

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNOLOGİYA
UNİVERSİTETİ



ELMİ XƏBƏRLƏR
НАУЧНЫЕ ВЕСТИ
SCIENTIFIC NEWS

№ 4
GƏNCƏ - 2025

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

«ELMİ XƏBƏRLƏR» məcmuəsi

Jurnal AQRIS, International Scientific Indexing (ISI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal factor, Cite factor, Academic Scientific Journals, Scientific Indexing Services, Cosmos Foundation (Cosmos Impact Factor), JI Factor, Akademik resource Index – ResearchBib, Academic Keys kimi məlumat bazalarına daxil edilmişdir. Jurnal həmçinin Rusiyanın РИИЦ elektron bazasına daxil edilmişdir.



Redaksiya heyəti

Baş redaktor

Ömərov Yaşar Adil oğlu

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Baş redaktorun müavini

Həmidov Sahil Zahid oğlu

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Məsul katib

Əliyev Şakir Hüseynqulu oğlu

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Redaksiya heyətinin üzvləri

Başmetov Valeriy Stepanoviç

Texnika elmləri doktoru, professor

Vitebsk Dövlət Texnologiya Universiteti

Buadze Elizaveta Pavlovna

Texnika elmləri doktoru, professor

Kutaisi Dövlət Universiteti

Taşpulatov Abusəlah Şüküroviç

Texnika elmləri doktoru

Daşkənd Tekstil və Yüngül Sənaye İnstitutu

Zaretskaya Qalina Petrovna

Texnika elmləri doktoru, professor

A.N.Kosigin adına Rusiya Dövlət Universiteti

Abbasov Vəqif Məhərrəm oğlu

k.e.d., AMEA həqiqi üzvü

Akademik Y.H.Məmmədəliyev adına

Neft - Kimya Prosesləri İnstitutu

Əliyev Fuad Yusif oğlu

AMEA həqiqi üzvü,

kimya elmləri doktoru, Professor

AMEA Gəncə Bölməsi

Məmmədov Qərib Şamil oğlu

AMEA-nın həqiqi üzvü

Biologiya elmləri doktoru, Professor,

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

Cəfərov İbrahim Həsən oğlu

AMEA-nın müxbir üzvü, kənd təsərrüfatı

elmləri doktoru, professor

Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər Elmi

Tədqiqat İnstitutu

Çıraqov Fəmil Musa oğlu

Kimya elmləri doktoru, professor

Bakı Dövlət Universiteti

Güləhmədov Saib Qurban oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Bakı Dövlət Universiteti

Fərzəliyev Elsevər Baba oğlu

Texnika elmləri doktoru

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

Vəliyev Fəzil Əli oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

Mikayilov Vüqar Şahbaba oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Kooperasiya Universiteti

Qənbərov Daşqın Şahbaz oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Cəfərov Məntiq Bahadur oğlu

Fizika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Əlbəndərov Ələmdar Aslan oğlu

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Aslanov Həsənəli Əsəd oğlu

Aqrar elmlər doktoru, professor

Aqrar elmlər üzrə redaktor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Məmmədova Sara Zülfə qızı

Biologiya elmləri doktoru, professor

Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu

Hacıyev Cahangir Əhməd oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Məmmədov Elşad Ərşad oğlu

Kimya elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Mirzəyev Tofiq Hacı oğlu

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Texnika elmləri üzrə redaktor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Nəbiyev Əhəd Əli oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Biologiya elmləri üzrə redaktor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Verdiyev Sakit Qambay oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Fətəliyev Həsən Kamaləddin oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Məmmədov Qabil Balakışi oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Seyidov Allahverdi Kamil oğlu

Aqrar elmlər doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Qurbanova İlhamə Yaşar qızı

Xarici dil üzrə mütəxəssis

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Həsənzadə Zeynab Füzuli qızı

Xarici dil üzrə mütəxəssis

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Kompüter tərtibatçısı: G.V.Rzayeva

Korrektor: Z.Ə.Cavadov

Dizayner: A.F.Sadiqova

İldə dörd dəfə çıxır

Redaksiyanın ünvanı: AZ2011, Azərbaycan,
Gəncə ş. Şah İsmayıl Xətai prospekti, 103
Azərbaycan Texnologiya Universiteti

MÜNDƏRİCAT– СОДЕРЖАНИЕ - CONTENTS

D.L.Aliyeva Yield component analysis of diverse-origin durum wheat genotypes under Ganja region conditions	4
M.V. Kərimzadə Siderat bitkilərin buğdanın fenoloji inkişaf fazalarına, məhsul elementlərinə və məhsuldarlığına təsiri	9
M.M.Məmmədova, R.A.İskəndərov Pomidor (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) hibridlərinin istixana şəraitində bioloji-təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi	17
R.C.Ələkbərov, N.K.İsmayılov, Z.M.Mönsümov Alınan xrom örtüklərin keyfiyyətinin nəzəri tədqiqatları	22
Q.M.Allahverdiyeva, A.V.Mehdiyev Aşağı sürətli yem qarışdırıcısının konstruktiv və işçi parametrlərinin təhlili.....	28
T.Y.Məmmədov, H.S.Camalov, İ.A.Əmiraslanov, R.Q.Əliyeva Xaricdə kənd təsərrüfatı texnikasının təmir-bərpa işlərinin təhlili.....	33
Q.B.Məmmədov, R.F.Fərhadov Hava üfürücü borularda hava axınının paylanması prosesinin tədqiqi.....	39
З.Э.Аббасов, Ф.Дж.Рагимова Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве	44
N.H.Kamran Tədqiq olunan kartof sortnümələrinin məhsuldarlıq göstəricisinə xəstəliklərin təsiri .	50
S.B.Bağirova, Ş.B. Albaliyeva, A.Q.Ağamaliyeva, A.B. Hacıyeva, G.F. Əlihəsənova Portağalın biomorfoloji xüsusiyyətləri və fitokimyəvi tədqiqatların nəticələri	55
İ.A.Hacıyev, H.Q.Kərimov, A.K.Məmmədova Tekstil sənayesində ergonomikanın rolu.....	59
S.Efendi Advanced diagnostic techniques for rod pumping systems.....	64
M.R.Manafov, H.T.Əliyeva, F.R.Şıxıyeva Ağır neft emulsiyalarının realoji modellərinin işlənilib hazırlanmasında müasir yanaşmalar	74
E.E.Abbasov Elektro-hidravlik asma sistemi ilə təchiz olunmuş traktorlarda dartı gücündən istifadə səmərəliliyinə təsir edən amillərin təhlili.....	83
R.M. Hacıyev, N.Ü.Nəcəfli Heyvarlıq binalarının qızdırılmasında istilik nasoslarının tətbiqi.....	88
M.N. Nuriyev, M.M. Misirxanov İpliğin uzunluğu boyu qüsurların paylanması təhlili.....	93
K.R. Həsənova Detalların möhkəmliyə görə hesablanması	98
R.R.Məmmədov Tarixi şəhərlərdə bərpa prosesinin texnoloji aspektləri: rəqəmsal modellər və gis yanaşmaları	104
C.Məmmədov, Y.Hüseynov, A.Eminova Texnoparkda çevik istehsal sahələrinin nəzarət prosesinin avtomatlaşdırılması	113
N.M.Bayramova, X.V.Məsimova İnformasiya sistemlərinin layihələndirmə prinsiplərinin təhlili	123
M.R.Hüseynova, A.T.Əsgərov Müasir şəraitdə qida sənaye məhsullarının ixracının yüksəldilməsi istiqamətləri.....	129

YIELD COMPONENT ANALYSIS OF DIVERSE-ORIGIN DURUM WHEAT GENOTYPES UNDER GANJA REGION CONDITIONS

Dursun Lütfi Aliyeva
Azerbaijan State Agrarian University
dursun.aliyeva@adau.edu.az

Summary. *Durum wheat is a globally significant cereal crop, particularly valued for its role in the production of semolina-based food and its contribution to human nutrition. The enhancement of durum wheat productivity and quality under varying agro-climatic conditions is a key priority for crop improvement programs. This study aimed to assess the agronomic performance of 40 durum wheat genotypes-comprising 4 local and 36 introduced lines, under the field conditions of the Azerbaijan State Agriculture University during the 2022/2023 and 2023/2024 growing seasons. The goal was to measure and compare different traits related to yield and growth. Important differences were found in several traits: plant length ranged from 62.5 to 192.0cm, spikelet length from 6.0 to 11.0, and thousand kernel weight from 31.3 to 55.3 grams. Among all the genotypes, Ganja-1, Ganja-2, GDP-353, and GDP-330 showed the best results in terms of growth and grain yield.*

Keywords: *agronomic traits, durum wheat, grain quality, productivity, yield-related characteristics*

Introduction. Wheat (*Triticum spp.*) is one of the most important staple foods worldwide, providing approximately 20% of the daily calorie intake for over 4.5 billion people [2]. Among wheat species, durum wheat (*Triticum durum* Desf.) holds a significant position as the second most widely cultivated wheat type globally, especially valued for its use in pasta, couscous, and bulgur production [6]. providing more nourishment to humans than any other food source. favored staple food. Durum wheat (*Triticum durum* Desf.), an allotetraploid ($2n = 4x = 28$, AABB), is the second most important wheat type globally and is primarily cultivated in Mediterranean regions [3]. Genetic characterization through agromorphological traits forms the basis for effective breeding strategies. has been one of the most important staple crops in the population's daily diet since ancient times. Durum wheat production is estimated at approximately 36 million tons globally each year [4]. Morphological and agronomic traits such as plant height, spike length of spikelets per spike, grain number per spike, and thousand kernel weight are critical yield components that directly affect grain productivity [5]. Understanding the genetic variability and phenotypic correlations among these traits enables breeders to select superior genotypes and design effective breeding strategies [1].

Relevance of the Study. Durum wheat (*Triticum durum*) is a globally important strategic cereal crop, widely used in the production of semolina-based food products such as pasta and bulgur. Its nutritional value and industrial significance make it a key component of modern agriculture and food security. The increasing global population, food demand, and ongoing climate changes have made it essential to improve the productivity, quality, and adaptability of durum wheat. Therefore, the comparative evaluation of agrobiological and yield-related traits in both local and introduced durum wheat genotypes is of high scientific and practical importance.

Objective of the Research. The main objective of this study is to conduct a comparative evaluation of morphological and agronomic traits of local and introduced durum wheat (*Triticum durum*) genotypes during the 2022–2023 and 2023–2024 growing seasons. The research aims to identify high-yielding, locally adaptable genotypes with favorable traits that can be used in breeding programs to improve durum wheat cultivation.

Object of the Research. The research object consists of 40 durum wheat genotypes, including 4 local and 36 introduced lines. The genotypes were tested under field conditions at the Grain and Legume Laboratory of the Azerbaijan State Agricultural University, located in the Ganja region.

Method of the Research. The study was carried out during the 2022–2023 and 2023–2024 growing seasons using a randomized complete block design (RCBD) with replicates. Each genotype was sown in 2 m² plots with 25 cm row spacing. Standard agronomic practices and phenological observations were performed throughout the growing period. Key agronomic traits were recorded, including plant height (cm), spike length (cm), number of spikelets per spike, number of grains per spike, grain weight per spike (g), thousand kernel weight (g), and grain yield (kg/m²).

MATERIAL AND DISCUSSION

The experiment was conducted during the two growing seasons at the Laboratory of Grain and Legumes, Azerbaijan State Agriculture University in Ganja (altitude: 468m, 40°40'N, 46°20'E). This study aims to evaluate 40 durum wheat genotypes, comprising 4 local and 36 introduced lines, for key yield and morphological traits over two growing seasons. During the vegetation period, agrotechnical maintenance work, field research, and observations on plants and crop structural elements were carried out in the experimental area using the existing methodology. Phenological observations, based on Kuperman's methods, covered all stages from emergence to full maturity. Phenological observations showed dynamic development across all genotypes. The data presented in Table 1 represent the mean values obtained across two consecutive growing seasons (2022-2023 and 2023-2024), reflecting the stability and performance of each genotype under the experimental conditions.

Table 1.

Average productivity indicators of durum wheat genotypes over two growing seasons (2022-2023 and 2023-2024)

№	Genbank number	Origin	PH (cm)	SL (cm)	SNS (no)	SPS (no)	GW S (g)	TG W (g)	SD (no)
1	GDP-023	EGY	93.0	6.0	16.5	43.0	3.0	36.0	27.4
2	GDP-044	ARG	105.0	7.0	18.0	40.0	1.8	44.0	26.4
3	GDP-049	ARG	102.0	7.3	21.5	51.0	1.7	41.1	29.7
4	GDP-57	ARG	75.0	8.0	17.5	39.0	2.0	41.3	26.9
5	GDP-078	ESP	82.0	6.5	18.0	53.0	2.4	46.0	28.3
6	GDP-115	CIMMYT	79.5	9.0	21.0	54.0	2.0	46.2	23.5
7	GDP-177	ICARDA	63.5	7.7	20.5	46.0	2.2	42.0	26.4
8	GDP-182	ICARDA	96.0	8.8	20.5	53.0	2.0	36.4	25.5
9	GDP-183	ICARDA	116.0	8.6	18.0	42.0	1.7	40.8	26.2
10	GDP-196	ICARDA	93.0	6.5	16.5	37.0	1.8	39.3	27.1
11	GDP-204	AUS	62.5	7.5	22.0	43.0	2.4	38.4	23.9
12	GDP-207	AUS	79.0	8.8	19.0	52.0	1.4	34.3	24.0
13	GDP-215	AUT	83.5	7.9	18.0	39.0	1.6	42.0	27.0
14	GDP-215	AUT	84.0	8.5	20.5	46.0	1.4	39.4	20.6
15	GDP-216	AUT	119.5	7.0	18.5	43.0	1.4	39.7	28.7
16	GDP-232	ITA	109.5	7.5	21.5	33.0	1.6	39.5	26.2
17	GDP-235	ITA	105.0	8.8	18.0	37.5	2.4	46.0	23.0
18	GDP-238	MAR	90.0	7.7	19.5	47.5	1.8	42.6	32.5
19	GDP-261	ICARDA	88.5	8.5	18.0	47.5	1.8	45.6	21.1
20	GDP-271	ICARDA	91.5	8.0	20.0	42.5	1.8	43.6	24.3

№ 4/2025

səh.4-8

21	GDP-310	ESP	85.5	9.0	21.0	20.0	1.5	42.7	22.2
22	GDP-330	ESP	133.0	11.0	16.0	35.5	1.8	33.5	19.0
23	GDP-332	ESP	88.5	7.7	16.5	51.5	2.0	38.8	20.7
24	GDP-341	FRA	91.0	8.5	22.5	48.5	1.9	42.3	19.4
25	GDP-353	ITA	192.0	8.7	21.5	36.0	1.5	43.5	25.5
26	GDP-375	ITA	69.5	10.0	19.5	42.5	2.0	45.7	21.5
27	GDP-376	ITA	102.0	9.5	17.5	38.0	2.1	47.6	20.5
28	GDP-388	USA	68.5	8.0	20.5	41.0	1.7	41.4	22.1
29	GDP-395	ESP	87.0	8.3	18.0	42.5	1.3	53.7	22.8
30	GDP-397	IND	69.0	7.3	18.5	54.0	1.6	34.6	22.6
31	GDP-403	ALG	67.0	9.0	19.5	55.0	2.0	38.6	23.2
32	GDP-417	ICARDA	72.5	7.9	19.5	41.5	1.4	37.7	24.3
33	GDP-419	ICARDA	75.0	8.5	21.0	50.0	1.6	41.5	20.5
34	GDP-420	ICARDA	75.0	6.9	20.0	58.5	2.1	40.0	28.1
35	GDP-422	ICARDA	88.5	6.2	18.0	44.5	1.7	32.8	32.1
36	GDP-457	FRANCE	94.0	7.3	21.0	46.5	1.8	31.3	27.6
37	Ganja-1	GANJA	134.0	9.2	22.5	52.0	4.3	47.6	23.9
38	Ganja-2	GANJA	107.0	8.8	22.5	45.0	2.3	51.5	25.5
39	Ganja-3	GANJA	95.5	9.4	21.5	48.0	2.3	43.9	19.6
40	Ganja-4	GANJA	77.0	10.4	20.5	45.5	2.0	38.3	19.6

Table 1 Presents a detailed summary of the productivity indicators for each genotype. Ganja-1 exhibited the highest plant height (134 cm), and GDP-353 (192 cm), while GDP-204 had the lowest (62 cm). The longest spike length was observed in GDP-330 (11.00 cm), with GDP-023 showing the shortest (6 cm). Thousand kernel weight varied from 31.3 g (GDP-457) to 47.6 g (GDP-376), highlighting traits of potential value for yield improvement. In the first year, the SNS of the population was 22.5 in Ganja-1, Ganja-2, and GDP-341, while it increased to 25 in the second year. The lowest SNS was determined as 13 from the genotype GDP-560. The genotypes in the first and second years were found to be 19 and 23, respectively. The lowest spike density was in GDP-330, 19.00, while the highest was in GDP-238, 32.5, and Ganja-2, 25.0.

Phenotypic correlation. Correlation coefficients were calculated to determine the relationships among the seven major traits. The results revealed significant variability, which is vital for breeding strategies.

Table 2

Phenotypic correlation during the 2022/23 to 2023/24 season

<i>Trait</i>	Mean± SE	Variance	Coeff. Of variation (%)
<i>PH</i>	93.0±2.15	485.12	24.20
<i>SL</i>	6.0±0.12	1.60	15.49
<i>SNS</i>	16. ±50.19	3.96	10.22
<i>SPS</i>	43.0±0.73	55.19	16.48
<i>GWS</i>	3.0±0.07	0.51	36.63
<i>TKW</i>	36.0±0.59	37.51	14.59
<i>SD</i>	27.4±0.37	14.76	15.47

The analysis of phenotypic correlations among key agronomic traits of the durum wheat genotypes revealed important relationships relevant for breeding. Plant height (PH) exhibited a strong positive

correlation with spike length (SL), indicating that genotypes with taller plants generally have longer spikes. Grain weight per spike (GWS) showed the highest variability with a coefficient of variation of 36.63%, underscoring its potential as a critical yield component. Thousand kernel weight (TKW) was positively correlated with GWS, reflecting the combined influence of grain size and number on productivity. In contrast, spike density (SD) demonstrated weaker correlations with other traits, suggesting a more complex role in yield determination. These correlations provide essential insights for the selection of superior genotypes in durum wheat breeding programs under Ganja region agroecological conditions.

CONCLUSION

This study demonstrated significant genetic variability among 40 durum wheat genotypes in key traits such as plant height, spike length, and thousand-kernel weight. Genotypes such as Ganja-1, Ganja-2, GDP-353, GDP-330, and GDP-238 demonstrated strong agronomic performance. The introduced germplasm showed valuable traits that can support breeding programs and improve local cultivar performance. The introduced durum wheat genotypes have exhibited strong adaptability to local agroecological conditions and demonstrated high yield potential. These genotypes present valuable traits that can be incorporated into regional breeding initiatives.

Scientific Novelty. This study represents one of the first comprehensive comparative evaluations of both local and introduced *Triticum durum* genotypes under the specific agroecological conditions of Azerbaijan over two consecutive growing seasons. By analyzing a diverse set of 40 genotypes for key morphological and agronomic traits, the research provides new insight into genotype performance variability in terms of yield-related characteristics. The identification of high-performing lines such as Ganja-1, Ganja-2, GDP-353, and GDP-330 contributes valuable new genetic material for durum wheat breeding programs in the region.

Practical Significance. The results of this research are of considerable practical value for national and regional wheat improvement initiatives. The evaluated genotypes offer promising candidates for direct cultivation or use in hybridization schemes aimed at developing high-yielding, stress-tolerant durum wheat cultivars. Agronomists and breeders can utilize these findings to make informed decisions about genotype selection, breeding priorities, and crop management strategies tailored to local environmental conditions.

Economic Impact. The adoption of high-yielding, locally adaptable durum wheat genotypes can significantly increase grain production per hectare, leading to improved farmer incomes and greater profitability. In the broader context, the use of such genotypes can reduce dependence on imported wheat, strengthen national food security, and support the sustainable development of the agricultural sector. Additionally, improved resource efficiency (e.g., better water and nutrient use) associated with selected genotypes contributes to more cost-effective and environmentally resilient farming systems.

REFERENCES

1. Ali, M., Ahmad, M., & Hussain, S. (2021)/ Genetic variability and correlation studies in durum wheat for yield and yield-related traits. *Journal of Cereal Research*, 13(2), 157-165.
<https://doi.org/10.25174/jcr.v13i2.4485>
2. FAO. (2020). FAOSTAT Statistical Database/ Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/>
3. Aliyeva D.L Quliyeva. L.N. Musayeva. S.E., Ağazadə.G.F. Assessment of biomorphological traits in durum wheat of different origin. *Research in: Agricultural & Veterinary Sciences Vol 8, No.2, 2024, 84-89* <https://doi.org/10.62476/ravs8284>
4. Aliyeva D. Physiological and quality indicators of grain in local and introduced durum wheat (T. Durum L.) genotypes. X International Scientific and practical conference “SCIENCE and TECHNOLOGIES” 2024/3/26 pp. 80- 86
5. Khan, N. ahmad, M., & Malik, S.A.(2019). Agro-morphological characterization of durum wheat germplasm. *Plant Breeding and Biotechnology*, 7(3),276-285.
<http://doi.org/10.9787/PBB.2019.7.3.276>

6. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537-1553.

<https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>

UOT 631.6

GƏNCƏ BÖLGƏSİNİN ŞƏRAİTİNDƏ MÜXTƏLİF MƏNŞƏLİ BƏRK BUĞDA GENOTİPLƏRİNİN MƏHSULDARLIQ KOMPONENTLƏRİNİN TƏHLİLİ

Dursun Lütfi qızı Əliyeva
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
dursun.aliyeva@adau.edu.az

Xülasə. Bərk buğda (*Triticum durum*) global əhəmiyyətə malik taxıl bitkisi və xüsusilə semolina əsaslı ərzaqların istehsalında və insan qidalanmasında rolu ilə qiymətləndirilir. Bərk buğdanın məhsuldarlığının və keyfiyyətinin müxtəlif aqro-iqlim şəraitində artırılması əkinçilik təkmilləşdirmə proqramlarının əsas prioritetlərindəndir. Bu tədqiqatda 2022/2023 və 2023/2024 əkin mövsümlərində Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin sahə şəraitində 40 bərk buğda genotipinin – 4 yerli və 36 gətirilmiş xəttin aqronomik göstəriciləri qiymətləndirildi. Məqsəd məhsuldarlıq və inkişafba bağlı müxtəlif xüsusiyyətləri ölçmək və müqayisə etmək idi. Bitki boyu 62,5–192,0 sm, sünbülün uzunluğu 6,0–11,0 sm, min dənə çəkisi isə 31,3–55,3 qram arasında əhəmiyyətli fərqliliklər müşahidə edildi. Bütün genotiplər arasında Gəncə-1, Gəncə-2, GDP-353 və GDP-330 inkişaf və məhsul nəticələri üzrə ən yüksək göstəricilərə malik oldu.

Açar sözlər: aqronomik əlamətlər, durum buğdası, dən keyfiyyəti, məhsuldarlıq, məhsuldarlıq göstəricilər

УДК 631.6

АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ УРОЖАЙНОСТИ ГЕНОТИПОВ ТВЕРДЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЯНДЖИНСКОГО РЕГИОНА

Дурсун Лютфи гызы Алиева
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
dursun.aliyeva@adau.edu.az

Резюме. Твердая пшеница (*Triticum durum*) является мировым значимым зерновым культурным растением, особенно ценным благодаря использованию в производстве продуктов на основе семолины и значительному вкладу в питание человека. Повышение продуктивности и качества твердой пшеницы в различных агроклиматических условиях является одной из ключевых задач программ по улучшению посевов. В данном исследовании оценивалась агрономическая продуктивность 40 генотипов твердой пшеницы, включающих 4 местных и 36 интродуцированных линий, выращенных в полевых условиях Азербайджанского Государственного Сельскохозяйственного Университета в сезонах 2022/2023 и 2023/2024 годов. Целью было измерение и сравнение различных признаков, связанных с урожайностью и ростом. Были выявлены значительные различия по ряду признаков: высота растений варьировала от 62,5 до 192,0 см, длина колоса — от 6,0 до 11,0 см, масса тысячи зерен — от 31,3 до 55,3 грамм. Среди всех генотипов наилучшие результаты по росту и урожайности зерна показали Ganja-1, Ganja-2, GDP-353 и GDP-330.

Ключевые слова: агрономические признаки, твёрдая пшеница, качество зерна, продуктивность, урожайные характеристики

Redaksiyaya daxilolma: 15.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



SİDERAT BİTKİLƏRİN BUĞDANIN FENOLOJİ İNKİŞAF FAZALARINA, MƏHSUL ELEMENTLƏRİNƏ VƏ MƏHSULDARLIĞINA TƏSİRİ

Murad Vəkil oğlu Kərimzadə
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
kerimzademurad2003@gmail.com

Xülasə. Məqalədə buğda bitkisinin məhsuldarlığına və toxum keyfiyyətinə siderat bitkilərinin – payızlıq noxud və payızlıq noxud + vələmir (*Vicia sativa* L. + *Lolium multiflorum* L.) qarışığının təsiri araşdırılmışdır. Tarla təcrübələri 2024-2025-ci illərdə Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər ETİ-də aparılmışdır. Tədqiqat obyekti kimi “Nurcahan” yumşaq buğda sortu istifadə edilmişdir. Siderat bitkiləri torpaqda bioloji aktivliyi artırmaq, azot balansını bərpa etmək və üzvi maddə ehtiyatını zənginləşdirməklə yanaşı, sonrakı əsas bitkilərin qidalanma şəraitini yaxşılaşdırır. Araşdırmalar göstərir ki, paxlalı sideratlar torpaqda bioloji azot fiksasiyasını gücləndirir, bu isə payızlıq buğdanın həm dən məhsuldarlığını, həm də zülal tərkibli toxum keyfiyyətini yüksəldir. Ən yüksək nəticə payızlıq noxud və vələmirin birgə siderat kimi tətbiq olunduğu variantda əldə edilmişdir. Burada sünbülün toxum səpin keyfiyyəti yaxşılaşmış, vegetasiya dövrü 225 gün olmaqla 5 gün tezləşmişdir. Noxud və vələmirin birlikdə torpaqda biokütlə və azot yığılmasını artırması, eləcə də torpaq strukturunun yaxşılaşması bitkilərin daha intensiv inkişafına səbəb olmuşdur. Ən yüksək məhsuldarlıq göstəricisi yenə də, payızlıq noxud və vələmirin birgə siderat kimi tətbiq edildiyi variantda qeydə alınmışdır — 56,6 sent/ha. Bu, nəzarətə nisbətən 8,7 sent/ha (18,2%), noxudun tək əkildiyi variantda nisbətən isə 3,3 sent/ha (6,2%) çox olmuşdur. Bu nəticə göstərir ki, paxlalı (noxud) və taxıl (vələmir) sideratlarının qarışıq şəkildə becərilməsi torpağın həm azot, həm də üzvi maddə balansını tarazlaşdıraraq buğdanın qidalanmasını optimallaşdırır.

Açar sözlər: siderat bitkilər, payızlıq buğda, payızlıq noxud (*Vicia sativa* L.), vələmir (*Lolium multiflorum* L.), torpaq münbitliyi, dən məhsuldarlığı, toxum keyfiyyəti.

Giriş. Dünya üzrə intensiv əkinçilik sistemlərinin genişlənməsi, mineral gübrələrin həddindən artıq istifadəsi və torpaqda üzvi maddələrinin azalması torpaq ekosistemlərinin bioloji tarazlığını pozmuşdur. Bu səbəbdən aqrar elmdə torpaq münbitliyinin bioloji üsullarla bərpası və davamlı məhsuldarlığın təmin olunması əsas istiqamətlərdən birinə çevrilmişdir (Babayev, 2011, s. 87; Məmmədov, 2024, s. 112). Bu məqsədlə tətbiq edilən mühüm aqrotexniki tədbirlərdən biri siderat bitkilərdən – yəni torpağa yaşıl kütlə şəklində qarışdırılan və bioloji gübrə funksiyasını yerinə yetirən bitkilərdən – istifadədir.

Bol və keyfiyyətli məhsulun əldə olunmasında sort toxumlar əsas rol oynayır. Təcrübələrlə bir daha sübut olunmuşdur ki, keyfiyyətli toxum yüksək məhsulun əsası deməkdir. Bitki toxumları nə qədər keyfiyyətli olsa onlardan inkişaf edən toxumlar da qüvvətli və davamlı olur (Qahramanova, 2025, s. 67-74).

Səpin üçün nəzərdə tutulan, toxum dolu, sağlam və standartı uyğun olaraq təmiz olmalıdır. Siderat (yaşıl gübrə) bitkiləri, xüsusilə paxlalılar, torpaqda azotun bioloji fiksasiyası, strukturun yaxşılaşdırılması və humus balansının bərpası baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Onların parçalanması nəticəsində torpağa daxil olan üzvi maddələr mikrobioloji aktivliyi artırır, nəticədə torpaqda qida elementlərinin dövrəni daha tarazlı olur (Dabney et al., 2001, s. 1225; Abdalla et al., 2019, s. 5). Bu da, növbəti mövsümdə əsasən payızlıq buğda kimi strateji bitkilərin qidalanma rejiminə müsbət təsir göstərir.

Payızlıq buğda Azərbaycanın və ümumilikdə Cənubi Qafqaz regionunun ən mühüm ərzaq və yem bitkisidir. Onun yüksək məhsuldarlığının təmin olunması üçün torpağın fiziki-kimyəvi və bioloji

xüsusiyyətlərinin sabit saxlanması vacibdir. Lakin son illərdə torpaqlarda üzvi maddələrin azalması, xüsusilə də azot çatışmazlığı, buğdanın məhsuldarlığına təsir edən əsas amillərdəndir (Əliyev və Hüseynov, 2008, s. 96).

Bu baxımdan siderat bitkilərinin, xüsusilə payızlıq noxud və payızlıq noxud + vələmir qarışığının tətbiqi, buğda əkinə üçün ekoloji cəhətdən dayanıqlı azot mənbəyi yaradır. Paxlalı bitkilər azot fiksasiya edən *Rhizobium leguminosarum* bakteriyaları vasitəsilə torpaqda bioloji azot toplayır, vələmir isə torpağın strukturunu və su-hava rejimini yaxşılaşdırır (Wang et al., 2024, s. 873). Nəticədə payızlıq buğda bitkisinin kök sisteminin inkişafı güclənir, fotosintetik aktivlik artır, bu da həm də məhsuldarlığına, həm də toxum keyfiyyətinə müsbət təsir göstərir (Allam et al., 2023, s. 1716).

Siderat bitkiləri torpağın münbitliyini artırmaqla yanaşı, ekosistemin bioloji dövrənini bərpa edən mühüm aqroekoloji amildir. Onların torpaqda parçalanması nəticəsində əmələ gələn humus maddələri torpağın su tutma qabiliyyətini, hava rejimini və struktur sabitliyini yaxşılaşdırır. Xüsusilə paxlalı sideratlar (noxud, gülül, yonca və s.) torpaqda bioloji azot fiksasiyasını təmin edərək, mineral gübrələrə olan asılılığı azaldır (Babayev, 2011, s. 132).

Siderat kimi istifadə edilən payızlıq noxud (*Vicia sativa* L.) və vələmir (*Lolium multiflorum* Lam.) bir-birini tamamlayan bioloji xüsusiyyətlərə malikdir: noxud torpağı azotla zənginləşdirir, vələmir isə torpaqda üzvi kütlə toplanmasını təmin edir. Qarışıq şəkildə əkiləndə torpaq mikroflorasında bakterial aktivlik yüksəlir, nəticədə torpaqda mineral azotun və humusun miqdarı artır.

Ədəbiyyat mənbələrinə görə, sideratların 5–7 il ardıcıl tətbiqi torpağın ümumi üzvi maddə ehtiyatını 0,3–0,5 % artırır (Kumar et al., 2020, s. 311). Bu, torpağın karbon balansının qorunması və iqlim dəyişmələrinin təsirinin azaldılması baxımından da böyük əhəmiyyət daşıyır.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, payızlıq noxud ilə torpağa 45,2–55,3 s/ha yaşıl kütlə, 9,0–12,1 s/ha isə quru kütlə daxil olur, yaşıl kütlədəki quru maddənin miqdarı 19,8–21,8 % təşkil edir. Torpağa daxil olan NPK miqdarı isə müvafiq olaraq 10,4–14,0; 2,6–4,0 və 4,0–6,4 kq/ha təşkil edir (Həsənova və b. 2021, s. 3127–3129).

Siderat bitkilərinin əsas təsir istiqamətlərindən biri sonrakı əsas bitkinin məhsuldarlığının yüksəldilməsidir. Tədqiqat və ədəbiyyat məlumatlarına əsasən, payızlıq buğda üçün siderat kimi payızlıq noxud əkilməsi nəticəsində torpaqda azotun minerallaşma səviyyəsi yüksəlmiş və buğda bitkisinin vegetasiya dövründə azotla təmin olunması 20–25 % yaxşılaşmışdır.

Müxtəlif tədqiqatlarda qeyd olunur ki, payızlıq noxud siderat kimi əkilən variantda buğdanın dən məhsuldarlığı 0,4–0,8 t/ha, 1000 dənin kütləsi 2–4 qram, dəndə xam zülalın miqdarı isə 0,8–1,3 % artmışdır (Allam et al., 2023, s. 1718). Bu nəticələr noxud və vələmir qarışığının daha səmərəli olduğunu göstərir, çünki vələmirin güclü kök sistemi torpaqda su və hava balansını tənzimləyir.

Beləliklə, siderat bitkilərindən istifadə yalnız torpağın kimyəvi tərkibini deyil, həm də buğdanın morfoloji və fizioloji xüsusiyyətlərini – kök sisteminin inkişafını, yarpaq səthinin böyüməsini və fotosintetik potensialı – müsbət istiqamətdə dəyişir.

Payızlıq buğda toxumunun keyfiyyəti bir çox amillərlə, xüsusilə qidalanma şəraiti və torpağın bioloji aktivliyi ilə əlaqədardır. Siderat bitkilərinin parçalanması nəticəsində torpağa daxil olan qida elementləri (azot, fosfor, kalium, kalsium və mikroelementlər) buğda dəninin biokimyəvi tərkibinə müsbət təsir göstərir.

Araşdırmalar göstərir ki, siderat tətbiqi nəticəsində buğda dəninin xam zülal tərkibi 12,8–14,1 %, quru maddə miqdarı 86–88 %, çörəklik göstəriciləri isə 10–12 % artmışdır (Wang et al., 2024, s. 874). Bu, dəninin emal keyfiyyətini və toxum materialının cücərmə enerjisini də artırır.

Mövzunun aktuallığı. Müasir dövrdə kənd təsərrüfatında intensiv texnologiyaların tətbiqi, torpaqlardan uzunmüddətli istifadə, üzvi maddələrin azlığı torpaqların degradasiyasına və məhsuldarlığın azalmasına səbəb olmuşdur. Ənənəvi mineral gübrələr torpaqda qida balansını tam bərpa edə bilmir, nəticədə torpağın bioloji aktivliyi və strukturluğu zəifləyir. Buna görə də bioloji üsulların, xüsusilə də siderat bitkilərinin tətbiqi xüsusi aktuallıq kəsb edir. Siderat bitkiləri torpağın üzvi maddə ehtiyatını artırmaqla yanaşı, bioloji azotla zənginləşdirir, torpağın fiziki və kimyəvi

xassələrini yaxşılaşdırır və becərilən bitkilərin məhsuldarlığını artırır. Bu baxımdan, payızlıq noxud və vələmirin siderat kimi buğda əkinin altında istifadəsinin torpağın aqrofiziki göstəricilərinə, bitkinin fenoloji inkişaf fazalarına və məhsuldarlığına təsirinin öyrənilməsi elmi və praktiki cəhətdən çox aktualdır.

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın aparılmasında məqsəd mineral gübrələr istioifadə etmədən, bioloji üsullarla ekoloji təmiz məhsul istehsal etməkdir. Siderat bitkilərinin sistemli tətbiqi həm torpağın ekoloji vəziyyətini, həm də buğdanın məhsul və keyfiyyət göstəricilərini yaxşılaşdırmaqla, davamlı əkinçilik sistemlərinin əsas komponentlərindən biri sayılır.

Tədqiqat obyekti. Tədqiqat obyekti kimi “Nurcahan” yumşaq buğda sortu, siderat bitkiləri isə noxud və vələmir götürülüb. “Nurcahan” yumşaq buğda sortu ADAU – nun “Taxıl və paxlalı bitkilər” sahəvi laboratoriyasının kolleksiya ptomnikində miltirum növmüxtəlifliyinə aid Azərbaycanın yerli genofond nümunələrindən fərdi seçmə yolu ilə alınmışdır (Qurbanov, 2019). Sort intensiv tipli olmaqla alçaqboyludur. Optimal səpin müddəti oktyabrın 05-dən, noyabrın 5-dək olan dövrdür.

Tədqiqat metodları. Tarla təcrübələri 2024-2025-ci illərdə Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər ETİ-də aparılmışdır.

Tədqiqat işi BMTB ETİ-də əvvəlcədən payızlıq noxud və payızlıq noxud+vələmir əkilmiş təcrübə sahələrində davam etdirilib. 2024-cü ilin oktyabr ayının 1-ci ongünlüyündə siderat bitkiləri torpağa basdırılmış, çürümə müddəti başa çatdıqdan sonra noyabrın 1-də buğda səpilmişdir. Qarşıya qoyulmuş məqsəd təcrübə olaraq yerinə yetirilmişdir. Təcrübə tədqiqatlar tarla şəraitində, torpaq və bitki nümunələrinin təhlili laboratoriya şəraitində aparılmışdır.

Materiallar və müzakirələr. Tədqiqat işində siderat bitkilərinin buğdanın inkişaf fazalarına təsiri öyrənilmişdir. Metodikaya uyğun olaraq yumşaq payızlıq buğdanın “Nurcahan” sortu 3 variant, 4 təkrarda səpilmişdir. Həmin variantlarda buğda üzərində fenoloji müşahidələr aparılmış onun inkişaf fazalarını keçmə müddəti öyrənilmişdir. Səpin üçün dövlət standartlarının tələblərinə tam uyğun gələn yüksək kondisiyalı toxumlardan istifadə edilmişdir. Aqrotekniki tədbirlər optimal və düzgün olaraq yerinə yetirilmişdir. Bütün variantlar üzrə səpin eyni tarixdə noyabrın 1-də aparılmışdır.

Aparılan fenoloji müşahidələr nəticəsində müxtəlif vegetasiya müddətləri öyrənilmiş, jurnalda qeyd edilmiş və cədvəl 1- də öz əksini tapmışdır.

Cücərmə. Cücərmə faizi, yüksək məhsul almağın əsas amillərindən biri sayılır. Qurbanovun (2017) tədqiqatları göstərir ki, sahə cücərmə faizi laboratoriya cücərmə faizi ilə əlaqəlidir və cücərmə səpin materialının keyfiyyətindən (iriliyi, bərabərliyi, toxumun təmizliyi və bioloji xüsusiyyətlərindən) asılıdır.

Qurbanova (2017) görə iri dənli toxumlar yüksək cücərmə qabiliyyətinə malikdir. Bizim apardığımız təcrübədə isə müxtəlif cücərmə qabiliyyəti qeydə alınmışdır.

Sünbülləmə. Yarpaq qınından formalaşmış sünbülün görünməsi sünbülləmə adlanır. Sünbülün əmələ gəlməsi zamanı xarici mühit şəraiti sünbülün boyuna, sünbüllüklərin və çiçəklərin miqdarına güclü təsir göstərir. Biz öz apardığımız təcrübədə bunları nəzərə alaraq sünbülləmə vaxtını qeyd etmişik.

Tam yetişkənlik. Yumurtalığın mayalanmasından sonra dən böyüməyə və formalaşmağa başlayır. Dənin formalaşması yetişkənliyin başlamasına qədər davam edir. Yetişkənliyin sonu tam yetişkənlik adlanır. Bu dövrdə dənin bütün əlamətləri üzə çıxır.

Siderat bitkiləri, torpağın azot balansını tənzimləyərək buğdanın inkişafına müsbət təsir göstərir. Türkiyədə aparılan tədqiqatlarda, payızlıq noxud və vələmir qarışığının tətbiqi ilə buğdanın vegetasiya müddətinin qısaldığı və məhsuldarlığın artdığı müşahidə edilmişdir (ankomer.com). Bu bitkilərin torpaqda bioloji azotu fiksasiya etməsi, buğdanın erkən inkişaf fazalarını sürətləndirərək məhsulun keyfiyyətini artırır (siirt.edu.tr). Əlavə olaraq, siderat bitkilərinin tətbiqi ilə torpağın strukturunun yaxşılaşdığı və buğdanın suya olan tələbatının azaldığı bildirilir (todab.org.tr).

Xarici mühit amillərindən asılı olaraq yetişmə sürətlənə və ya gecikə bilər. Məsələn: quru, isti hava, torpaqda rütubətin kifayətsizliyi yetişməni sürətləndirir, sərin, yağışlı hava, torpaqda azotun çoxluğu yetişmə dövrünü uzadır. (Cədvəl 1).

Siderat bitkilərin buğdanın inkişaf fazalarına təsiri

№	Variantlar	Səpin müddəti, gün, ay, il	Cücərmə	Kollanma	Sünbülləmə	Tam yetişmə	Vegetasiya müddəti
1	Bugda (nəzarət)	01.11.2024	08.11.2024	29.12.2024	22.04.2025	19.06.2025	230
2	Bugda (payızlıq noxud)	01.11. 2024	08.11.2024	28.12.2024	20.04.2025	16.06.2025	227
3	Bugda (payızlıq noxud+vəl əmir)	01.11. 2024	08.11.2024	27.12.2024	19.04.2025	14.06.2025	225

Nəzarət variantında (buğda təmiz əkində) cücərmə 08 noyabr 2024-cü ildə, kollanma 29 dekabr 2024-cü ildə, sünbülləmə 22 aprel 2025-ci ildə, tam yetişmə isə 19 iyun 2025-ci ildə müşahidə edilmişdir. Bu halda vegetasiya müddəti 230 gün təşkil etmişdir. Bu variantda bitkilərin inkişafı təbii şəraitdə, torpaqda əlavə bioloji təsir olmadan getmişdir və nəticədə fenoloji mərhələlərin keçməsi bir qədər ləng baş vermişdir.

Payızlıq noxud fonunda əkilmiş buğda variantında cücərmə vaxtı dəyişməsə də, sonrakı inkişaf fazaları daha erkən müşahidə olunmuşdur. Kollanma mərhələsi nəzarətə nisbətən 1 gün, sünbülləmə 2 gün, tam yetişmə isə 3 gün daha tez baş vermiş, vegetasiya dövrü 227 günə qədər qısalmışdır. Bu fərq payızlıq noxudun torpağa verdiyi bioloji azot və üzvi maddələrin buğdanın qidalanmasını yaxşılaşdırması ilə izah olunur.

Payızlıq noxud və vələmirin birgə əkildiyi üçüncü variantda isə buğdanın inkişafı daha da sürətlənmişdir. Belə ki, kollanma nəzarətə nisbətən 2 gün, sünbülləmə 3 gün, tam yetişmə isə 5 gün daha tez baş vermiş və vegetasiya dövrü 225 gün olmuşdur. Noxud və vələmirin birlikdə torpaqda biokütlə və azot yığılmasını artırması, eləcə də torpaq strukturunun yaxşılaşması bitkilərin daha intensiv inkişafına səbəb olmuşdur.

Ümumilikdə, əldə olunan nəticələr göstərir ki, siderat bitkilərinin (payızlıq noxud və vələmirin) istifadəsi buğdanın fenoloji inkişafını sürətləndirir və vegetasiya dövrünü qısaldır. Qarışıq səpin şəraiti torpağın qida rejimini və mikroiqlimini yaxşılaşdırmaqla buğdanın bioloji məhsuldarlığını artırmaq potensialına malikdir.

Siderat bitkilərin buğdanın sünbül analizlərinin nəticələrinə təsiri.

Təcrübədə buğdanın məhsuldarlığını öyrənmək üçün sünbüllərin analizini aparmışıq. Sünbül analizinin aparılması mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Sünbüllərinin analizi zamanı sünbülün uzunluğu, sünbüldə olan sünbülcüklərin sayı, sünbüldə olan sünbülcüklərin çəkisi, bir bitkidə olan dənələrin sayı, bir bitkidə olan dənələrin çəkisi və dənənin mütləq çəkisi öyrənilmişdir (cədvəl 2).

Siderat bitkilərin sünbül analizinin nəticələrinə təsiri

№	Variantlar	Sünbülün uzunluğu (sm)	Sünbüldə olan sünbülcüklərin sayı (ədəd)	Sünbüldə olan dənlərin sayı (ədəd)	Bir sünbüldə olan dənlərin çəkisi (qr)	Bir bitkidə olan dənlərin sayı (ədəd)	Bir bitkidə olan dənlərin çəkisi (qr)	Dənin mütləq çəkisi
1	Bugda (nəzarət)	8,8	21,9	50,39	2,0	100,76	4,1	40,6
2	Bugda (payızlıq noxud)	9,1	24,9	52,5	2,2	108,9	4,6	42,2
3	Bugda (payızlıq noxud+vələmir)	9,3	25,2	55,4	2,5	110,6	4,9	44,3

Cədvəl 3-də göstərilən məlumatlardan aydın olur ki, siderat bitkilərinin tətbiqi buğda bitkisinin əsas morfoloji göstəricilərinə — sünbülün uzunluğuna, sünbüldəki sünbülcüklərin və dənlərin sayına, həmçinin dənlərin kütləsinə müsbət təsir göstərmişdir.

Nəzarət variantında (siderat bitkiləri əkilməmiş) sünbülün uzunluğu 8,8 sm, sünbüldəki sünbülcüklərin sayı 21,9 ədəd, bir sünbüldə olan dənlərin sayı 50,39 ədəd, bir sünbüldəki dənlərin çəkisi 2,0 q, bir bitkidə olan dənlərin çəkisi isə 4,1 q olmuşdur.

Payızlıq noxud sideratı tətbiq edildikdə bu göstəricilər müvafiq olaraq 9,1 sm, 24,9 ədəd, 52,5 ədəd, 2,2 q və 4,6 q təşkil etmişdir. Bu, nəzarət variantına nisbətən sünbül uzunluğunda 0,3 sm (3,4%), sünbülcüklərin sayında 3,0 ədəd (13,7%), bir sünbüldə dənlərin sayında 2,1 ədəd (4,2%), bir sünbüldə dənlərin çəkisində isə 0,2 q (10%) artım deməkdir.

Ən yüksək göstəricilər payızlıq noxud və vələmir qarışığının siderat kimi tətbiq edildiyi variantda qeydə alınmışdır. Burada sünbül uzunluğu 9,3 sm, sünbülcüklərin sayı 25,2 ədəd, bir sünbüldə dənlərin sayı 55,4 ədəd, bir sünbüldə dənlərin çəkisi 2,5 q, bir bitkidə olan dənlərin çəkisi isə 4,9 q olmuşdur. Bu göstəricilər nəzarətə nisbətən müvafiq olaraq 0,5 sm (5,7%), 3,3 ədəd (15,1%), 5,0 ədəd (9,9%) və 0,5 q (25%) artım göstərmişdir.

Dənin mütləq çəkisi də siderat bitkilərinin təsiri ilə yüksəlmişdir: nəzarətdə 40,6 mq olduğu halda, payızlıq noxud variantında 42,2 mq, noxud+vələmir qarışığında isə 44,3 mq təşkil etmişdir.

Bu nəticələr göstərir ki, siderat kimi istifadə edilən paxlalı (noxud) və taxıl (vələmir) bitkiləri torpaqda qida maddələrinin, xüsusilə də azotun artmasına, torpaq strukturunun yaxşılaşmasına və nəticədə buğda bitkisinin generativ orqanlarının (sünbül və dən) daha yaxşı formalaşmasına şərait yaratmışdır.

Siderat bitkilərin buğdanın məhsuldarlığına təsiri.

Bitkilərdə məhsuldarlıq təbii amillərin təsirindən asılıdır. Apardığımız tədqiqatda siderat bitkilərin buğdanın dən məhsuldarlığına təsirini də öyrəndik. Yığım dəninin tam yetişmə fazasında başlanmışdır. Yığım qabağı bioloji məhsuldarlıq müəyyənəldirilmişdir.

Dənli taxıl bitkilərin bioloji məhsuldarlığı çox hallarda metrovka (kvadrat metr) üsulu ilə təyin edilir. Bunun üçün tarlanın diaqonlarından bir neçə m² bitki nümunəsi götürülür, hamısı birlikdə çəkilir, döyülür, təmizlənir, xalis dən ayrılıqda çəkilir və nümunələrin sayına bölünərək 1 m²-dən çıxan, buna əsasən də bir hektardan gözlənilən dən və küləş məhsulu hesablanır.

Təcrübə nəticələrinə əsasən, siderat bitkilərin tətbiqi buğdanın məhsuldarlığına nəzərəcarpacaq dərəcədə müsbət təsir göstərmişdir (Cədvəl 3).

Cədvəl 3

Siderat bitkilərin buğdanın məhsuldarlığına təsiri

S/s	Variantlar	T ə k r a r l a r				Orta məhsuldarlıq
		I	II	III	IV	
1	Bugda (nəzarət)	48,6	48,4	49,5	45,1	47,9
2	Payızlıq noxud	53,9	54,4	53,3	51,7	53,3
3	Payızlıq noxud+vələmir	55,9	58,7	57,3	54,6	56,6

Nəzarət variantında, yəni siderat bitkiləri əkilmədiyi şəraitdə, buğdanın orta məhsuldarlığı 47,9 sent/ha olmuşdur. Bu göstərici torpağın təbii münbitliyinin məhdud olması, qida maddələrinin nisbətən azlığı və torpaqda bioloji aktivliyin zəifliyi ilə izah olunur.

