ölçüdə, vahid sətirarası intervalla və mətn daxili yazıda 1 sm abzas buraxmaqla hazırlanmalı və 8 səhifədən artıq olmamalıdır.
3. Məqalənin mətninin aşağıdakı bölmələrdən ibarət olması tövsiyə olunur:
 - giriş (məsələnin aktuallığı, problemin hazırkı vəziyyəti);
 - tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu;
 - məsələnin həll üsulları və aprobeasiyası;
 - alınan nəticələrin tətbiqi;
 - nəticə.
4. Məqalə aşağıdakı ardıcılıqla hazırlanmalıdır: UOT – soldan, böyük hərflərlə, sonda bir boş sətir; məqalənin adı – ortadan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə, sonda bir boş sətir; müəlliflərin inisialları və soyadı – ortadan, qalın şriftlə; müəlliflərin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı – ortadan, sonda bir boş sətir; xülasə (mətn təqdim olunan dildə); açar sözlər – kursivlə; giriş və digər alt başlıqlar – soldan, qalın şriftlə, əvvəlində bir boş sətir.
5. Ədəbiyyat siyahısı: hər bir istinad olunan mənbənin adı tərcümə olunmadan, məqalədə istifadə olunma ardıcılığına uyğun olaraq nömrələnir. Mənbənin biblioqrafik təsviri Ali Attestasiya Komissiyasının dissertasiya işlərində mənbənin biblioqrafik təsvirinə irəli sürdüyü tələblərə uyğun olaraq göstərilməlidir.
6. Ədəbiyyat siyahısından sonra məqalənin hazırlandığı dildən fərqli digər 2 dildə məqalənin adı, müəllifin soyadı, adı, atasının adı, müəlliflərin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı, xülasə və açar sözlər təqdim olunur.
7. Məqalədə cədvəl və şəkillər nömrələnir: cədvəl – cədvəlin yuxarısında, kursivlə, sağdan (məs., *Cədvəl 1*), şəkil – şəklın altında, kursivlə, ortadan (məs., *Şəkil 1.*) və mətn hissədən (yuxarıdan və aşağıdan) bir boş sətir buraxmaqla göstərilməlidir. Cədvəllər bilavasitə məqalənin mətnində yerləşdirilməlidir. Hər cədvəlin öz başlığı olmalıdır. Cədvəllərdə mütləq ölçü vahidləri göstərilməlidir. Şəkillər aydın və vahid obyekt şəklində olmalıdır (ayrı-ayrı şəkillərin süni qruplaşdırılaraq yerləşdirilməsi yolverilməzdir).
8. Məqalədə istifadə olunan ölçü vahidləri beynəlxalq ölçü vahidləri sisteminə uyğun olmalıdır. Ümumi qəbul olunmuş sözlərdən başqa (məsələn: və s., və i.a.), qısaldılmış sözlərdən istifadə etmək olmaz.
9. Düsturlar Microsoft Equation-də standart parametr ilə yığılır. Mətnə ancaq istifadə olunan düsturlar nömrələnir. Düsturun nömrəsi sağda mötərizədə yazılır.
10. Redaksiyaya məqalə göndərildikdə müəlliflər haqqında məlumat: soyadı, adı, atasının adı, elmi dərəcəsi, elmi rütbəsi, iş yeri, vəzifəsi, telefon nömrəsi, e-mail ünvanı da təqdim olunmalıdır.
11. Redaksiyaya daxil olan məqalələr rəyə təqdim olunur və müsbət rəy almış məqalələr çapa tövsiyə olunur.

Redaksiyanın ünvanı: AZ1073, Bakı ş., H.Cavid prosp., 25. AzTU

Tel.: (+99412)5391452

www.aztu.edu.az

E-mail: elmieserler@aztu.edu.az

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The article for publication must be submitted to the editorial board in both paper and electronic form. The following requirements should be considered for preparing the article:

1. The article should be prepared in one of three languages: Azerbaijani, Russian, or English, and the title, abstract, and keywords of the article should be presented in all three languages. The article should be prepared in one of the Azerbaijani, Russian and English languages, and the title, abstract (min. 100 words – max. 200 words) and keywords (3-5 words) of the article should be presented in all three languages.

2. The article should be written in Microsoft Word text editor in A4 format (left, top, bottom and right – 2 cm), Times New Roman font 12 in size, with single line spacing and leaving 1 cm indents in the text and should not exceed 8 pages.

3. It is recommended that the text of the article consists of the following sections:

- introduction (relevance of the problem, current state of the problem).
- purpose of the study, statement of the problem.
- methods for solving and approbation of the problem.
- implementation of the obtained results.
- result.

4. The article should be prepared in the following order: UDC – from left, capital letters, one empty line at the end; the name of the article – in the middle, in capital letters, in bold, one blank line at the end; authors' initials and surname – in the middle, in bold; place of work, city, country and e-mail address of the authors – in the middle, one empty line at the end; abstract (in the language in which the text is presented); keywords – in italics; introduction and other sub-headings – from left, in bold, one blank line at the beginning.