Payızlıq noxud sideratı fonunda buğdanın məhsuldarlığı əhəmiyyətli dərəcədə artmış və 53,3 sent/ha təşkil etmişdir. Nəzarət variantı ilə müqayisədə məhsuldarlıq 5,4 sent/ha və ya təxminən 11,3% artmışdır. Bu, noxudun torpağı bioloji azotla zənginləşdirməsi, mikroorqanizmlərin fəallığını artırması və torpaq strukturunu yaxşılaşdırması ilə əlaqədardır.

Ən yüksək məhsuldarlıq göstəricisi payızlıq noxud və vələmirin birgə siderat kimi tətbiq edildiyi variantda qeyd alınmışdır — 56,6 sent/ha. Bu, nəzarətə nisbətən 8,7 sent/ha (18,2%), yalnız noxud sideratı variantına nisbətən isə 3,3 sent/ha (6,2%) çox olmuşdur. Bu nəticə göstərir ki, paxlalı (noxud) və taxıl (vələmir) sideratlarının qarışıq şəkildə becərilməsi torpağın həm azot, həm də üzvi maddə balansını tarazlaşdıraraq buğdanın qidalanmasını və məhsuldarlığını optimallaşdırır.

NƏTİCƏ

Aparılan tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, siderat bitkilərin becərilməsi buğdanın sünbül quruluşuna və məhsuldarlıq elementlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmişdir. Bundan başqa siderat bitkilərin tətbiqi buğdanın məhsuldarlığını 17%-dək artırır. Ən yüksək məhsuldarlıq payızlıq çöl noxudu və vələmir qarışığından istifadə edilən variantda müşahidə olunmuşdur.

Beləliklə, sideratların tərkibində həm paxlalı (noxud), həm də taxılların (vələmir) birgə istifadəsi torpağın strukturunu yaxşılaşdırmış, biogen elementlərin dövrənini intensivləşdirmiş və buğdanın generativ orqanlarının formalaşmasına əlverişli şərait yaratmışdır. Bu isə birbaşa sünbül quruluşunun və dən məhsuldarlığının yüksəlməsi ilə nəticələnmişdir.

Ümumilikdə, əldə edilən nəticələr göstərir ki, **payızlıq noxud + vələmir** siderat qarışığı buğda üçün ən əlverişli agrobioloji fon yaratmış və məhsuldarlıq elementləri baxımından nəzarət və tək noxud variantını əhəmiyyətli dərəcədə üstələmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Babayev, A. H., Babayev, V. A. (2011). Ekoloji kənd təsərrüfatının əsasları. Bakı: Qanun nəşriyyatı.
2. Hüseynov, M. M., Həsənova, A. O. (2021). Ekoloji əkinçiliyin əsasları. Bakı: Nəşriyyat.
3. Məmmədova, M. V. (2024). Əkinçiliyin və bitkiçiliyin əsasları. Bakı: Elm.
4. Qurbanov, F. H. (2019). Sortşünaslıq. dərslik, Bakı: Qanun Nəşriyyatı.
5. Abdalla, M., Hastings, A., Helmy, M., et al. (2019). Critical review of the potential of cover crops to mitigate greenhouse gas emissions. *Global Change Biology*, 25(1), 1–18.
6. Allam, M., El-Sobky, E., Hassan, M. (2023). Role of green manure crops in sustainable wheat production. *Agronomy Journal*, 115(4), 1715–1722.
7. Dabney, S. M., Delgado, J. A., Reeves, D. W. (2001). Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(7–8), 1221–1250.

8. Kumar, S., Sharma, P., & Singh, D. (2020). Effect of cover crops on soil organic carbon and crop yield. *Soil and Tillage Research*, 200, 310–316.
9. Oruj, H. A., Vidadi, H. N., Firuddin, G. R., Nabil, O. R. (2021). Composition and amount of nutrients entering the soil with cotton biomass and green manure. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(5), 3127–3129.
10. Ramila, G., Nizami, S. (2025). The effect of optimized agrotechnical measures on the number of bolls, the weight of cotton per boll, the mass of 1000 seeds and fiber yield in cotton varieties. *PIRETC - Proceedings of The International Research Education & Training Center*, 36(03), 67–74.
11. Wang, X., Liu, Y., & Zhang, H. (2024). Interaction effects of legume–grass mixtures on nitrogen fixation and wheat yield. *Field Crops Research*, 303, 873–879.
12. Ankomer. (n.d.). *Buğday yetiştiriciliği*.
<https://ankomer.com/Sayfa.aspx?Lang=TR&cid=+0&pid=+64>
13. Siirt Üniversitesi. (n.d.). *Buğdayda büyüme ve gelişim*.
<https://www.siirt.edu.tr/dosya/personel/bugdayda-buyume-ve-gelisme-siirt-201852817276830.pdf>
14. Kaya, Y. (2018). Buğday ve arpada verim ve kalite açısından hassas büyüme devreleri. *Bölüm 3*, s. 2–8. TODAB. <https://todab.org.tr>

УДК: 633.11:631.95:631.8

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТНЫХ РАСТЕНИЙ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ, ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Мурад Вакил Керимзаде

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

kerimzademurad2003@gmail.com

Резюме. В статье изучено влияние сидеральных культур — озимого гороха и их смеси с райграсом многоцветковым (*Vicia sativa* L. + *Lolium multiflorum* L.) — на урожайность и качество семян пшеницы. Полевые опыты проводились в 2024–2025 гг. в Институте защиты растений и технических культур. В качестве объекта исследования использовался сорт мягкой пшеницы «Нурджахан».

Сидератные растения, повышая биологическую активность почвы, восстанавливая азотный баланс и обогащая её органическим веществом, улучшают условия питания последующих культур. Исследования показали, что бобовые сидераты усиливают биологическую фиксацию азота, что способствует повышению как урожайности, так и белкового качества зерна озимой пшеницы.

Наилучшие результаты получены при совместном использовании озимого гороха и райграса. В этом варианте улучшились посевные качества колоса, вегетационный период составил 225 дней и был короче на 5 дней по сравнению с контролем. Совместное выращивание гороха и райграса увеличивало накопление биомассы и азота в почве, а также улучшало её структуру, что способствовало более интенсивному росту растений. Максимальная урожайность зафиксирована в варианте с совместным использованием гороха и райграса — 56,6 ц/га, что на 8,7 ц/га (18,2%) выше контроля и на 3,3 ц/га (6,2%) выше варианта с одиночным горохом. Эти результаты показывают, что совместное использование бобовых (горох) и злаковых (райграс) сидератов обеспечивает сбалансированность азотного и органического баланса почвы, оптимизируя питание пшеницы.

Ключевые слова: сидератные растения, озимая пшеница, озимый горох (*Vicia sativa* L.), райграс многоцветковый (*Lolium multiflorum* L.), плодородие почвы, зерновая продуктивность, качество семян.

UDC: 633.11:631.95:631.8

THE EFFECT OF GREEN MANURE CROPS ON THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT STAGES, PRODUCTIVITY ELEMENTS, AND YIELD OF WHEAT

Murad Vakil Karimzade
Azerbaijan State Agrarian University
kerimzademurad2003@gmail.com

Summary. The article investigates the effect of green manure crops — winter pea and a mixture of winter pea with Italian ryegrass (*Vicia sativa* L. + *Lolium multiflorum* L.) — on the productivity and seed quality of wheat. Field experiments were conducted during 2024–2025 at the Institute of Plant Protection and Industrial Crops. The soft wheat variety “Nurjahan” was used as the research object.

Green manure crops increase soil biological activity, restore nitrogen balance, and enrich the soil with organic matter, thereby improving the nutrient conditions for subsequent crops. The studies showed that legume-based green manures enhance biological nitrogen fixation, which contributes to higher grain yield and improved protein quality of winter wheat. The best results were obtained when winter pea and ryegrass were used together as green manure crops. In this variant, spike quality parameters improved, and the vegetation period was 225 days, 5 days shorter than in the control. The combined use of pea and ryegrass increased biomass and nitrogen accumulation in the soil and improved its structure, leading to more intensive plant growth.

The highest yield was recorded in the variant with pea + ryegrass — 56.6 c/ha, which exceeded the control by 8.7 c/ha (18.2%) and the single pea variant by 3.3 c/ha (6.2%). These findings demonstrate that the combined use of legume (pea) and cereal (ryegrass) green manure crops balances the nitrogen and organic matter dynamics in the soil, optimizing wheat nutrition and productivity.

Keywords: green manure crops, winter wheat, winter pea (*Vicia sativa* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.), soil fertility, grain yield, seed quality.

Redaksiyaya daxilolma: 15.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



**POMİDOR (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) HİBRİDLƏRİNİN İSTİXANA ŞƏRAİTİNDƏ
BİOLOJİ-TƏSƏRRÜFAT XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**¹Mənzər Məsim qızı Məmmədova, ²Rüstəm Alik oğlu İskəndərov

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

menzar.mamedova@mail.ru

Xülasə. Tədqiqatın məqsədi istixana şəraitində müxtəlif pomidor (*Solanum lycopersicum* L.) hibridlərinin – *Fucimaru F₁*, *Makseza F₁* və *Pink Paradise F₁* – bioloji -təsərrüfat xüsusiyyətlərini, vegetativ və generativ inkişaf dinamikasını, məhsuldarlıq potensialını və tez yetişməlik göstəricilərini müəyyənləşdirmək olmuşdur. Bu məqsədlə elmi-tədqiqat işində B.A. Dospexov [198], S.S. Litvinov [2011] və V.F. Belik [199]) tərəfindən tərtib edilmiş metodikalardan istifadə edilmişdir.

Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, pomidorun *Makseza F₁* və *Fucimaru F₁* hibridləri nəzarət hibrid formasına (*Pink Paradise F₁*) nisbətən 26,9–38,1% artıq məhsul vermiş, orta vegetasiya müddəti 107–111 gün arasında dəyişmişdir.

İlk dəfə olaraq bu hibridlərin istixana şəraitində fenoloji və məhsuldarlıq göstəriciləri kompleks şəkildə qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: pomidor, *F₁* hibridlər, istixana, hidropon üsulu, fenologiya, məhsuldarlıq, tez yetişməlik.

Giriş. Yer kürəsində dünya əhalisinin müntəzəm artması, dünyada baş verən global iqlim dəyişiklikləri, əkinə yararlı torpaq sahələrinin və su resurslarının azalması, eroziya proseslərinin güclənməsi ərzaq məhsullarına tələbatın yetərincə ödənilməsində ciddi problemlər yaradır. Ona görə, hazırda əhalinin ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi global problemə çevrilməkdədir.

Ölkənin ərzaq təhlükəsizliyi onun siyasi və iqtisadi təhlükəsizliyinin qarantı sayılır [10]

Respublikamızda minimum istehlak səbətinin tərkibində tərəvəz və bostan məhsullarının miqdarı əmək qabiliyyətli əhali üçün-97,2 kq, pensiyaçılar üçün-85,2kq, uşaqlar üçün (0-15 yaş) üçün-100,7 kq müəyyən edilmişdir [11]. Lakin, ədəbiyyat mənbələrində verilən məlumata görə hər bir insanın normal böyüyüb inkişaf etməsi, habelə əmək fəaliyyətini təmin etməsi üçün il ərzində 130-160 kq tərəvəz və bostan məhsulları qəbul etməlidir ki, bu, onların zülalə olan ehtiyaclarının 15-25%-ni, karbohidratlara 50-60%-ni və vitamin və mineral duzlara tələbatlarının 60-80%-ni ödəyə bilsin. Ona görə, respublikamızda digər sahələrlə yanaşı tərəvəzçiliyin də intensiv inkişaf etdirilməsi günün vacib tələbinə çevrilmişdir [1,2].

İl boyu əhalinin tərəvəz-bostan məhsulları ilə təmin edilməsində, həmçinin əkinçiliyin intensivləşməsində əsas yollardan biri örtülü sahələrdə, xüsusən mövsümdən kənar vaxtlarda istiyə tələbkar bitkiləri (pomidor, badımcın, bibər, xiyar və s.) hazırda ən müntəzəm üsul hesab edilən az həcmli torpaq əvəzediciləri (substrat) üzərində, yəni torpaqsız (torpaqsız becərmə-hidropon) becərməkdir.

Pomidor dünya miqyasında il boyu ən çox becərilən, müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunan və ehtiyac duyulan tərəvəz bitkilərindən biri pomidor bitkisi (*Lycopersicon esculentum* L. və ya *Solanum lycopersicum*). Onun yüksək qida əhəmiyyətinə malik olması, bioloji dəyəri, müxtəlif iqlim-torpaq şəraitinə adaptasiya qabiliyyəti və yüksək məhsuldarlığı bu bitkinin açıq və örtülü sahədə (istixana şəraitində) geniş becərilməsinə şərait yaradır [9]. Örtülü sahədə, xüsusən istixana şəraitində pomidor becərilməsi ilboyu fasiləsiz məhsul istehsalını təmin etməklə yanaşı, ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir [2,6].

Kimyəvi tərkibcə pomidor meyvələrinin zənginliyi onun xalqın qidalanmasında və konserv sənayesində geniş istifadəsinə səbəb olmuşdur. Pomidorun qırmızı meyvələrində quru maddə 6-12 %,

şəkərlər 2-4,5 %, turşular 0,4-0,9 %, C vitamini 15-50 mq %, A provitamini 2mq % A provitamini olduğu halda, qonur meyvələrdə bu göstəricilər uyğun olaraq 6-13%, 2-3,5%, 0,45-0,9 %, 20-55mq% 1,5-2mq%, süd rəngli meyvələrdə isə 7-15 %, 1-2,5%, 0,6-0,9%,30-55 mq%, 1- 1,5mq% arasında dəyişir [1,2].

Pomidor bitkisinin orta məhsuldarlığı torpaqlı istixanalarda azlıq təşkil edir. Bitkilərin substrat üzərində (təsirsiz döşənək materialı) becərildiyi hidropon istixalar isə daha mükəmməl quruluşa, avtomatik idarə edilən sistemlərə (suvarma, gübrələmə, havalanma, işıqlanma, yağışyağdırma və s.) malik olduğundan bitkinin məhsuldarlığı daha yüksək olur.

Torpaqsız istixanalarda becərilən pomidor bitkisinin məhsuldarlığı nəinki, istixaların texniki cəhətdən yaxşı təhciz olmasından, qidalandırmadan, bitki üçün yaradılan mikroiqlimdən, aqronomun bilik və təcrübəsindən, substratdan, həmçinin sort və ya hibridlərin düzgün seçimindən çox asılıdır.

Bitkilərin torpaqsız becərildiyi hidropon istixanaları iqtisadi cəhətdən daha baha başa gəlir. Ona görə, burada daha məhsuldar, xəstəlik və zərərvericilərə davamlı, yüksək dad keyfiyyətinə malik, iqlim amillərinin kəskin dəyişməsinə davamlı sort və hibridlərin öyrənilməsi və tətbiqi həmişə aktual olaraq qarşıda durur.

Son illərdə baş verən iqlim dəyişikliyi (temperaturun kəskin dəyişməsi və su ehtiyatlarının azalması kimi amillər) pomidor istehsalına mənfi təsir göstərir. Buna görə də istixana şəraitinə uyğun, biotik və abiotik stresslərə davamlı, yüksək məhsuldarlıq göstəricilərinə malik keyfiyyətli hibridlərin yaradılması və onların tədqiq olunması mühüm aktuallıq kəsb edir [7].

Pomidor hibridlərinin istixana şəraitində bioloji-təsərrüfat xüsusiyyətlərinin tədqiqi onların böyümə və inkişaf dinamikasının, məhsuldarlıq göstəricilərinin, meyvə keyfiyyətinin və davamlılıq səviyyəsinin elmi əsaslarla qiymətləndirilməsinə imkan verir [8].

Beləliklə, müasir tərəvəzçilikdə istixana şəraitində pomidor hibridlərinin bioloji-təsərrüfat xüsusiyyətlərinin tədqiq edilməsi yüksək məhsuldarlığa, xəstəlik və stres amillərinə davamlı sort və hibridlərin seçilməsinə, resursların səmərəli istifadəsinə və ilboyu sabit keyfiyyətli məhsul istehsalına imkan yaratdığına görə aktual məsələlərdən sayılır. Bu səbəblərdən tədqiqat işimiz “İstixana şəraitində pomidor hibridlərinin bioloji-təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi” mövzusunda həsr olunmuşdur.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri

Tədqiqatın məqsədi istixana şəraitində müxtəlif mənşəli pomidor hibridlərinin vegetativ və generativ inkişaf xüsusiyyətlərini, məhsuldarlıq potensialını və iqtisadi səmərəliliyini müəyyən etməkdir.

Bu məqsədlə aşağıdakı vəzifələr müəyyən edilmişdir:

- 1.Pomidor hibridlərinin əsas fenoloji fazalarını (cücərmə, yarpaq əmələ gəlməsi, çiçəkləmə, meyvə bağlama və yetişmə) izləmək;
- 2.Hər hibrid üçün vegetasiya müddətini və texniki yetişmə dövrünü təyin etmək;
- 3.Məhsuldarlıq göstəricilərini və əmtəə məhsul çıxımını müəyyənləşdirmək;
- 4.Hibridlərin istixana şəraitinə uyğunluğunu və məhsuldarlıq səviyyəsini müqayisəli qiymətləndirmək.

Tədqiqatın obyektı və metodu: Tədqiqatın obyektı F1 hibrid pomidor formaları – *Pink Paradise F1* (nəzarət), *Fucimaru F1* və *Makseza F1* olmuşdur.

Tədqiqat işi 2024–2025-ci illərdə istixana şəraitində, hidropon üsulu ilə becərmə tətbiq edilərək aparılmışdır. İşdə B.A. Dospexov [4], V.F. Belik [3] və S.S. Litvinov [5] və tərəfindən tərtib edilmiş metodiki göstərişlərdən istifadə olunmuşdur.

Fenoloji müşahidələr cücərmədən başlayaraq bütün inkişaf mərhələlərinə qədər aparılmış, bitkilərin inkişaf tempi, fazalararası keçid müddətləri və məhsuldarlıq göstəriciləri qeydə alınmışdır.

Tədqiqatın nəticələri

2024-ci ildə pomidor hibridlərinin toxumu eyni vaxtda -29 iyul (29.VII) tarixində səpilmiş, və toxumların cücərməsi 5-ci və 6-cı gündə (3–4 avqust) qeydə alınmışdır. Cücərmədən 7–8 gün sonra (10–12.VIII) birinci, 15–16 gün ərzində (18–19.VIII) ikinci, 27–28 gün sonra (31.VIII) isə 4–5-ci həqiqi yarpaqlar əmələ gəlmişdir.

№ 4/2025

səh.17-21

Şitillər bir qədər tez- 28 günlük olduqda istixanaya köçürülmüşdür. Bu mərhələdə bitkilərin hündürlüyü 12–15 sm olmuş, kök sistemi yaxşı inkişaf etmişdir.

Çiçəklənmə fazası cücərmədən 54–59 gün sonra (25–30 sentyabr) müşahidə olunmuşdur. Hibridlər içərisində ən tez çiçəkləyən hibrid Makseza F1 (54 gün), sonra Fucimaru F1 (57 gün) və sonda Pink Paradise F1 (59 gün) qeydə alınmışdır.

Meyvə bağlama fazası hibridlər üzrə 65–70 gün (6–11 oktyabr), ilk meyvələrin yetişməsi isə 102–106 gün (12–16 noyabr) ərzində baş vermişdir. İlk kütləvi yığım 17–21 noyabr tarixlərində aparılmış, bitkilər bu zaman tam texniki yetişkənlik (məhsuldarlıq) fazasına çatmışdır.

Vegetasiya müddətini *Makseza F1* – 107 günə, *Fucimaru F1* – 108 günə, *Pink Paradise F1* – 111 günə başa çatdırmaqla, bu göstəricilər əsasında bütün hibridlər orta tez yetişən qrupa daxil edilmişdir.

2024–2025-ci illərdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində pomidor hibridlərinin istixana şəraitində orta məhsuldarlıq göstəriciləri aşağıdakı cədvəldə öz əksini tapmışdır [cədvəl].

Cədvəl.1

Pomidor hibridlərinin istixana şəraitində məhsuldarlıq göstəriciləri (2024-2025)

Hibrid	Ümumi məhsul (kq/m ²)	Əmtə məhsulu (kq/m ²)	Əmtə məhsul çıxımı (%)	Nəzarətə nisbətən artım (%)
Pink Paradise F1 (nəzarət)	16,3	16,0	100,0	–
Fucimaru F1	20,7	20,3	98,1	+26,9
Makseza F1	22,3	22,1	99,1	+38,1

Orta məhsuldarlıq göstəriciləri (ümumi məhsula görə) 16,3–22,3 kq/m² arasında dəyişmiş, əmtə məhsul çıxımı isə 98,1–99,1% təşkil etmişdir.

Əmtə məhsul çıxımına görə ən yüksək məhsuldarlıq Makseza F1 hibridində (22,1 kq/m²) müşahidə olunmuş, bu da nəzarət variantına nisbətən 38,1% çox olmuşdur.

Müzakirə. Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, hidropon üsulu ilə becərilən F1 hibridlərinin inkişaf mərhələləri arasında fərqlər minimal olmuşdur. Bu, onların genetik sabitliyinin və mühit amillərinə qarşı adaptiv potensialının yüksək olmasından irəli gəlir.

Vegetativ inkişaf dövründə optimal qida balansı və temperatur şəraiti (22–25°C) hibridlərin daha sağlam və sürətli böyüməsini təmin etmişdir. Çiçəklənmə və meyvə bağlama mərhələləri sabit keçmiş, məhsuldarlıq göstəriciləri yüksək səviyyədə olmuşdur.

Nəticələr göstərir ki, *Fucimaru F1* və *Makseza F1* hibridləri istixana şəraitində daha perspektivlidir və hidropon becərmə sistemi üçün uyğun sayılır.

Nəticə

1. Pomidor hibridlərinin fenoloji inkişafı cücərmədən kütləvi yığma qədər 107–111 gün davam etmiş, bütün hibridlər orta tez yetişən qrupa daxil edilmişdir.

2. Ən yüksək məhsuldarlıq Makseza F1 (22.1 kq/m²), daha sonra Fucimaru F1 (20.3 kq/m²) hibridlərində müşahidə olunmuşdur.

3. Hidropon üsulu bitkilərin inkişafında sabitlik yaratmış, fenoloji mərhələlər arasında fərqləri minimuma endirmişdir.

4. İstixana şəraitində (istehsalat üçün) perspektivli hesab olunan hibridlərdən Makseza F1 və Fucimaru F1 yüksək məhsuldarlığına və əmtə keyfiyyətinə görə seçilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

- Əliyev Ş.A. Tərəvəzçilik (II hissə). BDU nəşriyyatı. 1997, 331 s.
- Məmmədova M., Həsənova. Tərəvəzçilik, Bakı, "Müəllim" nəşr., 2018, 480 c.
- Белик В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Москва: Агропромиздат, 1992. 319 с.

4. Доспехов Б. А. Д 70 Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и Перераб.-М.: АГРОПромиздат, 1985. - .351 с.
5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / М.: Россельхозакаде- мия , 2011 - 648 с.
6. Kumar, R., Singh, P., & Sharma, V. Greenhouse tomato production for sustainable yield. *Journal of Horticultural Science*, 2022, 11(3), pp.45–53.
7. Hassan, A., & Ali, M. Impact of abiotic stress on tomato hybrids. *International Journal of Agriculture Research*, 2021, 16(2), pp.112–119.
8. Rahman, M., Chowdhury, T., & Akter, S. Phenological and yield evaluation of tomato hybrids under controlled conditions. *Plant Science Journal*, 2020, 15(4), pp. 203–211.
9. <https://www.fao.org/statistics/en>
10. SİA. <https://sia.az/az/news/economy/695390.html>
11. <https://e-qanun.az/framework/10061>

УДК: 635.64:631.52

**ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГИБРИДОВ
ТОМАТА (SOLANUM LYCOPERSICUM L.)
В ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

¹Мянзяр Масим гызы Мамедова, ²Рустам Алик оглы Искендеров
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
menzar.mamedova@mail.ru

Резюме. Цель исследования заключалась в определении биолого-хозяйственных особенностей различных гибридов томата (*Solanum lycopersicum* L.) — *Fucimaru F₁*, *Makseza F₁* и *Pink Paradise F₁* — в тепличных условиях, а также в изучении динамики их вегетативного и генеративного развития, потенциала урожайности и показателей скороспелости. Для достижения этой цели в научно-исследовательской работе использовались методики, разработанные Б.А. Доспеховым (1985), С.С. Литвиновым (2011) и В.Ф. Беликом (1992).

В ходе исследования установлено, что гибриды томата *Makseza F₁* и *Fucimaru F₁* превысили контрольную форму (*Pink Paradise F₁*) по урожайности на 26,9–38,1 %, а средняя продолжительность вегетационного периода составляла 107–111 дней.

Впервые проведена комплексная оценка фенологических и урожайных показателей указанных гибридов в условиях теплицы.

Ключевые слова: томат, гибриды *F₁*, теплица, гидропонный метод, фенология, урожайность, скороспелость.

UDC: 635.64:631.52

**STUDY OF BIOLOGICAL AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF TOMATO
(SOLANUM LYCOPERSICUM L.) HYBRIDS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS**

¹Manzar Masim Mammadova, ²Rustam Alik Iskandarov
Azerbaijan State Agricultural University
menzar.mamedova@mail.ru

Summary. The aim of the research was to determine the biological and agronomic characteristics of various tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrids — *Fucimaru F₁*, *Makseza F₁*, and *Pink Paradise F₁* — under greenhouse conditions, as well as to study their vegetative and generative development dynamics, yield potential, and earliness indicators. For this purpose, the study employed the methodologies developed by B.A. Dospekhov (1985), S.S. Litvinov (2011), and V.F. Belik (1992).

№ 4/2025

səh.17-21

It was established that the tomato hybrids Makseza F_1 and Fucimaru F_1 produced 26,9–38,1% higher yields compared to the control hybrid form (Pink Paradise F_1), with an average vegetation period ranging from 107 to 111 days. For the first time, the phenological and yield characteristics of these hybrids were comprehensively evaluated under greenhouse conditions.

Keywords: tomato, F_1 hybrids, greenhouse, hydroponic method, phenology, yield, earliness.

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



ALINAN XROM ÖRTÜKLƏRİN KEYFİYYƏTİNİN NƏZƏRİ TƏDQİQATLARI

R.C.Ələkbərov, N.K.İsmayilov, Z.M.Mönsümov
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
tohid.asau@gmail.com

Xülasə. Hidravlik güc qovşaqlarının zədələnməsinə səbəb olan ən çox yayılmış nasazlıqlardan biri örtüyün səth təbəqəsi boyunca sızmanın əmələ gəlməsidir. Məlum olan texnoloji üsullar xrom örtüklərin hermetikliyini artırmağa imkan verir. Bununla belə, hər tərəfdən 100 mikrondan çox örtük qalınlığı olan yeyilmiş hissələri bərpa edərkən, təmir istehsalı üçün xarakterik olan yeyilməyə dayanıqlı xrom örtüklərin hermetiklik problemini həll etməirlər. Bunun səbəbi, gərginlik konsentratoru kimi xidmət edən və örtükdə açıq çatların yaranmasına səbəb olan mikrokanalların lay-lay çökməsi nəticəsində əhəmiyyətli dərəcədə gərginliklərin yarandığı tətbiq olunan örtüyün böyük qalınlığıdır.

Açar sözlər: kompozit örtüklər, qalvanik örtüklər, mexaniki emal, dispers-möhkəmlən-dirilən örtük, yerli deformasiya, plastiklik.

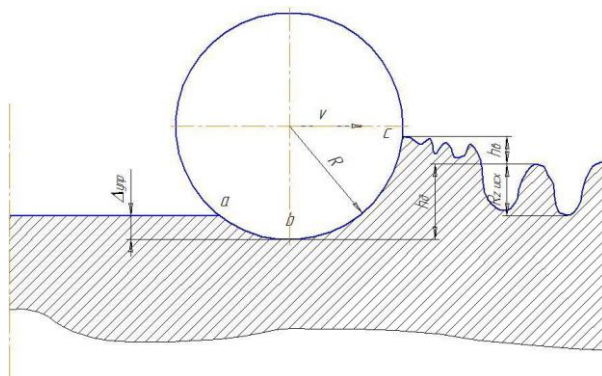
Dispers-möhkəmləndirilmiş qalvanik kompozit örtüklərin tətbiqi iki təşkilədicilərdən ibarətdir: elektrodlararası boşluqda əmələ gələn və müsbət yüklü ionların katodda çökdürülməsini həyata keçirən elektrik sahəsinin enerjisi və alət materialının örtüyə diffuziyası. Hissənin səthinə örtüklərin ölçülü tətbiqi, avadanlıq şpindelinin baş hərəkət sürətinə və qurqunun elektrik avadanlığı tərəfindən təmin edilən cərəyan sıxlığına ciddi riayət etmək şərti ilə mümkündür, bunların birləşməsi səthin lokal sahələrinin formalaşması üçün vaxt intervallarını müəyyən edir, tətbiq olunan örtüklərin tələb olunan xassələrinin və keyfiyyətini təmin edir.

Çöküntünün artırılan təbəqələrinə mexaniki təsir üçün istifadə olunan alət, aydın şəkildə ifadə edilmiş dielektrik xüsusiyyətləri olan materiala əsaslanan kompozisiyadır. Bu, soyuq örtük tətbiqinin məlum üsulları ilə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik olan kompozit qalvanik örtüklərin tətbiqi üçün tamamilə yeni bir texnologiya əldə etməyə imkan verdi. Birincisi, üsul yeyilməsindən asılı olaraq emal edilən səthin müxtəlif sahələrində müxtəlif örtük çöküntüsünü təmin edir ki, bu da hissələrin ənənəvi mexaniki emalına müraciət etmədən yeyilməyə və ya istehsal qüsurları nəticəsində yaranan hissələrdə həndəsi xətalara aradan qaldırmağa imkan verir. İkincisi, alət materialının nazik dispers hissəciklər şəklində idarə olunan tətbiqi, yaranan örtüyün mikrobərkliyini və yeyilmə dayanıqlığını artırmağa imkan verir.

Alətin çökdürülən örtüklə qarşılıqlı əlaqəsi, yüksək bərkliyə, aşağı sürtünmə əmsalı və yüksək dərəcədə səth təmizliyinə malik olan yuvarlanma kimi işləyən ütü ilə səthin elastik-plastik deformasiyasından ibarətdir.

Əsas hərəkət istiqamətində emal olunan səthə güclə basılan alət onun içinə sürüşmə alətlə qalvanik təmasının çökdürülməsi üsulu üçün xarakterik olan $R_{z\text{ ilk}}$ dərinliyinə nüfuz edir və hərəkət zamanı ilkin pozuntuları hamarlayır (şəkil 1). Sürət istiqamətində kələkötürlüyün hündürlüyü (uzununa kələkötürlük) adətən eninə kələkötürlük hündürlüyündən (qidalanma istiqamətində) əhəmiyyətli dərəcədə kiçik olur. Alət keçdikdən sonra Δ_{elas} səthinin qismən elastik bərpası baş verir. Alətin qarşısında plastik deformasiyaya uğramış metaldan bir valcığ formalaşır; alətin ön səthi arxa səthdən daha çox yüklənir. Bu səbəbdən, həm də hissə ilə alət arasında adgeziya qarşılıqlı təsire görə, örtüyü alətlə emal edərkən, aləti döndərməyə meyli olan qarşılıqlı təsir qüvvəsinin tangensial təşkilədicisi yaranır. Bu, texnoloji sistemdə baş verən titrəmələrə gətirib çıxarır, alətin basma qüvvəsində əhəmiyyətli rəqslərə və müvafiq olaraq örtüyün həddindən artıq möhkəmlənməsinə səbəb olur. Bu onun soyulmasına səbəb olur. Bundan əlavə, vibrasiya alətin qırılmasına səbəb ola bilər və ikinci faza

doldurucunun örtüyə daxil edilməsinə nəzarət pozulur, bu da çöküntünün keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir.



Şəkil 1. İlk nahamarlıqların yuvarlanan alətlə hamarlanması

Alətin səthdə sürüşməsi nəticəsində yaranan mənfi halları aradan qaldırmaq üçün iki qatlı kompozit elektrolitik dispers-möhkəmləndirilən örtüyü tətbiq etmək texnologiyası təklif olunur. Hər bir təbəqənin tətbiqinin özəlliyi emal olunan səthdə radial qüvvə ilə yuvarlanma hərəkətini yerinə yetirən alətin köməyi ilə örtüyün artan mikrolaylarının onların çökməsi zamanı dövrü elastik-plastik deformasiyasından ibarətdir. Bu halda, alət diyircəyi doldurucu hissəcikləri qalvanik matrisə daxil edir və giriş, bərk doldurucu hissəciklərin alət tərəfindən yığılmış örtük boyunca sürüklənməsi nəticəsində əldə edilən sürüşmə sürtünməsi ilə deyil, hermetik çöküntülərin əmələ gəlməsinin qarşısını almaqla baş verir və matris materialı tərəfindən həddindən artıq böyüməyə məruz qalırlar.

Möhkəmlilik səviyyəsi möhkəmləndirmə fazasının tərkibinin həcmindən, onun dispersliyinin bərabərliyindən, dispersiya dərəcəsindən və hissəciklər arasındakı məsafədən asılıdır. Orovanın fərziyyəsinə görə, hissəciklərarası məsafənin azalması ilə sürüşmə gücü artır. Buna görə kompozit material üçün yaza bilərik:

$$\sigma = \frac{G_b}{l}, \quad (1)$$

burada G – sürüşmə modulu; b – atomarası məsafə; l – hissəciklər arasındakı məsafə.

Hissəciklərin möhkəmlənməsi materialın plastik deformasiyasına və ya dağılmasına mane olduqda əldə edilir. Metal matrisin dispersiya ilə bərkidilməsi zamanı hissəciklər onun içərisində sürüşməyə mane olur. Bu halda möhkəmlənmənin səmərəliliyi hissəciklər arasındakı məsafədən D_p asılıdır. Bu kəmiyyət həndəsi əlaqə ilə hissəcik diametri d_B və onların həcm konsentrasiyası V_B ilə əlaqələndirilir:

$$D_p = \left(\frac{2d_B^3}{3V_B} \right)^{0,5} (1 - V_B) \quad (2)$$

Möhkəmləndirici fazanın hissəcikləri matrisdə daxili gərginlik sahələri ilə əhatə olunmuşdur. Sürüşmə dislokasiyası bu sahələrə kifayət qədər yaxınlaşdıqda o əyilir.

Daxili gərginlik sahəsinin təsiri τ_i altında dislokasiyasının ən kiçik əyilmə radiusu R düsturla ifadə edilir:

$$R = \frac{G_M b}{2\tau_i} \quad (3)$$

burada G_M – matrisanın sürüşmə vjdulu; b – Bürgers vektoru.

$2R = D_p$ olduğundan, hissəciklər ətrafında dislokasiyaları əymək üçün tələb olunan gərginlik bərabərliklə ifadə edilir:

$$\tau_i = \frac{G_M b}{D_p} \quad (4)$$

Tətbiq edilən kompozit örtüyün alət tərəfindən deformasiya modeli sonsuz uzun silindrin (alət başlığının) yarım boşluqla (emal edilən səth) qarşılıqlı təsirini nəzərə alaraq təmas problemi olacaqdır.

Müvafiq yerdəyişmə komponentləri u , v , w olan silindrik koordinat sistemi r , θ , z daxil edilir. Bu zaman yerdəyişmə v sıfıra çevrilir, qalan təşkiledicilər isə r -nin funksiyalarıdır.

Münasibətləri müəyyən edən əvəzinə, gərginlik funksiyasını φ daxil etmək əlverişlidir. Bu halda gərginliklər funksiyası aşağıdakı tənlik üçün düzgündür:

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi = 0 \quad (5)$$

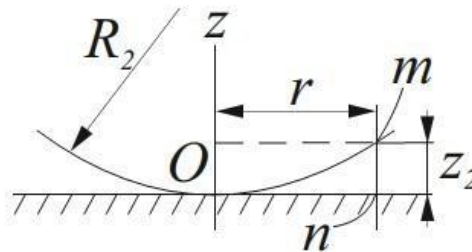
Və gərginlik komponentləri aşağıdakılarla müəyyən edilir:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \nabla^2 \varphi - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} \right); & \sigma_\theta &= \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \nabla^2 \varphi - \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right); \\ \sigma_z &= \frac{\partial}{\partial z} \left((2 - \nu) \nabla^2 \varphi - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \right); & \tau_{rz} &= \frac{\partial}{\partial r} \left((1 - \nu) \nabla^2 \varphi - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

Alət başlığının emal edilən hissə ilə qarşılıqlı əlaqəsi silindrik gövdənin (alət çubuğunun modeli) sonsuz yarım boşluqla (bərpa edilən səthin modeli) təması kimi müəyyən edilir. Silindrin ayrılık radiusu R_2 -dir. Təmas edən orqanlar arasında təzyiq olmadıqda, təmas düz bir xəttə baş verir.

mn məsafəsi formada kifayət qədər dəqiqliklə aşağıdakı kimi göstərilə bilər (Şəkil 2):

$$Z_2 = \frac{r^2}{2R_2}. \quad (7)$$



Şəkil 2. Silindrin yarım boşluqla təması

On xətti nəzərdən keçirilən kəsikdə alət çubuğunun təmas səthinin yarısını təyin edəcək. $r \ll R_2$ şərtini qəbul edərək, burada r təmas nöqtəsinin radiusudur, əmələ gələn örtüyün gərginlik-deformasiya vəziyyətini təyin etmək üçün təqribi (7) istifadə edə bilərik.

Silindr nöqtəsi m üçün z_2 istiqamətində lokal deformasiya nəticəsində yaranan təmas zonasında hissə səthinin nöqtələrinin yerdəyişməsi w_2 olsun. Yerli sıxılma prosesi zamanı təmas müstəvisinin stasionar qaldığını fərz etsək, m və n nöqtələrinin bir-birinə hansısa a kəmiyyəti ilə yaxınlaşacağını və aralarındakı məsafənin belə olacağını deyə bilərik: $a - w_2$. Onlar təmas sahəsinə daxil olduqda,

$$a - w_2 = z_2 \quad (8)$$

İndi, yerli deformasiyaları nəzərə alsaq, simmetriya səbəblərinə görə alətin emal edilən səthə təzyiqi q , mərkəzi təmas nöqtəsinə nisbətən hər iki tərəf üçün üst-üstə düşəcəkdir. Bu nöqtənin w_2 yerdəyişmələri aşağıdakı kimi yazılır:

$$\frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2} \iint q ds d\psi = a - \frac{r^2}{2R_2}, \quad (9)$$

burada E_2 – alət başlığının elastiklik modulu; ν_2 – alətin Puanson əmsalıdır.

Alət başlığının emal olunan səthə göstərdiyi maksimum təzyiq aşağıdakılarla müəyyən edilir:

$$q_0 = \frac{2\sqrt{E_2 P}}{\pi \sqrt{R_2 H (1-\nu_2^2)}}, \quad (10)$$

burada H – silindr şəklində hazırlanmış alət başlığının hündürlüyü.

Plastikliyin başlama nöqtəsində yaranan gərginliyi σ_z silindrin hissənin səthi ilə təmas səthinə paylanır. Cəmlənmiş P qüvvəsinin təsirini $H drq$ kəmiyyəti ilə əvəz etməklə əldə etmək olar. Sonra vahid yükün yaratdığı gərginlik σ_z olacaq:

$$\sigma_z = -\frac{3Hz^3q}{2\pi} \int_{-a}^a \frac{dr}{\sqrt{(r^2+z^2)^3}} \quad (11)$$

burada integrallanma bütün təmas səthi boyunca aparılır a - təmas nöqtəsinin maksimum radiusudur. İntegrallamadan sonra əldə edirik:

$$G_r = \frac{Hq}{\pi} \cdot \frac{(1-2\nu)\sqrt{(a^2+z^2)^3}(\sqrt{a^2+z^2}-z)-a^4}{az\sqrt{a^2+z^2}} \quad (12)$$

Materialın axınının Tresk – Sen-Venan plastiklik şərti ilə təyin olunduğunu fərz etsək, Oz oxunda plastik bölgənin əmələ gəlmə nöqtəsini təyin edirik. Bu vəziyyətdə gərginlik komponentləri aşağıdakı kimi paylanacaq:

$$\sigma_z < \sigma_r < \sigma_\theta. \quad (13)$$

Plastiklik şərti olacaq:

$$\frac{(1-2\nu)Hq_0}{\pi} \cdot \frac{a^2+z\sqrt{a^2+z^2}-z^2}{az\sqrt{a^2+z^2}} + \frac{Hq_0a}{\pi} \cdot \frac{2a^2+3z^2}{z\sqrt{(a^2+z^2)^3}} = k, \quad (14)$$

burada k – formalaşan örtüyün plastiklik həddi.

Plastik sahənin dərinliyini təyin edən ifadə aşağıdakı formada olacaq:

$$\sqrt{z^2(8,95 \cdot 10^{-7} + z^2(0,3z^2 + 2,68 \cdot 10^{-7}))} = 0,3z^4 - 2,69 \cdot 10^{-6}z^2 - 1,84 \cdot 10^{-12}$$

Alınan tənliyin bir həqiqi kökü var: $z = 127$ mkm.

Müəyyən bir alət təzyiqində örtükdə plastik deformasiyaların əmələ gəldiyi müəyyən edilmişdir. Üstəlik, plastiklik sahənin sərhədi örtüyün səthindən deyil, müəyyən bir dərinlikdə z yaranır, budaqlanmış çatlar şəbəkəsi yaradır. Buna görə də, kompozit örtüyün tətbiqi prosesində, formalaşan təbəqələrin lazımi möhkəmlənmə dərəcəsi alınana qədər alət təzyiqini tənzimləmək lazımdır.

Təklif olunan konsepsiya DMQKÖ-nin (dispers-möhkəmlənmə qalvanik kompozit örtüklər) tətbiqi prosesinin imkanlarını həyata keçirməyə və yüksək məhsuldarlığa malik örtüklü hissələri, eləcə də örtüklərin əldə edilməsinin məlum üsullarının heç biri ilə əldə edilə bilməyən fiziki-mexaniki və nəticədə istismar xüsusiyyətləri əldə etməyə imkan verir.

Alət hissə ilə qarşılıqlı əlaqədə olduqda, kələkötürlü (alət) və dalğalı (hissə) səthlər arasında təmas yaranır. Alət alüminium oksid və titan karbiddən ibarətdir. Alətdə kompozit materialların müxtəlif fazalarının təsadüfi düzülüşünə görə onları əlavə kələkötürlük hesab etmək olar.

Bu halda səthlərin nisbi yaxınlaşması ε aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$\varepsilon = \frac{R_{max}-h}{R_{max}}, \quad (15)$$

burada R_{max} – emal edilən hissənin profilinin çıxıntılar xətti ilə çökəklik xətti arasındakı məsafə, h – alətlə təmasdan sonra baza səthdən örtüyün hündürlüyünə qədər olan məsafə.

Profilin nisbi kəsik sahəsi:

$$t_p = \frac{A_s}{A_c}, \quad (16)$$

burada A_s – h hündürlüyündə mikronahamarlıqlar sahələrinin cəmidir; A_c – müəyyən bir hissənin kontur sahəsidir.

Orta səviyyəsindən yuxarı olan profilin nisbi dayaq uzunluğu aşağıdakı kimi müəyyən edilə bilər:

$$T_{p1} = t_m \left(\frac{pR_{max}}{100 R_m} \right)^{\left(\frac{t_m R_m}{50 R_a} - 1 \right)}, \quad (17)$$

burada p – çıxıntı xəttindən profil kəsiyinin səviyyəsi (sabit səviyyə), mkm; orta xəttədən aşağı səviyyə üçün isə:

$$T_{p2} = 100 - t_m \left(\frac{R_{max}(100-p)}{100(R_{max}-R_m)} \right)^{\left(\frac{50R_a-t_m R_m}{50R_a} \right)}, \quad (18)$$

burada t_m – orta xətti səviyyəsində profilin nisbi dayaq uzunluğu, mm; R_m – çıxıntılar xətti ilə orta xətti arasındakı məsafə, mm; R_a – təmas edən cisimlərin yaxınlaşma məsafəsi, mm.

Təmas edən səthlərin nisbi kəşimə sahəsini bilmək və profilin dayaq uzunluğunu nəzərə alaraq, lazımi mökəmlənmə dərəcəsini yaradaraq, onun həqiqi kələkötürlüyünü nəzərə alaraq emal edilən hissənin alət basma qüvvələrini tənzimləmək mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. N.K.İsmayılov, H.S.Camalov, R.C.Ələkbərov və b. Materialşünaslıq / Dərslik, “Müəllim” nəşriyyatı, Bakı - 2022,
2. R.C.Ələkbərov, H.S.Camalov Konstruksiya materialları texnologiyası / dərslik, “Elm və təhsil”, Bakı-2020, 321 səh.
3. Елагина, О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. Ю. Елагина. - Москва : Университетская книга; Логос, 2009. - 488 с.: ил. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-450-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/468686> – Режим доступа: по подписке
4. Жирнов, А.А. Применение гидродробеструйной обработки при ремонте коленчатых валов двигателей автомобилей семейства ЗИЛ: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / А.А. Жирнов. – Саранск, 2006. - 145с.
5. Киселев, М. Г. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / Киселев М.Г., Мрочек Ж.А., Дроздов А.В. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2014. - 389 с. (Высшее образование: Магистратура) ISBN 978-985-475-624-0, - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441209>. – Режим доступа: по подписке
6. Пачурин, Г. В. Повышение коррозионной долговечности и эксплуатационной надежности изделий из деформационно-упрочненных металлических материалов / Пачурин Г.В. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 132 с.ISBN 978-5-16-107318-6 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/98189>

УДК 631.6

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Р.Д.Алекперов, Н.К.Исмаилов, З.М.Монсумов
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
tohid.asau@gmail.com

Резюме. Одной из наиболее распространенных неисправностей, являющейся причиной выхода силовых гидравлических узлов из строя является появление течи по поверхностному слою покрытия. Известные технологические приемы дают возможность повысить герметичность хромовых покрытий. Однако они не позволяют решить проблему герметичности износостойких хромовых покрытий при восстановлении изношенных деталей с толщиной наносимого покрытия свыше 100 мкм на сторону, что характерно для ремонтного производства. Причиной этому служит большая толщина наносимого покрытия, в котором возникают значительные растягивающие напряжения, появляющиеся вследствие послойного наложения микроканалов, служащих концентраторами напряжений и приводящих к появлению сквозных трещин в покрытии.

Ключевые слова: композиционные покрытия, гальванические покрытия, механическая обработка, дисперсно-армированное покрытие, локальная деформация, пластичность

UDC 631.6

THEORETICAL STUDIES OF THE QUALITY OF RESULTING CHROME COATINGS

R.C.Alekberov, N.K.İsmayilov, Z.M.Monsumov
Azerbaijan State Agricultural University
tohid.asau@gmail.com

Summary. One of the most common failures of hydraulic power units is leakage along the surface layer of the coating. Known technological methods make it possible to improve the tightness of chrome coatings. However, they do not solve the problem of maintaining the tightness of wear-resistant chrome coatings when refurbishing worn parts with a coating thickness exceeding 100 μm per side, which is typical for repair work. This is due to the large thickness of the applied coating, which generates significant tensile stresses due to the layer-by-layer deposition of microchannels, which act as stress concentrators and lead to the formation of through cracks in the coating.

Keywords: composite coatings, galvanic coatings, mechanical processing, dispersion-reinforced coating, localized deformation, ductility.

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



AŞAĞI SÜRƏTLİ YEM QARIŞDIRICISININ KONSTRUKTİV VƏ İŞÇİ PARAMETRLƏRİNİN TƏHLİLİ

Qahirə Müzəffər qızı Allahverdiyeva, Arzu Valeh oğlu Mehtiyev

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

gahire63@mail.ru, arzumehtiyev@gmail.com

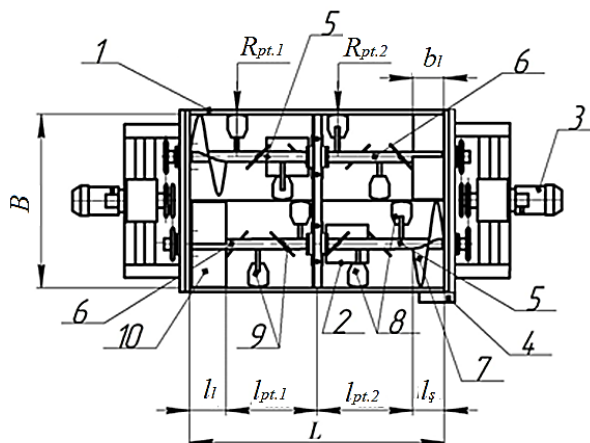
Xülasə. Məqalədə aşağı sürətli periodik yem qarışdırıcısının konstruktiv və işçi parametrlərinin təhlili aparılmışdır. Məqalədə ən müasir və səmərəli qarışdırıcıların qabaritinə kiçildilməsi, enerji sərfiyyatının azaldılması və yemin kifayət qədər qarışdırılması prinsipləri vurğulanmışdır. Araşdırmada sabit düzbucaqlı gövdəyə malik, iki üfüqi şnekli-pərli işçi orqanları olan periodik qarışdırıcının konstruksiya və texnoloji sxemi təqdim edilmişdir. İşçi orqanların qarşılıqlı fırlanması və pərlərin hərəkəti sayəsində yem bunkerin müxtəlif sahələrinə paylanır, nəticədə yemin yüksək keyfiyyətli qarışığı qısa müddətdə əldə edilir.

Qarışdırıcının məhsuldarlığı, faydalı həcm, doldurma əmsalı, qarışdırma və köməkçi əməliyyatların vaxtı kimi parametrlər nəzərə alınmaqla hesablanmışdır. Məqalədə həmçinin qarışdırıcının enerji sərfiyyatı, qarışdırma vaxtı və yemin hərəkət sxemi də nəzərə alınmış, bunun nəticəsində qarışığın keyfiyyətinin yüksəldilməsi və spesifik enerji sərfinin optimallaşdırılması yolları göstərilmişdir.

Açar sözlər: yem qarışdırıcı, pərlər, dolma əmsalı, konstruksiya, işçi orqan, enerji sərfiyyatı, keyfiyyət, yem.

Giriş. Hazırda yem qarışıqlarının hazırlanmasına sərf olunan əmək xərcləri məhsul vahidinin istehsalına çəkilən ümumi məsrəflərin 45...60%-ni təşkil edir. Mövcud yem qarışdırıcıları yem qarışığının lazımı yekcinsliyini təmin edir, lakin yüksək xüsusi enerji xərclərinə malikdirlər. Ən müasir və səmərəli qarışdırıcıların axtarışı onların birbaşa təsərrüfatlarda istifadə olunması onların qabariti kiçik, xüsusi enerji xərcləri azaldılmış və yemin kifayət qədər olmasına yönəldilmişdir. Yem vahidi üçün enerji xərclərini azaltmağın yollarından biri də yem qarışdırıcıların işçi hissələrinin və işçi rejimlərinin təkmilləşdirilməsidir.

Təhlil edilən sabit düzbucaqlı gövdəli və bir-birini əvəz edən bölmələrə malik iki üfüqi şəkildə yerləşdirilmiş qarışdırıcı şnekli-pərli birləşmiş işçi orqanları olan aşağı sürətli periodik qarışdırıcının sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Şnekli-pərli yem qarışdırıcının sxemi

Yem bunker 1-ə yüklənir. İşçi orqanların 5 və 6-cı hissələrinin intiqallıları 3 işə salınır. Vintli burğunun 7 və qarışdırıcı və daşıyıcı pərlərin 8 hərəkəti ilə qarışdırılan yem axıdıcı qəsa boruya 2 doğru hərəkət edir. İşçi orqanın 5 hissəsinin fırlanması qidalanmanın bunkerin 1 yan divarına doğru yerdəyişməsi ilə həyata keçirilir.

İşçi orqanın 6-cı hissəsi 5-ci hissəyə nisbətən əks istiqamətdə fırlanır və qarışdırıcı və nəqlədici pərlər 9 qarışdırılır və yemi atıcı pərlərə 10 hərəkət etdirir, qismən ikinci işçi orqanın işçi zonasına atılır. Yemin ikinci işçi orqanın işçi zonasına son atılması atma pərləri 10 tərəfindən həyata keçirilir.

Eynilə, eyni qarışdırma effekti ilə, lakin əks istiqamətdə, ikinci işçi orqan yemi hərəkət etdirir. Qarışdırma tamamlandıqdan sonra qısa boruların 2 siyirtmələri açılır və hazır yem qarışığı onların vasitəsilə boşaldılır. Qarışdırıcının belə konstruksiya və texnoloji sxemi yem komponentlərinin nizamlı hərəkətini təmin edir və yüksək keyfiyyətli qarışığı əldə etmə müddətini azaltmağa imkan verir [1, 2, 3].

Qarışdırıcı aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

$$\begin{cases} Q_f \geq [Q_{zoot}]; \\ v_f \leq [v_{zoot}]; \\ N_{xüs} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (1)$$

burada Q_f və Q_{zoot} - qarışdırıcının faktiki və tələb olunan məhsuldarlığıdır, kq/s;

v_f və v_{zoot} - qarışığın faktiki və maksimum buraxıla bilən yekcinsliyi, %;

$N_{xüs}$ - qarışdırma prosesinin xüsusi enerji sərfi, Wt/kq/s.

Tədqiqatın metodikası. Periodik qarışdırıcının məhsuldarlığı aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir:

$$Q = \frac{V_{f,h} \cdot \varphi_d \cdot \rho}{\tau_{qar} + \tau_{köm}}, \quad (2)$$

burada φ_d - qarışdırma kamerasının doldurma əmsalı;

$V_{f,h}$ - qarışdırma kamerasının faydalı həcmi, m³;

ρ - yemin həcmi kütləsi, kq/m³;

τ_{qar} - qarışdırma vaxtı, s;

$\tau_{köl}$ - köməkçi əməliyyatların vaxtıdır, s.

Qarışdırıcının bunkerinin faydalı həcmi:

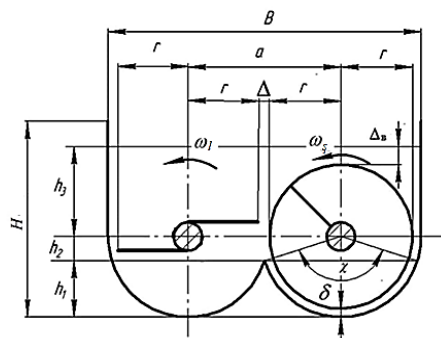
$$V_{f,h} = V_{üm} \varphi_i = V_{üm} \left(1 - \frac{V_{i,o}}{V_{üm}} \right), \quad (3)$$

burada φ_i - qarışdırıcının işçi orqanlarının həcmi nəzərə alan əmsaldır;

$V_{i,o}$ - qarışdırıcının işçi orqanlarının tutduğu həcm, m³;

$V_{i,o} = V_1 + V_2 + V_3$ - qarışdırma kamerasının ümumi həcmi, m³;

V_1, V_2, V_3 - qarışdırıcının aşağı, orta və yuxarı hissələrinin həcmi h_1, h_2, h_3 , hündürlüklərə görə müəyyən edilir, m³ (şəkil 2).



Şəkil 2. Qarışdırıcının bunkerinin həcmi müəyyən etmək üçün sxem

Çevrilmələrdən sonra bunkerin faydalı həcmi təyin etmək üçün ifadə aşağıdakı formanı alacaqdır:

$$V_{f.h.} = L\varphi_i \left[2 \frac{\pi(r+2\delta)^2}{360} \chi + \left(\frac{\pi(r+2\delta)^2}{360} (180 - \chi) \right) + h_3(4r + 2\delta + \Delta) \right], \quad (4)$$

burada φ_i - işçi orqanların tutduğu həcm, m³;

δ - radial boşluq, m;

Δ - aktiv təbəqənin ölçüsü, m;

χ - mərkəzi bucaq, dərəcə;

$h_3 = r + \Delta_a$ - bunkerin yuvarlaqlaşdırılmasının ucundan qarışıqın yuxarı səviyyəsinə qədər olan məsafə, m;

Δ_a - yemin işçi orqanlarından hündürlüyü, m.

Bunkerdəki qarışıqın orta hündürlüyünün doldurma əmsalından asılılıqları:

$\varphi_n^i \leq 0,45$ olduqda:

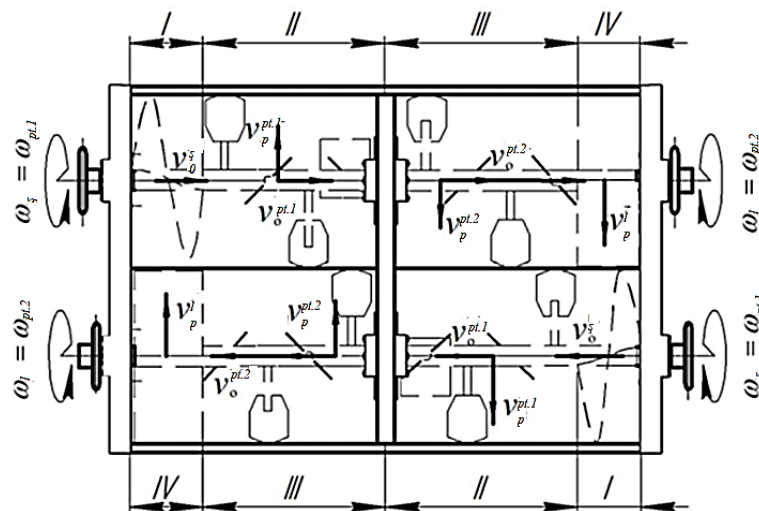
$$h_i = -6,664(\varphi_n^i)^4 + 7,649(\varphi_n^i)^3 - 3,192(\varphi_n^i)^2 + 1,045(\varphi_n^i) + 0,007; \quad (5)$$

$\varphi_n^i > 0,45$ olduqda:

$$h_i = 0,45\varphi_n^i + 0,0528. \quad (6)$$

Tədqiqatın müzakirəsi və təhlili. Doldurma əmsalı 0,3-dən 0,5-ə qədər dəyişdikdə çəndəki yem qarışıqının uzunluğu 1,5 m, eni 1,02 m və hündürlüyü 0,75 m olduqda yem qarışıqının orta hündürlüyü 0,18...0,28 m daxilində olacaqdır. Yemin daşınması prosesi aşağıdakı kimi baş verir. Yem şnekin burğularının hərəkəti altında (şəkil 3), t_s zaman müddətində valın oxu boyunca hərəkət edir [4, 5, 6].

II sahəsində, qarışdırma və daşıma pərlərinin təsiri altında, yem bunkerin divarına doğru və valın oxu boyunca hərəkət edir, bu, t_s vaxt tələb edəcəkdir. II sahəsində yem ikinci işçi elementdən qidalanır. III sahəsində yem valın oxu boyunca hərəkət edir və t_{pl2} vaxtında qismən başqa bir işçi elementə (sahə II) köçürülür. IV-cü sahədə yemin son ötürülməsi t_l vaxtında baş verir. İkinci işçi elementdə işçi proses oxşar şəkildə və eyni vaxtda davam edir.



Şəkil 3. Yemin qarışdırıcıda hərəkət sxemi:

I – şnekin burğularının sahəsi; II, III – qarışdırıcı – daşıyıcı pərlər sahələri; IV - atıcı pərlər sahəsi.

Qarışıqın keyfiyyətinə və qarışdırma prosesinin xüsusi enerji sərfələrinə əhəmiyyətli təsir göstərən amillərdən biri qarışdırma vaxtıdır ki, o qarışıqın komponentlərinin hər bir işçi orqanın bütün I - IV sahələri keçməsi üçün tələb olunan vaxta bərabər tsiklin müddətindən asılıdır:

$$\tau_{qar} = n_{ts} \tau_{ts}, \quad (7)$$

burada n_{ts} – tsikllərin sayı;

τ_{ts} - tsiklin müddəti, s.

№ 4/2025

səh.28-32

Qarışığın hər bir işçi orqanın bütün sahələrindən keçməsi üçün lazım olan vaxt aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilmişdir:

$$\tau_{ts} = 2(\tau_s + \tau_{pt1} + \tau_n + \tau_{pt2} + \tau_l). \quad (8)$$

Qarışdırma prosesinin intensivləşdirilməsi yem komponentlərinin iki işçi orqanının müxtəlif bölmələri üzrə qarşılıqlı yenidən bölüşdürülməsi və durğun zonaların aradan qaldırılması ilə əldə edilir. Bunun üçün hər bir işçi orqanda aşağıdakı şərt yerinə yetirilməlidir:

$$Q_s = Q_{pt1} + Q_n = Q_{pt2} - Q_{en} = Q_l, \quad (9)$$

burada Q_s , Q_{pt1} , Q_{pt2} - müvafiq olaraq, vint sahəsində, müvafiq olaraq II və III sahələrdə ox voyunca qidalanma, kq/s;

Q_n - ehtiyat, kq/s;

Q_l , Q_{en} — müvafiq olaraq IV və III sahələrdə eninə yem verimi, kq/s.

Yem hərəkət sxemini, həmçinin (8) və (9) ifadələrini nəzərə alaraq yazı bilərik:

$$\tau_{ts} = 2 \left(\frac{Q_{pt2}}{Q_{pt2} + Q_{en}} \left(\frac{m}{Q_s} + \frac{m}{Q_l} \right) + \frac{m}{Q_{pt1}} + \tau_n + \frac{m}{Q_{pt2} + Q_{en}} \right), \quad (10)$$

burada m - yüklənən yemin həcmidir, kq.

Nəticə. Qarışdırıcının məhsuldarlığı, faydalı həcm, doldurma əmsalı, qarışdırma və köməkçi əməliyyatların vaxtı kimi parametrlər nəzərə alınmaqla hesablanmışdır. Məqalədə həmçinin qarışdırıcının enerji sərfiyyatı, qarışdırma vaxtı və yemin hərəkət sxemi də nəzərə alınmış, bunun nəticəsində qarışığın keyfiyyətinin yüksəldilməsi və spesifik enerji sərfinin optimallaşdırılması yolları göstərilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Xu, M.; Chao, X.; Zhang, B. Study on the investigation, analysis and countermeasures for the current status of mutton sheep industry in Xinjiang. J. Domest. Anim. Ecol. 2018, 39, 85–89.
2. Mehdinejadiani, K.; Shirzad, H.; Fakhari, S. An Evaluation the Effect of Glycyrrhetic and Glycyrrhizic Acids Derived from Licorice Extract on Gastric Cancer Cell Lines. J. Babol Univ. Med Sci. 2015, 17, 53–59.
3. Sedghi, M.; Golian, A.; Kermanshahi, H.; Ahmadi, H. Effect of dietary supplementation of licorice extract and a prebiotic on performance and blood metabolites of broilers. S. Afr. J. Anim. Sci. 2010, 40.
4. Petrov, E.P. Analytical Formulation of Friction Contact Elements for Frequency-Domain Analysis of Nonlinear Vibrations of Structures with High-Energy Rubs. J. Eng. Gas Turbines Power 2019, 141, 121006.
5. Marczuk, A.; Sysuev, V.; Aleshkin, A. Theoretical Studies of the Interaction between Screw Surface and Material in the Mixer. Materials 2021, 14, 962.
6. Andreas, H.; Katharina, Z.; Birgit, F. Feeding forages with reduced particle size in a total mixed ration improves feed intake, total tract digestibility, and performance of organic dairy cows. J. Dairy Sci. 2019, 102, 8839–8849.

УДК 631

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ И РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОРМОСМЕСИТЕЛЯ

Гахира Музаффар кызы Аллахвердиева, Арзу Валех оглы Мехтиев
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

gahire63@mail.ru, arzumehtiev@gmail.com

Резюме. В статье проведён анализ конструктивных и рабочих параметров низкоскоростного периодического кормосмесителя. В работе подчеркнуты принципы

уменьшения габаритов современных и эффективных смесителей, снижения энергозатрат и обеспечения достаточного перемешивания корма. В исследовании представлен конструктивно-технологический вариант периодического смесителя с неподвижным прямоугольным корпусом и двумя горизонтальными рабочими органами типа «шнек-пёрло». Благодаря взаимному вращению рабочих органов и движению лопастей корм равномерно распределяется по различным зонам бункера, что позволяет получить высококачественную смесь корма за короткое время.

Производительность смесителя рассчитывалась с учётом параметров полезного объёма, коэффициента заполнения, времени перемешивания и вспомогательных операций. В статье также рассмотрены энергозатраты смесителя, время перемешивания и схема движения корма, что позволило определить пути повышения качества смеси и оптимизации удельных энергетических затрат.

Ключевые слова: кормосмеситель, лопасти, коэффициент заполнения, конструкция, рабочий орган, энергозатраты, качество, корм.

UDC 631

ANALYSIS OF THE DESIGN AND OPERATIONAL PARAMETERS OF A LOW-SPEED FEED MIXER

Gahira Muzaffar Allahverdiyeva, Arzu Valeh Mekhtiev

Azerbaijan State Agrarian University

qahire63@mail.ru, arzumehtiev@gmail.com

Summary. The article presents an analysis of the design and operational parameters of a low-speed periodic feed mixer. The study emphasizes principles for reducing the dimensions of modern and efficient mixers, decreasing energy consumption, and ensuring sufficient feed mixing. The research presents a design and technological scheme of a periodic mixer with a fixed rectangular body and two horizontal screw-paddle working elements. Due to the mutual rotation of the working elements and the movement of the paddles, the feed is evenly distributed across different zones of the bunker, allowing a high-quality feed mixture to be obtained in a short time.

The mixer's performance was calculated taking into account parameters such as useful volume, filling coefficient, mixing time, and auxiliary operations. The article also considers the mixer's energy consumption, mixing time, and feed movement scheme, which makes it possible to identify ways to improve mixture quality and optimize specific energy expenditure.

Keywords: feed mixer, paddles, filling coefficient, design, working element, energy consumption, quality, feed.

Redaksiyaya daxil olma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



XARİCDƏ KƏND TƏSƏRRÜFATI TEXNİKASININ TƏMİR-BƏRPA İŞLƏRİNİN TƏHLİLİ

T.Y.Məmmədov, H.S. Camalov, İ.A.Əmiraslanov, R.Q.Əliyeva
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
tohid.asau@gmail.com

Xülasə. Təmir istehsalı, hər hansı bir sistem kimi, daim inkişaf etməlidir. Məhsul bazarının, onun mövqeyinin və məhsullarının rəqabət qabiliyyətinin marketing monitorinqi bu inkişafın istiqamətini göstərəcəkdir. İstehsal olunan məhsullar alıcıların diqqətini cəlb edir və onlar əvvəlcə keyfiyyətini, sonra qiymətini və nəhayət, istismar zamanı xidmətini nəzərə alırlar.

Xarici nəqliyyat vasitələrinin təmirini yerində araşdıran mütəxəssislərin ədəbi məlumatları və hesabatları göstərir ki, onlar çox sayda müəssisədə böyük həcmdə yerinə yetirilir və effektivdir. Xarici təmir müəssisələrinin strukturunun, onların təşkilinin, istifadə olunan materialların, texnoloji proseslərin və avadanlıqların öyrənilməsi qabaqcıl texniki həllərin yerli istehsala tətbiqinə və onun texniki səviyyəsinin yüksəldilməsinə kömək edir.

Açar sözlər: təmir, təmir müəssisəsi, bərpa texnologiyası, örtüklərin çəkilməsi, hissələrin möhkəmləndirilməsi, CNC dəzgahları, texniki xidmət, diaqnostika.

Giriş. Ədəbiyyat məlumatları və xaricdə maşınların təmirini yerində öyrənmiş mütəxəssislərin hesabatları göstərir ki, bu, çoxlu sayda müəssisələrdə böyük həcmdə aparılır və səmərəlidir. Xarici təmir müəssisələrinin strukturunun, onların təşkilinin, istifadə olunan materialların, texnoloji proseslərin və avadanlıqların öyrənilməsi mütərəqqi texniki həllərin yerli istehsala tətbiqinə və onun texniki səviyyəsinin yüksəldilməsinə kömək edir.

Təkcə ABŞ-da müxtəlif tutumlu 120 000-dən çox təmir müəssisəsi var ki, onlardan 50 000-i avtomobil təmiri üzrə ixtisaslaşmışdır. Sadalanan 25 min müəssisədən 3 mini avtomobil kuzalarının təmiri, 3 mini elektrik avadanlıqlarının təmiri, 7,5 mini isə ayrı-ayrı hissələrin bərpası ilə məşğuldur. Bir müəssisədə orta hesabla 15...20 nəfər çalışır. İri müəssisələrdə aqreqatların əsaslı təmiri həcmnin təxminən 29 %-ni, kiçik müəssisələrdə isə təxminən 33 %-ni yerinə yetirirlər.

Northwest Motor Welding (Los-Angeles) ABŞ və digər ölkələrdə istehsal olunan Cummins, Caterpillar və digər avtomobil və traktor mühərriklərinin əsaslı təmirini həyata keçirir. Müasir, məhsuldar təmizləmə, diaqnostika və emal avadanlıqlarından (o cümlədən emal mərkəzləri) və effektiv bərpa texnologiyasından istifadə avadanlıqların şəxsiyyətsizdirilmiş əsaslı təmirini qısa müddətdə (14 günə qədər) kifayət qədər aşağı qiymətə həyata keçirməyə imkan verir. Mühərriklər istismar müddəti ərzində bir dəfədən çox olmayaraq təmir edilir. Onların təmirdən sonrakı iş həcmi yeni mühərriklərin iş həcmindən aşağı olmadığı, bəzən isə 5...10 % ötdüyü qeyd edilir. Şirkətin əsas zavoddan başqa digər şəhərlərdə daha 10 filialı mövcuddur.

Çikaqoda International Harvester şirkətinin traktor aqreqatlarının təmiri üzrə ixtisaslaşmış zavodu mövcuddur. Burada 200 nəfər çalışır. Sexdə hər il 2 mindən çox mühərrik, 30 min karbüratör, 25 min ilişmə muftası, 20 min su nasosu təmir edilir. Bundan əlavə, 3 min dirsəkli val bərpa olunur. Hissələr axın xətlərində bərpa olunur. Bərpa qiyməti yeni hissələrin qiymətinin 20...25 %-ni təşkil edir və onların resursları bərabərdir. Şirkətin təcrübəsi əhəmiyyətli qazanc gətirdiyi üçün getdikcə geniş yayılır.

Şuazi-Le-Rua (Fransa) zavodunda ildə Renault avtomobillərinin mühərriklərinin 80 minə qədər əsaslı təmiri həyata keçirilir. Mühərriklər xüsusi asmalarda sökülür, komplektləşdirilir və yığılır. Sökülmə və yığılma qeyri-axın üsulu ilə postlarda təşkil edilir. Sökülməzdən əvvəl mühərriklərin iki

mərhələli təmizlənməsi və hissələrin dörd mərhələli təmizlənməsi təşkil edilir. Hissələrin işçi səthləri təmir ölçüsü üsulu ilə bərpa olunur, bərpa edilən səthlər üstəritmədən istifadə olunmur. Mühərriklərin yığılması xüsusi idarəetmə panelindən idarə olunur ki, bu da istənilən yığma vahidlərinin yığma mövqelərinə ritmik çatdırılmasını təmin edir.

Daimler-Benz (Almaniya) fərdiləşdirilməmiş əsaslı mühərrik təmiri üçün dörd zavoda malikdir. Hər bir mühərrikin sökülməsi, komplektləşdirilməsi və yığılması tək asqı çərçivədə həyata keçirilir. Enerji təchizatı və elektrik avadanlıqları onları istehsal edən şirkətlərə ixtisaslaşdırılmış təmir üçün göndərilir. Mannheim zavodunda ildə 15 min dizel mühərriki 300-500 min km yol qət etdikdən sonra təmir edilir. Bərpa edilmiş hissələrin möhkəmləndirilməsi ilə resursqoruyucu təmir üsulları ilə aparılması, təmir edilmiş mühərrikləri yeni mühərrikin resursuna bərabərdir. Təmirin qiyməti yeni mühərrikin qiymətinin 70 %-ni təşkil edir, bir şərtlə ki, alıcı köhnəlmiş aqreqatı qaytarsın. Əgər alıcı köhnəlmiş mühərriki şirkətə təhvil verməzsə, aqreqatın qiyməti yeni mühərrikin qiymətinin 90 %-ni təşkil edir. Şirkət hesab edir ki, təmir işləri görmür, əksinə, əvvəllər istifadə edilmiş hissələrdən istifadə etməklə yeni mühərriklər yığır.

Böyük Britaniyada hissələrin bərpasının əsas hissəsi ixtisaslaşdırılmış təmir zavodlarında həyata keçirilir. London Transport Board zavodu 15-dən çox növ aqreqatları, həmçinin yük maşınları və avtobuslar üçün komponentləri təmir edir. Hər il 2 min mühərrik, sürət qutuları, ön və arxa oxlar, sükan sistemləri və s. təmir işləri aparılır. Təmirin xüsusiyyəti təmir fondunun texniki vəziyyətinin dəqiq müəyyən edilməsi, hissələrin bərpası üçün marşrut texnologiyasından istifadə edilməsi, yığımdan əvvəl məcburi nəzarətin həyata keçirilməsi, müasir nəzarət-ölçü avadanlıqlarından istifadə edilməsidir. Bütün bunlar təmir olunan aqreqatların yüksək keyfiyyətlə işləməsini təmin edir. İstehsal həmçinin London Transport Cheerweek Works-ə məxsus olan başqa bir xüsusişdirilmiş avtomobil təmiri zavodunda təşkil olunub. Yenilənmiş mühərrikin qiyməti yeni məmulatın qiymətinin 60 %, sürət qutusu 25 %, arxa ox 90 % resurs ilə 30 % təşkil edir.

Mühərrik silindr blokları, dirsəkli vallar, vərdənlər, tırtıl bəndləri, istiqamətləndirici təkərlər kimi bahalı, metal tutumlu və kütləvi istehsal olunan hissələrin bərpasına böyük əhəmiyyət verilir. Hissələrin çeşidi daim genişlənir və təmir edilmiş aqreqatın resursu təyin edən hissələri əhatə edir. Hissələrin bərpası istifadə olunan avadanlıqların yüksək texniki səviyyəsi (yüksək dəqiqlikli CNC dəzgahları, hissələrin bərpası və nəzarət proseslərinin avtomatlaşdırılması) və örtüklərin çəkilməsi üçün istifadə olunan materialların keyfiyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu, hissələrin bərpasının yüksək keyfiyyətini təmin edir, şirkətlərə hissələri bərpa edilmiş maşınların etibarlılığına görə tam məsuliyyət daşımağa və məhsul satışı bazarlarında rəqabətə tab gətirməyə imkan verir. Bir çox şirkət təmir zavodlarında hissələrin bərpası üçün axın xətləri yaratmışdır.

Dar ixtisaslaşmış gəlirli şirkətlər də mövcuddur. United Grainding şirkəti tozların alovla tozlandırılmasından istifadə edərək polad və çuqun dirsəkli vallarını bərpa edir. Bir yumrucuğun bərpası təxminən 1 dollardır. Yeni paylayıcı valın qiyməti 22-30 dollardır, yeyilmiş valın alış qiyməti 4-5 dollardır, buna görə də bərpa edilmiş valın qiyməti yeni məmulatın qiymətinin 50% -dən çox deyil.

Bir çox ölkələrdə hissələrin bərpası sərfəli işdir. Belə ki, Von Roll (İsveçrə) metallurgiya zavodunda metallurgiya avadanlıqlarının hissələri 20 il ərzində uğurla bərpa olunub, İstery Airlines (ABS) aviashirkəti reaktiv mühərrik hissələrinin bərpasını təşkil edib.

Bərpa edilmiş hissələrin çeşidinin genişləndirilməsi kənd təsərrüfatı və yol tikintisi texnikası və yük avtomobilləri istehsal edən şirkətlərin fəaliyyət istiqamətlərindən biridir. Belə ki, Caterpillar şirkətinin iri müəssisələrindən birində traktorların şassi hissələrinin üstəritmədən istifadə etməklə bərpa üçün ixtisaslaşdırılmış sahə yaradılmışdır. Hər il orada 1500-dən çox tırtıl bəndləri bərpa olunur. Burada dayaq diyircəklərinin bərpası da təşkil olunur. Onlar yeni bir məmulatın resursundan az olmayan bir resursa zəmanət verirlər.

Yaponiyada Maruma şirkəti hissələrin bərpası ilə məşğuldur. O, tırtıllı maşın hissələrinin bərpası üçün avadanlıq və proseslər hazırlayır. Məsələn, şirkət məhsulu sökmədən, vallardakı yuva vasitəsilə daxilinə soyuducu mayenin davamlı verilməsi ilə flüs altında vərdənə və istiqamətləndirici çarxın üstəridilməsi üçün qurğu hazırlayıb istifadə edir.

Hissələrin bərpasının ixtisaslaşması və cəmləşməsi, müəssisə və şirkətlər arasında kooperasiyanın inkişafı mexanikləşdirilmiş axın xətlərin yaradılmasına kömək edir. Bəzi ölkələrdə hissələrin bərpasında ixtisaslaşan korporasiyalar mövcuddur. Məsələn, ABŞ, Almaniya və digər ölkələrdə törəmə şirkətləri olan İsveçrənin Castolin Utecic şirkəti. Müxtəlif ölkələrdəki 34 zavodda elmi-tədqiqat mərkəzində hazırlanmış texnologiyalardan istifadə edilməklə hissələrin bərpası və möhkəmləndirilməsi təşkil edilir. Bu mərkəzdə elmi-tədqiqat və təcrübə-konstruktor işləri aparan, texnoloji prosesləri və avadanlıqları inkişaf etdirən 2000-ə yaxın mütəxəssis çalışır. Şirkətə texniki xidmət stansiyaları və qaynaq-üstəritmə materialları istehsal edən fabriklər daxildir.

Federation of Engine Remanufacturers tərəfindən Cummins, Detroit Diesel, Perkins mühərriklərinin təmiri və onların hissələrinin bərpasını nümayiş etdirmək üçün Telfordda (Böyük Britaniya) təşkil edilən sərgilər təmirin yüksək səviyyədə təşkil olunmuş sənayeyə çevrildiyini göstərdi. Sərgilərdə müxtəlif mühərrik hissələrə örtüklərin çəkilməsi və emalı və onların yığılması, dirsəkli valların soyuq düzləndirilməsi, yanacaq avadanlığının tənzimlənməsi, onların fotosəkilləri ilə bağlı səthlərin yoxlanılması üçün avadanlıqlar nümayiş etdirilib. Bildirilir ki, yeni mühərriklər istehsal edən bəzi şirkətlər (məsələn, Gardner) onların təmiri ilə məşğul olur və ən son texnologiyalar tətbiq etməklə yüksək keyfiyyətə nail olurlar.

Ən böyük texnika istehsalçılarının bir çoxu (John Deere, Caterpillar, Kaise, Massey Fergusson, Klaas, Fiat, Volvo BM, Misubisy, Kamatsu və b.) maşın istehsalı mərhələsində hissələrin möhkəmləndirilməsi probleminə əsas diqqət yetirirlər ki, bu da onların etibarlılıq göstəricilərində əks olunur ki, bu da yerli və MDB maşınların orta qiymətindən (əsasən imtinaya qədər işləmə müddəti) daha yüksəkdir.

Sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrdə bərpa edilmiş hissələrin çeşidi daim genişlənir.

Ehtiyat hissələri istehlakının ümumi həcmində bərpa edilmiş hissələrin payı Yaponiyada 40 %-ə, ABŞ-da, Böyük Britaniyada, Almaniya 30...35 %-ə çatır, 2000-ci ildə Rusiyada 8,0 %-ə çatır.

Yeyilmiş hissələrin yığılmasının təşkili maraqlıdır. Bunun üç forması istifadə olunur:

- geniş dilerlər şəbəkəsi vasitəsilə. Dilerlər ehtiyat hissələri və ya komponentləri satarkən qiymətləri 20-25 % aşağı salmaqla texnika sahiblərinə hissələri bərpa üçün təhvil vermələrinə stimulyaradrlar. Bu forma ABŞ və Almaniya geniş yayılmışdır;

- imtina etmiş və ya təmirə ehtiyacı olan aqreqləri yeni və ya təmir edilmiş aqreqlərlə dəyişdirməklə, burada maşının dayanma müddəti minimaldır. Bütün təmir fondu ixtisaslaşdırılmış müəssisələrdə qalır və hissələrin bərpasına sərf olunur. Bu təşkilat forması Lucas & Parkins (İngiltərə), Bosch (Almaniya) və Baerliette (Fransa) şirkətlərinin təmir zavodları tərəfindən istifadə olunur;

- kiçik təmir müəssisələri tərəfindən bərpa üçün yararlı olan yeyilmiş bahalı hissələri iri ixtisaslaşdırılmış zavodlara satmaqla. Bir çox kiçik təmir müəssisələri üçün bu sərfəlidir. Məsələn, keçmiş AFR ərazisində dirsəkli valları yalnız üç ixtisaslaşmış müəssisədə bərpa olunur.

Xaricdə mühərrik təmirinin xüsusiyyətləri bərpa edilmiş hissələrin materialına istilik daxil olmaqla təmir pəstahlarının yaradılması proseslərinin payının azaldılması, aqreqlərin təmirinin sayının bütün xidmət müddəti üçün bir əsaslı təmirə məhdudlaşdırılması, yüksək texnoloji nizam-intizam və diaqnostika vasitələrinin geniş istifadəsidir.

Bərpa işlərinin həcmində bütün növ elektrik qövs üstəridilməsinin payının azalması, plazma örtüyünün həcmnin artması, müxtəlif növ tozlandırma üsulu, elektrofiziki üsullar və polimerlərdən istifadə olunur.

Deimler Benz (Almaniya) şirkətinin işinin nümunəsi göstərir ki, dizel təmiri hissələrin texniki vəziyyəti nəzərə alınmaqla simasız üsulla təşkil edilir. Onların yeyilməsi və deformasiyası kiçikdirsə, bərpa təmir və ya nominal ölçülər üçün minimal emal payı ilə mexaniki emal yolu ilə təşkil edilir. Ayrılan yığma vahidlərində (silindr blokları, şatunlar) ilk növbədə ayırma müstəvilərin frezlənməsi və sonra yuvaların genəldilməsi ilə bərpa olunur. Yorğunluq çatlarının müəyyənləşdirilməsinə xüsusi diqqət yetirilir, onların olması halında hissələri yeniləri ilə əvəz olunur. Təmas səthləri 0,10...0,15 mm emal payını çıxarmaqla cilalanır. Örtüklərin çəkilməsi yalnız düzləndirilməklə aradan qaldırılması çətin olduqda əhəmiyyətli yeyilmə və deformasiya hallarında istifadə olunur. Bərpa edildikdə praktiki

olaraq yeyilməyən paylayıcı vallarının dayaq boyunları və itələyicilərin sürtünmə silindrik səthləri emal edilmir. Paylayıcı valın oymaqları dəyişdirilir. Klapanın itələyicilərinin ucları cilalanır və azotlama ilə möhkəmləndirilir. Val boyunlarını cilalayarkən, Marposs aktiv nəzarət cihazlarından istifadə olunur.

Valları bərpa edərkən onlar düzləndirilir. Toz materialları ilə üstəritmə geniş şəkildə istifadə olunur. Nazik örtüklərin nəzarətli üstəridilməsi pəstahın materialının bir qədər qızdırılmasını təmin edir. Proseslərin mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması işin əmək tutumunu azaldır. Şərqi Avropa ölkələrində 4VD və 6VD mühərriklərin dirsəkli vallarının bərpası da daxil olmaqla, elektrik qövslə tozlandırma geniş tətbiq olunur. Alt təbəqə üçün istifadə olunan material 1,6 mm diametrli 45CrSi34 (DUR-300) markalı polad məftildir ki, bu da 17...21 MPa birləşmənin möhkəmliyini təmin edir. Əsas təbəqə 1,6 mm diametrli 110MnCrTi8 (DUR-600) məftildən tozlandırılır ki, bu da yüksək yeyilmə dayanıqlığını təmin edir (təxminən 7,25 GPa mikrobərklik).

Hər bir sistem kimi təmir istehsalı da davamlı inkişaf etməlidir. Məhsul bazarının marketing müşahidəsi, onun yeri və məhsullarının orada rəqabət qabiliyyəti bu inkişafın istiqamətini göstərəcəkdir. İstehsal olunan məhsul alıcının baxış sahəsinə daxil olur, o, əvvəlcə keyfiyyətinə, sonra qiymətinə fikir verir və nəhayət, istismar zamanı onun servisində maraq göstərir.

Yüksək keyfiyyətli məhsullar üçün zəruri şərt konstruktor sənədlərində göstərilən bütün parametrlərin qiymətlərinin normativ hədlər daxilində olmasıdır. Kifayət qədər şərt, verilmiş parametrlərin qiymətlərinin rəqabət aparan müəssisələrin məhsullarından daha yaxşı olmasıdır. Belə rəqabətdə texnoloji istehsal proseslərinin, texnoloji avadanlıqların və keyfiyyət sistemlərinin təkmilləşdirilməsi yolu ilə məhsulların keyfiyyətinin yüksəldilməsinin həddi-hüdudu yoxdur.

Müasir və dəqiq texnoloji təchizat vasitələrindən istifadə etməklə yüksək keyfiyyətli məhsullar əldə edilir, lakin onların səmərəli istifadəsi tam yüklənməsini tələb edir.

Böyük həcmdə məhsul istehsal edən, onun konsentrasiyası və ixtisaslaşması ilə bağlı olan səmərəli istehsalı təşkil etmək çox asandır. Yalnız bu şərtlərdə yüksək keyfiyyətlə aşağı vahid qiymətə nail olmaq olar.

Düzgün təşkil olunmuş müəssisədə materiallar, enerji və əmək itkisiz istifadə olunur. Heç bir şey boşa getmir və hər şey vaxtında edilir.

Təmir istehsalı maşınlarla texniki xidmət sisteminin bir hissəsidir. Respublikanın xalq təsərrüfatının islahatı və onun çoxstrukturlu olması bu sistemin təkmilləşdirilməsini tələb edir. O, mobil və səmərəli olmalı, istehlakçıların tələblərini ən qısa müddətdə yerində yerinə yetirməyə qadir olmalıdır. Təmir müəssisələrinin təqsiri üzündən texnikanın imtinaları istisna edilməlidir.

Təmir dondunun sahiblərindən alınmasını təşkil etmək lazımdır. Bu, təmir edilmiş məhsulların müstəqil ticarəti imkanını təmin edəcək, lakin onların xidmət qabiliyyətinə və təmirdən sonrakı iş həcminə, ehtiyat hissələri ilə təmin edilməsinə və bütün istismar müddəti ərzində texniki xidmətin təşkilinə görə məsuliyyəti müəyyən edəcəkdir.

Texniki xidmət avadanlığın satışqabağı hazırlanmasını və istehlakçılara satışını, materialların, bərpa edilmiş və istehsal olunmuş hissələrin satışını, avadanlığa texniki qulluq və cari təmiri həyata keçirən texniki mərkəzlər (dilerlər) tərəfindən kooperativ əsaslarla təşkil edilməlidir.

Yeni iqtisadi şəraitdə texniki xidmət formalarının və bazar strukturlarının yaradılması üzrə texniki siyasətin formalaşdırılması istehlakçının maddi-texniki təminatında zavodun və dilerin iqtisadi marağını və hüquqi məsuliyyətini təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. R.C.Ələkbərov, H.S.Camalov Konstruksiya materialları texnologiyası / dərslik, "Elm və təhsil", Bakı-2020, 321 səh.
2. R.C.Ələkbərov, H.S.Camalov. Emal üsulları və alətləri / dərs vəsaiti, Gəncə-2017, 147 səh.
3. N.K.İsmayılov, H.S.Camalov, R.C.Ələkbərov və b. Materialşünaslıq / Dərslik, "Müəllim" nəşriyyatı, Bakı - 2022, 570 səh.

4. R.C.Ələkbərov, H.S.Camalov. Metalkəsən dəzgahlar / Dərslik, “Elm və təhsil”, Bakı – 2023, 420 səh.
5. Abbasov Z.M. Kənd təsərrüfatı maşınqayırma texnologiyası, dərslik 3№-li mətbəə, Bakı 2017, 345 s.
6. Ремонт сельскохозяйственной техники. Практикум. – Минск: 2012. 188с.
7. В.П.Иванов. Ремонт машин / Технология, оборудование, Организация, Новополюцк УО «ПГУ», 2006, 468 с.
8. Иванов В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: Учебник. – Мн.: ЗАО “Техноперспектива”, 2006. – 453 с.
9. Надежность и ремонт машин: Учебник / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
10. Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учеб. пособие / Под ред. В.И. Черноиванова. – Москва – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.

УДК 635.64

АНАЛИЗ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА РУБЕЖОМ

Т.Ю.Мамедов, Г.С.Джамало, И.А.Амирасланов, Р.Г.Алиева
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
tohid.asau@gmail.com

***Резюме.** Ремонтное производство, как любая система, должно непрерывно развиваться. Маркетинговое наблюдение за рынком продукции, местом и конкурентоспособностью на нем своих товаров укажут направления этого развития. Произведенная продукция попадает в поле зрения покупателя, который вначале обращает внимание на ее качество, затем – на цену и, наконец, интересуется ее сервисом в эксплуатации.*

Литературные сведения и отчеты специалистов, которые изучали на месте зарубежный ремонт машин, свидетельствуют о том, что он выполняется на большом числе предприятий в больших объемах и является эффективным. Изучение структуры зарубежных ремонтных предприятий, их организации, применяемых материалов, технологических процессов и оборудования способствует внедрению прогрессивных технических решений в отечественное производство и повышению его технического уровня.

***Ключевые слова:** ремонт, ремонтная база, восстановительные технологии, покрытие, упрочнение деталей, станки с ЧПУ, техническое обслуживание, диагностика.*

UDC 635.64

ANALYSIS OF AGRICULTURAL MACHINERY REPAIR AND REFURBISHMENT WORK ABROAD

T.Y.Mammadov, H.S.Camalov, I.A.Amiraslanov, R.Q.Aliyeva
Azerbaijan State Agrarian University
tohid.asau@gmail.com

***Summary.** Repair production, like any system, must continually evolve. Marketing monitoring of the product market, its position, and the competitiveness of its products will indicate the direction of this development. Manufactured products come to the attention of buyers, who first consider their quality, then their price, and finally, their service during operation.*

Literary data and reports from specialists who have studied foreign vehicle repairs on-site indicate that they are performed at a large number of enterprises in large volumes and are effective.

Studying the structure of foreign repair facilities, their organization, the materials used, technological processes, and equipment facilitates the introduction of advanced technical solutions into domestic production and the improvement of its technical level.

Keywords: repair, repair base, refurbishment technologies, coating, component hardening, CNC machines, maintenance, diagnostics.

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



HAVA ÜFÜRÜCÜ BORULARDA HAVA AXINININ PAYLANMASI PROSESİNİN TƏDQIQI

Qabil Balakişi oğlu Məmmədov, Rəşad Fərhad oğlu Fərhadov

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Gəncə, Atatürk prospekti 450

gabilmammadov66@adau.edu.az, resadferhadov003@gmail.com

Xülasə. Məqalədə hava üfürücü borularda hava axınının paylanması prosesinin hidroqazodinamiki təhlili aparılmışdır. Borularda istiqamətləndirilmiş hava axınları, həm yüksək sürətli təzyiqin yaradılmasına, həm də hava hərəkətinə qarşı müqavimətin (təzyiq itkisi) aradan qaldırılmasına sərf olunan kinetik enerji ilə xarakterizə olunur. Məqalədə uzunluq və lokal itkilərin cəminin integral yanaşma ilə hesablanması təqdim olunmuşdur. Hava üfürücü dəliklərdən çıxan axınlar üçün hidravlik tənlilər, xüsusi sıxılma və sürət əmsalları, həmçinin kompressor və yerli müqavimətlərin təsiri nəzərə alınmışdır. Hava axını itkisi, hava üfürücü dəliklərdən axan hava axınının hesabat tənliyi verilmiş, uzunluq boyunca və lokal müqavimətlərin integral təsiri nəzərə alınaraq axın balans tənliləri qurulmuşdur. Bu yanaşma, hava üfürücü sistemlərdə boru boyunca hava axınının paylanmasının optimallaşdırılmasına, təzyiq itkisi və enerji sərfiyyatının azaldılmasına imkan verir.

Açar sözlər: hava üfürücü borular, hava axını, hidroqazodinamika, təzyiq itkiləri, lokal müqavimət, integral hesab, sıxılma əmsalı, axın sürəti, kompressor, optimallaşdırma

Giriş. Borularda istiqamətləndirilmiş hava axınları yüksək sürətli təzyiqin yaradılmasına və havanın hərəkətinə müqavimətin aradan qaldırılmasına (təzyiq itkisinə) sərf olunan kinetik enerjiyə malikdir [1].

Hidroqazodinamika nəzəriyyəsindən məlum olduğu kimi, hava axınının ümumi müqaviməti iki növə bölünür:

- hava laylarının bir-birinə və borunun divarlarına qarşı daxili sürtünməsi ilə əlaqəli hava kanalının uzunluğu boyunca müqavimət;

- axının sürətinin böyüklüyündə və ya axının istiqamətində dəyişməsi ilə əlaqəli yerli və ya lokal müqavimət [2].

Tədqiqatın metodikası. Uzunluq itkiləri hava kanalının uzunluğuna mütənasibdir və həmçinin hava sürətinin kvadratından asılıdır [3]. Yerli və ya lokal itkilər axının qəfil daralması və ya genişlənməsi, onun çevrilməsi və ya bir neçə axına bölünməsi yerlərində baş verir və bunlar həm də klapan, filtr və s. şəklində hər hansı maneə ola bilər [4]. Axının istiqamətində və sürətində lokal dəyişikliklər olan yerlərdə əlavə enerji tələb olunur ki, bu da axının ümumi enerjisindən alınır [5]. Maye və ya qazın integral axınının hesablanmasına ümumi yanaşma, uzunluq boyunca müqavimətlərin cəminin və hava kanalının baxılan hissəsində yerli itkilərin nəzərə alınmasına əsaslanır.

Tədqiqatın nəticəsi və müzakirəsi. Lokal müqavimətlərin yerləri bir-birindən kifayət qədər uzaqdırsa, onların bir-birinə qarşılıqlı təsirini nəzərə almamaq və itkiləri aşağıdakı düsturla hesablamaq olar.

$$\sum h_{\text{üm}} = \sum h_l + \sum h_m, \quad (1)$$

burada $\sum h_l$ - hava kanalının uzunluğu boyunca ümumi basqı itkiləri, m;

$\sum h_m$ - hava kanalının baxılan bölməsində bütün yerli müqavimətlərə görə basqı itkilərinin cəmi, m.

Birinci hissənin sonundakı uzunluq boyunca təzyiq itkisini h_{l1} kimi işarə edək, lokal basqı itkisi h_{l2} olaraq işarə ediləcək və borudakı perforasiya edilmiş (hava üfləyici) dəliklərdən havanın bir

hissəsinin çıxması ilə müəyyən ediləcəkdir. Bu bənzətmədən istifadə etsək və ikinci hissənin sonunda basqı itkisini müvafiq olaraq təyin etsək, onda iki hissə üçün uzunluq boyunca basqı itkisi üçün ifadə yazı bilərik.

$$\sum_{i=1}^2 h_l = h_{l1} + h_{l2},$$

və iki sahədə likal müqavimətlərin cəmi üçün basqı itkiləri

$$\sum_{i=1}^2 h_m = h_{m1} + h_{m2},$$

İkinci sahənin sonunda ümumi hava basqısı itkisi olacaq

$$\sum_{i=1}^2 h_{\bar{u}m} = \sum_{i=1}^2 h_l + \sum_{i=1}^2 h_m = (h_{l1} + h_{l2})(h_{m1} + h_{m2}),$$

Bu yanaşma uzunluq üzrə itkilərin yerli təzyiq itkilərinə əlavə olunduğunu nəzərə alaraq hava üfürücü dəlikləri olan bütün kanal üçün ümumiləşdirilə bilər [6, 7].

$$\sum h_{\bar{u}m} = \sum_{i=1}^n h_l + \sum_{i=1}^n h_m. \quad (2)$$

Hava üfürücü dəkilərdən havanın çıxarılması üçün tənliklərini yazıq:

$$Q_1 K_1 = Q_2 K_2 = Q_3 K_3 = \dots = Q_n K_n, \quad (3)$$

burada Q_n - hava üfürücü dəkilərdən n -ci sırasından keçən hava axını;

K_n - n -ci sahədə hidravlik (hidrodinamik) müqavimət əmsalı.

Sərfiyyat balansının tənliyini yazıq

$$Q_{\bar{u}m} = K_{\bar{u}m}(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n), \quad (4)$$

burada $K_{\bar{u}m} = k_1 + k_2 + k_3$,

k_1 – uzunluq boyu itkilərin inteqral əmsalı;

k_2 – yerli müqavimətlərin itkilərinin inteqral əmsalı;

k_3 – kompressorun itkilərinin inteqral əmsalı.

Şəzi düsturuna görə [2] uzunluq boyunca təzyiq itkisini hesablamaq üçün axın sürətini təyin edirik.

$Q = SC\sqrt{RI}$, buradan hidravlik mailliyin qiymətini yazırıq I (m/m):

$$I = \frac{Q^2}{S^2 C^2 R}, \quad (5)$$

burada Q - hava axınının sürəti, m³/s;

S – hava kanalının en kəsiyinin sahəsi, m²;

C – uzunluq üzrə hava axınına müqavimətin inteqral əmsalı;

R – hava kanalının hidravlik radiusu, m.

(5) düsturunun məxrəcində ifadə hava axınının həndəsəsindən və hava kanalının divarlarının naamarlığından asılı olaraq müəyyən edilir [5]. Axınların hidrodinamik hesabı tövsiyələrinə uyğun olaraq, axın modulunu ümumiləşdirici axın göstəricisi kimi qəbul edirik: $M = SC\sqrt{R}$, m³/s.

Bunu nəzərə alaraq (5) ifadəsini sadələşdirə bilərik:

$$I = \frac{Q^2}{M^2}. \quad (6)$$

Qeyd edək ki, hidravliki maillik uzunluq boyunca axın itkilərinin kanal hissəsinin uzunluğuna nisbəti kimi şərh olunur, yəni $I = h_l / l$.