5. Bibliography: the name of each cited source is numbered according to the order of its use in the article, without translation. The bibliographic description of the source should be specified in accordance with the requirements of the Higher Attestation Commission for the bibliographic description of the source in dissertations.

6. After the list of references, the title of the article, the author's surname, first name, patronymic, author's place of work, city, country and e-mail address, abstract and keywords are presented in 2 languages other than the language in which the article was prepared.

7. Tables and pictures are numbered in the article: table – above the table, in italics, on the right (e.g., *Table 1*), picture - below the picture, in italics, in the middle (e.g., *Fig. 1.*) and one blank from the text part (from above and below) should be specified by omitting the line. Tables should be placed directly in the text of the article. Images must be clear and in the form of a single object (artificial grouping of separate images is not allowed).

8. The measurement units used in the article must be in accordance with the international system of measurement units. Other than accepted words, etc., and i.a., abbreviated words cannot be used.

9. Formulas are compiled with the default setting in Microsoft Equation. Only formulas used in the text are numbered. The number of the formula should be written in parentheses on the right.

10. When sending an article to the editorial office, information about the authors: surname, first name, patronymic, scientific degree, scientific rank, place of work, position, phone number, e-mail address should also be provided.

11. Articles received by the editors are sent for review; Articles that receive positive feedback are recommended for publication.

The address of the editorial office: AZ1073, Baku city, H. Javid avenue, 25. AzTU

Phone: (+99412)5391452

www.aztu.edu.az

E-mail: elmieserler@aztu.edu.az

УКАЗАНИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Статья для публикации должна быть представлена в редакцию как в бумажном, так и в электронном виде. При подготовке статьи необходимо учитывать следующие требования:

1. Статья должна быть подготовлена на одном из трех языков: азербайджанском, русском или английском, а название, резюме (мин. 100 слов, макс. 200 слов) и ключевые слова (3-5 слов) статьи должны быть представлены на всех трех языках.

2. Статья должна быть написана в текстовом редакторе Microsoft Word в формате А4 (слева, сверху, снизу и справа - по 2 см), шрифт Times New Roman 12 по размеру, через одинарный межстрочный интервал и с отступом в 1 см в тексте, и не должна превышать 8 страниц.

3. Рекомендуется, чтобы текст статьи состоял из следующих разделов:

- введение (актуальность вопроса, текущее состояние проблемы);
- цель исследования, постановка вопроса;
- методы решения проблем и утверждения;
- применение полученных результатов;
- результат.

4. Статья должна быть подготовлена в следующем порядке: УДК – слева, заглавными буквами, одна пустая строка в конце; название статьи - посередине, прописными буквами, полужирным шрифтом, в конце одна пустая строка; инициалы и фамилия авторов - посередине жирным шрифтом; место работы, город, страна и адрес электронной почты авторов - посередине, одна пустая строка в конце; резюме (на том языке, на котором представлен текст); ключевые слова - курсивом; введение и другие подзаголовки – слева направо, жирным шрифтом, одна пустая строка в начале.

5. Список литературы: название каждого цитируемого источника нумеруется в порядке его использования в статье, без перевода. Библиографическое описание источника должно быть указано в соответствии с требованиями ВАК к библиографическому описанию источника в диссертациях.

6. После списка литературы название статьи, фамилия, имя, отчество автора, место работы автора, город, страна и адрес электронной почты, аннотация и ключевые слова представляются на 2-х языках, в дополнение к языку, на котором написана статья.

7. Таблицы и рисунки нумеруются в статье: таблица – над таблицей, курсивом, справа (например, *Таблица 1*), рисунок – под рисунком, курсивом, посередине (например, *Рис. 1.*) и по одному пробелу от текстовой части (сверху и снизу) указать с пропуском строки. Таблицы следует размещать непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь свой заголовок. Изображения должны быть четкими и иметь форму единого объекта (не допускается искусственное группирование отдельных изображений).

8. Единицы измерения, используемые в статье, должны соответствовать международной системе единиц измерения. Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д.).

9. Формулы компилируются с настройками по умолчанию в Microsoft Equation. Нумеруются только формулы, используемые в тексте. Номер формулы пишется в скобках справа.

10. При направлении статьи в редакцию также должны быть указаны сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, место работы, должность, номер телефона, адрес электронной почты.

11. Статьи, поступившие в редакцию, выносятся на рецензирование, а статьи, получившие положительные рецензии, рекомендуются к публикации.

Адрес редакции: AZ1073, город Баку, проспект Г. Джавида, 25. АзТУ

Тел.: (+99412)5391452

www.aztu.edu.az

Электронная почта: elmieserler@aztu.edu.az

ELMİ ƏSƏRLƏR
PROCEEDINGS
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
№1, 2023

Formatı: 60x84 ¹/₈
Həcmi: 12,25 ç.v.
Tirajı: 500

Jurnal AzTU Press Nəşriyyatında çap olunmuşdur.