Buradan (6) ifadəsindən uzunluq boyunca hava axını itkilərinin qiymətini alırıq:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l. \quad (7)$$

Bununla belə, uzunluq üzrə itkiləri Darsi-Veysbax düsturundan [2] istifadə etməklə də tapmaq olar:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}. \quad (8)$$

Şerti keçid diametri 50 mm olduqda, sərfiyyat modulu $K = 55,96$ l/s əldə edirik. Yerli və ya likal basqı itkiləri üçün ifadə Veysbax tərəfindən əldə edilmişdir:

$$h_m = \xi \frac{v^2}{2g}, \quad (9)$$

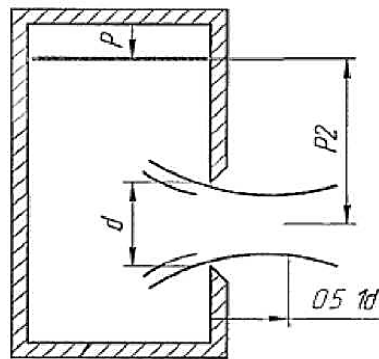
burada ξ - lokal hidrodinamiki müqavimət əmsalıdır.

Beləliklə, şəkil 1-ə əsasən, dəliyin girişində elementar axınların sürətləri axınların bir-birinə doğru istiqamətinə görə axının lokal axınları təmin edən cəbhə təşkil edir.

Göstərilən hədlər daxilində axının qısa bir hissəsini sıxılmış adlandırmaq olar, çünki göstərilən sahə daxilində lokal hava sıxlığı ətrafdakı hava sıxlığından daha böyükdür [1, 2, 3, 5]. Bu sıxılmış hissəni xarakterizə etmək üçün xüsusi sıxılma əmsalı tətbiq edilir:

$$\varepsilon = \frac{S_\varepsilon}{S},$$

burada S_ε - ən yüksək xüsusi sıxlıq nöqtəsində hava axınının sıxılmış en kəsiyinin sahəsidir, m^2 ;
 S - hava verən boruda hava üfürücü dəliklərin en kəsiyinin sahəsi, m^2 .



Şəkil 1. Nazik divarda kiçik dəlikdən keçən hava axınının sxemi

Sıxılmış hissədə üfləyicinin girişindəki və ondan çıxışdakı kəsikləri nəzərdən keçirək:

$$h + \frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} + h_{d\text{əl}}, \quad (10)$$

burada h - pyezometrik hava basqısı, m;

p_0, p_{atm} - hava üfürücü dəlikə daxil olmamışdan əvvəl və dəlikdən sonra havanın təzyiqi (atmosfer), Pa;

γ - havanın xüsusi çəkisi, N/m^3 ;

v_0 - dəlikdən keçən hava axınının sürəti, m/s;

$h_{d\text{əl}}$ - dəliyin girişində lokal basqı itkisidir.

Dəliyin girişində lokal basqı itkiləri aşağıdakı düsturu ilə ifadə edilir:

$$h_{d\text{əl}} = \xi_{d\text{əl}} \frac{v_0^2}{2g}. \quad (11)$$

Toplananları hava sürəti basqısı ilə qruplaşdırırıq

$$\frac{v_0^2}{2g} (1 + \xi_{d\text{əl}}) = h + \frac{p_0}{\gamma} - \frac{p_{atm}}{\gamma},$$

buradan dəlikdən keçən hava axınının sürətini ifadə edirik

$$v_0 = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{d\text{əl}}}} \sqrt{2g \left(h + \frac{p_0}{\gamma} - \frac{p_{atm}}{\gamma} \right)}.$$

$\sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{d\text{əl}}}} = \varphi$ - sürət əmsalını kimi işarə edirik, $H = h + \frac{p_0}{\gamma} - \frac{p_{atm}}{\gamma}$ - hava dəlikdən çıxdıqda ümumi basqıdır.

№ 4/2025

səh.39-43

Aşağıdakı düsturdan istifadə edərək hava axını sürətini təyin edəcəyik:

$$Q = \mu S \sqrt{2gH}, \quad (12)$$

burada μ - xüsusi sərfiyyat əmsalı;

g – sərbəst düşmə təcili, m/s²;

$S = \pi d_0^2/4$ – dəliyin sahəsi, m².

Xüsusi sərfiyyat əmsalı $\mu = \varepsilon \varphi$ -dir. Dəyirmi bir dəlik üçün $\varphi = 0,97$; $\varepsilon = 0,64$; sərfiyyat əmsalı $\mu = 0,62$. Tənliklərin (5, 6, 8) təhlili birinci sahə üçün tənliyi yazmağa imkan verir.

$$Q_1 = \mu S_1 \sqrt{2gH} \left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_1^2} l_1 \right), \quad (13)$$

ikinci sahə üçün:

$$Q_2 = \mu S_2 \sqrt{2gH} \left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_1^2} l_1 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_2^2} l_2 \right). \quad (14)$$

Yuxarıdakıların hamısını ümumiləşdirərək, hava üfürücü dəliklərin qrup sistemindən hava axınının tarazlıq düsturunu alırıq:

$$Q_{\text{üm}} = \xi \frac{v^2}{2g} + \xi + x \left(\mu S_1 \sqrt{2gH} \left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_1^2} l_1 \right) + \mu S_2 \sqrt{2gH} \left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_1^2} l_1 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{Q^2}{K_2^2} l_2 \right) + Q_3 + \dots + Q_4 \right) \quad (15)$$

burada ξ - hidravlik müqavimətin yerli və ya lokal əmsalıdır;

x - kompressorun müqavimətinin lokal əmsalıdır.

Nəticə. Hava axını itkisi, hava üfürücü dəliklərdən axan hava axınının hesabat tənliyi verilmiş, uzunluq boyunca və lokal müqavimətlərin inteqral təsiri nəzərə alınaraq axın balansı tənlikləri qurulmuşdur. Bu yanaşma, hava üfürücü sistemlərdə boru boyunca hava axınının paylanması optimallaşdırılmasına, təzyiq itkisi və enerji sərfiyyatının azaldılmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Хмыров, В.Д. Технология переработки навоза при содержании свиней на глубокой подстилке / В.Д.Хмыров, В.Б.Куденко, Б.С.Труфанов // Со временные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: мат. межд.науч. - практ. конфер., 2007. - Мичуринск-Наукоград РФ, 2007.- Т. 2. - с.310 - 313.
2. Куденко, В.Б. Содержание животных на глубокой подстилке / В.Б.Куденко // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: мат. межд.науч. практ. конфер., 2007-Мичуринск-Наукоград РФ, 2007.-Т. 2. - с.279-283.
3. Хмыров, В.Д. Устройство для выгрузки навоза глубокой подстилки / В.Д.Хмыров, В.Б.Куденко, Б.С.Труфанов // Сельский механизатор. -2008г. №11. -с.34.
4. Савиных, П.А. Технология получения биогаза и ферментированного перегноя в условиях сельскохозяйственного предприятия Польши / П.А.Савиных, В.Романюк. - Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. том №2. с.90-95.
5. Хмыров, В.Д. Технология производства и уборки подстилочного навоза / В.Д.Хмыров, В.Б.Куденко, Б.С.Труфанов // Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства: мат. межд. науч. - практ. конфер., по свящ. 95-летию Воронежского гос. аграр. ун-та (23-24 окт. 2007г.) Ч. 1. -Воронеж 2007. - с.160-161.
6. Теория подобия для обоснования параметров аэратора навозных бур тов Иванов, А.Г. и др. // Сельский механизатор. – 2021, № 5. с.17-19.
7. Элементы теории подобия для расчета устройства искусственной аэрации навоза Иванов, А.Г. и др. // В сборнике: Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 2021. с.19-23.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В
ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРУБАХ

Габиль Балакиши оглы Мамедов, Рашад Фархад оглы Фархадов
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
gabilmammadov66@adau.edu.az, resadferhadov003@gmail.com

Резюме. В статье проведен гидрогазодинамический анализ процесса распределения воздушного потока в воздухораспределительных трубах. Направленные воздушные потоки в трубах характеризуются кинетической энергией, затрачиваемой как на создание высокоскоростного давления, так и на преодоление сопротивления движению воздуха (потери давления). В статье представлено интегральное вычисление суммарных потерь давления вдоль длины трубы и локальных потерь. Для потоков, выходящих из воздухораспределительных отверстий, рассмотрены гидравлические уравнения, коэффициенты специального сжатия и скорости, а также влияние компрессора и локальных сопротивлений. Представлены уравнения расхода воздуха и балансные уравнения потоков с учетом интегрального влияния сопротивлений вдоль длины и локальных сопротивлений.

Подход позволяет оптимизировать распределение воздушного потока вдоль труб в воздухораспределительных системах и снижать потери давления и энергозатраты.

Ключевые слова: воздухораспределительные трубы, воздушный поток, гидрогазодинамика, потери давления, локальное сопротивление, интегральный расчет, коэффициент сжатия, скорость потока, компрессор, оптимизация

UDC 635.64

STUDY OF AIRFLOW DISTRIBUTION IN AIR-BLOWING PIPES

Gabil Balakishi Mamnadov, Rashad Farhad Farkhadov
Azerbaijan State Agrarian University
gabilmammadov66@adau.edu.az, resadferhadov003@gmail.com

Summary. The article presents a hydro-gas-dynamic analysis of the airflow distribution process in air-blowing pipes. Directed air flows in the pipes are characterized by the kinetic energy expended both to create high-speed pressure and to overcome resistance to air movement (pressure losses). The article provides an integral approach to calculating the total pressure losses along the pipe length and local losses. Hydraulic equations, specific compression and velocity coefficients, as well as the effects of compressors and local resistances, are considered for the flows exiting the air-blowing holes. Airflow rate equations and flow balance equations are derived, taking into account the integral effect of longitudinal and local resistances.

This approach allows optimization of airflow distribution along pipes in air-blowing systems and reduces pressure losses and energy consumption.

Keywords: air-blowing pipes, airflow, hydro-gas-dynamics, pressure losses, local resistance, integral calculation, compression coefficient, flow velocity, compressor, optimization

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Зияд Эмин оглы Аббасов, Фарида Джейхун кызы Рагимова
Азербайджанский государственный аграрный университет
ziyad.eminoglu@gmail.com,

Резюме. В статье Аббасова З.Э. «Применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве» анализируется применение дронов в хозяйствах «AZERSHEKER 000» Азербайджана на посевах семян кукурузы. Оригинальность работы является впервые после уборки урожая зерновых культур в июль месяце на этом же участке без вспашки прямо на стерне специальным комбинированном агрегатом проводится нулевой обработкой, посев семян с одновременным внесением минеральных удобрений и закрытия и уплотнение гнезд. Комбинированный агрегат работает с трактором фирмы KLASS мощностью 300 л. с. После посева семян кукурузы проводится капельный гнездовой полив с прочными ползучими шлангами строго по высеянным рядами.[3]. Таким образом, получается два урожая за год. Технологический процесс за весь вегетационный период контролируется беспилотным летательным аппаратом.

В статье также анализируются типы и конструкции дронов выпускаемые в Китае, Корее, Японии, США, Индии.

Крупным производителем сельскохозяйственных дронов в мире является Китайская фирма «XAGCOLtd».

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, локальное внесения семян, удобрения, мониторинг посева.

Азербайджанская Республика уникальная страна, обладающий богатой флорой и фауной. Из 11 климатических условий мира 9 принадлежит этой стране, а так же из 6500 распространенной растительности мира 4500 имеется в Азербайджане. 58% территории республики находятся на горных и предгорных зонах.

В Республике широко развита солнечная и ветровая источники энергии.

На небольших площадях посажены суперсовременные фруктовые сады дистанционными управлениями с помощью инновационной компьютерной технологии. Вместе с тем слабо развита применение в аграрном секторе беспилотные летательные аппараты. Хотя в отдельных крупных фирмах, например в «AZERSHEKER 000» начиная с 2020-го года широко применяется беспилотники и новейшие зарубежные технологии.

Известно, что сельскохозяйственный дрон – это беспилотный летательный аппарат, оснащенный распылительной насадкой для жидкостей и твердых веществ, который может использоваться для таких сельскохозяйственных нужд как распыление гербицида и удобрений, или для локального внесения жидкости против вредителей и болезней.

Основные показатели дронов является взлет, приземление и остановка в воздухе, а также вместимость топливного бака, диапазон рабочих частот от 24 до 24.835 ггц мощность питательных батарей, производительность работы га/час, рабочая скорость км/час, максимальная энергопотребление, максимальная взлетная масса, общая масса и др.

Сельскохозяйственные дроны – это беспилотные летательные аппараты, которые используются для мониторинга роста и состояния сельскохозяйственных культур, а также для анализа изменений в почве и рельефе.

Первые сельскохозяйственным дроном считается R-50 Японской конструкции. Он был разработан в 2000 году Японской компанией «Yamaha» для анализа полей и создания карты посевов. [2]

В настоящее время дроны для сельского хозяйства уже широко используются во многих странах. Лидером являются Китай, Южная Корея, где 30 % всего аграрного сектора обрабатываются дронами. [5,6]

Выпускаются несколько типов сельскохозяйственных дронов, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. В зависимости от конструкции и полезной нагрузки наиболее эффективными в агрономии являются два вида беспилотников: [4]

Широко применяются квадрокоптерные дроны с большой грузоподъемностью.

Ниже приводятся некоторые технические особенности грузовых дронов.

Грузовой дрон зачастую принято называть квадрокоптером, хотя по сути он таковым не является.

Название дрона напрямую зависит от количества пропеллеров, поэтому дроны с 6 и 8 пропеллерами правильно назвать гексакоптером и октокоптером соответственно. Но название «квадрокоптер» получило наибольшую популярность, поэтому далее в тексте будет использовано такое определение.

Стандартные дроны имеют грузоподъемность в 2 кг, тогда как грузовые способны поднимать от 5 кг. Время полета обычных аппаратов составляет 20-30 минут; а грузовых не более 20 минут; ниже перечислен список грузовых дронов, которые получили наибольшую популярность благодаря своим техническим характеристикам.

Dji Matrice 600 PZO является лидером продаж среди грузовых квадрокоптеров. Отличное сочетание выдающихся технических характеристик и цены. При стоимости в 4999 USD – владелец получает аппарат с современностью с камерами от ведущих производителей (САППОП, Panasonic, Sony и др) взлетный вес около 15 кг и время полета в 16 минут.

В качестве бонуса выступают складной корпус и развитие скорости до 65 км\ч в спокойную погоду. У этого дрона в комплектацию целых 6 аккумуляторов, состояние которых можно наблюдать в состоянии полёта. Дрон считается уже полностью готовым к эксплуатации. Главная особенность «Matrice 600 PZO» заключается в том, что его можно комплектовать с камерами от других производителей.

В рядовой линейке такой возможности не предусмотрено.



Рис.1.Общий вид дрона Dji Matrice 600 PZO

Freefiy ALTAB – Этот дрон готов к полетам сразу же после изытия из упаковки. Он способен поднимать 8 кг веса и дальность его полета составляет 1,5 км. Управление производится посредством полетного коптреллера SYNAPSE, имеет совместимость с камерами RED и ARRI. Настройка этого дрона занимает порядка 5 минут, он имеет складывающуюся раму из углопластика. В комплектации размещается специальный контейнер для перевозки устройства. Камера может быть установлена в двух режимах – снизу и сверху (Ground View и

SKY View соответственно). Вес 18-20 кг в зависимости от деталей комплектации. Общая стоимость составляет 17500 USD. На сегодняшний день является одним из известнейших дронов этого сегмента.



Рис.2. Общий вид дрона Freefiy ALTAB

Az 4KUHD Camera Drone Creen Bee 1200. Дрон обладает высокой мощностью, позволяющей поднимать грузы до 20 кг, в воздухе порядка 20 минут, стоимость 8990 USD.

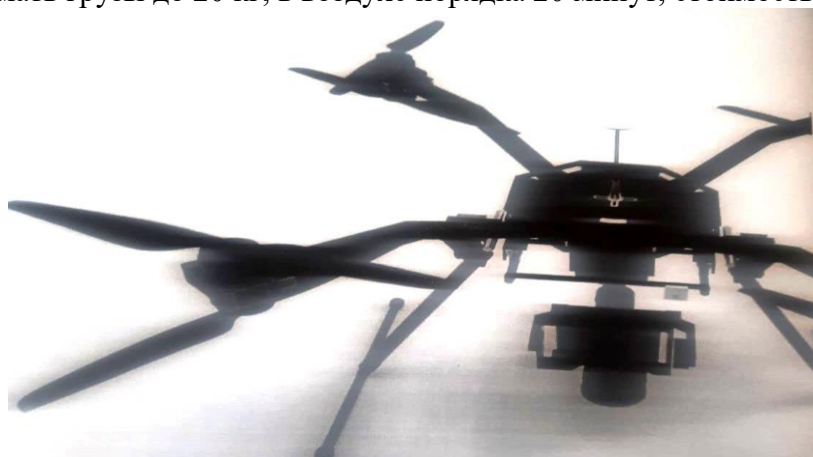


Рис.3. Общий вид дрона Az 4KUHD Camera Drone Creen Bee 1200

VUICAN UAV BLACK Widow. Стоимость этого устройства начинается от 6990 USD. Часто используется в целях инспектирования геодезических объектов. Конструкция простая, гибкая модульность. Легко могут быть установлены шасси. Выпускается в версиях X8 (окто) и X6 (гекса). Он имеет 8 моторов, мощность которых составляет 380 кв.

Versadrones Heavy Lift Octocopter (HLO) крупногабаритный дрон большой грузоподъемностью является самым громоздким представителем производится Versadrones. Грузоподъемность кинокамеры 4K. Цена 14900 EUR. Развивает высоту до 2000 м скорость движения 70 км\ч.

- **самолетный дрон**, имеющий жесткое крыло и высокие аэродинамические показатели. Беспилотник способен облетать большие территории, что делает их идеальными для мониторинга полей. Благодаря своей конструкции, самолетные дроны могут покрывать значительные расстояния за короткое время, что быстро, эффективно для сбора данных.

- **мультироторный дрон**, который позволяют проводить съемку с одной точки и быстро облетать небольшие земельные участки. Из за способности зависить на месте мультироторные

дроны могут выполнять детальные обследования определенных участков поля, поэтому незаменимы для точного мониторинга состояния растений.

Дроны способны выполнять широкий спектр задач, которые помогают оптимизировать процессы управления и улучшить качества урожая .

Основными задачами дронов в сельском хозяйстве являются:

- Мониторинг состояния растений;
- Анализ почвы;
- Картирование полей;
- Оптимизация орошения;
- Применение удобрений и гербицидов;
- Мониторинг урожайности;
- Идентификация вредителей;
- Анализ роста растений;
- Сбор данных для агрономических исследований.



Рис.4. Общий вид дрона VUICAN UAV BLACK Widow

Мониторинг растений и диагностика заболеваний.С помощью высококачественных камер и сенсоров дроны осуществляют детальный мониторинг полей на наличии заболеваний и вредителей растений. Ранее выявление болезней позволяет фермерам принимать меры до того, как инфекция распространится на весь участок.

Дроны могут обнаруживать изменения в цвете и текстуре листьев. Аппараты анализируют распределение удобрений по полю выявляя участки, где их недостаточно или наоборот избыток, и вносят удобрение.

Высотные обследование полей и оценка урожайности.Беспилотные летательные аппараты способны прогнозировать урожайность на основе собранных данных о культурах. Дроны оснащены, как было указаны выше, высококачественными камерами и сенсорами, которые осуществляют мониторинг посевов.

Дроны выполняют лазерные сканирования, что является особенно полезным для анализа труднодоступных территорий. Этот метод позволяет получить информацию о рельефе в районах с густой посадкой, где невозможно изучить местность традиционными методами обследования.

Создание трехмерных моделей полей помогает фермам анализировать рельеф и планировать использование земельных ресурсов. 3Д моделирование визуализирует изменения в ландшафте.

Точное земледелие и автоматизация процессов.Дроны могут быстро и точно облетать большие площади полей и собирать данные о растениях и почвы всего за считанные минуты. Это позволяет фермерам оперативно реагировать на изменения и принимать решения.

Дроны работают на основе заданных параметров, а человек только контролирует процессы следит за показателями на компьютере и при необходимости вносить корректировки.

Использование дронов в сельском хозяйстве снижает зависимости от ручного труда при одновременном повышении эффективности, производительности и качества урожая.



Рис.5.Общий вид сельскохозяйственного дрона.

Одним из крупнейших производителей сельскохозяйственных дронов Китая является фирма «XAGCOLtd».

XAG выпустила новое поколение сельскохозяйственных дронов марки P150 и P60, которые прошли всестороннюю модернизацию в области управления полетом, систем задач и систем питания.

Дрон P150 выполняет четыре основные функции – опрыскивание, посев, транспортировку и аэрофотосъемку. Его максимальная полезная нагрузка 70 кг, максимальная скорость распыления 30 метров в минуту, а скорость посева и транспортировки материала 280 кг в минуту.

По информации Министерство Сельского хозяйства КНР, в стране принят пятилетний план перехода на «умное» сельское хозяйство.



Рис.6. Общий вид ирригационного мобильного агрегата нового поколения.

В США особое внимание уделяется типу дрона (с неподвижным крылом, мультироторный, гибридный) применению (картирование полей, опрыскивания сельскохозяйственных культур, сельскохозяйственная фотография, мониторинг посевов, почвы) и региону.

Объем рынка сельскохозяйственных дронов в США в 2023 году составил около 400 миллионов долларов США.

В феврале 2024 года компания Volatus Aerospace Corp. Объявила о получении разрешения от Федерального управления гражданской авиации (FAA) США на осуществление коммерческих сельскохозяйственных авиаперевозок с использованием беспилотников.

Премьер Министр Индии Наренда Модди заявил об использовании дронов в сельском хозяйстве. Сразу 100 сельскохозяйственных дронов произведенных в Индии, отправились выполнять профильные полевые работы по опрыскиванию и распылению пестицидов на полях страны.

Дроны были произведены стартар Garuda Aerospace из Гении.

Основными отраслями индийского сельского хозяйства являются мясомолочные животноводство, птицеводства, выращивание фруктов и овощей, риса и зерновых культур, масличных семян, чайного и табачного листов, кофейных зерен, различных сортов (фундук, арахис, миндаль, кешью) сахарного тростника, производство.

В Азербайджанском государственном аграрном университете планируется начать проекты совместно с турецким университетом «EGE» (Измир) и Южно-Корейскими учеными применения беспилотных летательных аппаратов в аграрном секторе Азербайджана.

А также планируется создание специальной лаборатории по изучению и применению БЛА в сельском хозяйстве, при Азербайджанском ГАУ.

Лаборатория как методический центр будет организовать курсы по повышению квалификации специалистов и будет содействовать ускорению применения инновационных технологий в аграрном секторе Республики.

В ы в о д ы

Анализ опытов передовых зарубежных стран показывает, что основной причиной низкого урожая сельскохозяйственных культур является отсутствие инновационной технологии при производстве продуктов сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.<https://agriecomision.com/new/dronyyselckom>
- 2.<https://redrone.top.ru.blogs>.
- 3.www.DRAGONLINE/NET
- 4.<https://brlab.ru:scopes:selskoe-kozyaystvo>.
- 5.cyberleninka.ru/artiklelnl-primeneniye-dronov-v-celcom-horyayctve-kitaya
6. milknews.ru/indeö/kitaj-apk-umny-dron.htm

UDC 631.51

APPLICATIONS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURE

Ziyad Emin oglu Abbasov, Farida Jeyhun gizi Rahimova

Azerbaijan State Agrarian University

ziyad.eminoglu@gmail.com

Summary. Abbasov Z.E. The use of drones (UAVs) in the sowing of corn seeds on the farms of AZERSHEKER 000 in Azerbaijan is analyzed. The originality of the work is that for the first time since the grain harvest in July, no-tillage has been carried out directly on the stubble in the same area without plowing using a special combined unit, sowing seeds with the simultaneous application of mineral fertilizers and closing and compacting of nests. The combined unit works with a KLASS tractor with a capacity of 300 hp. After sowing the corn seeds, drip irrigation is carried out using strong crawling hoses strictly along the sown rows.[3]. This results in two harvests per year. The technological process is controlled by an unmanned aerial vehicle throughout the entire growing season.

The article also analyzes the types and designs of drones produced in China, Korea, Japan, the USA, and India.

The largest manufacturer of agricultural drones in the world is the Chinese company "XAGCOLtd".

Keywords: Unmanned aerial vehicle, local application of seeds, fertilizers, crop monitoring.

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



TƏDQIQ OLUNAN KARTOF SORTNÜMUNƏLƏRİNİN MƏHSULDARLIQ GÖSTƏRİCİSİNƏ XƏSTƏLİKLƏRİN TƏSİRİ

Nuri Humay Kamran
Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu
12humay@gmail.com

Xülasə. Bu məqalə, kartof sortlarının göbələk xəstəliklərinə qarşı müqavimətini və dünyada yayılmış fitofтороз, alternarioz və tozlu dəmgil kimi xəstəliklərin təsirini araşdırır. Tədqiqatda bu xəstəliklərin bitkilərin məhsuldarlığı, keyfiyyəti və fizioloji parametrlərinə təsiri təhlil edilmişdir. Dispersiya analizi (ANOVA) ilə fərqli genotiplərin müxtəlif əlamətlər üzrə variasiyası qiymətləndirilmişdir. Göbələk xəstəlikləri ilə mübarizə üçün kompleks tədbirlər, məhsuldarlığı artırmaqla yanaşı, bitki sağlamlığını qorumuş, xəstəliklərin yayılmasını azaldaraq fermerlərin iqtisadi zərərlərini minimuma endirmişdir. Müasir əkinçilik üsulları, davamlı sortlar, düzgün funqisid istifadəsi və səmərəli torpaq idarəçiliyi dayanıqlı kənd təsərrüfatının inkişafına töhfə vermişdir.

Açar sözlər: kartof sortları, göbələk xəstəlikləri, məhsuldarlıq və keyfiyyət, davamlılıq

Giriş. Kartof (*Solanum tuberosum* L.), Quşüzümükimilər (*Solanaceae*) fəsiləsinin çoxillik bitkisi olaraq, Cənubi Amerikanın And bölgəsində təbii olaraq yaranmışdır. XVI əsrdə Avropaya tanıtılan kartof, bu gün dünya üzrə buğda, düyü və qarğıdalıdan sonra dördüncü ən çox istehsal olunan qida məhsuludur. Onun global əhəmiyyəti müxtəlif aspektlərdən qaynaqlanır. Kartof, həm qida, həm də qeyri-qida sektorlarında geniş istifadə sahəsinə malikdir. Bundan əlavə, kartof toxum kök yumruları olaraq da istifadə edilir və həm qida, həm də qeyri-ərzaq sənayesi üçün xammal kimi əhəmiyyətlidir. Sənaye sahəsində kartofdan nişasta, spirt və digər törəmələr istehsalında istifadə olunur, bu da onun iqtisadi dəyərini daha da artırır. Beləliklə, kartof yalnız qida sektoru üçün deyil, həm də geniş sənaye təbiiqləri üçün vacib bir məhsul olaraq dünya iqtisadiyyatında mühüm rol oynayır [3].

Kartof, dünya üzrə ən çox istehsal olunan tərəvəzlərdən olmasına baxmayaraq, onun istehsalında qarşılaşılan ən böyük problemlərdən biri bitkilərin müxtəlif xəstəliklərə, xüsusən də göbələk mənşəli patogenlərə qarşı həssaslığıdır. Bu xəstəliklər yalnız məhsulun miqdarına deyil, həm də keyfiyyətinə ciddi təsir göstərir, nəticədə fermerlər iqtisadi zərərlərə məruz qalır və kənd təsərrüfatı məhsullarının davamlı istehsalı təhlükə altına girir. Kartof bitkilərində ən çox rast gəlinən göbələk xəstəlikləri arasında fitofтороз, alternarioz və tozlu dəmgil xəstəlikləri önə çıxır. Bu xəstəliklər, kartof bitkilərinin inkişafını ləngidir, məhsulun keyfiyyətini azaldır və saxlama müddətini qısaldır.

Kartofun məhsuldarlığı, bitkilərin qarşılaşdığı müxtəlif göbələk xəstəliklərindən böyük ölçüdə təsirlənir. Fitofтороз (*Phytophthora infestans*), alternarioz (*Alternaria solani*) və tozlu dəmgil (*Spongospora subterranea*) kimi xəstəliklər kartof bitkilərinin inkişafını ləngidir, məhsuldarlığını azaldır və keyfiyyətini aşağı salır. Bu xəstəliklər kartofun torpaqda böyüyərkən və ya məhsul yığımı zamanı müxtəlif mərhələlərində ciddi zərərlər verə bilər. Araşdırmalar göstərir ki, xəstəliklərə qarşı müqavimətli sortların seçilməsi və xəstəliklərin erkən mərhələlərdə aşkar edilərək mübarizə aparılması məhsuldarlığı artırır. ANOVA (dispersiya analizi) üsulu ilə aparılan tədqiqatlarda, müxtəlif kartof sortlarının bu xəstəliklərə qarşı müxtəlif reaksiyaları müqayisə edilmiş və bəzi sortların daha yüksək müqavimət göstərdiyi müşahidə edilmişdir. Müxtəlif seleksiya variantlarının xəstəliklərə qarşı müqavimətinin qiymətləndirilməsi, fermerlərə daha dayanıqlı və məhsuldar sortların seçilməsində kömək edir [1, 2].

Kartof bitkiləri, xüsusilə *Phytophthora infestans* (fitofтороз), *Alternaria solani* (alternarioz) və *Spongospora subterranea* (tozlu dəmgil) kimi göbələk xəstəliklərindən əhəmiyyətli dərəcədə təsirlənir. Bu xəstəliklər, kartof bitkilərinin inkişafını ləngidir, məhsuldarlığını və keyfiyyətini azaldır, eləcə də

saxlanma müddətini qısaldır, bu isə fermerlər və istehsalçılar üçün böyük iqtisadi itkilərə səbəb ola bilər. Xəstəliklərin qarşısını almaq üçün ən effektiv yanaşmalardan biri, bitki sortlarının bu xəstəliklərə qarşı müqavimətini qiymətləndirmək və dayanıqlı sortları seçməkdir. Belə qiymətləndirmələr üçün dispersiya təhlili (ANOVA) metodu geniş şəkildə tətbiq olunur. Bu metod müxtəlif kartof sortlarının xəstəliklərə qarşı müqavimətini müqayisə etməyə imkan verir və müxtəlif tədqiqat nəticələrini daha obyektiv şəkildə qiymətləndirməyə kömək edir. ANOVA metodu, sortlar arasında statistiki əhəmiyyətli fərqləri aşkar etməyə imkan verərək, dayanıqlı və yüksək məhsuldar sortların seçilməsini asanlaşdırır.

Kartof sortlarının xəstəliklərə qarşı müqavimətinin qiymətləndirilməsi yalnız məhsuldarlığa təsir etməklə kifayətlənmir, həm də bitkilərin ümumi sağlamlığını və keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Beləliklə, xəstəliklərə qarşı dözümlü sortların istifadəsi, kartof istehsalının davamlılığını artırmağa və pestisid istifadəsini minimuma endirməyə kömək edə bilər. Bir çox tədqiqatçılar tərəfindən aparılan araşdırmalarda, müxtəlif kartof sortlarının *Phytophthora infestans*-a qarşı müqavimətinin artırılması üçün seleksiya metodlarının tətbiqinin effektivliyi qeyd edilmişdir. Bundan əlavə, kartof bitkilərində *Alternaria solani* və *Spongospora subterranea* xəstəliklərinə qarşı genetik və seleksiya yolu ilə dayanıqlı sortların inkişaf etdirilməsi, xəstəliklərə qarşı mübarizənin daha davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz olmasını təmin edir [4, 5, 6].

Kartof bitkilərinin məhsuldarlığına təsir edən əsas xəstəliklərdən biri *Phytophthora infestans* (fitofторoz) xəstəliyidir. Bu göbələk patogeni, xüsusilə nəmli şəraitdə aktivləşərək, bitkilərin yarpaqlarında, gövdələrində və köklərində qara ləkələr və çürümələr əmələ gətirir. Fitofторoz, kartofun fotosintez qabiliyyətini zəiflədir və erkən dövr ərzində məhsulun itirilməsinə səbəb olur. *Alternaria solani* (alternarioz) isə kartof bitkilərinin yarpaqlarında xarakterik olaraq tünd qəhvəyi ləkələr yaradır və bu, bitkilərin su udma qabiliyyətini azaldır, nəticədə məhsulun böyüməsi ləngiyir. Alternarioz, xüsusilə isti və quraq havalarda geniş yayılır, beləliklə, bitkilərin enerji istehsalını zəiflədir və məhsulun keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. *Spongospora subterranea* (tozlu dəmğil) xəstəliyi isə kartofun köklərində və cücələrində zədələnmələrə səbəb olur. Bu patogen, torpaqla əlaqəli olduğu üçün, xəstəlik torpağın nəmliyinə və temperaturuna bağlı olaraq yayılır və kartof bitkilərində kök çürüməsi, inkişafın ləngiməsi və nəticədə məhsul itkisinə səbəb olur. Üçü bir yerdə, bu xəstəliklər kartof istehsalını əhəmiyyətli dərəcədə təhlükə altına alır və onların idarə edilməsi, məhsuldarlığın artırılması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Material və metodlar. Bu tədqiqatın əsas məqsədi, göbələk xəstəlikləri və zərərvericilərin yerli və xarici kartof sortlarına təsirini araşdırmaqdır. *Phytophthora infestans* (fitofторoz), *Alternaria solani* (alternarioz) və *Spongospora subterranea* (tozlu dəmğil) kimi xəstəliklərin, kartof bitkilərinin böyüməsinə və məhsuldarlığına təsiri geniş tədqiq ediləcəkdir. Eyni zamanda, yerli və introduksiya edilmiş (xarici) kartof genotiplərinin uzunömürlülüüyü və xəstəliklərə qarşı müqaviməti qiymətləndiriləcəkdir. Bu tədqiqat, dayanıqlı və məhsuldar kartof sortlarının seçilməsinə kömək edəcək və əkin sahələrində daha effektiv idarəetmə strategiyalarının inkişafına şərait yaradacaq.

Tədqiqatın bir başqa əsas aspekti, xəstəliklərin fizioloji göstəricilərə, məsələn, bitkilərin böyümə sürəti, yarpaq sahəsi və məhsul formalaşmasına necə təsir etdiyini təhlil etməkdir. Həmçinin, yerli və xarici sortların xəstəliklərə qarşı müqavimətinin məhsuldarlığa təsiri qiymətləndiriləcəkdir. Bu nəticələr, kartof istehsalında həm iqtisadi, həm də ekoloji dayanıqlılığı artırmaq məqsədilə yeni sortların yetişdirilməsi və xəstəliklərlə mübarizə strategiyalarının təkmilləşdirilməsi üçün praktiki tətbiqlərə yönəldiləcəkdir.

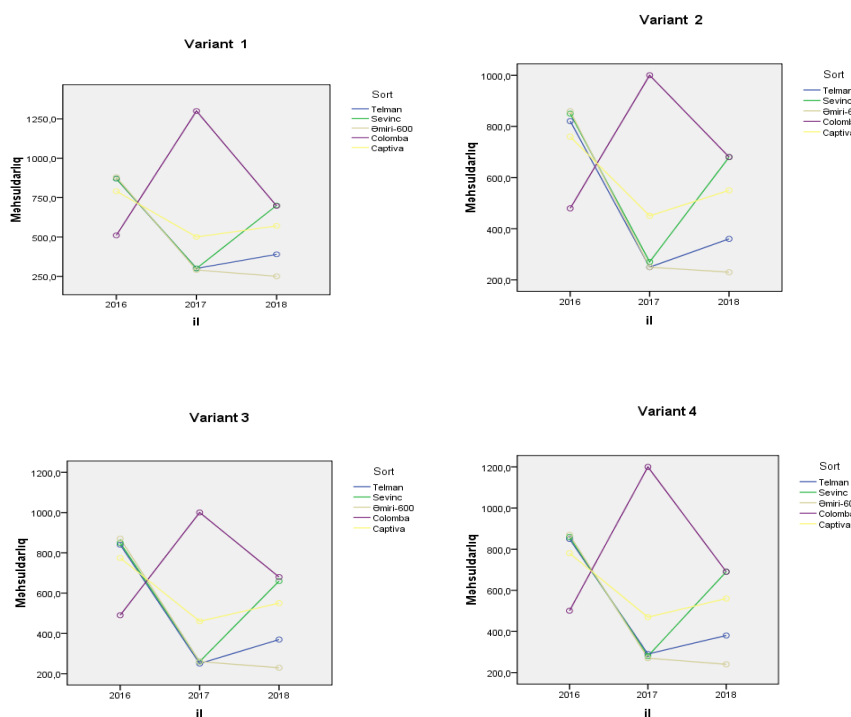
Nəticələr və onların müzakirəsi. Aparılan araşdırmada kartof bitkisinin qeydə alınan kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri arasındakı qarşılıqlı əlaqələr SPSS 16.0 statistik proqramında təhlil edilmişdir. Müasir statistik işləmələr üçün geniş tətbiq olunan bu proqram təminatı nəticələrin daha dəqiq və etibarlı şəkildə əldə olunmasına imkan yaratmışdır.

SPSS 16.0 statistik proqramında aparılmış müşahidələr və nəticələr, müxtəlif sortların və tətbiq olunan variantların məhsuldarlığa təsirini ətraflı şəkildə araşdıran bir analizdən əldə edilmişdir. Colomba sortunun ümumilikdə yüksək məhsuldarlıq göstərməsi, onun bu sahədə üstünlüyünü ortaya

qoyur. Xüsusilə 1-ci və 4-cü variantların (nəzarət və tozlu dəmgillə sirayətlənmiş nəzarət), xüsusilə Colomba və Captiva sortlarında yüksək məhsuldarlıq ilə əlaqələndirilməsi, bu variantların daha effektiv olduğu qənaətini gücləndirir. Bununla yanaşı, Əmiri-600 sortunun bütün variantlarda aşağı məhsuldarlıq göstərməsi, onun digər sortlarla müqayisədə daha az əlverişli olduğunu göstərir. Bu nəticə, 440-470 q arasında dəyişən məhsuldarlıq qiymətləri ilə özünü göstərir.

Təhlil edilən variantlar arasında ən diqqət çəkən fərq, 2-ci variantın (fitoflorozla sirayətlənmiş nəzarət) digər variantlara nisbətən daha zəif nəticələr göstərməsidir. Bu variantın digər variantlarla müqayisədə məhsuldarlığı optimallaşdırmaq üçün daha az təsirli olduğunu göstərir. Əksinə, 1-ci və 4-cü variantlar, bütün sortlarda müsbət fərqlənərək yüksək məhsuldarlıq göstərmişdir.

Nəticə olaraq, bu araşdırma göstərir ki, sort seçimi ilə yanaşı, tətbiq olunan variantın (gübrə növü, əkin metodu və s.) məhsuldarlığa əhəmiyyətli təsir göstərdiyi açıqlanır. Ən optimal nəticə əldə etmək üçün Colomba sortu və 1-ci/4-cü variantların istifadə olunması tövsiyə olunur. Əmiri-600 sortunun bütün variantlarda zəif nəticələr verməsi isə onun alternativlərlə əvəzlənməsini gündəmə gətirir. Bu nəticələr, bitki becərilməsində daha əlverişli sort və variant seçimlərinin seçilməsinin əhəmiyyətini vurğulayır.



İl, sort və variant amilinin məhsuldarlığa təsiri qrafikləri

Beləliklə, analizlər göstərmişdir ki, məhsuldarlıq illər üzrə dəyişiklik nümayiş etdirir və ən yüksək variasiya 2017-ci ildə qeydə alınmışdır. Orta göstəricilər müqayisə edildikdə, Colomba sortu 2017-ci ildə ən yüksək məhsuldarlıqla seçilmiş, 2018-ci ildə isə ən aşağı göstərici Əmiri-600 sortunda müəyyən olunmuşdur. Standart sapma nəticələri Colomba sortunun daha geniş dəyişkənliyə malik olduğunu, Captiva sortunun isə daha stabil göstəricilər verdiyini nümayiş etdirmişdir. Hər bir kombinasiyada 3 ölçmə aparılmış və ümumilikdə 180 nümunə statistik qiymətləndirməyə daxil edilmişdir. Təhlil nəticələri məhsuldarlığın sort, variant və illər üzrə statistik baxımdan əhəmiyyətli fərqlər göstərdiyini təsdiq edir. Daha etibarlı yekunlara nail olmaq üçün dispersiya təhlili (ANOVA) və post-hoc müqayisələr icra olunmuş, həmin analizlərin nəticələri isə qrafik formada vizuallaşdırılmışdır.

Nəticə. Nəticə etibarilə, aparılan tədqiqat kartof bitkisinin məhsuldarlıq göstəricilərinin müxtəlif sort, variant və illər üzrə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişkənlik göstərdiyini ortaya qoymuşdur. SPSS 16.0 proqramı vasitəsilə əldə edilən məlumatlar, məhsuldarlıq və onunla əlaqəli kəmiyyət və keyfiyyət parametrləri arasındakı əlaqələri daha dərinlən anlamağa imkan yaratmışdır. 2017-ci il, xüsusilə

Colomba sortu ilə, yüksək dəyişkənlik nümayiş etdirən bir il olmuş, digər tərəfdən, Captiva sortu daha sabit və davamlı nəticələr göstərmişdir. Dispersiya təhlili və post-hoc testlər nəticəsində bu dəyişkənliklərin statistik əhəmiyyəti təsdiqlənmiş və göstərilən fərqlər qrafiklərdə əyani şəkildə təqdim olunmuşdur. Ümumilikdə, tədqiqat kartofun məhsuldarlığının daha dəqiq qiymətləndirilməsi və optimallaşdırılması üçün sortların, variantların və illərin təsirinin nəzərə alınmasının vacibliyini vurğulamışdır. Bu nəticələr, gələcəkdə kartof istehsalının təkmilləşdirilməsi və məhsuldarlığın artırılması məqsədilə müvafiq tədbirlərin görülməsi üçün əhəmiyyətli məlumatlar təqdim edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ali, S., & Rehman, S. (2018). "Resistance of Potato Varieties to Major Fungal Pathogens." *Plant Disease Management*, 45(2), 115-122.
2. Krentz, M. (2020). "Impact of Fungal Diseases on Potato Yield and Quality." *Journal of Plant Pathology*, 102(3), 195-203.
3. Rita Asakaviciute, Avrelia Zelya, Tatiana Andriychuk, Almantas Razukas. Evaluation of Potato Varieties for Yield, Quality, and Late Blight Resistance. *Life* 2025, 15(9), 1378; <https://doi.org/10.3390/life15091378>
4. Sharma, A., & Singh, B. (2019). "Evaluation of Potato Varieties for Resistance to Fungal Diseases." *Field Crops Research*, 237, 62-72.
5. Smith, J., Johnson, L., & Clark, A. (2017). Resistance of potato cultivars to *Phytophthora infestans* and its impact on yield. *Plant Pathology Journal*, 41(3), 298-307.
6. Zhang, Y., & Liu, Y. (2021). "Effects of Fungal Diseases on Potato Yield and Quality." *European Journal of Plant Pathology*, 159(4), 677-685.

УДК 632.1

ВЛИЯНИЕ БОЛЕЗНЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ИЗУЧАЕМЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

Нури Хумай Камран

Научно-исследовательский институт овощеводства
12humay@gmail.com

Резюме. В данной статье исследуется устойчивость сортов картофеля к грибковым заболеваниям, а также рассматриваются распространённые болезни картофеля, такие как фитофтороз, альтернариоз и порошистая парша. В ходе исследования проанализировано влияние этих патогенов на урожайность, качество клубней, физиологические показатели растений и их восприимчивость к вредителям. Вариация различных генотипов статистически оценивалась методом дисперсионного анализа (ANOVA). Комплексные меры борьбы с грибковыми заболеваниями способствовали повышению продуктивности и улучшению фитосанитарного состояния растений, снизив распространение болезней и экономические потери фермеров. Применение современных агротехнологий, устойчивых сортов, правильное использование фунгицидов и эффективное управление почвой и севооборотом поддерживают развитие устойчивого сельского хозяйства.

Ключевые слова: сорта картофеля, грибковые заболевания, урожайность и качество, устойчивость

THE EFFECT OF DISEASES ON THE YIELD OF THE STUDIED POTATO VARIETIES

Nuri Humay Kamran
Scientific Research Vegetable Institute
12humay@gmail.com

Summary. *This article examines the resistance of potato varieties to fungal diseases and discusses widespread potato diseases such as late blight, early blight, and powdery scab. The study analyzes the effects of these pathogens on plant yield, quality, physiological parameters, and susceptibility to pests. Variation among different genotypes was statistically assessed using ANOVA. Integrated disease control measures have contributed to higher productivity and improved plant health, reducing disease spread and minimizing farmers' economic losses. The use of modern cultivation practices, resistant varieties, proper fungicide application, and efficient soil and crop rotation management has supported the development of sustainable agriculture.*

Keywords: *potato varieties, fungal diseases, yield and quality, resistance*

Redaksiyaya daxilolma: 15.08.2025

Çapa qəbul olunma: 20.09.2025



PORTAĞALIN BIOMORFOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ FİTOKİMYƏVİ TƏDQIQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ

Samirə Behbud qızı Bağirova, Şənaş Bəxtiyar qızı Albaliyeva, Aydan Qəhrəman qızı Ağamaliyeva, Aybəniz Bəxtiyar qızı Hacıyeva, Günay Firuz qızı Əlihəsənova
Bakı Şəhər İcra hakimiyyəti tabeliyində Dendrologiya Bağ
senayalbaliyeva@gmail.com

Xülasə. *Sitrus cinsi dünyada ən əhəmiyyətli meyvə ağacı məhsuludur və portağal üçüncü ən əhəmiyyətli Citrus növüdür. Bir sıra tədqiqatlar portağalın fenolik birləşmələrlə, eləcə də vitaminlər, minerallar, pəhriz lifli, efir yağları və karotenoidlərlə zəngin sağlamlığa kömək edən vacib meyvə olduğunu vurğulayırlar. Portağal meyvəsi təzə məhsullar bazarı və qida sənayesi üçün güclü kommersiya dəyərinə malikdir. Bundan əlavə, portağal məhsuldar şəbəkələri heyvan yemi, istehsal olunan qidalar və sağlamlıq üçün potensiala malik bioaktiv birləşmələrin mühüm mənbəyini təşkil edən yüksək miqdarda tullantılar və əlavə məhsullar yaradır. Bu icmal portağal birləşmələrinin fitokimyasına və analitik aspektlərinə, eləcə də qida sənayesi üçün əhəmiyyətinə və Citrus portağalının qidalanma və sağlamlıq üçün əhəmiyyətinə diqqət yetirərək, bu meyvənin bioaktiv birləşmələri haqqında dərc olunanların icmalını təqdim edir.*

Açar sözlər: portağal, subtropik, təsvir, ailə, biomorfologiya, əhəmiyyət

Giriş. Efir yağları uzun illərdən bəri elmin və mədəniyyətin müxtəlif sahələrində dərman, kosmetika, müalicəvi, psixoloji və s istifadə edilən zərərsiz maddələrdir (Koenig, et al, 2004). Bu maddələr 1000 illərdir ki, insanlar tərəfindən işlədilir. Efiryağlı bitkilərin introduksiya edilərək istifadəsi əkinçilik tarixinin ən mühüm tərkib hissələrindən biridir (Adams, 2011). Məqalədə Abşerona introduksiya edilmiş və mədəni şəraitdə becərilmiş portağal bitkisinin botaniki təsviri, biomorfoloji, dekorativ xüsusiyyətləri və növlərin fitokimyəvi tərkibi haqqında ətraflı məlumat verilir. Təbii halda dünyanın subtropik regionlarında geniş yayılmışdır. Efir yağlarının tərkibində olan bioloji fəal maddələr insanlara fizioloji, psixoloji, psixoloji müalicəvi və s cəhətdən unikal təsir göstərir. Efir yağları hər hansı bir üsul və ya texnologiya ilə alınarsa alınsın uzun müddət (illərlə) saxlanıldıqda belə öz keyfiyyətini itirmir təhlükəsiz və effektiv olaraq qalmaqda davam edir. Son 50 il ərzində əhalinin efir yağlarına tələbatı artmaqda davam edir. Bu fəsiləyə daxil olan çoxillik bitkilər həmişəyaşıl, öz-özünə tozlanan, 3-7 m hündürlükdə olan bitkilər 45-50 il yaşayırlar. Citrus bitkiləri ölkəmizin subtropik zonalarında, yəni Lənkəran, Zəngilan, Astarada yetişdirilərək çoxaldılır. Rutaceae Lindl fəsiləsinin Citrus L. Cinsinə daxil olan limon, naringi, portağal xalq təsərrüfatı əhəmiyyətinə malik bitkilərdir. Citrus bitkilərinin qabığına yarpaq və çiçəklərində təzə zoğlarında C vitamini, efir yağları var. Yarpaqlarında efir yağı (0,24%), P və C vitamini (55-884 mq %) vardır. (S. İbadullayeva, R. Ələkbərov, 2013). Meyvələrin tərkibində karbohidratların, üzvi turşuların, karotinin, fosforun, dəmirin olması ilə çox faydalı olduğunu bir daha təsdiqləyir. Citrus bitkilərinin meyvələrindən hazırlanmış şirələr, əcazılıqda, yeyinti sənayəsində, ətriyyatda, tibbdə geniş istifadə olunur. Eyni zamanda xalq təbabətində sinqə, sarılıq, su çiçəyi və s. xəstəliklərin müalicəsində dərman bitkisi kimi istifadə edilir.

İşin məqsədi: Tədqiqat işində Abşerona introduksiya edilmiş və mədəni şəraitdə becərilmiş portağalın botaniki təsviri, biomorfoloji, dekorativ xüsusiyyətləri və növlərin fitokimyəvi tərkibi haqqında ətraflı məlumat verilir. Portağal – fəsiləsinə aid bitki növüdür. Təbii halda dünyanın subtropik regionlarında geniş yayılmışdır.

Tədqiqatın məqsədi Lənkəran rayonu ərazisindən bağının təcrübə sahəsində xüsusi yer tutan portağalın biomorfoloji, dekorativ xüsusiyyətləri və fitokimyəvi tərkibinin öyrənilməsindən ibarət olmuşdur.

Material və metodlar: Tədqiqat “Dendrologiya bağı”nın təcrübə sahəsində portağal növündə aparılmışdır. Növün böyümə və inkişaf dinamikası A.A.Smirnov və B.B.Molçanovun təklif etdiyi üsullar əsasında öyrənilmişdir. Təcrübənin aparılması üçün meyvələr laboratoriya tədqiqatı üçün standart metodlar əsasında hazırlanmışdır. Meyvələrdən hidrodistillə (Qinzberg) yolu ilə efir yağı alınmış və bioloji aktiv maddələrin analizləri “Kristal” 2000 qaz-maye xromatoqrafiyası ilə müəyyən edilmişdir.

Portağal həmişəyaşıl, 7-12 m hündürlüyündə enli -piramidal çətirli ağacdır. Qabığı bozdur, cavan budaqları tikanlıdır. Yarpaqları uzunsov-yumurtavari, uca doğru ensizləşən, kənarları hamar və ya az dişlidir, saplaqları zəif qanadlıdır. Çiçəkləri xırda, ağrəngli, ətirli olub, tək-tək və ya qoltuqlarda dəstə ilə birləşir, bəzi sortlarda erkəkçiklər sterildir. May-iyun aylarında çiçəkləyir, noyabr-dekabrda meyvəsi yetişir. Meyvələrinin diametri 5-10 sm, qabığı hamar, yumru və başından basıq, sarı və ya qırmızımtıldır. Əsas məhsul yaz çiçəklərindən əmələ gəlir. Meyvəsi turşməzə olub, acılığı yoxdur. Portağal – istiliksevən, işıqsevən və istiyədavamlı bitkidir. Portağalların əsas sortlarının meyvələri 1.7-2.5⁰C-də şaxtaya davamlıdır, yarpaqları və payız tumurcuqları -5.5-7.5⁰C-də, 2-3 yaşlı budaqları -7.5-90⁰C temperaturda olur. -9-100⁰ C temperaturda bitkinin bütün torpaq orqanları donur. Vegetativ və generativ (toxumla) çoxalır.

Nəticə:

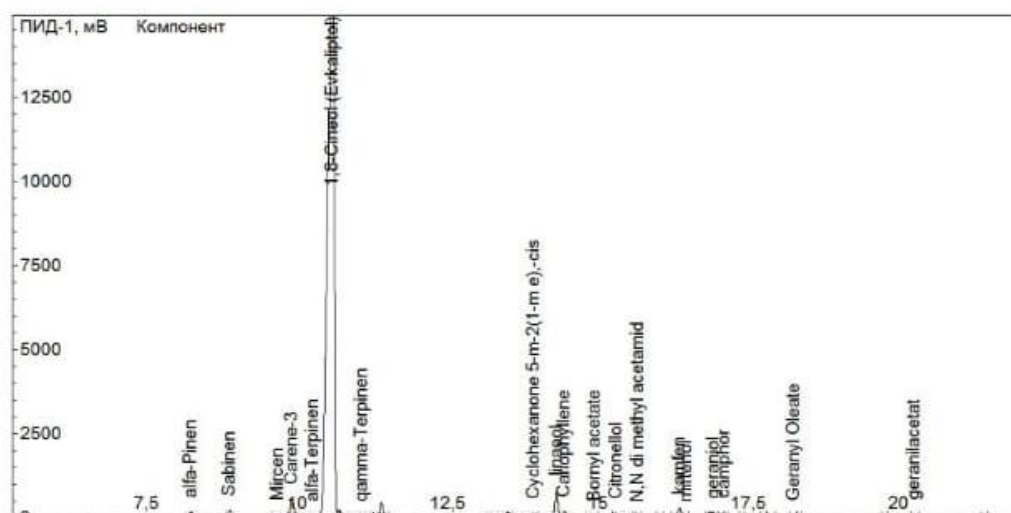
Meyvələrdən hidrodistillə (Qinzberg) yolu ilə efir yağı alınmış və bioloji aktiv maddələrin analizləri “Kristal” 2000 qaz-maye xromatoqrafiyası ilə müəyyən edilmişdir.

Aşağıda xromatoqrafiya aparatının verdiyi nəticələr cədvəl şəklində göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

Расчет по компонентам							
Время, мин	Компонент	Группа	Площадь	Высота	Площадь, %	Концентрация	Ед. концентрации
8.219	alfa-Pinen		473.573	122.629	0.335		ПИД-1
8.866	Sabinen		584.887	180.965	0.414		ПИД-1
9.655	Mircen		289.539	71.689	0.205		ПИД-1
9.900	Carene-3		2150.796	544.767	1.522		ПИД-1
10.237	alfa-Terpinen		18.524	6.526	0.013		ПИД-1
10.581	1,8-Cineol (Evkaliptol)		127873.667	18063.592	90.503		ПИД-1
10.686			572.368	202.535	0.405		ПИД-1
10.867			21.609	8.685	0.015		ПИД-1
10.945			90.156	30.672	0.064		ПИД-1
11.070	gamma-Terpinen		27.486	10.414	0.019		ПИД-1
11.263			275.800	90.649	0.195		ПИД-1
11.391			1403.464	415.539	0.993		ПИД-1
12.638			87.566	29.085	0.062		ПИД-1
13.169			18.146	7.203	0.013		ПИД-1
13.278			24.491	8.767	0.017		ПИД-1
13.494			420.860	129.274	0.298		ПИД-1
13.643			295.501	72.528	0.209		ПИД-1
13.931	Cyclohexanone 5-m-2(1-m e),-cis		279.231	83.481	0.198		ПИД-1
14.304	linalool		2473.709	786.520	1.751		ПИД-1
14.437	Cariophyllene		484.697	152.893	0.343		ПИД-1
14.847			50.814	16.181	0.036		ПИД-1
14.939	Bornyl acetate		44.564	14.145	0.032		ПИД-1
15.294	Citronellol		290.104	81.154	0.205		ПИД-1
15.516			143.036	39.300	0.101		ПИД-1
15.662	N,N di methyl acetamid		20.030	8.156	0.014		ПИД-1
16.025			102.516	31.166	0.073		ПИД-1
16.349	kamfen		847.522	226.958	0.600		ПИД-1
16.465	mirtenol		35.478	10.279	0.025		ПИД-1
16.854			453.417	119.493	0.321		ПИД-1
16.912	geraniol		238.816	81.787	0.169		ПИД-1
17.092	camphor		373.082	103.840	0.264		ПИД-1
17.389			85.604	28.038	0.061		ПИД-1
17.744			46.545	15.451	0.033		ПИД-1
17.891			297.020	65.981	0.210		ПИД-1
18.251	Geranyl Oleate		87.161	27.036	0.062		ПИД-1
18.359			24.593	8.908	0.017		ПИД-1
19.765			32.094	10.130	0.023		ПИД-1
20.261	geraniacetat		146.932	40.379	0.104		ПИД-1
21.419			45.420	13.099	0.032		ПИД-1
22.694			15.078	5.629	0.011		ПИД-1
23.792			45.586	13.556	0.032		ПИД-1

Хроматограммы



Aparılmış xromatoqrafik analiz nəticəsində bitkidə aşağıdakı maddələrin olduğu aşkarlanmışdır: α pinen 0.335%, sabinen 0.414%, mircen 0.205%, karen-3 1.522%, α terpin 0.013%, sineol 1.8 (evkaliptol) 90.503 %, μ terpin 0.019%, tsikloheksanon 5m 2 (1-meqa) 0.198%, kariofillin 0.343%, bornilasetat 0.032%, sitronellol 0.205%, N.N-dimetilasetamid 0.014%, kamfen 0.600%, mirtenol 0.125, geranilol 0.169%, kamfora 0.264% və geranil oleat 0.062%.

ƏDƏBİYYAT

1. Adams, 2011
2. Koenig ,et all ,2004
3. S. İbadullayeva,R.Ələkbərov,2013 Dərman bitkiləri (Etnobotanika və Fitoterapiya). Medicinal plants (Ethnobotany and Phytoterapy). Bakı, 2013-331s. 14.

УДК 631.7

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АПЕЛЬСИНА И РЕЗУЛЬТАТЫ ФИТОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самира Бехбуд Багирова, Шенай Бахтияр Албалиева, Айдан Гахраман Агамалиева,
Айбениз Бахтияр Гаджиева, Гюнай Фируз Алиханова

senayalbaliyeva@gmail.com

Резюме. Род цитрусовых — самая важная культура фруктовых деревьев в мире, а лимон — третий по важности вид цитрусовых. Несколько исследований показали, что лимон является важным фруктом, способствующим укреплению здоровья, богатым фенольными соединениями, а также витаминами, минералами, пищевыми волокнами, эфирными маслами и каротиноидами. Плоды лимона имеют большую коммерческую ценность для рынка свежих продуктов и пищевой промышленности. Более того, сети по производству лимонов производят большое количество отходов и побочных продуктов, которые представляют собой важный источник биологически активных соединений, которые могут использоваться в качестве корма для животных, промышленных пищевых продуктов и здравоохранения. В этом обзоре основное внимание уделяется фитохимии и аналитическим аспектам соединений лимона, а также важности для пищевой промышленности и значимости цитрусового лимона

для питания и здоровья, а также представлен обзор публикаций о биологически активных соединениях этого фрукта.

Ключевые слова: апельсин, субтропик, описание, семейство

UDC 631.7

**BIOMORPHOLOGICAL PROPERTIES OF ORANGE AND RESULTS OF
PHYTOCHEMICAL RESEARCH**

**Samira Behbud Bagirova, Shenay Albaliyeva Bakhtiyar, Aydan Gahraman Aghamaliyeva,
Aybeniz Bakhtiyar Hajiyeva , Gunay Firuz Alihasanova**
senayalbaliyeva@gmail.com

Summary. Citrus genus is the most important fruit tree crop in the world and lemon is the third most important Citrus species. Several studies highlighted lemon as an important health-promoting fruit rich in phenolic compounds as well as vitamins, minerals, dietary fiber, essential oils and carotenoids. Lemon fruit has a strong commercial value for the fresh products market and food industry. Moreover, lemon productive networks generate high amounts of wastes and by-products that constitute an important source of bioactive compounds with potential for animal feed, manufactured foods, and health care. This review focuses on the phytochemistry and the analytical aspects of lemon compounds as well as on the importance for the food industry and the relevance of Citrus limon for nutrition and health, bringing an overview of what is published on the bioactive compounds of this fruit.

Key words: orange, subtropical, description, family, biomorphology, significance

Redaksiyaya daxilolma: 15.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



TEKSTİL SƏNAYESİNDƏ ERQONOMIKANIN ROLU

İmaş Adışirin oğlu Hacıyev, Hüsni Qədir oğlu Kərimov, Adilə Kənan qızı Məmmədova
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
imash.hajiyev@mail.ru, kerimov_husnu@mail.ru
memmedovaadile1@gmail.com

Xülasə. Məqalədə, müasir dövrdə “insan-əşya-maşın-mühit” sistemlərinin qurulması və idarə olunmasında, eləcə də iş proseslərinin beynəlxalq standartlara uyğun olaraq tənzimlənməsində erqonomikanın rolu və əhəmiyyəti araşdırılır. Bu məqsədlə, “Gəncə Tekstil” ASC-də əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsi üçün texnologiya və işçi harmoniyasının erqonomik aspektləri təhlil edilir və bu istiqamətdə müsbət nəticələrə gələrək təkliflər verilir. Tekstil sənayesində texnoloji prosesin avtomatlaşdırılmasına baxmayaraq, insan əməyindən daim istifadə edilir. Bu vəziyyətdə insanlar intensiv hərəkətdə olmaqla, daim toz, səs, titrəyiş və s. mənfi təsirlərlə əhatə olunan diskomfort mühitində işləyirlər. Bu isə onlarda həm psixoloji, həm də fiziki yorğunluq yaradaraq əmək məhsuldarlığını aşağı salır. Bu baxımdan tekstil müəssisələrində problemin həllində erqonomikanın rolunu araşdırmaq aktual hesab olunur.

Açar sözlər: erqonomika, istehsalat, tekstil, əmək şəraiti, məhsuldarlıq

Giriş. Tekstil sənayesi ölkə iqtisadiyyatının ən vacib və perspektivli sahələrindən biri hesab olunur. Burada xammalın ilkin emalından başlayaraq hazır məhsul istehsalına qədər bütün istehsal sahələrində reqlamentli texnoloji prosesin avtomatlaşdırılmasına baxmayaraq işçilərin əməyinə həmişə ehtiyac duyulur. Texnoloji proseslərin strukturuna uyğun olaraq sexlərdə iş prosesi çoxlu toz ayrılmalrı, səs - küy və işlək maşınların vibrasiyası ilə müşayiət olunur. Bu isə işçilərin həm fiziki, həm də psixoloji cəhətdən durumuna təsir göstərir. Ona görə də tekstil müəssisələrində həm işçilərin durumunu yaxşılaşdırmaq, həm də müəssisənin məhsuldarlığını yüksəltmək məqsədilə bu və ya digər problemin həllində erqonomikanın rolu yüksək qiymətləndirilməlidir.

Məsələn, tekstil sənayesinin əsas xammal bazasının emal olunduğu müəssisələrdə sanitar normalardan artıq miqdarda toz ayrılır. Təbii ki, bu halda işçilərin respiratorlarla təmin olunmasına ehtiyac vardır. İşçi avadanlıqların yüksək sürətlə fırlanma hərəkəti edən mexanizmləri mühafizə sistemləri ilə təmin olunmaları vacibdir. Pres sexlərində avadanlıqlar yüksək mexaniki təzyiq altında işlədiyindən işçilərin fiziki durumuna mənfi təsir göstərə bilər. Öyirici sexində əmələ gələn tozu və toxucu sexində yaranan səs- küyü də nəzərə alsaq, göstərilən problemlərin həllində erqonomikanın rolu həmişə hiss olunur.

Mövzunun aktuallığı: Tekstil sənayesində texnoloji prosesin avtomatlaşdırılmasına baxmayaraq, insan əməyindən daim istifadə edilir. Bu zaman insanlar intensiv hərəkətdə olmaqla davamlı olaraq toz, səs və titrəyiş mühitində işləyirlər. Bu isə onlarda həm psixoloji, həm də fiziki gərginlik yaradır. Bu baxımdan tekstil müəssisələrində müxtəlif problemlərin həllində erqonomikanın rolunu araşdırmaq aktual hesab olunur.

Tədqiqatın məqsədi: “Gəncə - Tekstil” ASC – nin istehsalat sexlərində iş mühitinin düzgün layihələndirilməsi və çalışan işçilərin sağlamlığının və təhlükəsizliyinin qorunması üçün erqonomik tələblərin düzgün qiymətləndirilməsidir.

Tədqiqat obyekti: Tədqiqat obyekti olaraq respublikanın ən böyük tekstil müəssisələrindən hesab olunan “Gəncə - Tekstil” ASC müəssisəsi və onun arı-ayrı istehsalat sexləri götürülmüşdür.

Materiallar və müzakirələr

Müasir istehsalat müəssisələrində iş mühitinin düzgün layihələndirilməsi və erqonomik tələblərə uyğun qurulması əmək məhsuldarlığın artırmaqla, işçilərin sağlamlığının qorunmasının və

istehsal prosesinin optimallaşdırılmasının vacib amillərindən biridir. Deməli, tekstil sənayesində iş şəraitinin yaxşılaşdırılması, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinə və məhsuldarlığa, nəticədə müəssisənin iqtisadi göstəricilərinin yüksəldilməsinə təsir göstərir. Bu baxımdan “Gəncə Tekstil” Açıq Səhmdar Cəmiyyəti kimi böyük əmək kollektivinə malik müəssisələrdə iş mühitinin layihələndirilməsi yalnız istehsalatın təşkilati tərəfi deyil, həm də sosial-iqtisadi və sağlamlıq aspektləri ilə yanaşı qiymətləndirilməlidir [1,4,5].

Respublikamızda tekstil mallarının istehsalı müəyyən təcrübəyə və ənənəyə malik olsa da, qlobal iqtisadi rəqabət dövründə bazar iqtisadiyyatının tələbləri bu sahədə yeni yanaşmaların tətbiqini məcbur edir. Artıq dünya tekstil sənayesində yalnız məhsul istehsalı deyil, həmçinin “*insan-əşya-maşın-mühit*” sistemlərinin texnoloji təchizat səviyyəsinin müasir tələblər zəminində qurulması prioritetə çevrilmişdir. Belə ki, iş prosesinin optimallaşdırılması, avadanlıqların düzgün yerləşdirilməsi, işçilərin fiziki və psixoloji gərginliyinin minimuma endirilməsi və təhlükəsizlik standartlarının təmin edilməsi müasir ergonomikanın həll etdiyi əsas məqsədlərindəndir. Bu məsələlərdən çıxış edərək, “Gəncə Tekstil” ASC-də iş mühitinin layihələndirilməsində ergonomik tələblərin nəzərə alınması ilə bağlı müəssisədəki mövcud vəziyyəti təhlil etmək, istehsal mühitinin təşkili prinsiplərini araşdırmaq və əmək mühitinin maksimum ergonomik göstəricilərə uyğunlaşdırılması ilə bağlı praktik təkliflərin irəli sürülməsini müəssisənin hərtərəfli inkişafı üçün məqsədəuyğun hesab edirik.

Müəyyən olunmuşdur ki, ergonomikanın nəzəri əsasları, qarşıya qoyduğu məqsəd və vəzifələr, həmçinin əsas prinsipləri aşağıdakı kimi səslənir. Ergonomika - insanın işlədiyi mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini öyrənən elmdir və onun əsas məqsədi əmək şəraitinin insan fiziologiyasına və psixologiyasına uyğunlaşdırılmasıdır. Bu termin yunan dilindəki “*ergon*” (əmək) və “*nomos*” (qanun) sözlərinin birləşməsindən yaranmışdır və mənası “əməyin qanunları” deməkdir. Müasir istehsalatda ergonomika yalnız rahatlıq anlayışı ilə məhdudlaşmır, o həm də istehsal prosesinin funksional təşkilini, enerjiyə qənaət olunmasını, reaksiya müddətinin optimallaşdırılmasını və işçilərin təhlükəsizliyini yüksək səviyyədə təmin etməsini əhatə edir [2,3]

Müasir dövrdə ergonomikanın məqsədi istehsalat müəssisələrində aşağıdakı hədəflərin diqqətə alınması və onların həll olunmasına xidmət edir:

- İşçilərə düşən fiziki yüklərin azaldılması;
- İş prosesində səhv risklərin azaldılması;
- İstehsal prosesinin sürətləndirilməsi;
- Fasiləsiz iş rejiminin təmin edilməsi.;
- Qəza və zədələnmə risklərinin qarşısının alınması ;
- Mənəvi-psixoloji mühitin stabiləşdirməklə işçilərin motivasiyanın artırılması
- İş yerlərinin standartın normalarına uyğunlaşdırılması və s.
- Tekstil sənayesində texnoloji prosesin avtomatlaşdırılması;
- İstehsal sexlərində səs-küy, toz, vibrasiya və s. mənfi halların aradan qaldırılması.

Tekstil müəssisələrində ergonomik tələblərə kompleks yanaşıldıqda, burada ergonomik layihələndirmənin aşağıdakı prinsiplərə əsaslandığını görürük [6,7].

Cədvəl 1.

Tekstil müəssisələrinin layihələndirilməsində ergonomik tələblər

Prinsiplər	Prinsiplərin izah
Uyğunlaşdırılmaq	Avadanlıq və iş yeri insan bədən quruluşuna uyğun dizayn edilməlidir
İnteqrasiya olunmaq	İnsan – maşın – mühit əlaqəsi bir sistem kimi linqteqrasiya olunmalıdır
Təhlükəsizlik olmaq	Zədələnmə və qəza riskləri qabaqcadan hesablanmalıdır
Enerji qənaət olunmalı	Artıq enerji məsrəflərinə yol verilməməlidir.
Psixoloji durum sabit olmalı	İşçi mühitində stressdən uzaq durulmalıdır.

№ 4/2025

səh.59-63

Respublikada fəaliyyət göstərən mövcud istehsal müəssisələrində iş mühitinin yenidən qurulması məqsədilə “Gəncə Tekstil” Açıq Səhmdar Cəmiyyətinə məxsus istehsal sexlərində müşahidələr aparılmış, fəaliyyət prosesləri öyrənilmiş, texniki personal və təchizatı ümumi şəkildə təhlil edilmiş, ergonomik problemlərin həlli yolları araşdırılmışdır.

“Gəncə Tekstil” ASC-nin yaranma tarixi, inkişaf mərhələləri araşdırılmış və istehsal olunan məmulatlar müəyyən edilmişdir.

Müəssisənin tarixi inkişaf mərhələləri

- Müəssisənin əsası 1926 – cı ildə qoyulmuşdur.
- Müstəqillik dövründən sonra müəssisə açıq tipli sənaye cəmiyyətinə keçmişdir.
- Son illərdə istehsalat avadanlıqlarının avtomatlaşdırılması, rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin quraşdırılması və ixrac proseslərinin uyğunlaşdırılması istiqamətində yenilənmələr tətbiq edilmişdir.

İstehsal olunan məhsullar və onların çeşidi

Xammalın ilkin emalı (pambıq, yun və s.)

- Sap istehsalı
- Parça toxuculuğu və boyama prosesi
- Hazır tekstil məmulatlarının qablaşdırılması, çeşidlənməsi və sertifikatlaşdırılması

Əmək kollektivinin strukturu

Müəssisədə yüzlərlə işçi çalışır və işçi strukturu aşağıdakı kimi qruplaşdırılır:

- Əsas istehsalat işçiləri (əyirici, toxucu, çilingər);
- Texniki xidmət heyəti (mexanik, mühəndis, proqramlaşdırma üzrə mütəxəssis);
- Keyfiyyət nəzarət və laboratoriya işçiləri;
- İdarəetmə və logistika şöbələri;
- Təhlükəsizlik və əmək mühafizəsi xidməti;

Bu struktur göstərir ki, müəssisədə insan faktoru istehsalın mərkəzindədir və ergonomik planlaşdırma yalnız avadanlıqların yerləşdirilməsi ilə deyil, həm də əmək prosesinin insan təşkilində insan faktoru nəzərə alınmalıdır [9,10].

İstehsalat sexlərinin layihələndirilməsi və iş mühitinin təşkili

İstehsalat sexlərinin layihələndirilməsində istehsalat mühitinin düzgün planlaşdırılması, əmək təhlükəsizliyi, məhsuldarlıq və ergonomik tələbatlar baxımından strateji prosesdir. “Gəncə Tekstil” ASC-də hər istehsal sahəsi - xammal qəbulundan hazır məhsulun qablaşdırılmasına qədər - ardıcıl və fasiləsiz axın xəttinə uyğunlaşdırılmalıdır [8].

Axın xəttində hər hansı lazımsız yerdəyişmələr, işçilərin təkrar hərəkətləri və ya avadanlıqlar arasında məsafənin uyğunsuzluğu zamana və enerji sərfinə mənfi təsir göstərəcəkdir. Müasir ergonomik yanaşmanın əsas prinsiplərinə əsasən, *“işçi avadanlığın ardınca deyil, avadanlıq iş prosesinin ardınca getməlidir”*. “Gəncə Tekstil” ASC-də istehsalat sexləri funksional sahələrə bölünməsinə cədvəldə təqdim edirik.

Cədvəl 2.

“Gəncə - Tekstil” ASC – də istehsal sexlərinin funksionallığı

Sahə	Funksionallığı	Ergonomik tələb
Xammalın saxlanması üçün ambar	Təbii, kimyəvi liflərin qəbulu və saxlanması	Toz sormağ üçün ventilyasiya sistemləri və rahat giriş-çixış yolları
İplik emalı sexi	Liflərdən sap istehsalı	Səs izləyici və normal ara məsafəsi
Toxuculuq sexi	Toxucu dəzgahlarında parça hazırlanması	Toxucu üçün normal hündürlük və ara məsafələri
Materialın boyanması şöbəsi	Hazır məhsulların təbii və kimyəvi boyaqla boyanması	Kimyəvi maddələrə qarşı havalandırma sistemləri
Hazır məhsulun qablaşdırılması və daşınması şöbəsi	Hazır məhsulun qablaşdırılması və daşınması	İşçi 20 kq – dan artıq yük qaldırmamalıdır

İndi isə müəssisədə avadanlıq və işçilərin hərəkət trayektoriyalarının optimallaşdırılmasına baxaq

Müasir istehsalat müəssisələrində ergonomik planlaşdırmanın əsas hədəfi “minimum hərəkətlə maksimum nəticə” prinsipini təmin etməkdir. *İnsan-əşya-maşın-mühit* sistemlərində fəaliyyət prosesinin aşağıdakı kimi təşkil edilməsi daha məqsədəuyğun hesab edilə bilər [11,12]:

- İşçi geri dönmə hərəkəti edərək dairəvi deyil, xətti axınla işləməlidir;
- Hər bir operatorun əl çatma məsafəsi müəyyən edilməlidir (təxminən 70–80 sm radiusda);
- Oturmaq və durmaq rejimində işləmələri balanslaşdırılmalıdır;
- İş masalarının hündürlüyü qadın və kişi üçün orta antropometrik ölçülərə uyğunlaşdırılmalıdır;
- Zədələnmə riskinə səbəb olan kəskin küncələr, sürüşkən səthlər, sıx keçidlər aradan qaldırılmalıdır.

Sirkulyasiya yolları və təhlükəsizlik keçidləri

İstehsalat sahəsində işçi və material hərəkət zolaqları rəng kodlaşdırması ilə müəyyən edilməlidir. Məsələn:

- Yaşıl xətt — işçi hərəkəti üçün
- Sarı xətt — logistik daşımalar üçün
- Qırmızı xətt — qadağan olunmuş və təhlükəli sahələr üçün;

Bu sistem həm vizual nizam yaradır, həm də istehsalatda stress amilini azaldır, çünki işçi öz trayektoriyasını avtomatik refleks kimi qəbu

Nəticə

1. Tekstil müəssisələrinin mürəkkəb iş rejimində işləməsinə baxmayaraq mexaniki işləri məhdudlaşdırmaq və müasir texnologiyaya əsaslanan rəqəmsal sistemlərin tətbiq olunması ilə müəssisədə həm fiziki, həm də psixoloji yükü azaltmaq olar.

2. Müəyyən olunmuşdur ki, “Gəncə - Tekstil” ASC – in istehsal fəaliyyətində ergonomik tələblərə düzgün riayət edildikdə işçilərin sağlamlığını mühafizə etməklə həm əmək, həm də müəssisənin məhsuldarlığını yüksəltmək mümkün olur.

Tədqiqat işinin yeniliyi: “Gəncə - Tekstil” ASC müəssisəsində reqlamantli texnoloji proses çox mürəkkəb olduğundan iş mühiti layihələndirilərkən ergonomik tələblərin qurulması və idarə olunması hər bir sexin iş spesifikasiyasına uyğun aparılmışdır.

Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti: Tədqiqat işi konkret “Gəncə - Tekstil” ASC müəssisəsi üçün aparılmasına baxmayaraq, bu tədqiqat işi ölkəmizdə fəaliyyət göstərən digər tekstil müəssisələri üçün də tətbiq edilə bilər.

Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi: “Gəncə - Tekstil” ASC müəssisəsində texnologiya – işçi harmoniyasında ergonomik tələbləri qiymətləndirilərkən müəyyən edilmişdir ki, iş mühitinin təşkili və idarə olunmasında həmin tələblərin maksimum nəzərə alınması müəssisədə əmək məhsuldarlığının 20 – 25 % artırılmasına imkan yarada bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma Qurumunun “İş yerlərinin antropometrik ölçüləri” standartı, 2018.
2. Əliyev, S. İş mühitində ergonomik tələblər. Bakı: Elm nəşriyyatı.-2018. 186s.
3. Əliyev F. Ergonomika və əmək mühitinin optimallaşdırılması. Bakı: Elm, 2022.
4. Fərzəliyev M.H. Toxuculuq istehsalatının texnoloji maşınları və avadanlıqları. Dərslik. Bakı: İqtisad Universiteti – 2010. 530 s.
5. Gəncə Tekstil ASC rəsmi məlumatları, 2024.
6. Hacıyev İ.A. Dizaynda erqoestetik amillər. Monoqrafiya. Bakı: Təknur – 2016. 144 s.
7. Hacıyev İ.A. Azərbaycanda sənaye dizaynının təşəkkülü və inkişaf istiqamətləri. Bakı: Təknur – 2011. 224 s.
8. Kərimov H.Q. İplik istehsalının sənaye dizaynı. Dərs vəsaiti. Gəncə. Star – 2025. 310 səh.
8. Malayev Z.A., Ergonomika və əmək prosesləri. Bakı 2016. 312s.

9. Babalık F.C., Mühendisler için ergonomi işbilim 2011.211s.
10. Gürcüm B.H. . Tekstil Malzeme Bilgisi: Derslik. – Ankara: Grafiker yayınları, 2005.- 210s.
11. Yakartepe M.Yakartepe L. Tekstil teknolojisi. Elyaftan kumaşa: Derslik. – İstanbul: İstanbul tekstil ve konfeksion Araştırma Merkezi, 2008. – 315s.
12. ISO 6385:2016 – Ergonomic principles in the design of work systems.

УДК 677.01:331.103

РОЛЬ ЭРГОНОМИКИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гаджиев Имаш Адиширин оглы, Керимов Хусну Гадир оглы, Мамедова Адиля Кенан
КЫЗЫ

Азербайджанский технологический университет
imash.hajiev@mail.ru, kerimov_husnu@mail.ru
memmedovaadile1@gmail.com

Резюме: В статье рассматриваются роль и значение эргономики в организации и управлении системами «человек-предмет-машина-среда» в современную эпоху, а также в регулировании трудовых процессов в соответствии с международными стандартами. С целью повышения производительности труда в ОАО «Гянджа Текстиль» анализируются эргономические аспекты технологий и гармонии труда, а также вносятся предложения в этом направлении. Несмотря на автоматизацию технологического процесса в текстильной промышленности человеческий труд используется постоянно. В этой ситуации люди находятся в интенсивном движении и постоянно работают в некомфортной среде, подвергаясь таким негативным воздействиям, как пыль, шум, вибрация и т.д. Это вызывает у них как психологическое, так и физическое утомление, снижая производительность труда. В связи с этим представляется актуальным исследование роли эргономики в решении этой проблемы на текстильных предприятиях.

Ключевые слова: эргономика, производство, текстиль, условия труда, производительность

UDC 677.01:331.103

THE ROLE OF ERGONOMICS IN THE TEXTILE INDUSTRY

Imash Adishirin Hajiyev, Husnu Gadir Kerimov, Adila Kenan Mammadova

Azerbaijan University of Technology

imash.hajiyev@mail.ru, kerimov_husnu@mail.ru
memmedovaadile1@gmail.com

Summary: This article examines the role and importance of ergonomics in the organization and management of “human-object-machine-environment” systems in the modern era, as well as in regulating work processes in accordance with international standards. To improve labor productivity at “Ganja Textile” OJSC, the ergonomic aspects of technologies and work harmony are analyzed and proposals are made in this regard. Despite the automation of the technological process in the textile industry, human labor is constantly used. In this situation, people are in intensive movement and constantly work in an uncomfortable environment surrounded by negative effects such as dust, noise, vibration, etc. This causes both psychological and physical fatigue in them, reducing labor productivity. In this regard, it is considered relevant to investigate the role of ergonomics in solving the problem in textile enterprises.

Keywords: ergonomics, production, textiles, working conditions, productivity

Redaksiyaya daxil olma: 07.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



ADVANCED DIAGNOSTIC TECHNIQUES FOR ROD PUMPING SYSTEMS

Suleyman Efendi
Azerbaijan State Oil and Industry University
Baku, Azadliq Avenue, 34
suleyman.efendy@gmail.com

Summary. Nowadays the giant oil-producing companies face the problem of premature equipment and facility failures. Therefore, the issue of periodic diagnostics of equipment before failure becomes relevant. Diagnostics enables the early and regular analysis of the system's operation and allows for accurate prediction of system performance based on the obtained data. The objective of the article is to develop a technical diagnostics system for oil wells using an intelligent system. Currently, existing control systems for oil wells without technical diagnostics are simply ineffective. Based on the studied materials, the article examines the process of oil extraction from wells, as well as the application of rod pumping systems in the oil industry, selected as the object of research. Additionally, transition process graphs were obtained, and the dynamic characteristics of the mathematical model were analyzed. The article presents the main results obtained and summarizes the work performed.

Key words: rod pumping system; technological process; dynamometer diagram; wattmetrogram; diagnostics; technical analysis.

Introduction. Sucker rod pumping systems are one of the oldest and most widely utilized methods for the production of oil from wells. In onshore fields across North America and other regions, a substantial percentage of oil wells producing at least 10 barrels of oil per day are classified as stripper wells. These wells are often operated using sucker rod pumping systems due to their efficiency and reliability in low-production wells. The primary function of sucker rod pumping systems is to extract reservoir fluids comprising a mixture of oil, gas, and produced water. The system uses a rod string to connect the subsurface pump to the surface drive unit, commonly referred to as the pumping unit [1,2].

The sucker rod pump itself is a positive displacement plunger pump, designed to lift fluids from the wellbore to the surface. The pumping unit which is powered by an electric motor, utilizes a mechanical lifting system to convert the motor's rotational motion into the reciprocating motion required to drive the plunger. To control the pumping speed, the rotational speed of electric motor is transmitted to a gearbox, which reduces the strokes per minute of the pumping unit. This reduction ensures smooth and controlled operation, optimizing the efficiency of fluid lifting while minimizing mechanical wear [3].

As shown in Figure 1, the counterbalance, horsehead, pitman arm, and walking beam are designed to convert rotational motion into reciprocating motion. This reciprocating motion is transmitted through the cable to the polished rod. The polished rod is connected to the rod string, which drives the plunger of the sucker rod pump.

As the plunger moves upward, the traveling valve is forced downward by the fluid column above it, and the standing valve begins to open, allowing the formation fluid to flow into the cylinder [4].

In figure 2, the overview of the sucker rod pump working mechanism has been given. According to Figure 2, during the suction period the volume of fluid in the working cylinder increases while the pressure decreases. The formation fluid rises through the annular space between the rod string and the tubing. As the plunger moves downward, the standing valve closes due to the plunger effect, and the traveling valve opens due to the increased pressure within the working cylinder [5].

As the plunger continues to move downward, the fluid inside the working barrel between the traveling valve and the standing valve passes through the traveling valve and is held in the upper section of the working cylinder. This cycle repeats as the rod pumping system continues to operate, resulting in intermittent rather than continuous fluid flow [2, 6, 7].

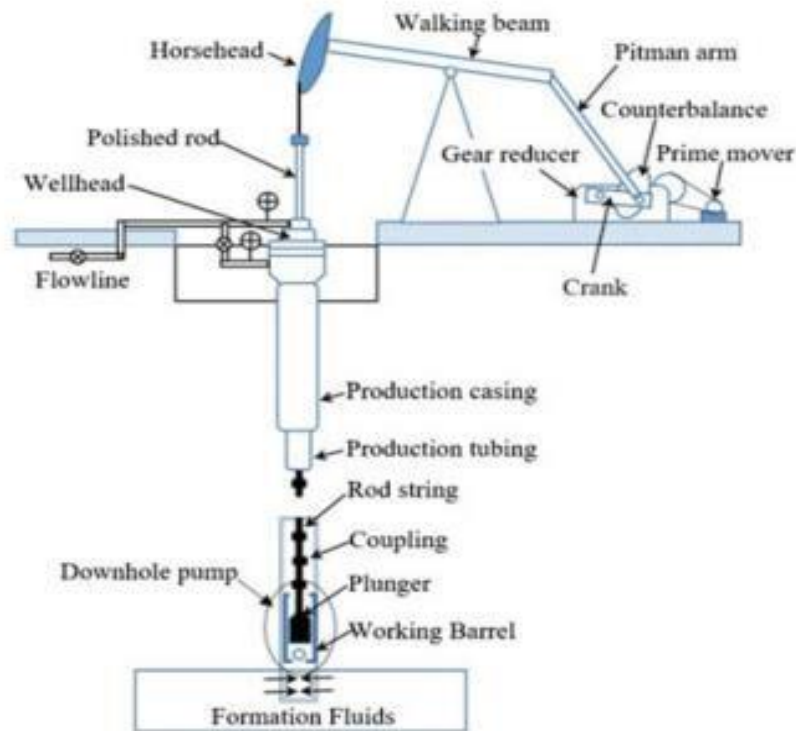


Figure 1. Main components of a sucker rod pumping system

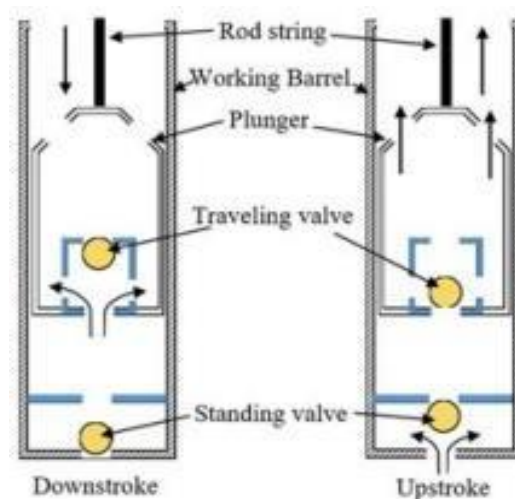


Figure 2. Sucker rod pump

The American Petroleum Institute (API) classifies rod pumping systems into three main types based on the position of the pivot point and the design of the counterbalance [8]:

- Conventional Unit or Class I Unit: Characterized by the traditional design with the pivot point located at the rear of the pumping unit.

- Air-Balanced Unit or Class II Unit: Features an air counterbalance system that reduces the load on the prime mover.
- Mark II Unit or Class III Unit: This type features a rear-mounted counterbalance and a curved walking beam design. The Mark II configuration is designed to improve the mechanical efficiency of the pumping unit by altering the geometry of the walking beam and the counterbalance position, resulting in more balanced load distribution during the pumping cycle.

The conventional rod pumping unit, also known as the Class I Unit, is the oldest and most widely used rod pumping system in the field due to its relatively simple operation, low maintenance requirements, and adaptability to a wide range of field applications [9,10].

This unit features a pivot point located at the center of the walking beam. Figure 3 illustrates the schematic of a conventional rod pump [11, 12].

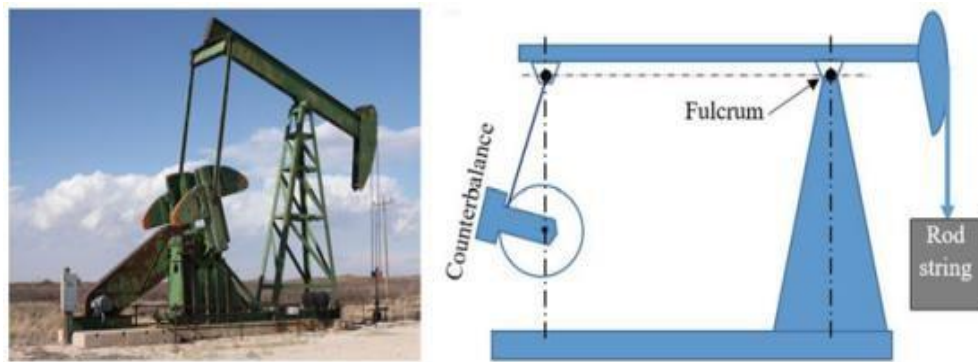


Figure 3. The schematic of a conventional rod pump

The air-balanced rod pumping unit, also known as the Class II Beam Pumping Unit, features a pivot point located at the rear of the walking beam. In this type of unit, the conventional counterweight is replaced with a piston and air cylinder system to balance the load in the well, as shown in Figure 4. The air pressure in the cylinder is regulated using a pressure switch, allowing for effective load balancing [12].

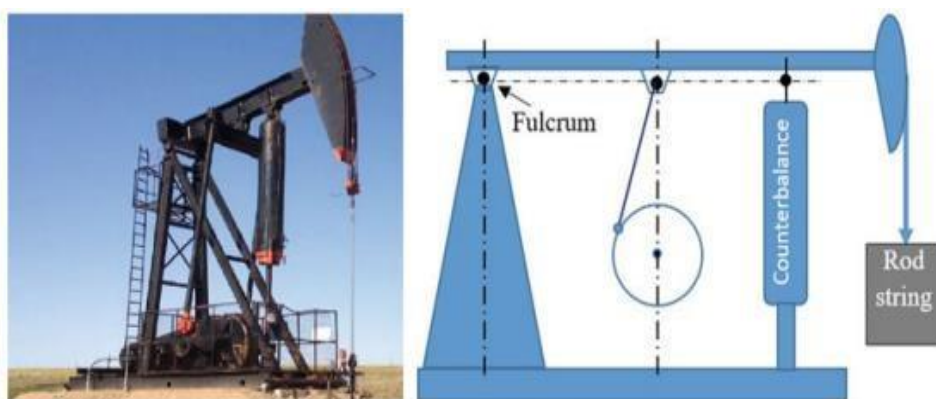


Figure 4. The schematic of air-balanced rod pumping unit

Figure 4 illustrates an air-balanced rod pumping unit. The primary advantage of this system is that the piston and air cylinder allow for more precise control over the counterbalance compared to the conventional counterweights used in standard units. Thus, the air-balanced unit is more energy-

efficient than the conventional pumping unit. Additionally, the air-balanced unit is preferred for wells requiring longer pump strokes [6].

Class III type of sucker rod pumping unit shares a similar pivot point configuration to the air-balanced unit. Furthermore, as shown in Figure 5, the Mark II unit includes a transverse bearing for enhanced load distribution and operational stability.

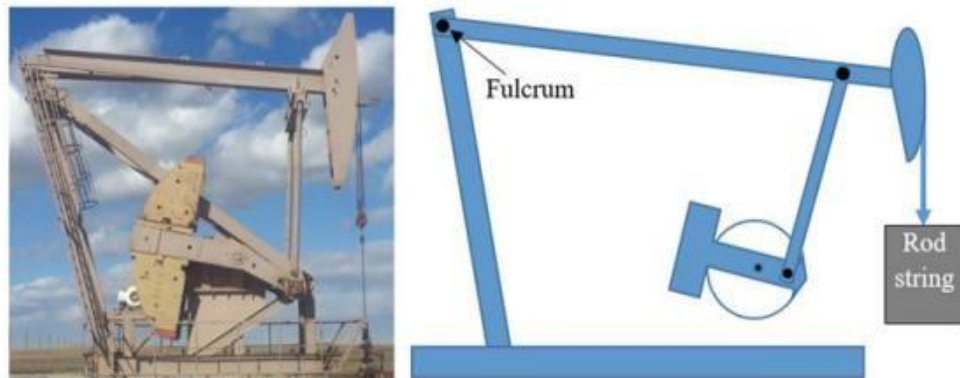


Figure 5. Unit III type beam pumping system

Methods. Diagnostics of rod pumping systems:

Dynamometric Method: The primary tools for diagnostics of rod pumping system include dynamograms, sensor readings from the rod pump, and the intelligent diagnostic subsystem. The operational logic diagram is presented in Figure 6.

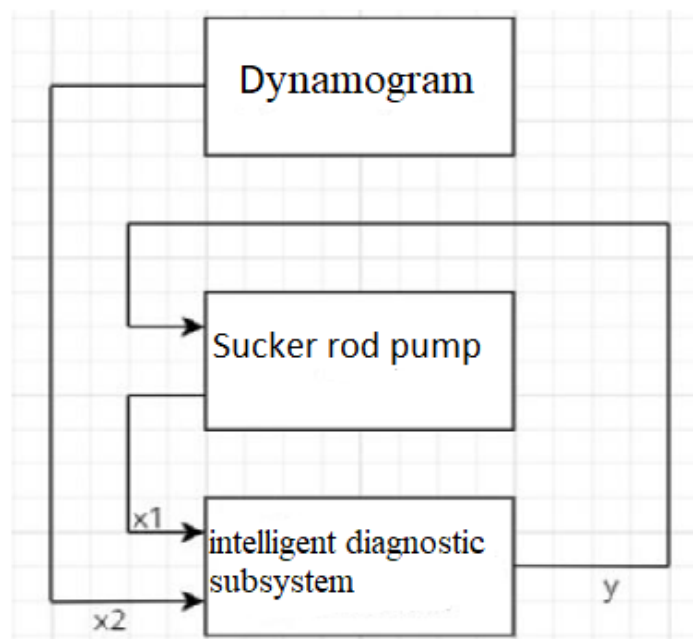


Figure 6. Schematic diagram of diagnostics logic

Figure 6 illustrates the logic diagram of the diagnostics system for a rod pumping unit. Data from the sensors installed on the rod pumping unit are continuously transmitted to the intelligent diagnostic subsystem, where the incoming data is processed every minute. Additionally, dynamograms generated by the dynamometer are also sent to the intelligent diagnostic subsystem at the same frequency.

Within the intelligent diagnostic subsystem, a neuro-fuzzy system is established, based on a neuro-fuzzy set, enabling the diagnostic process. The neuro-fuzzy system processes and analyzes the

incoming data, allowing for the constant comparison and evaluation of operating parameters, thereby facilitating fault detection and condition assessment.

An analysis of the dynamometer chart for the normal operation and various deviations of a rod pumping unit is presented in order to examine the normal operations of the pumping unit system. The dynamogram representing the normal operation of the pump is shown in Figure 7.

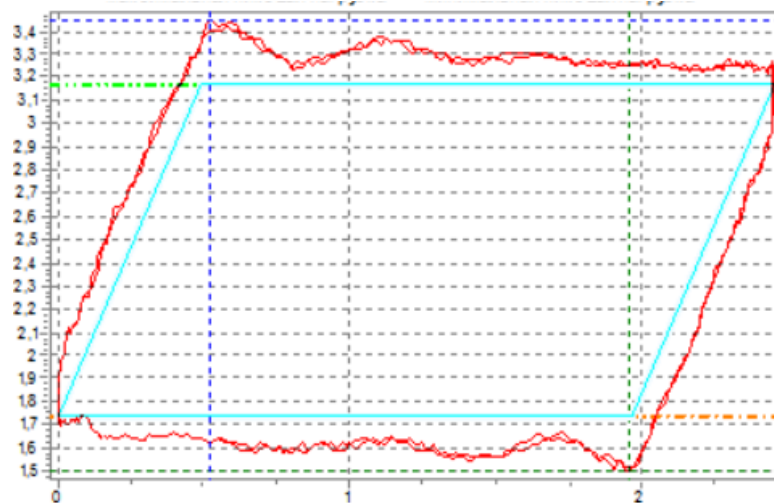


Figure 7. Dynamogram of normal pump operation

Figure 7 illustrates the dynamometer diagram for the normal operation of a rod pumping unit. This dynamometer diagram displays the following key parameters: theoretical dynamometer diagram; rod weight at the top position; rod load during upward stroke; maximum peak load; rod weight at the bottom position; rod load during downward stroke; minimum peak load.

The dynamometer diagram illustrating incomplete plunger fillage is presented in Figure 8.

The dynamometer diagram when both valves are non-functional is depicted in Figure 9.

The dynamometer diagram illustrating plunger pullout from the cylinder is shown in Figure 10.

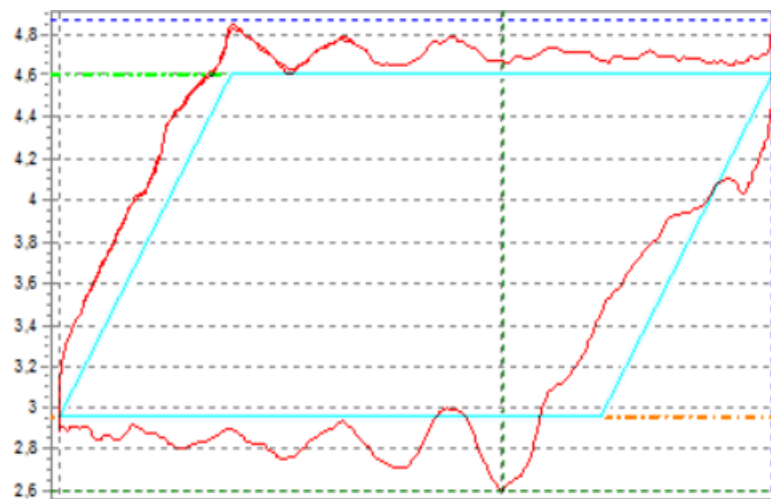


Figure 8. Dynamometer diagram of incomplete plunger fillage

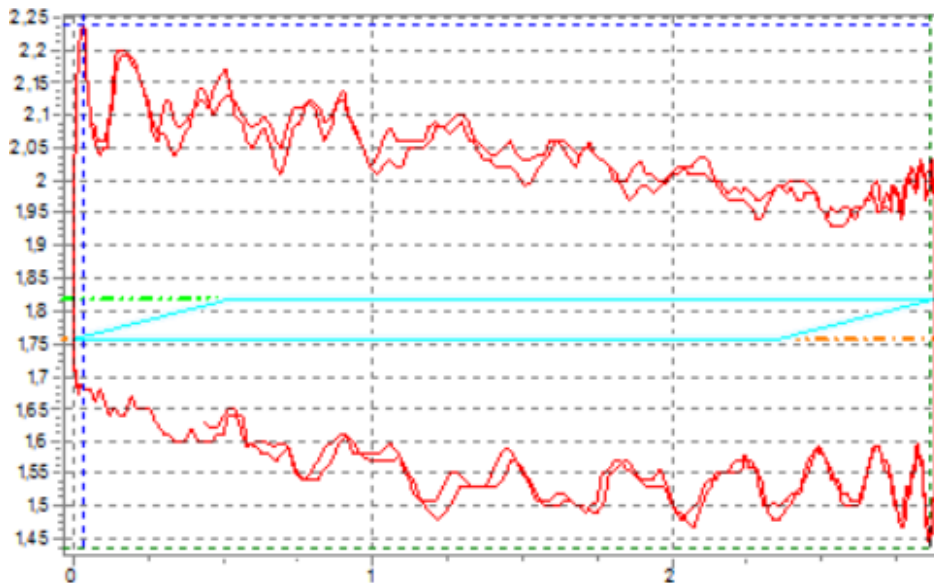


Figure 9. The dynamometer diagram when both valves are non-functional

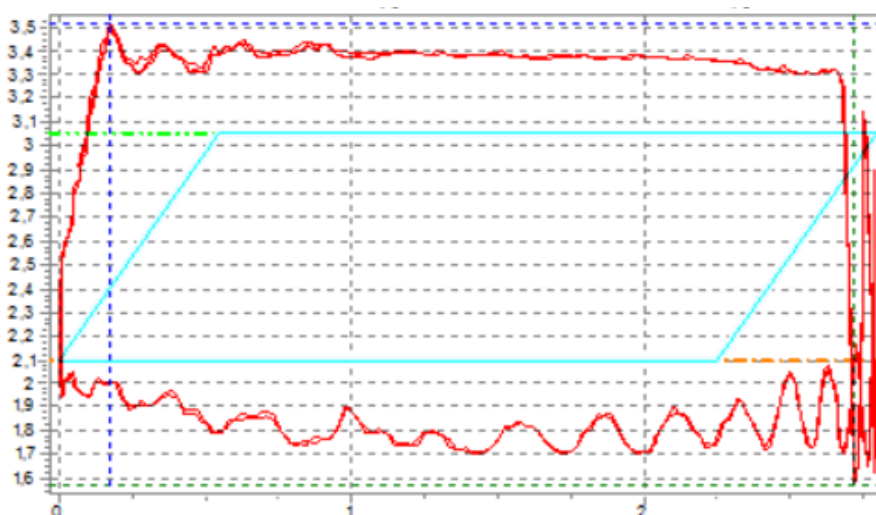


Figure 10. The dynamometer diagram of plunger pullout from the cylinder

Wattmetric Method: A wattmetrogram is a graph that represents the variation in energy consumption relative to the angle of rotation during one cycle. It is considered one of the most effective diagnostic methods due to the presence of power sensors in modern equipment, which can provide readings necessary for generating a wattmetrogram [13].

The wattmetric method is employed to diagnose the current operating condition of equipment and to detect faults and malfunctions in a timely manner.

A wattmeter can identify several operational issues, including current overload, frequency deviation, phase imbalance, and other anomalies. Additionally, it assists in detecting mechanical faults in equipment components, such as imbalance, rod breakage and cracking in the gearbox and more.

Figure 11 presents the normal wattmeter diagram for a system without any faults or malfunctions. As observed, the graph exhibits a smooth sinusoidal oscillation without abrupt spikes or drops. The presence of such anomalies would indicate potential issues in the operation of the equipment [13].

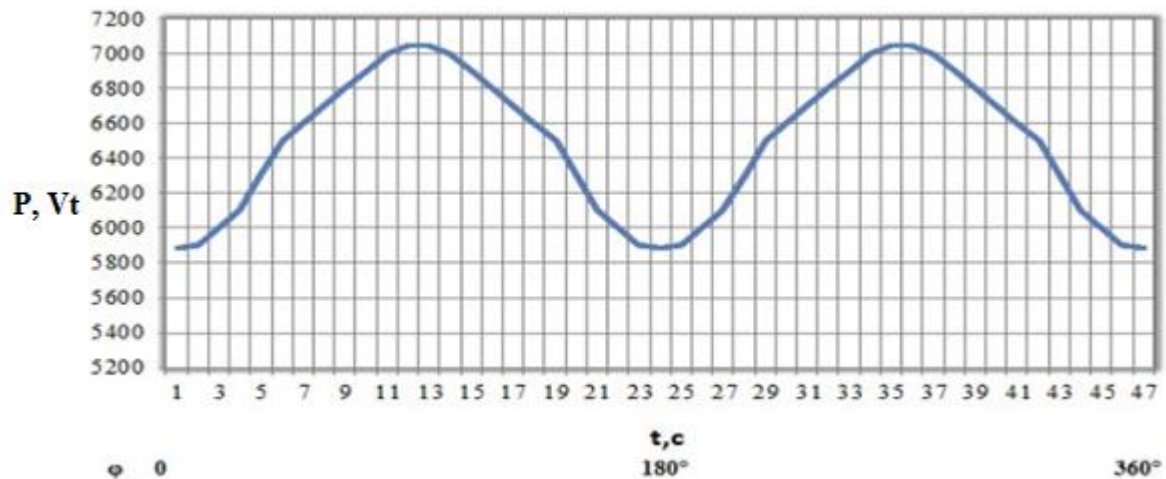


Figure 11. Normal wattmetrogram.

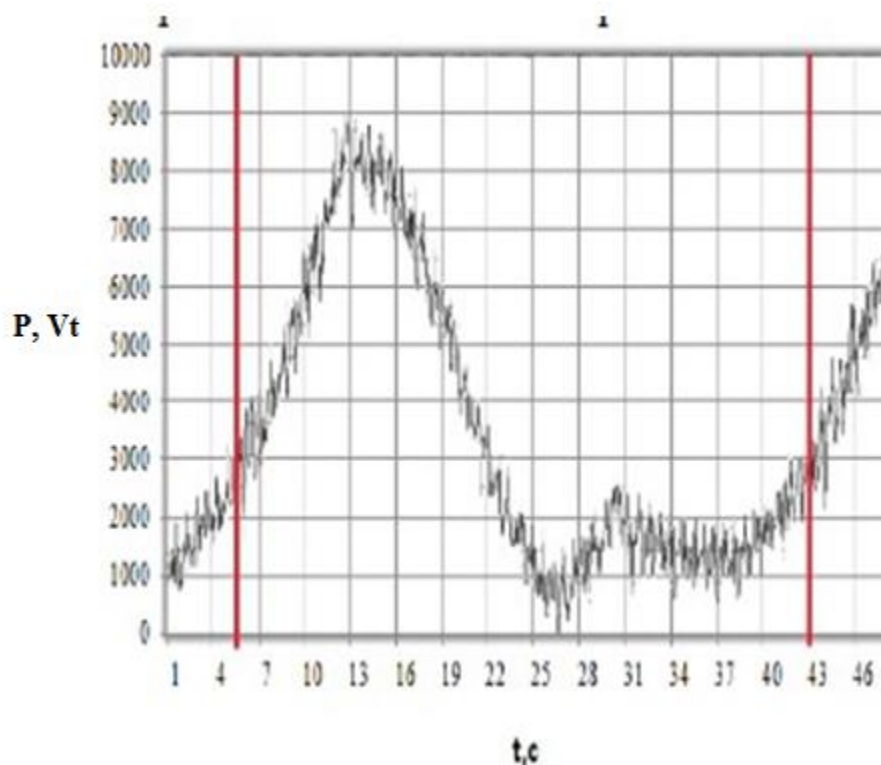


Figure 12. Wattmetrogram of a Malfunctioning Unit

Figure 12 presents the wattmetrogram of a unit experiencing a malfunction. The vertical bands indicate segments where the rod is in a vertical position. This graph specifically depicts a problem related to the operation of a traveling valve.

To generate a wattmetrogram, a specialized wattmeter module typically installed within the equipment is used. For the module to function effectively, the amplitude of the alternating current must exceed 20 Volts. This is a critical condition, as lower amplitudes may not be recognized by the microcontroller, leading to inaccurate results. The wattmeter module is capable of reading values from three phases and constructing a graph based on these readings. The calculations for each phase are performed independently, except for the phase shift itself.

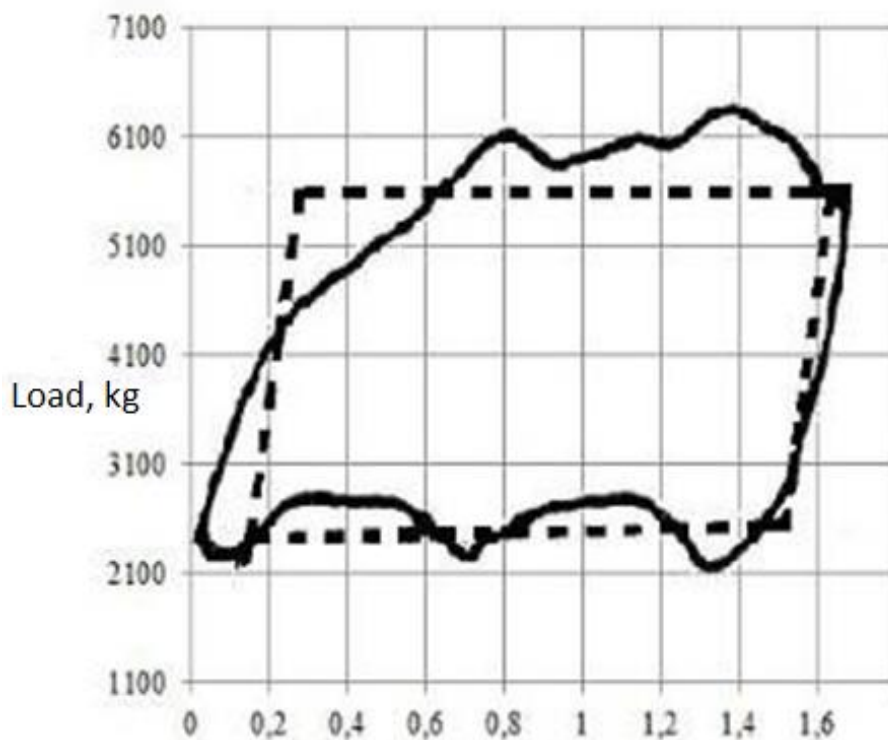


Figure 13. Rod Position

Figure 13 shows the position of the rod. As observed, the rod position deviates from the expected configuration, which explains the issues identified in the wattmetrogram in Figure 12. As demonstrated by the above figures, the wattmetrogram effectively detects the presence of faults in the system. Additionally, generating a wattmetrogram does not require extensive equipment; only a few current and voltage sensors are sufficient. Moreover, spectral analysis of the wattmetrogram can be performed, enabling the identification of malfunctions in moving components, such as the gearbox.

The availability of powerful computational tools such as MATLAB facilitates the rapid and accurate construction of wattmetrograms for any equipment.

Conclusion. The article examines the technological process of oil extraction from wells using rod pumping systems. Diagnostics of rod pumping systems were conducted, highlighting the primary issues associated with these systems. An overview of dynamometer diagrams for rod pumping units was provided, including their interpretation.

The logical framework of the predictive diagnostic system was demonstrated, presenting examples of dynamograms under normal operating conditions and during various faults.

REFERENCES

1. Besekerskiy V. A., Izrantsev V. V. Sistemy avtomaticheskogo upravleniya s mikroEVM. – M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit. 1987. – 320 s.
2. Nguyen, T. Sucker Rod Pump. In: Artificial Lift Methods. Petroleum Engineering. Springer, Cham., 2020.
3. Voronov A. A. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Chast' 1. – Moskva: Vysshaya shkola, 1986. – 367 s.
4. Voronov A. A. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Chast' 2. – Moskva: Vysshaya shkola, 1986. – 367 s.

5. Moises G, Andrade S, Carcia A, Sucker-rod pumping failures diagnostic system- SPE 134975. Presented at the ATCE in Florence, Italy, September, 2010
6. Nguyen TC, Bhargava U, Al-Safran E, Effect of viscosity on rod pump performance-MLF67. Middle East Artificial Lift Forum (MEALF), Oman, 2019
7. Williams B, Fischer H, Gas locking and gas interference solutions for sucker rod pumps. In: 6th annual sucker rod pumping workshop. Dallas, TX, September, 2010
8. Amangeldiev A. M. Issledovanie i razrabotka prediktivnoy analitiki na osnove intellektual'nykh algoritmov remotnykh rabot na neftnykh skvazhinakh // Satpaevskie chteniya-2021. – Almaty. 2021.
9. Sujata Butte, Prashanth A R, Sainath Patil Machine learning based predictive maintenance strategy: a super learning approach with deep neural networks. // 2018 IEEE Workshop on Microelectronics and Electron Devices (WMED). – 2018.
10. Jose-Raul Ruiz-Sarmiento A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – Spain. – 2020.
11. M. Abdelaziz, L. Rafael, and J. J. Xiao, ESP Data Analytics: Predicting Failures for Improved Production Performance // Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference. – Abu Dhabi, UAE. – 2017.
12. Ismagilov S. F. Sovershenstvovanie kontrolya raboty shtangovykh nasosnykh ustanovok pri ekspluatatsii skvazhin s napravlenym profilem stvola. R. N. Bakhtizin. – Dis. kand. tekhn. nauk. – Ufa. – 2018.
13. Khakimyanov M. I. Monitoring sostoyaniya shtangovykh glubinonanosnykh ustanovok po rezul'tatam analiza vattmetroqramm // Elektronnyy zhurnal "Neftegazovoe delo". – №5. – 2011

UOT 372.012

ŞTANQLI DƏRİNLİK NASOS QURĞULARI ÜÇÜN TƏKMİLLƏŞDİRİLMİŞ DİAQNOSTİKA TEXNİKALARI

Süleyman Əfəndi**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti****Bakı şəh., Azadlıq prospekti, 34****suleyman.efendy@gmail.com**

Xülasə: Bu gün əksər iri neft hasil edən şirkətlər qurğu və avadanlıqların vaxtından əvvəl sıradan çıxması problemi ilə üzləşirlər. Buna görə də qurğu və avadanlıqların sıradan çıxmazdən əvvəl dövrü diaqnostikası məsələsi aktualdır. Diaqnostika sistemin işini erkən və müntəzəm olaraq təhlil etməyə və əldə edilən məlumatlar əsasında sistemin işləməsini böyük dəqiqliklə proqnozlaşdırmağa imkan verir. Məqalənin məqsədi intellektual sistemdən istifadə etməklə neft quyularının texniki diaqnostikası sisteminin işlənilib hazırlanmasıdır. Texniki diaqnostikası olmayan mövcud neft quyularına nəzarət sistemləri hazırda sadəcə olaraq səmərəsizdir. Məqalədə, tədqiq olunan materiallar əsasında quyulardan neft hasilatı prosesi, tədqiqat obyekti kimi seçilmiş ştanqlı dərinlik nasos qurğularının neft sənayesində tətbiq olunması da nəzərdən keçirilmişdir. Həmçinin keçid prosesinin qrafikləri alınmış, riyazi modelin dinamik xassələrinin təhlili aparılmışdır. Məqalə əldə edilmiş əsas nəticələri təqdim edir və görülməli işləri ümumiləşdirir.

Açar sözlər: ştanqlı dərinlik nasos qurğusu; texnoloji proses; dinamometr diaqramı; vattmetroqram; diaqnostika; texniki analiz.

УДК 372.012

ПРОДВИНУТЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ШТАНГОВЫХ ГЛУБИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК**Сулейман Эфенди****Азербайджанский Государственный Университет Нефти И Промышленности****Баку, проспект Азадлыг, 34****suleyman.efendy@gmail.com**

Резюме: В настоящее время большинство крупных нефтедобывающих компаний сталкиваются с проблемой преждевременного выхода из строя оборудования и установок. В связи с этим актуальной становится задача проведения периодической диагностики оборудования до момента его отказа. Диагностика позволяет заранее и регулярно анализировать работу системы и на основе полученных данных с высокой точностью прогнозировать её состояние.

Целью статьи является разработка системы технической диагностики нефтяных скважин с использованием интеллектуальной системы. Существующие системы контроля нефтяных скважин без технической диагностики в настоящее время являются неэффективными. В статье на основе изученных материалов рассмотрен процесс добычи нефти из скважин, а также применение штанговых глубинных насосных установок в нефтяной промышленности, выбранных в качестве объекта исследования. Также были получены графики переходных процессов и проведён анализ динамических характеристик математической модели. Статья представляет основные полученные результаты и обобщает выполненную работу.

Ключевые слова: штанговая насосная установка; технологический процесс; динамограмма; ваттметрограмма; диагностика; технический анализ.

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



AĞIR NEFT EMULSIYALARININ REALOJİ MODELƏRİNİN İŞLƏNİB HAZIRLANMASINDA MÜASİR YANAŞMALAR

Manaf Rizvan oğlu Manafov, Həcər Tahir qızı Əliyeva, Fatma Rəşid qızı Şıxıyeva
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu
hacar558@gmail.com

Xülasə. Ağır neft emulsiyaları yüksək özlülüyə, mürəkkəb quruluşa malikdir ki, bu da geniş texnoloji proseslərdə, əsasən də neftin nəqliyyat və emalında ciddi problemlər yaradır. Bu səbəbdən də neft sənayesində qarşıya çıxan çətinlikləri həll etmək üçün, onların reoloji modelinin qurulması əhəmiyyətli məsələ hesab edilir. Bu proses əsasən emulsiyaların istismarını optimallaşdırmaq üçün nəzərdə tutulur. Məlum olduğu kimi ağır neft emulsiyaları qeyri-nyuton mayelər kimi qeyri-xətti reoloji xüsusiyyətə malikdir. Onların axıcılıq, özlülük kimi xüsusiyyətləri temperatur, təzyiq və emulqatorların təsirindən asılıdır. Bu xüsusiyyətlərin öyrənilməsi optimal reoloji modelin yaradılmasına imkan verir. Dəqiq reoloji modellər vasitəsilə avadanlıqların işini optimallaşdırmaq, aşınmanı azaltmaq və ətraf mühitə təsiri minimuma endirmək mümkündür. Ağır neft emulsiyalarının reoloji modelinin qurulması, iqtisadi və ekoloji səmərəliliyi artırmaqla yanaşı, elmi biliklərin dərinləşməsinə də xidmət edir. Murdaxanlı və Suraxanı neft yataqlarında emal olunan neft də ağır neft emulsiyalarına şamil olunduğu üçün həm neft sənayesində istehsal və nəqlin optimallaşdırılması, həm də elmi araşdırmaların genişləndirilməsi üçün aktualdır. Məqalədə mövcud modellərin parametrlərinin təyin olunma üsulları və tətbiq sahələri izah olunur. Bu modellərin ağır neftin nəqli və emalında istifadə olunmasının üstünlükləri vurğulanır, eyni zamanda çatışmayan cəhətləri də göstərilir. Həmçinin mövcud modellərin tətbiq sahələri və məhdudiyyətləri müqayisə edərək yeni modellərin hazırlanmasının üstünlükləri vurğulanır.

Açar sözlər: neft emulsiyaları, reoloji modellər, qeyri-nyuton mayelər

Giriş. Neft-su emulsiyaları təbii olaraq qeyri-sabit sistemlərdir və enerji baxımından daha əlverişli olan minimal interfeys sahəsi yaratmağa meyllidirlər. Bu səbəbdən, onların təbəqələşərək fazalarına ayrılmasını gözləmək təbiidir. Lakin neft hasilatı zamanı müşahidə edilən şəraitlərdə tez-tez yüksək dayanıqlılığa malik emulsiyalar yaranır. Bu dayanıqlılıq onların sonrakı emalı üçün texnologiyanın seçilməsini və neftdən su fazasının nə qədər tam ayrıldığını müəyyən edir. Emulsiyaların sabitlik müddəti, onları təşkil edən mayələrin tamamilə ayrılmasına qədər davam edən vaxtla ölçülür. Müxtəlif neft növləri üçün bu sabitlik bir neçə saniyədən illərə qədər dəyişə bilər. Dayanıqlılığın artmasına təsir edən əsas amillər təbii səthi aktiv maddələrdir. Bunlara neftdə olan asfaltenlər, qatranlar, naftenlər və parafinlər daxildir. Bundan əlavə, quyu istehsalı zamanı əmələ gələn və emulsiyanı stabilizasiya edən bərk hissəciklər (məsələn, gil, kvarts, və duzlar) də mühüm rol oynayır. Bu maddələr damcılar arasında bərklik yaradaraq onların birləşməsinə ləngidir [1-24]. Neftin reoloji xassələrinin dəqiq təsvir etmək üçün müxtəlif modellər təklif olunmuşdur [9-22]. Bununla belə, bu modellər real şəraitdə tez-tez rast gəlinən mikroquruluş dəyişikliklərini və kompleks faza qarşılıqlı təsirlərini nəzərə ala bilmir. Bu, daha dəqiq, mikroquruluş əsaslanan modellərin hazırlanmasının vacibliyini ortaya qoyur. Bu icmal məqalə, ağır neft emulsiyalarının reoloji modellərinin hazırlanması sahəsindəki əsas tədqiqat istiqamətlərini, eksperimental metodları və modellərin praktiki tətbiqlərini işıqlandırır. Məqsəd, həm sənaye sahibləri, həm də tədqiqatçılar üçün faydalı bir məlumat bazası yaratmaqla proseslərin səmərəliliyini artırmaq və enerji sərfiyyatını azaltmaqdır.

Müxtəlif şəraitlərdə ağır neft emulsiyaların mürəkkəb axın davranışını anlamaq və proqnozlaşdırmaq üçün ağır neft emulsiyaları üçün reoloji modellər işlənib hazırlanmışdır. Ağır neft emulsiyaları yüksək özlülük və qeyri-nyuton xassəsinə görə unikal xüsusiyyətlərə malikdir ki, bu da onların daşınmasını, emalını və təmizlənməsini çətinləşdirir [23]. Reoloji modellər bu çətinliklərə aşağıdakı yollarla kömək edir:

Axın davranışının proqnozlaşdırılması: Ağır neft emulsiyaları tez-tez qeyri-nyuton xassəsinə nümayiş etdirirlər, yəni onların özlülükləri sürüşmə sürəti ilə dəyişir. Reoloji modellər bu emulsiyaların müxtəlif sürüşmə sürətləri, temperatur və təzyiqlər altında necə davranacağını proqnozlaşdırmağa kömək edir ki, bu da boru kəmərlərinin, nasosların və separatorların dizaynı üçün vacibdir [11].

Prosesin optimallaşdırılması: Ağır neft emulsiyalarının reologiyasını analadıqdan sonra onların daşındığı və ya emal edildiyi prosesləri optimallaşdırmağa imkan verir. Düzgün reoloji modellər, temperaturun, təzyiqin və ya kimyəvi qarışıqların tənzimlənməsi vasitəsilə özlülüğün azalmasına və axının yaxşılaşdırılmasına kömək edə bilər.

Boru kəmərlərinin səmərəli layihələndirilməsi: Reoloji modellər boru kəmərləri üçün uyğun materialların, diametrin və axın sürətinin seçilməsinə kömək edir. Bu modellər, ağır neft emulsiyalarının səmərəli şəkildə daşınmasını təmin edir və boru kəmərlərinin tutulması və ya həddindən artıq enerji istehlakı kimi riskləri minimuma endirir.

Reoloji modellər neft emulsiyalarının axın davranışını başa düşmək üçün zəruridir, çünki bu emulsiyalar əvvəldə də qeyd etdiyimiz kimi qeyri-nyuton xarakterli mürəkkəb qarışıqlardır. Neft emulsiyaları, adətən, suda dispers olunmuş neftdən və ya əksinə, neftdə dispers olunmuş sudan ibarət olub, fazaların nisbəti, damcı ölçüsü və temperatur kimi amillərə əsaslanan fərqli axın dinamikasına malik iki fazalı sistem yaradır [12-28].

Neftin reoloji xüsusiyyətləri

Neft anlayışı öz müxtəlif tərkibinə və buna bağlı olan reoloji xüsusiyyətlərinə görə geniş spektri əhatə edir. O, həm axıcılığı yüksək olan mayeləri, həm də çox özlü, demək olar ki, bərk fazalı maddələri özündə birləşdirə bilər. Temperaturun təsiri ilə fərqli növ neftlərin konsistensiyası az dəyişə bilər və ya faza keçidlərinə məruz qalaraq demək olar ki, bərk hala gələ bilər. Temperaturun dövrü olaraq artıb-azalması ("istilik-soyutma" tsikli) zamanı müxtəlif neft növləri fərqli reaksiya göstərə bilər. Bu müxtəliflik neftin reoloji xüsusiyyətlərini vahid bir modelə sığışdırmağı çətinləşdirir. Bu materialların davranışını tək tipli bir reoloji təsnifata salmaq qeyri-mümkün görünür. Bununla belə, neft və neft məhsullarının müasir texnologiyalarda əvəzsiz rol oynaması onların standartlaşdırılmış təsnifatına və texnoloji qiymətləndirilməsinə ehtiyac yaradır. Bu, həm elmi, həm də praktiki cəhətdən aktual bir məsələdir [2].

Müasir yanaşmalara əsaslanaraq, neftin, xüsusən ağır neftlərin və su-neft emulsiyalarının reologiyası təhlil edilir. Neft ümumiyyətlə özlü-plastik mühit kimi xarakterizə olunur və onun reoloji xüsusiyyətləri bir çox hallarda Binqham modeli əsasında uğurla təsvir edilir. Bu xüsusiyyətlər əsasən axın və tökülmə nöqtələrinin ölçülməsi ilə və ya müxtəlif axın viskozimetrlərində özlülüğün ölçülməsi ilə müəyyən edilən standart göstəricilərlə təyin olunur.

Lakin reoloji xassələr həm məhsuldarlıq gərginliyindən, həm də plastik özlülükdən asılı olaraq, neftin struktura həssaslığını ortaya qoyur. Neftin reoloji xassələrinin kinetikasi, onun tərkibindəki kristallaşan parafinlər və digər komponentlərdən asılıdır [3].

Bu xüsusiyyətləri dəyişdirmək üçün depressantlar əlavə etmək olar ki, bu da neftin axıcılığını artırır. Boru kəmərləri ilə neftin nəqli kontekstində, xüsusən də kəmərin işə salınması mərhələlərində, reoloji xüsusiyyətlər və keçici strukturlaşma proseslərinin kinetikasi ilə bağlı biliklərdən istifadə olunur. Bu yanaşma nəql zamanı əmələ gələn problemlərin idarə olunmasında mühüm rol oynayır [4].

Hazırda bir çox tədqiqatçı, yüksək özlü neftlərin nəqlinin və istifadəsinin səmərəliliyinin artırılması məsələsini araşdırır. Bu məqsədlə bir neçə əsas metod tətbiq olunur. Həmin metodlara dair neftin qızdırılmasını göstərmək olar ki, bu proses neftin özlülüğünü azaltmaqla axıcılığı artırmaq üçün geniş istifadə olunur. Magistral boru kəmərlərində əvvəlcədən qızdırılan neft müəyyən məsafələrdə

quraşdırılan istilik stansiyaları vasitəsilə nəql edilir. Digər bir metod karbohidrogen durulaşdırıcıların istifadəsidir ki, burada daha az özlü maddələrin əlavə edilməsi neftin axıcılığını artırır. Bundan başqa, infrastrukturun təkmilləşdirilməsi metodunda əlavə boru kəmərlərinin tikintisi, nasos stansiyalarının (NS) sayının artırılması ilə məhsuldarlığının gücləndirilməsi həyata keçirilir. Sonuncu olaraq əlavələrin tətbiqi metodunu da qeyd edə bilərik ki, burada kimyəvi reagentlərin əlavə edilməsi ilə neftin reoloji xüsusiyyətləri yaxşılaşdırılır [5].

Reoloji tədqiqatların əsas məqsədi mühitə təsir edən qüvvələr və bu təsirin yaratdığı deformasiyalar arasındakı əlaqəni müəyyənləşdirməkdir. Qeyd etmək lazımdır ki, kifayət qədər vaxt və qüvvə tətbiq edilərsə, bütün maddələr (bərk cisimlər, mayələr və qazlar) axmağa meyilli olur. Reologiya materialların axma davranışını sürət, vaxt və məkan baxımından öyrənir. Temperatur, təzyiq və axma sürətinin müddəti isə materialların reoloji xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir.

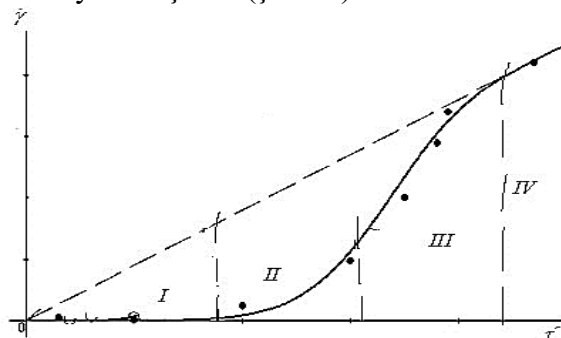
Reoloji modellərin inkişaf tarixi

Ağır neft emulsiyaları, qeyri-nyuton xassələrə malik olan mürəkkəb mayələrdir və enerji sənayesində geniş istifadə olunur. Bu emulsiyaların effektiv idarə olunması və nəqli sənayenin qarşılaşdığı əsas problemlərdən biridir. Ağır neft emulsiyaları yüksək özlülük, qeyri-xətti axın davranışı və temperatur dəyişikliklərinə həssaslıq kimi xüsusiyyətlər nümayiş etdirir ki, bu da onların emalını çətinləşdirir. Bu səbəbdən, onların reoloji xassələrinin düzgün təsviri üçün dəqiq modellərin yaradılması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Reoloji modellərin inkişafı bir neçə mərhələni əhatə edir ki, bu mərhələnin əvvəlki dövrü təcrübəyə əsaslanır, yəni bu mərhələdə neft yataqlarının işlənməsi əsasən təcrübə və müşahidələrə əsaslanırdı [6]. Quyuların məhsuldarlığını artırmaq üçün yataqların quruluşu və neftin axın xüsusiyyətləri əsasən empirik metodlarla qiymətləndirilirdi. Bu dövrdə fiziki modellər – laboratoriya şəraitində yataqların kiçik miqyaslı analoqları araşdırmalar üçün istifadə olunmağa başlandı. Növbəti mərhələdə artıq neft yataqlarının işlənməsi zamanı axın dinamikasının dəqiqliyi üçün riyazi modelləşdirmə tətbiq edilməyə başlandı. İlk dəfə neft axınını təsvir etmək üçün sadə riyazi tənliklər istifadə edilərək fiziki modellərin inkişafı ilə laboratoriyalar təkmilləşdirildi [7].

Növbəti dövrdə kompüterlərin meydana gəlməsi ilə neft yataqlarının reoloji modellərinin kompleks riyazi təsvirləri mümkün oldu, ikiölçülü və üçölçülü modellər hazırlanmağa başlandı ki, bu modellər yatağın strukturunu və maye axınını daha dəqiq təsvir edirdi. İlk reoloji proqramlar, məsələn, neft axını simulyasiyaları, sənayedə tətbiq edilməyə başlandı. Sonuncu dövrü müasir dövr kimi adlandırmaq olar ki, bu dövrdə üçölçülü modellərin inkişafı ilə geoloji modelləşdirmə vasitəsilə yataqların tam miqyaslı təsvirləri yaradılmağa başlandı. Süni intellekt və maşın öyrənməsi isə böyük verilənlər bazası və süni intellekt alqoritmləri modellərin daha dəqiq olmasına imkan verdi [8].

Ağır neft emulsiyalarının modelləri

Məlum olduğu kimi, sürüşmə gərginliyi τ , sürüşmə deformasiyası $\dot{\gamma}$ və onların zamanla dəyişməsi ($d\tau / dt$ və $d\dot{\gamma} / dt$) arasındakı əlaqə reoloji tədqiqatların əsasını təşkil edir. Neft dispersiya sistemlərinin reoloji tədqiqi, axınının əksər hallarda qeyri-Nyuton xarakteri daşdığı hallarda, reoloji axın əyrilərinin $\tau - \dot{\gamma}$ koordinatlarında qurulması və müvafiq olaraq onların $\eta - \dot{\gamma}$ koordinatlarında asılılıqlarının təsvir edilməsi ilə həyata keçirilir (şəkil 1).



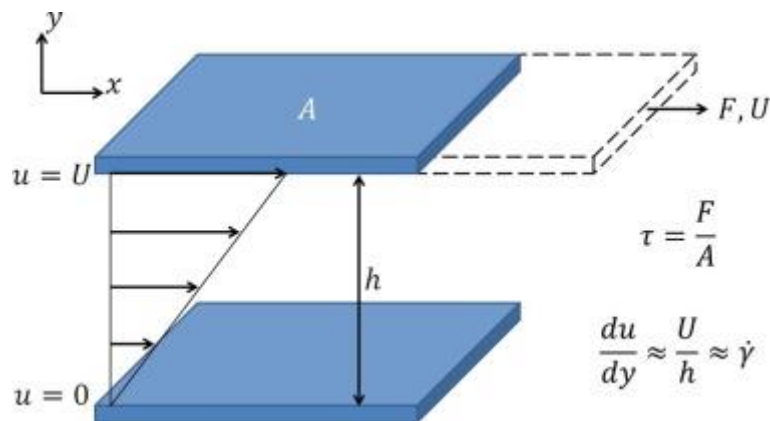
Şəkil 1. Neft dispersiya sistemlərində strukturun dağılması zamanı sürüşmə gərginliyi ilə sürüşmə sürəti arasında asılılıq

Neft emulsiyaların tətbiq olunan reoloji modellərin ümumi təsnifatını aşağıdakı kimi verə bilərik:

Nyuton modeli. Neft emulsiyaları tərkibində suyun miqdarı az olduqda Nyuton davranışını göstərir, lakin suyun tərkibi artdıqca bu davranışdan uzaqlaşaraq qeyri-nyuton davranışı nümayiş etdirirlər [10]. Bu model, axma gərginliyi ilə axma sürəti arasında xətti asılılıq olduğunu nəzərdə tutur [13].

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy} = \mu \dot{\gamma} \quad (1)$$

Burada, τ - sürüşmə gərginliyi (Pa), μ - Mayenin dinamik özlülüyü (Pa·s), $\frac{du}{dy}$ - sürüşmə sürətinin gradientidir (s⁻¹) [25].



Şəkil 2. İki paralel lay arasında mayenin sürüşməsinin sxematik təsviri [26].

Neft emulsiyaları, adətən qeyri-nyuton mayelərdir, çünki onların özlülüyü axma sürətindən asılı olaraq dəyişə bilər. Buna səbəb emulsiyanın tərkibindəki damcılardan bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri, damcılardan ölçüsü və paylanması, həmçinin emulsiyanı təşkil edən fazaların reoloji xassələri ola bilər.

Neft sənayesində nyuton modeli bəzi sadə analizlərdə ilkin təxminlər üçün istifadə olunur, lakin praktikada emulsiyaların əksəriyyəti qeyri-nyuton davranış göstərdiyindən digər modellərlə təsnif olunur [9].

Qeyri-nyuton modelləri. Qeyri-Nyuton mayeləri, Nyuton mayeləri üçün xarakterik olan sürüşmə gərginliyi ilə sürüşmə sürəti arasındakı xətti əlaqədən fərqli olan axın xüsusiyyətlərini göstərir. Bu mayələr reoloji xüsusiyyətlərinə əsasən bir neçə alt kateqoriyaya bölünür. Onların arasında sürüşmə gərginliyi və sürüşmə sürətinə uyğun fərqli özlülük reaksiyaları ilə seçilən psevdoplastik (kəsmə-incəlməsi), dilatant (kəsmə-qalınlaşma), Binkam plastik və viskoplastik davranış növləri var. Bu təsnifatlar qeyri-nyuton mayələrinin müxtəlif xüsusiyyətlərini anlamaq üçün struktur təqdim edir və müxtəlif sahələrdə proseslərin dizaynı və təkmilləşdirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır [29].

Binqham plastik modeli. 20-ci əsrin əvvəllərində bir çox qeyri-nyuton mayələrinin xüsusiyyətləri professor Yuken Binkam (Euqene Binqham) "reologiya" terminini işlətməyə və onu maddənin deformasiyası və axını elmi kimi təyin etməyə sövq etdi. Binqham plastik modeli qazma sənayesində istifadə edilən ən geniş yayılmış reoloji modeldir. Bu model iki parametrlili bir modeldir və mayenin axma gərginliyini və plastik özlülüyünü ehtiva edir. Maye ilkin olaraq kəsmə gərginliyi müəyyən bir dəyəri keçənə qədər axmağa müqavimət göstərir. Maye axmağa başladıqdan sonra kəsmə gərginliyi və kəsmə sürəti arasında xətti əlaqə var.

$$\tau = \varphi_p \gamma + \tau_y \quad (2)$$

Burada, μ_p - plastik özlülük, τ_y - məhsuldarlıq gücüdür. Göründüyü kimi, Bingham plastik modeli xətti bir modeldir və aşağı kəsilmə sürəti sahəsində mayenin axın davranışını təsvir etmir. Modelin parametri məhsuldarlıq gərginliyi (τ_y) mayenin gel gücünü (τ_s) yüksək qiymətləndirir [14].

Herşel-Balkley (HB) modeli, qeyri-nyuton mayeləri üçün istifadə edilən reoloji modeldir və qazma sənayesində də geniş tətbiq edilir. Bu model Bingham plastik modelindən daha çox parametri daxil edir və mayələrin davranışını daha dəqiq əks etdirə bilir. HB modeli üç parametərə əsaslanır: Axma gərginliyi (τ_0) – mayenin axmağa başlaması üçün tələb olunan minimal gərginlik; Konsistensiya indeksi (K) – mayenin özlülüynü göstərən parametr; Axın indeksi (n) – mayenin qeyri-nyuton davranışını göstərir. HB modeli aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$\tau = \tau_y + K\dot{\gamma}^n \quad (3)$$

Burada: τ – sürüşmə gərginliyi, τ_y – axma gərginliyi, K – konsistensiya indeksi, $\dot{\gamma}$ – sürüşmə sürəti, n – axın indeksi [15].

HB modelinə görə, maye ilkin axma gərginliyini keçdikdən sonra axmağa başlayır. Bingham plastik modelindən fərqli olaraq, HB modeli qeyri-xətti davranışı göstərə bilir və n-nin dəyərinə görə kəsmə gərginliyi ilə kəsmə sürəti arasındakı əlaqəni təsvir edir. Bununla yanaşı bu modelin tətbiq sahəsinə bəzi məhdudiyyətləri var. HB (Herschel-Bulkley) modeli yüksək dərəcədə mürəkkəb mayələrin, məsələn, viskoelastik mayələrin, çoxfazlı sistemlərin və ya zamanla dəyişən xassələrə malik materialların (məsələn, tiksotropik və ya reopektik materiallar) davranışını təsvir etməkdə çətinlik çəkir. Heterogen strukturlu mayələr, məsələn, hissəciklərlə yüklənmiş suspenziya və ya emulsiyalar bu model tərəfindən dəqiq əks olunmaya bilər. Eyni zamanda HB modeli sırf özlü davranışı nəzərdə tutur, yəni bəzi qeyri-Nyuton mayələrində müşahidə olunan elastik effektləri təsvir edə bilməz. HB modelində axma sərhədi (τ_y) sabit olaraq qəbul edilir, lakin bəzi materiallarda axma sərhədi kəsilmə sürətindən və ya temperatur və yaşlanma kimi digər şərtlərdən asılı ola bilər. Model, material parametrlərinə (τ_y , K və n) temperaturun təsirini daxili olaraq nəzərə almır. Realda tətbiqlər tez-tez temperaturdan asılı modellərlə uyğunlaşdırma və ya dəyişikliklər tələb edir [16].

Qüvvət qanunu modeli (Ostvald de Vale): Bu model axın zamanı özlülüynün azalması (mayələşmə) və ya artması (qalınlaşma) davranışını təsvir edir, yəni özlülük axın sürətinə görə azalır və ya artır. Bu modeli tətbiq etmək üçün iki parametrdən — konsistensiya indeksi və axıcılıq indeksindən istifadə olunur. Bu parametrlər özlülüynün sürüşmə altında necə dəyişdiyini göstərir. Bir çox neft emulsiyaları, xüsusilə aşağı gərginlikli mühitlərdə, bu modelə uyğun gəlir [17].

$$\tau = mK\dot{\gamma}^n \quad (4)$$

Quemada modeli qeyri-yuton mayələrinin reoloji xassələrini təsvir etmək üçün istifadə olunan yarı empirik bir modeldir. Bu model əsasən dispers sistemlər (süspenziyalar, emulsiyalar və digər heterogen mayələr) üçün nəzərdə tutulub və mayenin özlülüynü ilə hissəciklərin qatılığı arasındakı əlaqəni təsvir edir. Quemada modeli aşağıdakı kimi təsvir edilir:

$$\eta_r = \left(1 - \frac{\phi}{\phi_m}\right)^{-2} \quad (5)$$

Burada: η_r nisbi özlülük, ϕ dispers fazanın həcm fraksiyası (partikulların həcm qatılığı), ϕ_m maksimum həcm fraksiyasıdır (sistem daxilində hissəciklərin ən sıx qablaşdırılması). Bu model dispers fazanın konsentrasiyasının artması ilə özlülüynün kəskin artımını təsvir edərək sistem daxilində dispers fazanın mikroquruluşunu sadə şəkildə nəzərə alır. Modelin əsas üstünlüyü hissəciyin qatılığının özlülüyə təsirini yaxşı təsvir edir, parametrləri aydın və fiziki baxımdan mənalıdır. Əsas məhdudiyyətləri sistem daxilində hissəciklərin qeyri-sferik formalarını və qarşılıqlı təsirlərini nəzərə almır [18].

Kasson modeli, müəyyən viskoelastik və plastik davranışlı mayələrin axın xüsusiyyətlərini təsvir etmək üçün istifadə olunan reoloji modellərdən biridir. Bu model əsasən dispers sistemlər, məsələn, boya, şokolad, mürəkkəb və bəzi qeyri-nyuton mayələrinin davranışını təsvir etməkdə effektivdir.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_y} + \sqrt{\eta_p \dot{\gamma}} \quad (6)$$

Burada: τ axın gərginliyi, τ_y Casson gərginliyi, η_p Casson plastik özlülüyü, $\dot{\gamma}$ Kəsilmə sürətidir. Modelin əsas üstünlüyü həm elastik, həm də plastik davranışın təsvirinə imkan verir, axma limitinin (τ_y) təsviri ilə real şəraitlərdəki davranışları daha yaxşı modelləşdirir. Əsas məhdudiyyətləri sadələşdirilmiş bir model olduğundan, çox fazalı və ya struktur dəyişikliyi olan sistemlər üçün tətbiqi məhduddur, eyni zamanda aşağı kəsilmə sürəti rejimində bəzi qeyri-dəqiqliklər müşahidə edilə bilər [19].

Şulman modeli neft sənayesində neft-su emulsiyalarının xüsusiyyətlərini proqnozlaşdırmaq üçün istifadə edilir. Bu modeldə emulsiyanın struktur sabitliyi, fazaların ayrılması və reologiyası bu model vasitəsilə təhlil olunur.

$$\tau^m = \tau_c^m + \eta_c^n \dot{\gamma}^n \quad (7)$$

Şulman modelinin konkret tətbiqi üçün, emulsiyanın tərkibi və proses şərtləri (temperatur, təzyiq, sulu fazanın duzluluğu və s.) haqqında ətraflı məlumat lazımdır. Belə yanaşma neftin daşınması, emalı və emulsiya stabilizatorlarının seçilməsi prosesində mühüm rol oynayır [20].

Nəticə. Muradxanlı və Suraxanı neft yataqlarının ağır neft emulsiyalarının realoji davranışlarının tədqiqi və onların realoji modellərinin qurulması həm elmi, həm də sənaye baxımdan çox aktualdır. Bu tipli emulsiyalar yüksək özlülüyə malik olduqlarından onların boru kəməri ilə nəqli çətinləşir. Bu prosesdə onların davranışını proqnozlaşdırmaq üçün dəqiq realoji modellər tələb olunur ki, modelin qurulması, enerji sərfinin azaldılması və nəql prosesinin effektivliyini artırmaq üçün açar vasitəyə çevrilir. Ağır neft emulsiyalarının özlülüynün təyin edilməsi adətən bir başa təcrübələr nəticəsində təyin edilir, belə ki bu halda additiv qanun keçərli deyildir. Bu səbədən, özlülük üçün kifayət qədər riyazi ifadənin tapılması sonrakı emulsiyanın emalı proseslərini asanlaşdırmağa, daha yaxşı idarəetmə strategiyasının qurmağa imkan yaradır.

Məqalənin əsas hissəində də qeyd olunduğu kimi, ağır neft emulsiyalarının realoji davranışını öyrənmək üçün müxtəlif realoji modellər tətbiq edilir: Nyuton modelləri sadə axın davranışını izah etmək üçün, Herşel-Balkley və Binqham plastik modelləri qeyri-xətti realoji xassələri təsvir etmək üçün, Quemada və Şulman modelləri isə mürəkkəb strukturlu emulsiyaların özünəməxsus xüsusiyyətlərini təhlil etmək üçün geniş istifadə olunur.

Bu modellərin istifadəsi, xüsusilə, boru kəmərlərinin dizaynında, ağır neftin nəqli zamanı enerji sərfiyyatının azaldılmasında və avadanlıqların istismar müddətinin artırılmasında effektivdir. Bununla yanaşı, yüksək həssaslığa malik modellərin yaradılması, mikrostrukturun təsirlərini daha dəqiq əks etdirmək və dəyişən əməliyyat şəraitlərini nəzərə almaqla proseslərin daha da optimallaşdırılmasına kömək edir. Realoji modellərin tətbiqi yalnız iqtisadi və texnoloji üstünlüklər deyil, həm də ekoloji problemlərin həlli baxımından əhəmiyyətlidir.

Bu tədqiqatın nəticələri göstərir ki, mövcud realoji modellərin tətbiqində bəzi məhdudiyyətlər olsa da, onların təkmilləşdirilməsi və yeni modellərin hazırlanması, ağır neft emulsiyalarının sənayedə daha effektiv istifadəsinə şərait yaradacaqdır. Nəticə etibarilə, realoji modellərin inkişafı həm iqtisadi, həm də elmi baxımdan neft sənayesinin irəliləyişinə mühüm töhfə verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Farid Souas. A review on the rheology of heavy crude oil for pipeline transportation / Abdelhamid Safri, Abdelbaki Benmounah // Petroleum Research, - 2021, Volume 6, - p. 116-136
2. Sudad Al-Obaidi. Investigation of Rheological Properties of Heavy Oil Deposits // International Journal of Scientific & Technology Research. - September 2019, Volume 01, - p. 2394-2397
3. V.I. Kerimli, Manaf Rizvan Manafov, Fatma Rashid Shikhiyeva, S.R. Rasulov. Evolution of the distribution function of drops in an oil emulsion // Azerbaijan Chemical Journal, 2023, No3, pp. 61-69
4. Rafael Martínez-Palou, María de Lourdes Mosqueira, Beatriz Zapata-Rendón. Transportation of heavy and extra-heavy crude oil by pipeline: A review // Journal of Petroleum Science and Engineering. - January 2011, Volume 75, - p. 274-282

5. Lorena A. dos Santos, Daniel da C. Ribeiro. Heavy oil transportation through steam heating: An analytical and numerical approach // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. - Dember 2020, Volume 195
6. И.Р. Юшков, Г.П. Хижняк, П.Ю. Илюшин. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторожденийю. – Пермь. – 2013. – с. 219
7. Holm Altenbach, Julius Kaplunov, Hongbing Lu, Masayuki Nakada. *Advances in Mechanics of Time-Dependent Materials*. - March 2023, p. 247
8. Maitreya Mohan Sahoo, Bhatu Kumar Pal. Geological modelling of a deposit and application using Surpac // *Journal of Mines Metals and Fuels*. - July 2017, Volume 195, - pp. 417-422
9. Г.И. Келбалиев, С.Р. Расулов, Д.Б. Тагиев, Г.Р. Мустафаева «Механика и реология нефтяных дисперсных систем». // Москва «Маска», - 2017, 462 с.
10. Г.И.Келбалиев, Д.Б.Тагиев, С.Р.Расу-лов. Реология неньютоновских нефтей. // Москва, - 2022, 600 с.
11. Fatma Rashid Shikhieva, Vafa Imran Karimli, Manaf Rizvan Manafov. Rheology of a heavy crude oil // *Journal of young researcher*. - November 2023, Volume 3, - pp. 20-28
12. G.I.Kelbaliev, D.B.Tagiyev, M.R.Manafov. Crude Oil - Emerging Downstream Proces-sing Technologies // *Rheology of heavy oils*. - 2022, 288 p.
13. M. Jabbari, R. Bulatova, A.I.Y. Tok, C.R.H. Bahl, E. Mitsoulis, J.H. Hattel. Ceramic tape casting: A review of current methods and trends with emphasis on rheological behaviour and flow analysis // *Materials Science and Engineering*. -2016, pp. 39 – 61
14. Vafa Imran Karimli, Fatma Rashid Shikhieva. Structure Formation In Oil Dispersed Media // *Journal Of Young Researcher*, 2024, № 3, pp. 20-26
15. Boyun Guo. *Applied Well Cementing Engineering*. – 2021, 621 p.
16. Elie Magnon, Eric Cayeux. Precise Method to Estimate the Herschel-Bulkley Parameters from Pipe Rheometer Measurements. // *Fluids*. – 2021, pp. 1-14.
17. Jian Zhang and Jing-Yu Xu. Rheological behaviour of oil and water emulsions and their flow characterization in horizontal pipes // *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. - 2016, Volume 94, - pp. 324-331
18. Bill Rehm, Arash Haghshenas, Amir Paknejad, Abdullah Al-Yami, Jim Hughes, Jerome Schubert. Underbalanced Drilling: Limits and Extremes // -2012, 629 p.
19. Rajinder Pal. New generalized viscosity model for non-colloidal suspensions and emulsions // *Fluids*. – 2020, Volume 5, pp. 1-28
20. Е. А. Кирсанов, Ю. Н. Тимошин. Неньютоновское течение структурированных систем. V. Возможность универсального реологического уравнения // *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. – 2013, Вып. 3, С. 35—44
21. Mykhaylo Myslyuk, Yurii Salyzhyn. The Evaluation of Rheological Parameters of non-Newtonian Fluids by Rotational Viscosimetry // *Applied Rheology*. – 2012, Volume 22, pp. 1-7
22. Gudrat Isfandiyar Kelbaliev, Manaf Rizvan Manafov, Fatma Rashid Shikhieva. Rheology of a Viscous-Plastic Liquid in a Porous Medium // *Open Journal of Fluid Dynamics/* - 2023, Volume 22, pp. 16 – 31
23. G. I. Kelbaliev, D. B. Tagiev, S. R. Rasulov, M. R. Manafov. Structurization and effective viscosity of a non-newtonian oil // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, Vol. 96, No. 1, pp. 55-63
24. G. I. Kelbaliev, D. B. Tagiev, M. R. Manafov. Rheology of Structured Oil Emulsion // Chapter - July 2020
25. Gefei Liu. *Applied Well Cementing Engineering* – 2021, 623 p.
26. M. Jabbari, R. Bulatova, E. Mitsoulis. Ceramic tape casting: A review of current methods and trends with emphasis on rheological behaviour and flow analysis // *Materials Science and Engineering*, 2016, pp. 39-61
27. Robert J. Poole. Inelastic and flow-type parameter models for non-Newtonian fluids // *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 2023, pp. 1-13

28. Keivan Kaveh, Andreas Malcherek. Enhancing non-newtonian fluid modeling: A novel extension of the cross flow curve model // Journal of Hydro-environment Research, 2023, pp. 17-27
29. Dominique Langevin. Motion of small bubbles and drops in viscoelastic fluids // Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2022, V.57, pp. 1-12

УДК 373

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ И ПОДГОТОВКЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭМУЛЬСИЙ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ

М.Р.Манафов, Х.Т. Алиева, Ф.Р. Шихиева

Министерство науки и образования Азербайджанской Республики, Институт катализа и неорганической химии имени академика М. Нагиева

hacar558@gmail.com

Резюме. Тяжелые нефтяные эмульсии обладают высокой вязкостью и сложной структурой, что создает серьезные проблемы в широком спектре технологических процессов, особенно при транспортировке и переработке нефти. Поэтому для решения возникающих в нефтяной промышленности трудностей построение их реологической модели считается важной задачей. Этот процесс, в основном, направлен на оптимизации работы эмульсий. Как известно, тяжелые нефтяные эмульсии обладают нелинейными реологическими свойствами, являясь неньютоновскими жидкостями. Их свойства, такие как текучесть и вязкость, зависят от влияния температуры, давления и эмульгаторов. Изучение этих свойств позволяет создать оптимальную реологическую модель. Благодаря точным реологическим моделям можно оптимизировать работу оборудования, снизить эрозию и минимизировать воздействие на окружающую среду. Построение реологической модели тяжелых нефтяных эмульсий не только повышает экономическую и экологическую эффективность, но и служит углублению научных знаний. Поскольку нефть, перерабатываемая на месторождениях Мурдаханлы и Сураханы, также относится к тяжелым нефтяным эмульсиям, это актуально как для оптимизации добычи и транспортировки в нефтяной промышленности, так и для расширения научных исследований. В статье изложены методы определения параметров существующих моделей и области их применения. Подчеркиваются преимущества использования этих моделей при транспортировке и переработке тяжелой нефти, а также их недостатки. Также рассматриваются преимущества разработки новых моделей путём сравнения областей применения и ограничений существующих моделей.

Ключевые слова: нефтяные эмульсии, реологические модели, неньютоновские жидкости

UDC 373

MODERN APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF RHEOLOGICAL MODELS OF HEAVY OIL EMULSIONS

Manaf Rizvan Manafov, Hajar Tahir Aliyeva, Fatma Rashid Shikhieva

Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after academician M.F.Nagiyev

hacar558@gmail.com

Summary. Heavy oil emulsions have high viscosity and complex structure, which creates serious problems in a wide range of technological processes, especially in the transportation and oil processing. Therefore, in order to solve the difficulties arising in the oil industry, to build their rheological model is considered an important issue. This process is mainly intended to optimize the operation of emulsions. As is known, heavy oil emulsions have nonlinear rheological properties as non-Newtonian fluids. Their properties such as fluidity and viscosity depend on the effect of temperature, pressure and emulsifiers. Studying these properties allows creating an optimal

rheological model. Through accurate rheological models, it is possible to optimize the operation of equipment, reduce erosion and minimize the impact on the environment. Building a rheological model of heavy oil emulsions not only increases economic and environmental efficiency, but also serves to deepen scientific knowledge. As the oil processed in the Murdakhanli and Surakhani oil fields also applies to heavy oil emulsions, it is actual both for optimizing production and transportation in the oil industry and expanding scientific research. The article explains the methods for determining the parameters of existing models and their application spheres. The advantages of using these models in heavy oil transportation and processing are emphasized, while their shortcomings are also shown. It also emphasizes the advantages of developing new models through comparing the application areas and limitations of existing models.

Keywords - oil emulsions, rheological models, non-Newtonian fluids

Redaksiyaya daxilolma: 15.09.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



ELEKTRO-HİDRAVLİK ASMA SİSTEMİ İLƏ TƏCHİZ OLUNMUŞ TRAKTORLARDADARTI GÜCÜNDƏN İSTİFADƏ SƏMƏRƏLİLİYİNƏ TƏSİR EDƏN AMİLLƏRİN TƏHLİLİ

Elcan Elçin oğlu Abbasov

eljanabbasov020@gmail.com

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti PHŞ

Xülasə. Məqalədə traktorun hidravlik asma sisteminin kənd təsərrüfatı işlərinin yerinə yitirilməsində əhəmiyyəti və elektro-hidravlik asma sisteminin tətbiqi zərurətinin formalaşması qeyd olunmuşdur. Mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik qaldırıcı-cılarda dartı qüvvəsinə nəzarət sisteminin işi müqayisəli şəkildə təhlil olunmuşdur. Elektro-hidravlik qaldırıcılarda dartı qüvvəsini nizamlama sistemləri yük nizamlama nöqtəsində hərəkətə ehtiyac olmadan işlədiyindən, yük proqramı sistemlərinin mexaniki-hidravliki kaldırıcı dartı qüvvəsinə nəzarət sistemlərindən daha hassas olduğu müəyyən olunmuşdur. Maşın-traktor aqreqatının tərkibində traktorun dartı səmərəliliyini əsaslandıran hesabat metodikası verilmişdir. Həmçinin dartı gücündən istifadə səmərəliliyi dartı qarmağındakı gücün mühərrik tərəfindən verilən gücə nisbəti kimi də təyin edilə bilər. Burada mühərrik gücü müvafiq ötürmə itkiləri daxil olmaqla təkərə ötürülən güc kimi ifadə edilə bilər. Təkərin fırlanma momenti və sürüşərək fırlanma xüsusiyyətləri təkər ilə torpaq səthi və həmçinin dartı qarmağı arasında uyğunluğun mövcud olması qeyd olunmuşdur. Buna görə də, təkərə ötürülən gücün dəqiq idarə edilməsi vasitəsilə dartı qarmağındakı güc və təkərin sürüşərək fırlanma itkiləri nəzərə alınmaqla dartı gücündən istifadə səmərəliliyi müəyyən oluna bilər.

Açar sözlər: Mexaniki-hidravlik, elektro-hidravlik, dartı gücü, sürüşərək fırlanma, müqavimət, hərəkət sürəti, mexanizm, mühərrik, traktor

Giriş. Traktorun hidravlik asma qurğusu kənd təsərrüfatı maşınlarının işini idarə etmək üçün vacib bir sistem olmaqla yanaşı, güc göstəricilərini, istismar keyfiyyətini, yanacaq sərfiyyatını, işlənmiş qaz qarışıqlarının miqdarını, işləmə səmərəliliyini və s. müəyyən edir. Burada ən əsas aktualıq kəsb edən problem elektro-hidravlik asma sistemi ilə təchiz olunmuş traktorlarda dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin yüksəldilməsidir.

Mövzunun aktuallığı. 1970-ci illərdə traktorların hidravlik asma mexanizminin elektron idarə olunmasını həyata keçirmək üçün elektron texnologiya kənd təsərrüfatı traktorlarında tətbiq olunmağa başlamışdır. Dartı qüvvəsi ilə hərəkət sürəti, becərmə dərinliyi və torpağın müqaviməti kimi əsas göstəricilər arasındakı əlaqəyə əsaslanan riyazi model formalaşdırıldı. Modelin dinamik xüsusiyyətləri öyrənilərək elektro-hidravlik idarə olunan asma sisteminin konstruksiyası əsaslandırılmışdır. Daha sonra BOSCH şirkəti, New Holland və John Deer kimi bəzi məşhur traktor istehsalçıları artıq elektro-hidravlik asma sistemindən torpaq becərmə işlərində özlərinin idarəetmə sistemini hazırlamışlar. Bununlada elektro-hidravlik idarə olunan asma sisteminin istismar texnologiyası daha da təkmilləşdirmişdir. 1990-cı illərdən sonra bəzi tədqiqatçılar elektro-hidravlik idarə olunan asma sisteminin idarəetmə alqoritmində, idarəetmə sisteminin konstruksiyasına, əsas komponentlərin konstruksiyaya tədqiqinə diqqət yetirirlər.

Tədqiqatın məqsədi. Müxtəlif torpaq becərmə texnoloji əməliyyatlarda elektro-hidravlik asma sisteminin tətbiqi ilə traktorların dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin artırılmasına təsir edən amillərin təhlili.

Tədqiqat obyektı. Maşın-traktor aqreqatının tərkibində traktorun dartı gücündən istifadə səmərəliliyini artırmaq üçün elektro-hidravlik asma sisteminin texnoloji imkanları nəzərə alınmaqla iş rejiminin optimallaşdırılması.

Tədqiqat metodları. Müqayisəli təhlil, riyazi hesablama metodikası, nəticələrin təhlili və qiymətləndirilməsi.

Tədqiqatın obyektı və metodları. Dartı qüvvəsinə nəzarət sisteminin işi mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik qaldırıcılarda prensipcə eyni olmasına baxmayaraq, dartı qüvvəsini nizamlanaq üçün istifadə olunan tətbiqlər fərqlidir. Mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik dartı nəzarət sisteminin işi əsas iki şəkildə tətbiq olunur. Birinci tipdə dartı qüvvəsi üç nöqtəli asma sisteminin üst bağlantı nöqtəsində (orta qol / üst bağlantı nöqtəsi) nizamlanarkən, ikinci tipdə alt bağlantı nöqtəsində (alt asqı qolları) nizamlanır. Mexaniki-hidravlik qaldırıcılarda becərilən sahədən tələb olunan dartı qüvvəsi, qüvvənin qiymətinə görə yaylı və ya ona bənzər mexanizmlə qəbul edilərək nəzarət qolu vasitəsi ilə daimi olaraq nəzarət sistemində ötürülür. Elektro-hidravlik qaldırıcılarda, becərilən sahədən tələb olunan dartı qüvvəsinin artımı mexaniki-hidravlik qaldırıcıda yaylı və ya ona bənzər mexanizmin hərəkətini ölçən sensor və ya yükləmə proqramı vasitəsi ilə elektron nəzarət sistemində (ENS) qeyd edilir. ENS-də qiymətləndirildikdən sonra bir başa solenoidlər vasitəsi ilə nəzarət sistemində ötürülür. Yükləmə proqramı əsasında mexaniki dartı qüvvəsi nəzarət sistemi tərəfindən uyğun olaraq üst bağlantı və ya alt bağlantı nöqtəsinə ötürülür. Yüksək dartı gücünə malik traktorlarda alt asma qolu bağlantı nöqtəsinə ötürülməsi prinsipinin tətbiq olunması məqsədə uyğun hesab olunur.

Mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik qaldırıcılar traktorun hidravlik sistemi ilə birlikdə təhlil olunmuş və işləmə prinsipləri əsaslı olaraq öyrənilmişdir [1]. Elektro-hidravlik qaldırıcılarda dartı qüvvəsinin nizamlama sistemlərində tətbiq olunan yük proqramları mexaniki-hidravlik qaldırıcılardan fərqli olaraq yük nizamlama nöqtəsində hərəkətə ehtiyac olmadan işlədiyindən, yük proqramı sistemlərinin mexaniki-hidravliki qaldırıcı dartı qüvvəsi nəzarət sistemlərindən daha hassas olduğu müəyyən olunmuşdur. Uyğun olaraq traktorlarda istifadə olunan asma və qoşma sistemlərindən bəhs edilərkən mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik qaldırıcılar əsaslı şəkildə müqayisə olunmuşdur.

John Deere [2] tərəfindən istifadə olunan dartı qüvvəsi nəzarət sistemində mexaniki dartı qüvvəsi nəzarət sisteminin hərəkətinin sensorun köməkliyi ilə elektrik signalına çevrilməsi və dartı qüvvəsi nəzarət sisteminin bu signala görə hərəkət etməsi prinsipi tətbiq olunmuşdur. Sensor (potansiyometr) ilə sürətli bucaq ölçülməsi aparılaraq dairəvi hərəkət vəziyyətinə gətirilir və ENS-nə ötürülür. Sonda bu tətbiq yük nizamlama proqramına nisbətən daha aşağı səviyyədə olduğuna görə sistemin həssaslığında zəif olur. Ayrılıqda reyaksiya yayı da daxil olmaqla mexaniki sistemin bütün alt hissələrinə nəzarət edir və birgə iş prosesində onun bütün çatışmamazlıqlarını aradan qaldırır.

Hidravlik qaldırıcılar traktorlarda iki əsas vəzifəni yerinə yetirir. Birinci dartı qüvvəsinə nəzarətdir. Bu torpaq becərmə əməliyyatlarında hidravlik qaldırıcının, torpaq becərmə dərinliyi ilə əlaqədar olaraq kənd təsərrüfatı maşınından gələn qüvvəni nəzərə alaraq nizamlanmasını və traktorun dartı gücünə uyğun becərmə dərinliyini dəyişməklə torpaq becərən alətin mühafizə olunmasını əsaslandırır əsas göstəricisidir. İkinci idarəetmə nəzarətidir. Maşın-traktor aqreqatında hidravlik qaldırıcının qaldırma müddəti ərzində istənilən vəziyyətə gətirmə xüsusiyyətidir. Elektro-hidravlik qaldırıcılarda dartı qüvvəsi nəzarəti. Dartı qüvvəsinin artmasına uyğun yük proqramı və ya mexaniki-hidravlik qaldırıcılarda olduğu kimi yay mexanizminin hərəkətini ölçən sensor tərəfindən nizamlanır və ENS-də elektrik signalı olaraq işləndikdən sonra, birbaşa solenoidlər tərəfindən nəzarət edilən sistemə ötürülür[3].

Traktorların kənd təsərrüfatı maşın və alətləri ilə aqreqatlaşmasında istifadə olunan elektro-hidravlik asma sistemi müxtəlif təsir prinsipləri nəzərə alınmaqla dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin artırılmasına imkan verir.

Maşın-traktor aqreqatının tərkibində traktorun dartı gücündən istifadəni əsaslandırır təkərinin dartı səmərəliliyi təkərə ötürülən gücün təkərin çıxış gücünə çevrildiyi səmərəlilikdir. Bu əslində dartı səmərəsizliyinin, sürət (yəni təkərin sürüşərək fırlanması) və dartı itkilərinin (məsələn, müxtəlif torpaq tipləri və ya dartı qüvvəsi paylanması) dəyişməsi nəticəsində diyərlənmə müqavimətinin artması)

ölçüsüdür. Burada hərəkət müqaviməti mövcud dartı gücünün qiymətini azaldır. Bir təkərin dartı səmərəliliyi aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\eta_t = \frac{N_{t.\dot{\sigma}t.}}{N_{t.\dot{\chi}ix.}} \quad (1)$$

Burada: η_t – təkərin dartı səmərəliliyini ifadə edən əmsal;

$N_{t.\dot{\sigma}t.}$ – təkərə ötürülən güc, kVt;

$N_{t.\dot{\chi}ix.}$ – təkərin çıxış gücünə çevrildiyi səmərəli güc, kVt;

Dartı gücündən istifadə səmərəliliyini aşağıdakı kimidə hesablamaq olar.

$$\eta_{d.g} = \frac{N_{q.} \cdot V_f}{N_{\dot{u}m.} \cdot V_n} \quad (2)$$

Burada: $\eta_{d.g}$ – dartı gücündə istifadə səmərəliliyini ifadə edən əmsal;

$N_{q.}$ – qarmaqda yaranan dartı gücü, kVt;

$N_{\dot{u}m.}$ – ümumi dartı gücü, kVt;

V_f – faktiki hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

V_n – nəzəri hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

Dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin artması təkərin dartı fırlanma momenti və sürüşərək fırlanma xüsusiyyətlərindən asılıdır. Lakin bu yanaşma bir təkər üçündür. Ümumi olaraq traktorun dartı səmərəliliyini müəyyən etmək üçün hesablama düsturlarında dəyişiklik tələb olunur[4].

Dartı gücündən istifadə səmərəliliyini aşağıdakı kimi təyin etmək olar.

$$\eta_{d.g} = \frac{N_{q.}}{N_{t.\dot{\sigma}t.}} \quad (3)$$

Burada: $N_{q.}$ – qarmaqda yaranan dartı gücü, kVt;

$N_{t.\dot{\sigma}t.}$ – təkərə ötürülən güc, kVt;

Həmçinin dartı gücündən istifadə səmərəliliyini dartı qarmağındakı gücün mühərrik tərəfindən yaradılan gücə nisbəti kimi də təyin edilə bilər. Burada mühərrik gücü müvafiq ötürmə itkiləri daxil olmaqla təkər ötürülən güc kimi ifadə edilə bilər.

Bunları nəzərə alaraq təkərin dartı gücündən istifadə səmərəliliyini dartı qüvvəsindən asılı olaraq aşağıdakı kimi də hesablamaq olar.

$$\eta_{p_d} = \frac{P_{q.} \cdot r_t \cdot \alpha}{M_{t.}} \quad (4)$$

Burada: η_{p_d} – dartı qüvvəsindən asılı olaraq təkərin dartı gücündən istifadə səmərəliliyini ifadə edən əmsal;

$P_{q.}$ – qarmaqda yaranan dartı qüvvəsi, kN;

r_t – təkərin fırlanma radiusu, m;

α – sürüşərək fırlanma əmsalı;

$M_{t.}$ – təkərlərdə yaranan burucu moment, $N \cdot m$.

Traktorun dartı gücündən istifadə səmərəliliyini hesablamaq üçün alternativ üsul aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\eta_{d.g} = \frac{N_{q.}}{N_{m.}} \quad (5)$$

Burada: $N_{m.}$ – mühərrikdə yaranan gücdür, kVt.

Güc ötürmə səmərəliliyi traktorun güc ötürücü mexanizmləri tərəfindən gücün nə dərəcədə səmərəli istifadə olunduğunun daha ümumi ölçüsüdür və təkərin sürüşərək fırlanma xüsusiyyətlərini nəzərə alır, əlaqəli itkilər dolaylı yolla daxil edilir.

Təkərin fırlanma momenti və sürüşərək fırlanma xüsusiyyətləri təkər ilə torpaq səthi və həmçinin dartı qarmağı arasında uyğunluq mövcuddur. Dartı gücündən istifadə səmərəliliyi təkərin sürüşərək fırlanma xüsusiyyəti ilə əlaqəlidir. Burada maksimum dartı gücündən istifadə səmərəliliyi adətən təkərin sürüşərək fırlanma xüsusiyyətinin müəyyən torpaq/səth növü üçün minimum olduğu və əksinə, dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin minimum, sürüşərək fırlanma xüsusiyyətinin ən yüksək olduğu istismar şəraiti üçün qəbul edilir[5].

Təkərin sürüşərək fırlanma əmsalı aşağıdakı kimi müəyyən edilir.

$$S = \left(1 - \frac{V_f}{V_n}\right) \cdot 100 \quad (6)$$

Burada: S–sürüşərək fırlanma əmsalının qiyməti, %-lə;

V_f –faktiki hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

V_n –nəzəri hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

Təkərin sürüşərək fırlanması təkərlə torpaq səthi arasında baş verən dartı fırlanma hərəkəti zamanı torpaq gərginliyinin yüksəlməsi nəticəsində hərəkət itkisinin ölçüsüdür. Bu zaman traktorun irəli hərəkətində təkərin fırlanma dövrlər sayı əsasən göstərilən irəli hərəkət sürətindən az olur.

Hərəkətin azalmasını nəzərə alan əmsal aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\eta_{h.az.} = 1 - \frac{V_f}{V_n} \quad (7)$$

Burada: $\eta_{h.az.}$ – hərəkətin azalmasını nəzərə alan əmsal;

V_f –faktiki hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

V_n –nəzəri hərəkət sürəti, $m \cdot san.^{-1}$;

Nəticə

Kənd təsərrüfatı maşınının dartı müqavimətinin mövcud mühərrik gücünə düzgün uyğunlaşdırılması elektro-hidravlik qaldırıcılarda dartı qüvvəsinə nəzarət sistemi vasitəsilə işçi sürətini artırarkən dartı gücündən istifadə səmərəliliyi qorunub saxlanıla bilər. Buna görə də, təkərə ötürülən gücün dəqiq idarə edilməsi vasitəsilə dartı qarmağındakı güc və təkərin sürüşərək fırlanma itkiləri nəzərə alınmaqla dartı gücündən istifadə səmərəliliyi müəyyən olunur. Lakin bütün bunlarla yanaşı müəyyən bir sahədə dartı gücündən istifadə səmərəliliyini idarə etmək üçün torpaq üzərində maşın-traktor aqreqatının hərəkətinin dinamik xüsusiyyətlərini, səthin nahamarlılığı və qeyri-bərabərliyi kimi göstəricilər nəzərə alınmalıdır.

Tədqiqat işinin elmi yeniliyi. Mexaniki-hidravlik və elektro-hidravlik asma sistemləri müqayisəli təhlil olunaraq maşın-traktor aqreqatının tərkibində traktorun dartı gücündən istifadə səmərəliliyini əsaslandıran göstəricilərin hesablanma metodikası işlənmişdir.

Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti. Kənd təsərrüfatı işlərinin yerinə yetirilmə-sində elektro-hidravlik asma sistemlərindən istifadəyə əsaslanaraq, texnoloji proseslərin idarə olunması ilə dartı gücündən istifadə səmərəliliyinin təmin olunmasında müxtəlif göstəricilərin təsirinin nəzərə alınması müəyyən olunmuşdur.

Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi. Aparılmış təhlillər, elektro-hidravlik asma sisteminin tətbiqi üstünlükləri, traktorun dartı gücündən istifadə səmərəliliyini əsaslandıran göstəricilərin hesablanma metodikası istismar keyfiyyətini, yanacaq sərfiyyatını, işləmə səmərəliliyini əsaslandırır.

ƏDƏBİYYAT

1. Al-Jalil, H.F., Khdaif, A., and Mukahal, W. 2001. Design and performance of an adjustable three-point hitch dynamometer. *Soil and Tillage Research*, 62, 153–156.
2. Anonim (2006). J.Deere TM2198 Teknik Servis Kataloğu, Basım yer, Litho, USA.
3. H. Lift, *Hydraulik in der Landtechnik*, Würzburg, Germany, 1992.
4. Строк Е. Я. , Бельчик Л. Д., Ананчиков А. А., Александрова Т. Л. «Выбор структуры и параметров цифрового электрогидравлического привода навесного устройства» / Е. Я. Строк, Л. Д. Бельчик, А. А. Ананчиков, Т. Л. Александрова // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С. Н. Поддубко (пред.) [и др.]. – 2020. – С. 129–134.
5. Хмелев, В. Н. Ультразвук. Аппараты и технологии / В. Н. Хмелев [и др.] – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. – 687 с.

УДК 631.372.012

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЯГОВОЙ МОЩНОСТИ ТРАКТОРОВ, ОСНАЩЕННЫХ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НАВЕСКИ

Эльджан Эльчин оглу Аббасов

eljanabbasov020@gmail.com

Азербайджанский государственный аграрный университет РЮЛ

Резюме. В статье рассматривается значение гидравлической подвески трактора в сельскохозяйственных работах и необходимость применения электро-гидравлической подвески. Проведен сравнительный анализ работы системы управления тягой в гидромеханических и электрогидравлических подъемниках. Поскольку системы управления тягой в электро-гидравлических подъемниках работают без необходимости перемещения в точке регулирования нагрузки, установлено, что системы управления нагрузкой более чувствительны, чем системы управления тягой в гидромеханических подъемниках. Представлена методика расчета тяговой эффективности трактора в составе машинно-тракторного агрегата. Эффективность использования тяговой мощности может быть также определена как отношение мощности на сцепном устройстве к мощности, развиваемой двигателем. При этом мощность двигателя может быть выражена как мощность, передаваемая на колесо, с учетом соответствующих потерь в трансмиссии. Отмечено, что характеристики крутящего момента и скольжения колеса должны быть совместимы с поверхностью земли и тяговым устройством. Таким образом, точно контролируя мощность, передаваемую на колесо, можно определить эффективность использования тяговой мощности с учетом мощности на сцепном устройстве и потерь на скольжение колеса.

Ключевые слова: Механико-гидравлический, электро-гидравлический, тяговое усилие, скольжение, вращение, сопротивление, скорость движения, механизм, двигатель, трактор

UDC 631.372.012

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF TRACTOR TRACTION POWER EQUIPPED WITH AN ELECTROHYDRAULIC HITCH SYSTEM

Eljan Elchin oglu Abbasov

eljanabbasov020@gmail.com

Azerbaijan State Agrarian University, PLE

Summary. This article examines the importance of hydraulic tractor suspension in agricultural work and the need for electro-hydraulic suspension. A comparative analysis of traction control systems in hydromechanical and electro-hydraulic lifts is provided. Since traction control systems in electro-hydraulic lifts operate without the need for movement at the load control point, it has been established that load control systems are more sensitive than traction control systems in hydromechanical lifts. A method for calculating the traction efficiency of a tractor as part of a machine-tractor unit is presented. Traction power efficiency can also be defined as the ratio of the power available at the drawbar to the power developed by the engine. Engine power can also be expressed as the power transmitted to the wheel, taking into account the corresponding transmission losses. It is noted that the torque and wheel slip characteristics must be compatible with the ground surface and the drawbar. Thus, by precisely controlling the power transmitted to the wheel, it is possible to determine the efficiency of traction power use, taking into account the power on the coupling device and wheel slip losses.

Key words: Mechanical-hydraulic, electro-hydraulic, traction force, sliding, rotation, resistance, speed, mechanism, engine, tractor

Redaksiyaya daxil olma: 25.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



HEYVARLIQ BİNALARININ QIZDIRILMASINDA İSTİLİK NASOSLARININ TƏTBİQİ

¹Rövşən Mustafa oğlu Hacıyev, ²Nurlan Ülvi oğlu Nəcəfli

¹Azərbaycan Texnologiya Universiteti

²Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

¹rovshanhajiyev@mail.ru, ²najafninurlan@gmail.com

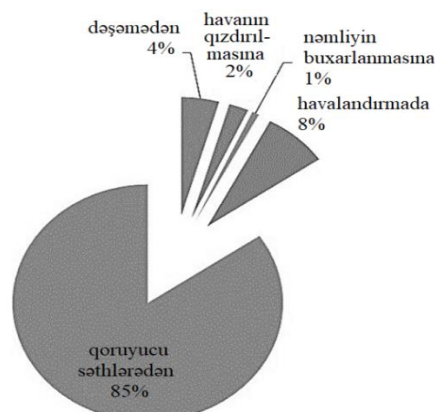
Xülasə. Məqalədə heyvandarlıq binalarının qızdırılma üsulları və istilik itkisinin təhlili ilə bağlı məlumatlar verilmişdir. Enerjiyə qənaətin ən perspektivli istiqamətlərindən biri istilik nasoslarının tətbiqidir. İstilik nasosunun elektrik enerjisini istiliyə çevirmə əmsalı - yəni enerjiyə qənaət effektivliyini xarakterizə edən göstərici 1,3 olmuşdur (maksimum qiymət 3...4-ə çatı bilər). Bu nəticə qurğunun enerjiyə qənaət potensialını və istilik təminatında istifadəsinin səmərəliliyini təsdiqləyir. Mövcud metodikaya əsasən aparılmış ilkin texniki-iqtisadi hesablamalar göstərmişdir ki, hətta əlverişsiz şəraitdə belə istilik nasosunun qış mövsümündə tətbiqi iqtisadi cəhətdən sərfəlidir, çünki heyvandarlıq binasının qızdırılması sisteminə düşən xərclərin bir hissəsini azaltmağa imkan verməsi qeyd edilmişdi. İstilik bərpa avadanlığının istifadəsinin üstünlükləri təqdim olunmuş və nəticə çıxarılmışdır.

Açar sözlər: istilik utilizasiyası, mikroiqlim, heyvandarlıq binaları, istilik nasoslari, çevirmə əmsalı, enerjiyə qənaət.

Giriş. Heyvandarlıqda texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi enerji sərfiyyatının artmasına və bu sahəyə aid müəssisələrin enerji təchizatının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına ehtiyac yaradır. Qaz və elektrik enerjisində tələbat sürətlə artır: onların enerji balansındakı payı son onilliklə müqayisədə 1,5 dəfədən çox yüksəlmişdir [1].

Əgər nəzərə alsaq ki, heyvandarlıqda istehlak olunan enerjinin üçdə biri optimal mikroiqlim şəraitinin yaradılmasına sərf olunur və enerji resurslarının qiyməti daim artır, bu halda təsərrüfat binalarının daha qənaətcil və enerjiyə qənaət edən qızdırma üsullarının axtarışı problemi ortaya çıxır [2].

Aşağıda göstərilən qış dövrünə aid heyvandarlıq binasının istilik balansının hesablanması və istilik itkilərinin təhlilindən (şəkil 1) göründüyü kimi, istiliyin 8%-i havalandırmaya sərf olunur. Bu, əsasən ventilyatorlar vasitəsilə çıxarılan isti və çirkənlənmiş havanın, adətən, təkrar istifadə edilməməsi ilə əlaqədardır.



Şəkil 1. Qış dövründə heyvandarlıq binalarında istilik itkisini təşkil edən amillər.

Hazırda heyvandarlıq binalarında optimal temperatur və nəmlik rejimini qorumaq üçün kifayət qədər regenerativ və rekuperativ istilikutilizatorları hazırlanmışdır. Bunlara “Aqrovent”, “PVU”, “RTM” və digər qurğular aiddir. Bu avadanlıqların istifadəsinin bir sıra üstünlükləri olsa da, onların müəyyən çatışmazlıqları da mövcuddur – geri qaytarılan istiliyin payının az olması və istismar müddətinin nisbətən qısa olması [3].

Enerjiyə qənaətin ən perspektivli istiqamətlərindən biri istilik nasoslarının tətbiqidir. Bu qurğular istilikutilizatorlarının çatışmazlıqları yoxdur və artezian quyularının, torpağın və heyvandarlıq binalarından çıxarılan isti havanın aşağı potensial istiliyini səmərəli şəkildə istifadə edirlər [4].

Bir sıra Şimali Avropa ölkələrində, həmçinin ABŞ və Kanadada istilik nasosları sosial və mədəni-məişət təyinatlı binaların qızdırılmasında istifadə olunur. Araşdırmalar göstərmişdir ki, xarici havanın temperaturu azaldıqca istilik nasoslarının səmərəliliyi artır [5, 6]. Lakin elmi ədəbiyyatda istilik nasoslarının heyvandarlıq və quşçuluq sahəsində tətbiqi haqqında məlumatlar mövcud deyil.

Şimal enliklərində, atmosfer havasının temperaturu aşağı olduqda, yalnız heyvanların ifraz etdiyi istiliklə binalarda optimal temperaturu saxlamaq mümkün olmur. Buna görə də istilik çatışmazlığını aradan qaldırmaq üçün əlavə qızdırıcı qurğuların tətbiqi zəruri olur.

XX əsrin sonuna qədər istilik nasosları əsasən neft yataqlarının işlənməsi və ağır sənaye sahələrində istifadə edilirdi. Bunun əsas səbəbi istilik nasoslarında istifadə olunan soyuducu maddələrin (xladagentlərin) müəyyən çatışmazlıqları idi ki, bu da hasil edilən istilik enerjisinin miqdarını azaldırdı. Hazırda bu sahədə istifadə üçün uyğun xladagentlərin çeşidi genişlənməmişdir, bu isə istilik nasoslarının kənd təsərrüfatında, o cümlədən heyvandarlıq müəssisələrində də tətbiqinə imkan vermişdir.

Tədqiqatın məqsədi. Bu səbəbdən aparılmış tədqiqatların məqsədi - “hava-hava” tipli istilik nasoslarının əsas parametrlərinin müəyyən edilməsi və onların buzov tövlələrində (cavan mal-qara saxlanılan binada) havanın utilizasiyası üçün tətbiqidir.

Tədqiqatın metodikası. İstilik nasosunun əsas parametrlərinə aşağıdakılar daxildir:

- çevirmə əmsalı (enerji çevrilmə effektivliyi),
- buxarlandırıcıya verilən daxili havanın temperaturu,
- kondensatora daxil olan xarici havanın temperaturu,
- həmçinin kondensatordan və buxarlandırıcıdan çıxan havanın temperatur göstəriciləri [7].

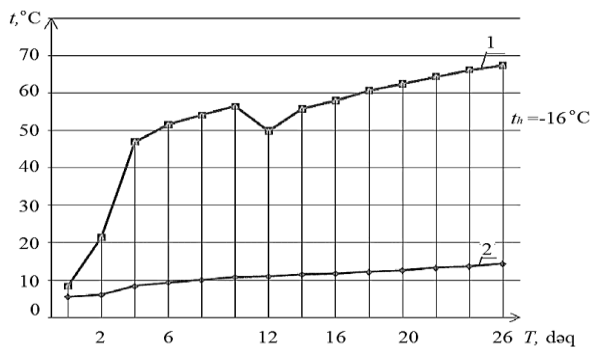
Tədqiqatlar üçün 15,5 kVt gücündə “hava-hava” tipli PH-060 5GC seriyalı istilik nasosu, temperatur ölçmə dəqiqliyi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ və nisbi nəmlik xətası $\pm 1\%$ olan rəqəmsal termo-hiqrometrlər (İBA-6), həmçinin temperatur ölçmə dəqiqliyi $\pm 1^{\circ}\text{C}$ olan rəqəmsal “IN-OUTDOOR” termometrləri istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın müzakirəsi və təhlili. Laboratoriya şəraitində istilik nasosu qurğusunda aparılan təcrübə nəticəsində kondensatorun temperaturunun və binadakı havanın temperaturunun zamanla dəyişməsi müəyyən edilmişdir (ətraf mühitin temperaturu 16°C olmuşdur) (şəkil 2).

Şəkil 2-nin təhlili göstərir ki, istilik nasosu 105 m^3 həcmi olan binanın havasının temperaturunu HTII 1-77SX normaya uyğun olaraq 12°C -ə qədər 14 dəqiqə ərzində yüksəlir. Kondensator isə qurğunun səmərəli işləməsi üçün tələb olunan temperatura qədər 6 dəqiqə ərzində qızmışdır.

İşin başlanmasından 12 dəqiqə sonra binaya xarici hava daxil edilmiş və bu zaman kondensatorun temperaturu kəskin şəkildə azalmışdır, lakin binadakı havanın temperaturunda ciddi dəyişiklik müşahidə olunmamışdır.

Bu fakt göstərir ki, qızdırıcı sistemin resirkulyasiya olunan havasına xarici havanın əlavə edilməsi mikroiqlim göstəricilərində minimal dəyişikliklə həyata keçirilə bilər. Qurğunun işləməsinin 16-cı dəqiqəsindən etibarən 10 dəqiqə ərzində istilik nasosu buxarlandırıcını əvvəlki temperatura qədər qızdırmışdır, bu da avadanlığın yüksək iş səmərəliliyini göstərir.

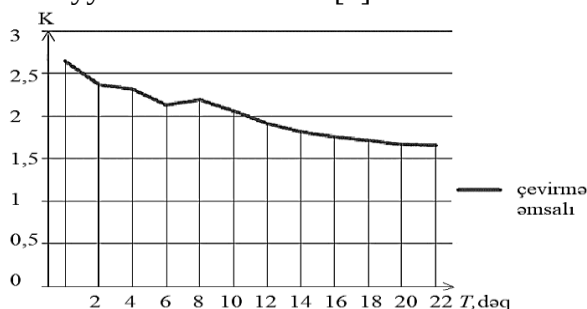


Şəkil 2. İstilik nasosunun buxarlandırıcısının temperaturundan asılı olaraq binanın temperaturunun dəyişməsi:

1 – kondensatorun temperaturu; 2 – binanın (daxili) temperaturu

İstilik nasosunun elektrik enerjisini istiliyə çevirmə əmsalı - yəni enerjiyə qənaət effektivliyini xarakterizə edən göstərici (şəkil 3) 1,3 olmuşdur (maksimum qiymət 3...4-ə çata bilər). Bu nəticə qurğunun enerjiyə qənaət potensialını və istilik təminatında istifadəsinin səmərəliliyini təsdiqləyir [1, 8].

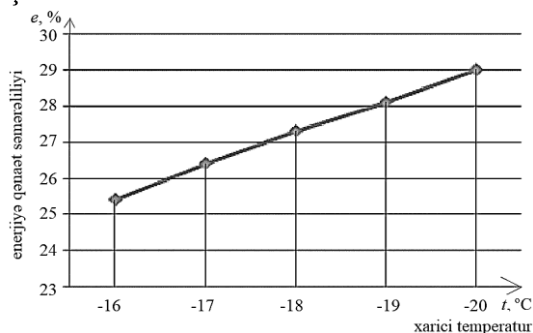
Şəkil 3-də qurğunun işə salındığı 2-ci nöqtədən etibarən çevirmə əmsalının dəyişmə qrafiki göstərilmişdir. Qrafikin təhlilindən görünür ki, istilik nasosunun iş rejiminə daxil olması üçün ilkin mərhələdə daha yüksək çevrilmə gücü tələb olunur. Bunun nəticəsində buxarlandırıcı və kondensator arasındakı temperatur fərqi də əhəmiyyətli dərəcədə artır [9].



Şəkil 3. İstilik nasosunun işləmə vaxtından asılı olaraq çevirmə əmsalının dəyişməsi

Şəkil 3-də qurğunun işə salındığı 2-ci nöqtədən etibarən çevirmə əmsalının dəyişmə qrafiki göstərilmişdir. Qrafikin təhlilindən görünür ki, istilik nasosunun iş rejiminə daxil olması üçün ilkin mərhələdə daha yüksək çevrilmə gücü tələb olunur. Bunun nəticəsində buxarlandırıcı və kondensator arasındakı temperatur fərqi də əhəmiyyətli dərəcədə artır [9].

Şəkil 4-də enerjiyə qənaət effektivliyinin xarici havanın temperaturundan asılılığı göstərilmişdir. Xarici havanın temperaturu -16°C -dən -20°C -yə qədər dəyişdirildikdə, istilik nasosunun enerji qənaəti göstəriciləri də uyğun şəkildə dəyişir.



Şəkil 4. Enerjiyə qənaət effektivliyinin xarici havanın temperaturundan asılılığı.

Nəticə. İstifadə olunan istilik nasosunun işçi diapazonunun yuxarı sərhədi -20°C təşkil edir, çünki bu temperaturda istilik nasosunda istifadə olunan R22 xladagenti qaynamağa başlayır. Buna görə də, bu binada maksimal enerjiyə qənaət effekti 29% xarici havanın temperaturu -20°C olduqda əldə edilir. Nəzərə alsaq ki, istilik nasosu gələcəkdə qış dövründə xarici hava temperaturunun -15°C -dən -20°C -yə qədər dəyişdiyi binada yerləşəcək, bu qurğunun tətbiqi məqsəduyğun hesab olunur. Mövcud metodikaya əsasən aparılmış ilkin texniki-iqtisadi hesablamalar [1, 10] göstərmişdir ki, hətta əlverişsiz şəraitdə belə istilik nasosunun qış mövsümündə tətbiqi iqtisadi cəhətdən sərfəlidir, çünki heyvandarlıq binasının qızdırılması sisteminə düşən xərclərin bir hissəsini azaltmağa imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Петров, Д.В., Петров, А.В., Ушкур, Д.Г. Повышение эффективности тепловых насосов. - Механизация и электрификация сельского хозяйства № 9, 2011 г.-с.22-23.
2. Возмилов, А.Г., Михайлов, П.М. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в технологических процессах животноводства и птицеводства (монография). – Тюмень, ТГСХА, 2009. - 234с.
3. Михайлов, П.М., Матвеев, С.Д., Аглиуллин, У.Г. Методика расчетов и выбора теплоэнергетических установок и систем сельского хозяйства. – Тюмень, ТГСХА, 2010 - 280с.
4. Агеев, А.М. Резервы энергосбережения в свиноводстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Вып. 5. - М., 2003. - 157 с.
5. Амерханов, Р.А. Тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 2005. - 159с.
6. Бородин, И.Ф. Формирование оптимальной окружающей среды в животноводческих помещениях на основе нанотехнологии. / И.Ф.Бородин, Г.Н.Самарин // Техника и оборудование для села. - 2007. № 6. - с.12.
7. Амерханов, Р.А., Гарькавый, К.А., Шевчук, И.В. Решение задачи воздухообмена в животноводческом помещении: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. - с.380 - 385.
8. Ахундов, Д.С., Мурусидзе, Д.Н., Чугунов, А.И., Ерохина, Л.П., Зайцев, А.М. Микроклимат животноводческих помещений и энергосбережение // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1997- № 12. -с.9 - 13.
9. Ачапкин, М.М. Энергосберегающая система вентиляции для животноводческих помещений / Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 2003.- № 5. - с.18 - 19.
10. Таранов, М.А. Оценка экономической эффективности агроинженерных проектов: монография / М.А.Таранов, В.Я.Хорольский, Д.В.Петров. – Черноград: Издательство Азово-Черноморский ГАУ, 2009. - 213 с.

УДК

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Ровшан Мустафа оглы Гаджиев, Нурлан Улви оглы Наджафли
Азербайджанский технологический университет
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
rovshanhajiyev@mail.ru, najaflinurlan@gmail.com

Резюме. В статье приведены сведения о методах отопления животноводческих зданий и анализе теплопотерь. Одним из наиболее перспективных направлений энергосбережения является применение тепловых насосов. При использовании теплового насоса коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую - показатель эффективности энергосбережения - составил 1,3 (максимальное значение может достигать 3...4). Этот

результат подтверждает потенциал установки в области энергосбережения и её эффективность при обеспечении теплом. Согласно существующей методике, предварительные технико-экономические расчёты показали, что даже в неблагоприятных условиях использование теплового насоса в зимний период экономически выгодно, поскольку позволяет сократить часть расходов, приходящихся на систему отопления животноводческого здания. Были представлены преимущества применения оборудования для утилизации тепла и сделаны выводы.

Ключевые слова: утилизация тепла, микроклимат, животноводческие здания, тепловые насосы, коэффициент преобразования, энергосбережение.

APPLICATION OF HEAT PUMPS FOR HEATING LIVESTOCK BUILDINGS

Rovshan Mustafa Hajiyev, Nurlan Ulvi Najafli

Azerbaijan Technological University

Azerbaijan State Agrarian University

rovshanhajiyev@mail.ru, najaflinurlan@gmail.com

Summary. The article presents information on methods of heating livestock buildings and an analysis of heat losses. One of the most promising directions for energy conservation is the use of heat pumps. When using a heat pump, the coefficient of conversion of electrical energy into thermal energy—a measure of energy efficiency—was 1.3 (the maximum value can reach 3...4). This result confirms the installation's potential for energy saving and its effectiveness in providing heat. According to the existing methodology, preliminary techno-economic calculations have shown that even under unfavorable conditions, the use of a heat pump during the winter period is economically beneficial, as it allows reducing part of the costs associated with the heating system of the livestock building. The advantages of using heat recovery equipment were presented, and conclusions were drawn.

Keywords: heat recovery, microclimate, livestock buildings, heat pumps, conversion coefficient, energy saving.

Redaksiyaya daxilolma: 15.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



İPLİYİN UZUNU BOYU QÜSURLARIN PAYLANMASININ TƏHLİLİ

Məhəmmədəli Nürəddin oğlu Nuriyev, Mehdi Mahir oğlu Misirxanov

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

mehman62@mail.ru

Xülasə. Məqalədə əyricilikdə istehsal olunan pambıq ipliğinin uzunluq boyu qüsurların paylanması təhlili kimi məsələlərə baxılmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, qüsurlar arasında məsafənin təyini və ipliğın qüsurlarının avtomatlaşdırılmış təhlilinin proqram kompleksində integrasiyasının realizasiyası üçün işlənmiş alqoritm və proqram təminatı prosesinin izahı yazılışını çox dəqiqliklə yerinə yetirir.

Açar sözlər: pambıq ipliği, qüsurlar, proqram kompleks, alqoritm, proqram təminatı

Giriş. Təklif olunan metodun və onun standartına nisbətən adekvatlığının köməyi ilə ipliğın xarici görünüş qüsurlarının qiymətləndirilməsindən alınmış nəticələrin yazılışının yoxlanılması vacibdir. Bunun üçün bir sıra eksperimentlər aparılmışdır. Eksperimentlər xətti sıxlığı 36×2 teks olan burulmuş və xətti sıxlığı 44 teks olan pnevmomexaniki üsulla alınmış pambıq iplikləri üzərində aparılması prosesində pambıq ipliklər skaner olunmuşdur.

İplik yunaqdan açılaraq lövhəyə sarınır və 300 dpi göstərişi ilə skaner edirik. Skanerin nəticəsində iplik nümunəsinin rəqəmsal görünüşü alınır. Proqram təminatının köməyi ilə tədqiq olunan iplik nümunəsinin xarici görünüşünün qüsurlarını və təmizlik sinfini kəmiyyətə qiymətləndirilməsini təyin edirik. Alınmış nəticələr isə faylda saxlanılır. Sadalanan işlər, yəni izahı yazılan metodika 22 dəfə təkrar olunur.

Tədqiqat obyekti və metodikası. İpliğın modelləşdirilməsi üçün giriş parametrləri həm bir nümunə və həm də iplik partiyası üçün standart üzrə təyin olunmuş sayı verilə bilər. İplik partiyası dedikdə lazımi uzunluqda parça toxunmasına tələb olunan ipliğın uzunluğu başa düşülür.

İpliğın uzunluğu üzrə qüsurların arasındakı məsafənin paylanması eksperimental qanununun tapılması üçün aşağıdakı proseduru yerinə yetirərək [1-3]. Qüsurlar arasındakı məsafəni işarələyək. Məsələn, düyünü- $D_{düy}[i]$, nazıqlaşmanı- $D_{naz}[j]$ və qalınlaşmanı- $D_{qal}[k]$ kimi göstərək, burada i, j, k qüsurların nömrəsidir. Onlar 1-dən $N_{düy}, N_{naz}, N_{qal}$ -qədər dəyişir, yəni:

$$i=1, 2, \dots, N_{düy}, \quad (1)$$

$$j=1, 2, \dots, N_{naz}, \quad (2)$$

$$k=1, 2, \dots, N_{qal}, \quad (3)$$

burada $N_{düy}$ – ipliğın bir nümunəsində tapılan düyünlərin sayı,

N_{naz} – ipliğın bir nümunəsində tapılan nazıqlaşmanın sayı,

N_{qal} – ipliğın bir nümunəsində tapılan qalınlaşmasının sayıdır.

Qüsurların arasındakı məsafənin hər birində maksimal elementi təyin edək. Bunun üçün bir qüsurlar arasındakı maksimal məsafəni işarələyək. Düyünləri – $L_{düy}$, nazıqlaşmanı – L_{naz} və qalınlaşmanı – L_{qal} kimi işarələsək, onda

$$L_{düy} = \max(D_{düy}[i]), \quad (4)$$

$$L_{naz} = \max(D_{naz}[j]), \quad (5)$$

$$L_{qal} = \max(D_{qal}[k]), \quad (6)$$

burada i, j, k – qüsurların nömrəsidir.

Qüsurlar arasında alınmış maksimal məsafəni d uzunluqlu 100 bərabər intervala bölək. Hər bir qüsurları uyğun olaraq düyünləri $d_{düy}$, nazıqlaşmanı- d_{naz} və qalınlaşmanı- d_{qal} kimi yazaraq. Onda:

$$d_{düy} = \frac{L_{düy}}{100}, \quad (7)$$

$$d_{naz} = \frac{L_{naz}}{100}, \quad (8)$$

$$d_{qal} = \frac{L_{qal}}{100}. \quad (9)$$

d uzunluqlu hər bir intervala qüsurlar arasındakı məsafənin nə qədərini düşməsinə hesablayaq. 100 intervalın hər birində elementlərin sayını $K_{düy}[q]$, $K_{naz}[q]$, $K_{qal}[q]$ kimi yazaq, burada q -intervalın nömrəsidir. Bu intervallar 1-dən 100-ə qədər dəyişir [4-5].

Əgər $q=1$ olarsa, onda $K_{düy}[q]$ -nü tapırıq və hesab edirik ki, $D_{düy}[i]$ elementini $0 \leq D_{düy}[i] \leq d_{düy}$ şərti qane edir.

Əgər $q=1$ olarsa, $K_{naz}[q]$ -nü tapırıq və hesab edirik ki, $D_{naz}[j]$ elementinin $0 \leq D_{naz}[j] \leq d_{naz}$ şərti qane edir.

Əgər $q=1$ olarsa, $K_{qal}[q]$ -nü tapırıq və hesab edirik ki, $D_{qal}[k]$ elementinin $0 \leq D_{qal}[k] \leq d_{qal}$ şərti qane edir.

Bütün qüsurlar üçün ümumi halda qəbul edilmişdir ki, $q=1 \dots 100$. Onda $K_{düy}[q]$ ifadəsi $(q-1) \cdot d_{düy} \leq D_{düy}[j] \leq q \cdot d_{düy}$ şərtini qane edən elementlərin sayına, $K_{naz}[q]$ ifadəsi $(q-1) \cdot d_{naz} \leq D_{naz}[j] \leq q \cdot d_{naz}$ şərtini qane edən elementlərin sayına və $K_{qal}[q]$ ifadəsi $(q-1) \cdot d_{qal} \leq D_{qal}[k] \leq q \cdot d_{qal}$ şərtini qane edən elementlərin sayına bərabərdir.

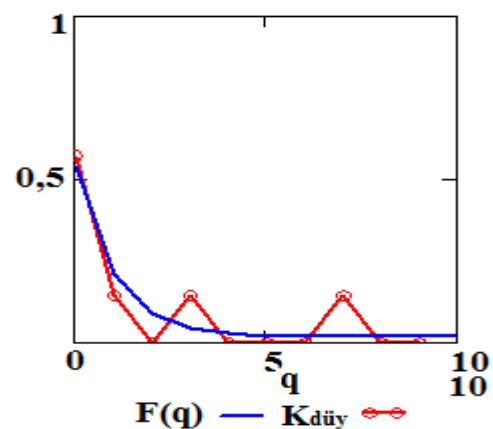
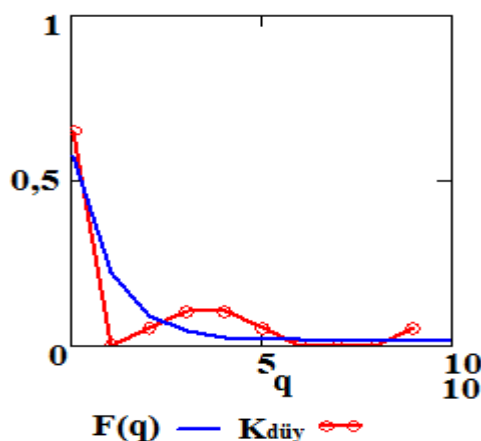
Hər bir $q=1 \dots 100$ intervalı üçün $K_{düy}[q]$, $K_{naz}[q]$ və $K_{qal}[q]$ -nin qiymətini uyğun olaraq $N_{düy}$, N_{naz} və N_{qal} -ya bölməklə $K_{düy}[q]$, $K_{naz}[q]$ və $K_{qal}[q]$ funksiyalarında ipliğin uzunluğu boyu qüsurların arasındakı məsafənin paylanması qanununu alırırıq.

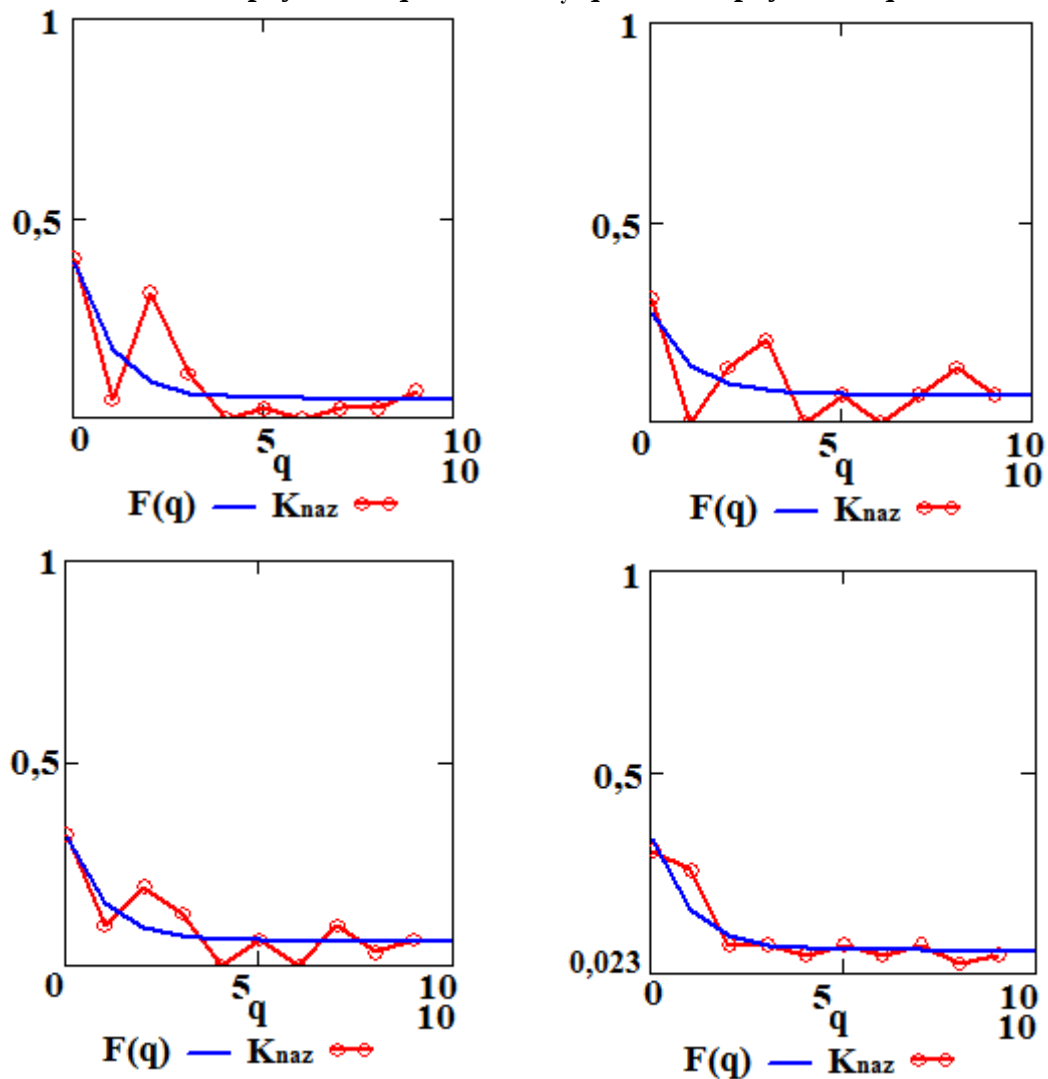
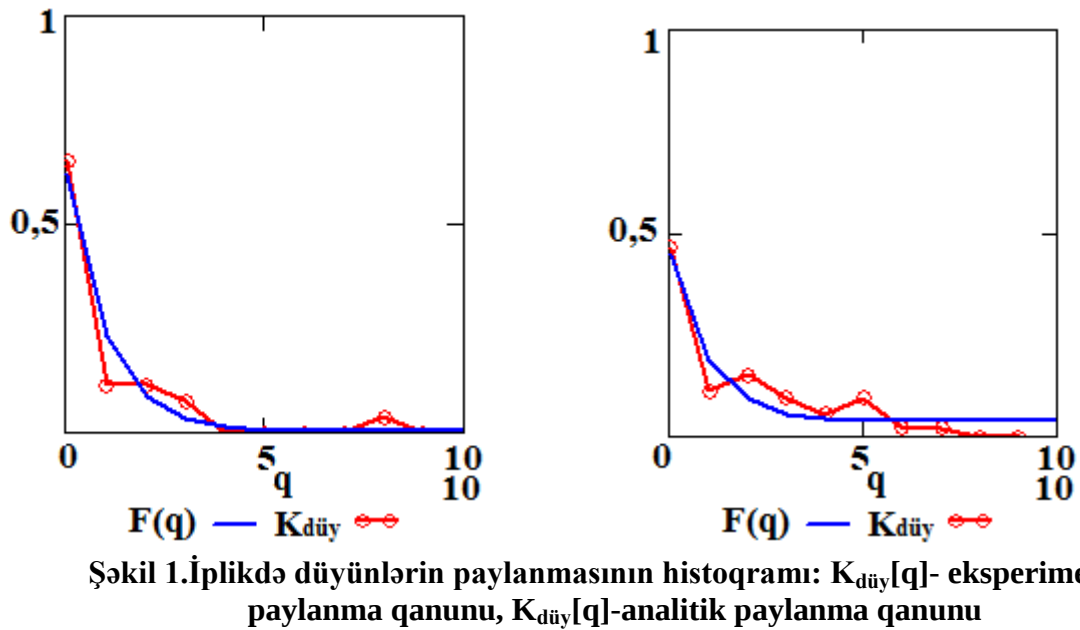
Qüsurların paylanması təyininin təklif olunan alqoritmini proqram kompleksində realizasiyasından sonra xətti sıxlığı 36×2 və 44 teks olan pambıq və xətti sıxlığı 56 və 86 olan kətan ipliklərinin avtomatlaşdırılmış təhlili aparılmışdır.

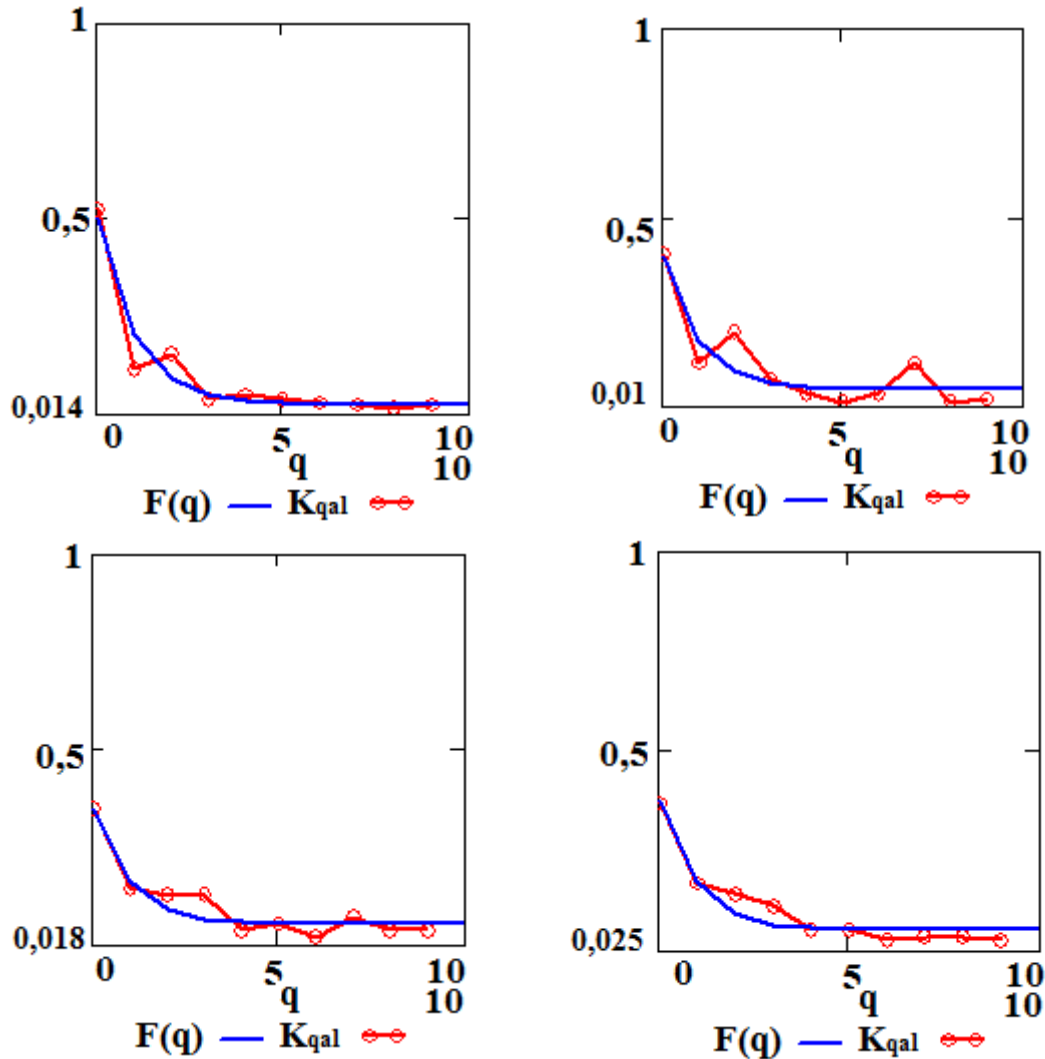
Təhlilin nəticəsi olaraq qüsurların arasındakı məsafə haqqında informasiyalar alınmışdır. Şəkil 1-də $K_{düy}[q]$, şəkil 2-də $K_{naz}[q]$ və şəkil 3-də isə $K_{qal}[q]$ funksiyalar üçün eksperimental alınmış histoqramlar verilmişdir.

Qüsurların hər bir növünün arasındakı məsafənin paylanması alınması analitik yazılışının alınması üçün histoqramların eksponensial funksiyanın ən kiçik kvadratları metodu üzrə aproksimasiyası aparılmışdır:

$$F(q) = a_0 + a_1 l^{b_0 \cdot q}, \quad (3.10)$$







Şəkil 3. İplikdə qalınlaşmanın paylanması histogramı: $K_{qal}[q]$ -eksperimental paylanma qanunu, $K_{qal}[q]$ -analitik paylanma qanunu

burada $F(q)$ -bir növ qüsurların arasında təyin olunan məsafənin yaranmasının ehtimalı; a_0, a_1, b_0 -empirik əmsal; $q=1...100$ -intervalın nömrəsidir.

Nəticə. Alınmış analitik funksiya qüsurların hər bir növünün arasındakı məsafənin paylanmasını yetərinə dəqiq yazır. Bu da parçanın modelinin işlənməsinə keçməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М: Легкая индустрия, 2010 – С. 52.
2. Краснов А.С., Рудовский П.Н. Оценка воспроизводимости автоматизированного распознавания пороков внешнего вида пряжи. // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности»: Тез. докл. – Иваново: ИГТА, 2004. – С. 161, 162.
3. Насимуродова Р.М., Нuriyev M.N. İpliğin xarici görünüşün qüsurlarının və təmizlik snifinin təyini metodlarının təhlili. // Elmi əsərlər AzTU, 2015, №3, səh. 39-42

УДК 677. 23

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОКОВ ПО ДЛИНЕ НИТЕЙ
Мухаммадали Нуреддин оглу Нуриев, Мехти Махир оглы Мисирханов
Азербайджанский государственный экономический университет
mehman62@mail.ru

Резюме. В статье рассмотрены вопросы как анализ распределения пороков по длине нитей.

Установлено, что для реализации интеграции определение расстояния между пороками и автоматизированного анализа пороков пряжи на программном комплексе разработанный алгоритм и программный обеспечение достаточно точно описывает процесса.

Ключевые слово: хлопчатобумажные нити, пороки, програмный комплекс, алгоритм, программное обеспечение

UDC 677. 23

ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF STREAMS IN LENGTH STRINGS
Muhammadali Nureddin oglu Nuriyev, Mehdi Mahir oglu Misirkhanov
Azerbaijan State University of Economics UNEC
mehman62@mail.ru

Summary. The article deals with issues such as the analysis of the distribution of defects along the length of the filaments.

It was established that for the implementation of the integration of determining the distance between defects and automated analysis of yarn defects on complex software algorithms and software accurately describes the process.

Keywords: cotton yarn, defects, program complex, algorithm, software

Redaksiyaya daxilolma: 05.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



DETALLARIN MÖHKƏMLİYƏ GÖRƏ HESABLANMASI

Könül Rasim qızı Həsənova
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
k_qasanova@mail.ru

Xülasə. Məqalədə maşın detallarının yorulma möhkəmliyi və davamlılığı problemlərinin nəzəri və praktiki əsaslarına həsr olunmuşdur. Yorulma hadisəsinin fiziki mahiyyəti, yorulma əyrisinin xarakteri və klassik “yorulma həddi” anlayışının məhdudluğu elmi baxımdan təhlil edilmişdir. Göstərilir ki, dəyişən yüklər altında çalışan detallar üçün “əbədi davamlılıq” anlayışı təcrübi nəticələrlə təsdiqlənmir və müasir hesablamalarda yorulma həddinə yeni yanaşma tələb olunur.

Məqalədə enerji hipotezinə əsaslanan yanaşma təqdim edilir və temperaturun azalması ilə materialın iş qabiliyyətinin monoton azalması göstərilir. Bu yanaşma dəyişən yüklər zamanı yaranan iş qabiliyyəti itkilərinin cəmlənməsinə və maşın detallarının layihə davamlılığının təyin edilməsinə imkan verir. Təklif olunan metod mövcud hesablamalara nisbətən daha real nəticələr əldə etməyə şərait yaradır və maşınqayırma sahəsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Eyni zamanda, qida sənayesi maşınlarına qoyulan əsas tələblər sistemli şəkildə şərh edilir. Bu tələblərə texniki-iqtisadi səmərəlilik, aşınma davamlılığı, texnoloji uyğunluq, təhlükəsizlik, sanitariya normalarına riayət, səs-küy və vibrasiyanın azaldılması, avtomatlaşdırma və müasir materiallardan istifadə daxildir. Göstərilir ki, maşınların layihələndirilməsində bu tələblərin nəzərə alınması istehsalın səmərəliliyini və avadanlığın istismar müddətini artırır.

Açar sözlər: yorulma möhkəmliyi, yorulma əyrisi, maşın detallarının davamlılığı, yorulma həddi, dəyişən yüklər, materialın iş qabiliyyəti, enerji hipotezi, qida sənayesi maşınları, texniki-iqtisadi səmərəlilik, aşınma davamlılığı, vibrasiya və səs-küy, avtomatlaşdırma

Giriş. Təxminən 90 ildir ki, yorulma hadisələri öyrənilir, lakin onların fiziki mahiyyəti hələ də tam aydınlaşdırılmamışdır. Yorulma nəticəsində dağılmanın ən etibarlı nəzəriyyələrindən biri dəyişən yüklərin təsiri altında metalın möhkəmlənməsi və zəifləməsi proseslərinin dialektik xarakterini müəyyən edən N. N. Afanasyevin statik yorulma möhkəmliyi nəzəriyyəsidir.

Yüklənmə dövrlərinin sayının gərginliyin qiymətindən asılılığını göstərən yorulma əyrisi yüksək tərtibli hiperbolik əyridir. Maşın detallarında adətən qəbul edilən gərginliklər sahəsində bu əyri yüklənmə dövrlərinin oxuna az meyillidir, buna görə də təsir edən gərginliyin cüzi azalması belə dövrlərin sayının əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur. Yorulma əyrisinin az meyilli olması keçən əsrin ortalarında alimlərə yüklənmə dövrlərinin həddi kimi 10 milyon dövrü qəbul etməyə və bu həddən yuxarı istənilən dövrlər üçün gərginliyin azalmadığını fərz etməyə imkan vermişdir.

Bu fərziyyənin irəli sürüldüyü dövrdə maşın detallarının hərəkət sürətləri kiçik idi və 10 milyon dövr çox böyük rəqəm hesab olunurdu. Lakin sürətlərin artması ilə bir çox maşın detalları artıq 100 milyon və daha çox dəyişən gərginlik dövrünə məruz qalır ki, bu da əsas kimi qəbul edilən 10 milyon dövrdən onlarla və yüzlərlə dəfə çoxdur. Bu günə qədər maşın detallarının orta davamlılığını müəyyən etmək üçün onların natural ölçüdə bir sıra nümunələrini hazırlamaq və real yüklər altında sınaqdan keçirmək zərurəti qalmaqdadır.

D. N. Reşetov, S. V. Serensen, L. A. Kozlov və digər alimlər artıq bir neçə ildir ki, az sayda dövrlər sahəsində müşahidə olunan və gərginliyin azalması zamanı yorulma əyrisinin daha kəskin meyilli olduğu məhdud davamlılıq məsələləri ilə məşğuldurlar. Lakin ən böyük maraq bu məsələnin istənilən dövrlər sayı üçün ümumi həllinin tapılmasıdır ki, bu da təqribi şəkildə bu kitabın birinci hissəsində verilmişdir.

Bu məsələnin həlli yorulma həddi anlayışı ilə çətinləşir. Belə hesab olunur ki, yorulma həddi elə bir gərginlikdir ki, onun təsiri altında gərginlik nə qədər dəfə dəyişsə də, dağılma baş verməz. Mövcud baxışlara görə, yorulma həddinə bərabər gərginlik altında detal sonsuz sayda yüklənmə dövrünə tab gətirə bilər və bu halda detal “əbədi” olar. Professor V. N. Treyer yazır ki, “yorulma həddinin belə izahı maşın detallarının yorulma möhkəmliyinin öyrənilməsinə dair kütləvi təcrübələrin nəticələri ilə təsdiqlənmir” və qeyd edir ki, “fırlanma podşipniklərinin yorulma möhkəmliyinə dair çoxsaylı təcrübələr heç vaxt belə bir fərziyyəyə əsas verməmişdir”, halbuki bu detallar yorulma möhkəmliyi baxımından ən çox öyrənilmişdir.

Maşın detallarının hesablanması “möhkəmlik ehtiyatının” tətbiqi və onlarda faktiki gərginliklərin azaldılması dövrlərin sayının artmasına və detalların “xəyali sonsuz davamlılığına” gətirib çıxarır. V. N. Treyer göstərir ki, “müasir maşın detallarının davamlılığa görə hesablanması yorulma həddinin detalın sonsuz sayda yüklənməyə tab gətirdiyi gərginlik kimi şərhindən qəti şəkildə imtina etməyi tələb edir”.

Müəllif materialların mexaniki xassələrinin təcrübi göstəricilərinə və kvant fizikasıdan məlum olan istilik tutumunun temperatur azaldıqca monoton azalması qanununa əsaslanaraq materialın iş qabiliyyətini eninə sıxılma və dartılma sınağı zamanı möhkəmlik funksiyası kimi müəyyən etməyi təklif edir. Göstərilir ki, temperaturun azalması ilə iş qabiliyyəti istilik tutumu ilə birlikdə monoton şəkildə azalır.

Təcrübi məlumatlardan məlum olur ki, verilmiş aşağı temperaturda iş qabiliyyəti $+20^{\circ}\text{C}$ temperaturda olan iş qabiliyyəti ilə cismin $+20^{\circ}\text{C}$ -dən həmin temperatura qədər soyudulması zamanı ondan çıxarılan istilik miqdarı arasındakı fərqə bərabərdir. Detal müəyyən temperatur üçün müəyyən iş qabiliyyətinə malikdirsə, yüklər altında qalıq deformasiyalar nəticəsində yaranan itkilərin cəmi dağılmaya qədər tətbiq olunan yüklərin sayından və qiymətindən asılı olmayaraq sabit kəmiyyət olmalıdır. Bu isə hər bir dəyişən yük zamanı yaranan iş qabiliyyəti itkilərini cəmləməyə imkan yaradır.

Maşın detallarının davamlılığa görə hesablanması metodunun yaradılması, hər yeni maşının sənayedə əmək məhsuldarlığını artırması səbəbindən, sosialist sənaye və kənd təsərrüfatının yaxın gələcəkdə inkişafının aktual vəzifələrinə cavab verir.

Sosializm şəraitində maşın parkının yenilənməsi kapitalizmlə müqayisədə daha sürətlə aparılmalıdır. Əmək məhsuldarlığının yüksək artım tempinə görə maşınlar daha tez “mənavi cəhətdən köhnəlir”, buna görə də onların fiziki baxımdan tam istifadə olunmamasının qarşısını almaq üçün maşınlar əvvəlcədən seçilmiş və iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmış davamlılıq nəzərə alınmaqla layihələndirilməlidir.

N. N. Afanasyevin yorulma çatlarının yayılma səbəblərinin fiziki tərəfini izah edən hipotezi ilə ziddiyyət təşkil etməyən enerji hipotezinə əsaslanaraq müəllif belə nəticəyə gəlir ki, böyük dövrlər sahəsində yorulma əyrisi dövrlər oxuna paralel ola bilməz və maşın detallarının davamlılığa görə hesablanması üçün təqribi metod təklif edir.

Bu metodun əsasında duran yorulma əyriləri faktiki yorulma əyrisindən aşağı yerləşir və bununla hesablama müəyyən davamlılıq ehtiyatı yaradır. Dövrlərin sayından asılı olaraq icazə verilən gərginliklərə diferensial yanaşmaya əsaslanan bu metod, təqribi olsa da, detalların layihə davamlılığını müəyyən etməyə imkan verir və bu səbəbdən maşınqayırma üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Metalların yorulma hadisəsi fiziki hadisə kimi təcrübə nəticələrinin böyük səpələnməsi fonunda az meyilli əyri ilə ifadə olunur ki, bu da mövcud yorulma və davamlılıq hesablamalarını təqribi edir. Müəllifin iş qabiliyyəti nəzəriyyəsinə əsaslanan yorulma əyrisinin meyli isə yorulma həddinə bərabər gərginlik altında istənilən qədər böyük dövr sayına tab gətirə bilən “əbədi” detalların mövcudluğu barədəki mövqedən daha doğru nəticələr əldə etməyə imkan verir.

Tədqiqatın obyektı və metodları. Qida sənayesi maşınlarına qoyulan əsas tələblər. Qida məhsullarının istehsalı üçün nəzərdə tutulan maşınlar layihələndirmə, istehsal və istismar zamanı ümumi tələblərlə (möhkəmlik, sərtlik və vibrasiya dayanıqlığı) yanaşı aşağıdakı tələblərə də cavab verməlidir.

Proqressiv texnologiya proseslərinin yerinə yetirilməsi imkanı. Başqa sözlə, maşın və aparatların tam məhsuldarlıq şəraitində emal olunan məhsula texnoloji cəhətdən optimal təsir göstərməsi, itkilərin isə minimal olması təmin edilməlidir. Bu səbəbdən yeni maşınların konstruksiyası və ya mövcud maşınların modernləşdirilməsi zamanı texnoloji prosesin optimal rejimində işçi orqanların hərəkət sürətləri və trayektoriyaları xammalın, aralıq və son məhsulların fiziki-mexaniki, kimyəvi və bioloji xassələrinə uyğunlaşdırılmalıdır.

Yüksək texniki-iqtisadi səmərəlilik. Texniki-iqtisadi səmərəliliyin artması nəticə etibarilə ictimai əmək məhsuldarlığının yüksəlməsində, yəni məhsul vahidinə düşən xərclərin azalmasında ifadə olunur. Buna maşınların məhsuldarlığı ilə bağlı aşağıdakı parametrlər təsir edir: tutduğu sahə, enerji, su və buxar sərfi, istehsal, montaj, təmir və istismar xərcləri.

Tutulan sahə dedikdə təkcə maşının özünün yerləşdiyi sahə deyil, həm də texniki istismar üçün boş saxlanmalı olan sahə nəzərdə tutulur.

Qida sənayesi maşın və aparatlarının işçi orqanlarının yüksək aşınma davamlılığı vacib tələblərdəndir, çünki maşının material hissəciklərinin məhsula düşməsi onu qida və ya yem məqsədləri üçün yararsız edə bilər.

Maşına hərəkətin fərdi və ya qrup elektrik mühərrikindən birbaşa ötürülməsi imkanı bir çox hallarda konstruksiyayı yaxşılaşdırır və istismar göstəricilərini yüksəldir.

Tozun istehsalat sahəsinə yayılmasının qarşısını almaq üçün etibarlı hermetikləşdirmə və aspirasiya olunan hava həcmələrinin rəşional hərəkəti təmin olunmalıdır. Bu tələblər xüsusilə taxıl, nişasta, şəkər və un tozlarının müəyyən konsentrasiyada partlayış təhlükəsi yaratması ilə əlaqədar olaraq mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Maşın və aparatların texnoloji uyğunluğu – yəni verilmiş istehsal miqyasında avadanlığın optimal istehsal üsullarına və materiallara qənaət prinsiplərinə uyğun konstruksiyaya malik olması.

Konstruksiyanın texnoloji uyğunluğu detalların blanklarının hazırlanmasından tutmuş yığılmış maşının sınağına qədər bütün istehsal proseslərini əhatə edir. Bu uyğunluq əmək tutumu, maşının kütləsi, konstruktiv unifikasiya və ardıcılıq dərəcəsi, istehsal dövrünün müddəti və s. göstəricilərlə qiymətləndirilir.

Detalların və qovşaqların unifikasiyası və normallaşdırılması, standartlaşdırılmış hissələrin geniş tətbiqi maşınların seriyalılığını və texnoloji səviyyəsini artırır, istehsalı ucuzlaşdırır, layihələndirməni sadələşdirir və ehtiyat hissələrinin nomenklaturasını azaldır.

Maşınların hazırlanmasında metalın iqtisadi profillərindən istifadə material tutumunu azaldır. Bir çox hallarda boş profil blankların tətbiqi möhkəmlik və sərtliyə xələl gətirmədən metal sərfini 2–3 dəfə azaltmağa imkan verir. Detalların çəkisini azaltmaq üçün yüksək mexaniki xassələrə malik materiallardan, ştamplama və qaynaq üsullarından istifadə məqsədəuyğundur.

Metalların möhkəmləndirilməsinin müasir üsullarından geniş istifadə olunmalıdır: səth möhkəmləndirilməsi, termomexaniki emal, səthi bərkitmə, sementasiya, azotlama, sianlama, xromlama, sulfidləmə, işçi orqanların üzərinə xüsusi materialların naplavkası və püskürdülməsi və s.

Maşınların istehsalı və təmirində sintetik materialların (plastmasların) tətbiqi məqsədəuyğundur. Bu materiallar az sıxlığa malik olmaqla kifayət qədər möhkəmliyə, elastikliyə və yüksək aşınma davamlılığına malikdir. Plastmasların tətbiqi maşınların kütləsini azaltmaqla yanaşı, etibarlılığını, davamlılığını, həmçinin istehsalın əmək tutumunu və maya dəyərini aşağı salır. Lakin bu zaman yeni materialların fiziki-mexaniki xassələri diqqətlə nəzərə alınmalıdır.

Maşın və aparatların asan birləşdirilən ayrıca bloklardan ibarət olması onların sökülməsini, daşınmasını, montaj və təmirini asanlaşdırır.

Maşınlar texniki təhlükəsizlik və istehsalat sanitariyası qaydalarına tam uyğun olmalıdır. Xüsusilə maşınların xarici forması hamar və axıcı olmalı, bu da sanitariya tələblərinə riayət etməyi asanlaşdırmalıdır.

Material və detalların buraxılış hədləri dövlət standartlarına ciddi uyğun olmalıdır ki, bu da qarşılıqlı əvəzlənmənin əsas şərtidir.

Maşınların istismarı zamanı yaranan səs-küy ümumi səviyyə və spektral tərkib baxımından icazə verilən normaları aşmamalıdır.

Səs-küyü azaltmaq üçün mümkün olduqda zərbəli hərəkətlər zərbəsizlə əvəz edilməli, geri-qayıdan hərəkətlər bərabər fırlanma hərəkətləri ilə dəyişdirilməli, vibrasiyalar rezin, probka, bitum kartonu, keçə, asbest və s. materiallarla söndürülməlidir. Böyük səthli detalların (korpuslar, örtüklər və s.) vibrasiyası onların üzlənməsi və ya xüsusi sönümləyici materiallarla doldurulması yolu ilə azaldılmalıdır.

Əgər səs-küy mənbədə normaya qədər azaldıla bilmirsə, onun yayılmasının qarşısını alan və ya onu udan qurğular tətbiq olunmalıdır: səs-küylü qovşaqlar səsizolyasiyalı örtüklərə alınmalı, ventilyatorlar və hava üfürən qurğular səsboğucularla təchiz edilməlidir, maşınlar amortizatorlarla quraşdırılmalıdır.

İşçi proseslərin avtomatik nəzarəti və tənzimlənməsi təmin edilməlidir. Axın xətlərində avtomatik bloklama qurğuları xəttin təhlükəsiz və ardıcıl işləməsini təmin etməlidir.

Fırlanan hissələrin və irəli-geri hərəkət edən kütlələrin statik və ya dinamik tarazlaşdırılması vacibdir, çünki blankların, emalın və yığımın qeyri-dəqiqliyi nəticəsində materialın qeyri-bərabər paylanması tarazsızlıq yaradır.

Nəticə

Aparılan tədqiqat göstərir ki, maşın detallarının yorulma möhkəmliyi və davamlılığı məsələləri klassik yanaşmalar çərçivəsində tam şəkildə izah edilə bilmir. Xüsusilə “yorulma həddi” anlayışının detalların sonsuz davamlılığını təmin etməsi barədə mövcud təsəvvürlər çoxsaylı təcrübi nəticələrlə təsdiqlənmir. Müasir maşınlarda iş rejimlərinin intensivləşməsi və yüklənmə dövrlərinin sayının əhəmiyyətli dərəcədə artması bu anlayışa yenidən baxılmasını zəruri edir.

Tədqiqatda enerji hipotezinə əsaslanan yanaşmanın tətbiqi materialın iş qabiliyyətinin dəyişən yüklər və temperatur təsiri altında tədricən azalmasını nəzərə almağa imkan verir. Bu yanaşma iş qabiliyyəti itkilərinin cəmlənməsi prinsipinə əsaslanaraq maşın detallarının layihə davamlılığının daha real şəkildə müəyyən edilməsinə şərait yaradır. Təklif olunan metod mövcud hesablamalarla müqayisədə detalların istismar müddətinin qiymətləndirilməsində daha dəqiq nəticələr əldə etməyə imkan verir.

Eyni zamanda, qida sənayesi maşınlarına qoyulan texniki, texnoloji və istismar tələblərinin kompleks şəkildə nəzərə alınmasının istehsal proseslərinin səmərəliliyinin artırılmasında mühüm rol oynadığı müəyyən edilmişdir. Maşınların yüksək aşınma davamlılığına, təhlükəsizlik və sanitariya normalarına uyğunluğu, səs-küy və vibrasiyanın azaldılması, eləcə də müasir material və avtomatlaşdırma vasitələrinin tətbiqi onların etibarlılığını və uzunömürlülüynü təmin edən əsas amillərdir.

Beləliklə, aparılan araşdırmalar göstərir ki, maşın detallarının davamlılığa görə hesablanması diferensial yanaşmanın tətbiqi və qida sənayesi maşınlarının layihələndirilməsində müasir tələblərin nəzərə alınması maşınqayırma sahəsində texniki-iqtisadi göstəricilərin yaxşılaşdırılmasına və istehsalın ümumi səmərəliliyinin yüksəldilməsinə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Шувалов В.Н. Машины-автоматы и поточные линии пищевой промышленности. Л., «Машиностроение», 1966. 484 с.
2. Шувалов В.Н. Расчет и конструирование кулачковых механизмов торговых и технологических автоматов. Конспект лекций. Л., 1968. 74 с.
- 3.Шумаев Ф.Г., Маклюков И.И. Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства. М., Пищепромиздат, 1957.
- 4.Шлугер М.А. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. Т.2. М.: Машиностроение, 1985, 248 с.
- 5.Экилик В.В. Теория коррозии и защиты металлов. Ростов-на Дону: ФГУ, 2004, 67 с.

6. Электролитическое осаждение сплава. Кудрявцев Н.Т., Тютина К.М., Гаврилин О.Н. и др. // Защита металлов, 1978. Т. 14. № 1. с. 42 – 44.
7. Яковлев А.В. Химия и технология лакокрасочных покрытий. СПб.: Химиздат, 2010, 446 с.
8. Ямпольский А. М., Ильин В. А. Краткий справочник гальвано-техника. Л.: Машиностроение, 1972, 224 с.
9. Goddard J., Harker H., Wilman H. Theory of the Abrasion of Solids such as Metals. Nature, 1959, vol. 184, 333 p.
10. Li W., Tian H., Hou B. Corrosion performance of epoxy coatings modified by nanoparticulate SiO₂ // Materials and Corrosion, 2012, v.63, No 1, p. 44-53.
11. Montgomery R. Laser treatment of chromium plated steel, wear, 1979, v. 56, p. 155–166.
12. Mulhearn T., Samuels L. The Abrasion of Metals: a Model of the Process. Wear, 1962, v. 5, n 78, p. 478–498.

УДК 621.8

РАСЧЕТ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ

Конул Расим кызы Гасанова

Азербайджанский Технологический Университет

k_qasanova@mail.ru

Резюме. В представленной работе рассматриваются теоретические и практические аспекты проблемы усталостной прочности и долговечности деталей машин. Проанализирована физическая сущность явления усталости, характер кривой усталости и ограниченность традиционного понятия «предел усталости». Показано, что представление о возможности бесконечной долговечности деталей при напряжениях, равных пределу усталости, не подтверждается результатами многочисленных экспериментальных исследований, особенно в условиях современных режимов эксплуатации машин с большим числом циклов нагружения.

В работе используется энергетический подход к оценке работоспособности материалов, учитывающий влияние переменных нагрузок и температуры. Показано, что работоспособность материала монотонно уменьшается с понижением температуры, что позволяет суммировать потери работоспособности при циклических нагрузках и более обоснованно определять расчетную долговечность деталей машин. Предложенный подход обеспечивает получение более реалистичных результатов по сравнению с традиционными методами расчета.

Кроме того, в статье систематизированы основные требования, предъявляемые к машинам пищевой промышленности. Рассмотрены вопросы повышения технико-экономической эффективности, износостойкости, надежности, безопасности и санитарно-гигиенических характеристик оборудования. Отмечена важность применения современных конструкционных и синтетических материалов, а также средств автоматизации и снижения шума и вибрации для увеличения срока службы и эффективности эксплуатации машин.

Ключевые слова: усталостная прочность, кривая усталости, долговечность деталей машин, предел усталости, циклические нагрузки, работоспособность материала, энергетическая гипотеза, машины пищевой промышленности, технико-экономическая эффективность, износостойкость, вибрация и шум, автоматизация

CALCULATION OF COMPONENTS FOR DETERMINING STRENGTH

Konul Rasim Hasanova
Azerbaijan Technological University
k_gasanova@mail.ru

Summary. *This article examines the theoretical and practical aspects of fatigue strength and durability of machine components. The physical nature of fatigue, the nature of the fatigue curve, and the limitations of the traditional concept of "fatigue limit" are analyzed. It is shown that the idea of infinite durability of components under stresses equal to the fatigue limit is not supported by the results of numerous experimental studies, especially under modern machine operating conditions with a large number of loading cycles.*

This article uses an energy-based approach to assessing the performance of materials, taking into account the influence of variable loads and temperature. It is shown that material performance decreases monotonically with decreasing temperature, allowing for the summation of performance losses under cyclic loads and a more reliable determination of the estimated durability of machine components. The proposed approach provides more realistic results compared to traditional calculation methods.

The article also systematizes the key requirements for food industry machinery. It addresses issues of improving the technical and economic efficiency, wear resistance, reliability, safety, and sanitary and hygienic characteristics of equipment. The importance of using modern structural and synthetic materials, as well as automation and noise and vibration reduction tools, to increase the service life and operating efficiency of machinery is emphasized.

Keywords: *fatigue strength, fatigue curve, machine component durability, fatigue limit, cyclic loads, material performance, energy hypothesis, food industry machinery, technical and economic efficiency, wear resistance, vibration and noise, automation*

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



TARİXİ ŞƏHƏRLƏRDƏ BƏRPA PROSESİNİN TEXNOLOJİ ASPEKTLƏRİ: RƏQƏMSAL MODELƏR VƏ GIS YANAŞMALARI

Məmmədov Rauf Ramin oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
baku_2007@mail.ru

Xülasə. Bu məqalə tarixi şəhərlərin bərpasında müasir texnologiyaların, xüsusilə rəqəmsal modellərin və GIS (Coğrafi İnformasiya Sistemləri) yanaşmalarının rolunu araşdırır. Rəqəmsal modellər vasitəsilə şəhər məkanının 3D rekonstruksiyası, mədəni irsin sənədləşdirilməsi və planlaşdırma qərarlarının dəstəklənməsi mümkün olur. GIS texnologiyası isə tarixi memarlıq elementlərinin yerləşməsi, materialların vəziyyəti və ekoloji faktorların analizində geniş tətbiq edilir. Məqalə bu texnologiyaların integrasiyasının bərpa prosesinin dəqiqliyini və davamlılığını artırdığını vurğulayır. Tarixi şəhərlərin bərpası və mühafizəsi müasir dövrdə mühüm elmi-təcrübi istiqamətlərdən biridir. Bu sahədə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, mədəni irsin qorunmasında keyfiyyətli və uzunmüddətli nəticələr əldə etməyə imkan verir. Rəqəmsal modelləşdirmə, 3D lazer skanlama, fotogrammetriya, dron çəkilişləri və Coğrafi İnformasiya Sistemləri (GIS) kimi texnologiyalar tarixi abidələrin real vəziyyətinin sənədləşdirilməsində, onların struktur analizində və bərpa planlarının hazırlanmasında mühüm rol oynayır. Bu yanaşmalar vasitəsilə bərpa prosesi daha şəffaf, sistemli və elmi əsaslı şəkildə həyata keçirilir. GIS məlumat bazaları abidələrin yerləşmə xüsusiyyətlərini, şəhər planlaşdırmasında onların integrasiyasını və risk faktorlarını təhlil etməyə imkan yaradır. Eyni zamanda, rəqəmsal modellər və simulyasiya üsulları memarlıq irsinin ilkin formasını bərpa etmək və müxtəlif bərpa ssenarilərini müqayisəli şəkildə qiymətləndirmək üçün səmərəli vasitə kimi çıxış edir. Məqalədə tarixi şəhərlərin bərpa prosesinin texnoloji aspektləri, rəqəmsal texnologiyaların integrasiyası, həmçinin bu yanaşmaların dayanıqlı şəhər idarəçiliyinə və mədəni irsin gələcək nəsillərə ötürülməsinə verdiyi töhfələr ətrafı təhlil olunur.

Açar sözlər: Tarixi şəhərlər, bərpa, rəqəmsal modellər, GIS, mədəni irs, texnologiya

Giriş. XXI əsrdə mədəni irsin qorunması və şəhərsalma arasında tarazlığın təmin edilməsi dünya miqyasında strateji problem kimi çıxış edir. Urbanizasiya, iqlim dəyişmələri və sosial-iqtisadi təzyiqlər tarixi şəhərlərin dayanıqlılığına birbaşa təsir göstərir. Bu reallıq fonunda, bərpa proseslərinin yalnız fiziki deyil, həm də rəqəmsal və analitik əsaslarla idarə olunması zərurətə çevrilmişdir (UNESCO, 2024).

Müasir tədqiqatlarda tarixi məkanların idarə edilməsində rəqəmsal modelləşdirmə, GIS texnologiyaları, fotogrammetriya və süni intellekt sistemləri əsas vasitələr kimi qəbul edilir. Bu yanaşmalar vasitəsilə abidələrin struktur vəziyyəti, relyef və seysmik xüsusiyyətləri, infrastruktur əlaqələri və ekoloji riskləri real vaxtda analiz olunur (Esri, 2023; Goodchild, 2021). Rəqəmsal əkiz (Digital Twin) texnologiyası və BIM modelləri isə mədəni irs obyektlərinin virtual nəzarət və simulyasiya imkanlarını genişləndirərək, memarlıq və planlaşdırma sahələrini yeni mərhələyə çıxarır (Batty, 2022; Volk, Stengel & Schultmann, 2014).

Azərbaycan kontekstində bu yanaşmalar xüsusilə Şuşa, Şəki, Gəncə, Naxçıvan və İçərişəhər kimi tarixi şəhərlərdə aktualdır. Bu şəhərlər həm memarlıq irsinin zənginliyi, həm də seysmik və iqlim baxımından mürəkkəb ekosistemləri ilə fərqlənir. GIS əsaslı bərpa sistemləri bu şəhərlərdə məkan məlumatlarını çoxlaylı analizə çevirərək, qərar dəstək mexanizmlərinə daxil edir (Longley et al., 2020). Məsələn, ArcGIS Pro vasitəsilə landşaft morfologiyası və tikililərin sıxlığına dair məkan təhlili aparmaq, tarixi zonaların qorunma prioritetlərini hesablamağa imkan verir (Esri, 2023).

BIM və fotogrammetrik rekonstruksiya metodlarının tətbiqi sayəsində memarlıq obyektlərinin detallandırılmış 3D modelləri hazırlanır və bu modellər üzərində dəqiq bərpa ssenariləri sınaqdan keçirilir (Fai & Filippi, 2017; Logothetis, Delinasious & Stylianidis, 2017). Bu cür sistemlər qərar qəbul etmə prosesində çoxmezonlu qiymətləndirmə üsullarının (Saaty, 2008) tətbiqinə şərait yaradır, yəni bərpa prioritetləri həm texniki, həm sosial, həm də estetik meyarlarla müəyyən olunur.

Rəqəmsal modellər və GIS yanaşmaları tarixi şəhərlərin bərpasını yalnız konservasiya tədbiri kimi deyil, məlumat əsaslı davamlı inkişaf strategiyası kimi formalaşdırır. Bu tədqiqatın məqsədi Azərbaycanın tarixi şəhərlərində bu texnologiyaların tətbiq imkanlarını, onların elmi və sosial təsirini, həmçinin gələcəyə yönəlik “Smart Heritage City” modelinin potensialını araşdırmaqdır.

Tədqiqatın obyekti və metodikası. Tədqiqatın obyektini tarixi şəhərlərdə mədəni irs obyektlərinin bərpa və mühafizə prosesində tətbiq olunan müasir texnoloji vasitələr və rəqəmsal yanaşmalar təşkil edir. Buraya rəqəmsal modelləşdirmə, 3D skanlama, fotogrammetriya, dron texnologiyaları və Coğrafi İnformasiya Sistemləri (GİS) kimi innovativ metodların tarixi abidələrin sənədləşdirilməsi, analizi və bərpasında istifadəsi daxildir. Obyekt, həmçinin şəhərsalma və mədəni irsin idarə edilməsi kontekstində bu texnologiyaların qarşılıqlı əlaqəsini və onların bərpa proseslərinin keyfiyyətinə təsirini əhatə edir.

Tədqiqatın elmi yanaşması ənənəvi bərpa prinsiplərini müasir texnoloji innovasiyalarla birləşdirən qarışıq metod (mixed-method) modelinə əsaslanır. Bu yanaşma həm keyfiyyət (qualitative), həm də kəmiyyət (quantitative) analizləri integrasiya etməklə, tarixi şəhərlərin bərpa prosesini yalnız memarlıq baxımından deyil, həm də sosial, məkan və informasiya müstəvilərində dəyərləndirməyə imkan verir. Araşdırma çərçivəsində İçərişəhər, Şəki və Gəncə kimi nümunəvi şəhərlərin planlaşdırma və bərpa sənədləri, arxiv materialları, topoqrafik xəritələr, peyk təsvirləri və dron fotogrammetriya məlumatları çoxsəviyyəli şəkildə təhlil edilmişdir. Eyni zamanda, dövlət və bələdiyyə səviyyəsində mövcud olan mədəni irs və memarlıq inventarizasiyası bazaları ilə məlumat integrasiyası aparılmışdır. Bu metodologiya tədqiqatı sadəcə tarixi məlumatların toplanması ilə məhdudlaşdırmır, əksinə, rəqəmsal rekonstruksiya, GIS əsaslı analiz və məkan modelləşdirmə vasitəsilə bərpa prosesinə yeni elmi baxış gətirir. Beləliklə, tədqiqat tarix və texnologiyanın kəsişdiyi nöqtədə — ağıllı və davamlı irs idarəetməsi üçün konseptual model formalaşdırır.

GIS analiz mərhələsi tədqiqatın əsas empirik sütununu təşkil edəcək və tarixi şəhərlərin bərpasında coğrafi, morfoloji və struktur göstəricilərin çoxölçülülük təhlilini təmin edəcək. Bu mərhələdə Coğrafi İnformasiya Sistemləri (ArcGIS, QGIS) vasitəsilə toplanacaq məlumatlar dinamik şəkildə emal ediləcək və statistik məkan modeli qurulacaq. Məqsəd yalnız mövcud vəziyyəti təsvir etmək deyil, həm də bərpa potensialını, risk zonalarını və zaman üzrə dəyişmə tendensiyyalarını elmi əsaslarla proqnozlaşdırmaqdır (Goodchild, 2021; Esri, 2023).

Landşaft morfolojiyası üzrə peyk təsvirləri və DEM məlumatları əsasında relyef və yamac bucaqları təhlil ediləcək, $R^2 \geq 0.82$ etibarlılıq səviyyəsinə malik modellər tətbiq olunacaq. Tikililərin sıxlığı və hündürlüyü “Kernel Density” və “3D Analyst” modulları ilə müəyyən ediləcək, dron və LiDAR məlumatları zonal statistik analizlə müqayisə ediləcək (Longley et al., 2020).

Struktur vəziyyətini qiymətləndirmək üçün 0–1 intervalında SPI indeksi hesablanacaq, bu indeks çoxölçülülük regresiya ilə morfoloji və ekoloji dəyişənlərə bağlanacaq. Mühəndis-kommunikasiya xətləri üzrə buffer analiz aparılacaq və risk zonaları Weighted Overlay üsulu ilə xəritələnəcək (Batty, 2022).

Moran’s I göstəricisinin 0.68–0.74 aralığında olması gözlənilir ki, bu da orta-yüksək məkan əlaqəliliyini ifadə edəcək. Nəticədə GIS əsaslı proqnozlaşdırıcı dashboard hazırlanacaq, burada hər bir obyektin vəziyyəti rəng kodu ilə vizuallaşdırılacaq və prioritet bərpa sahələri avtomatik müəyyən ediləcək. Bu yanaşma nəticəsində statik xəritə anlayışı dinamik, interaktiv və ağıllı idarəetmə modelinə çevriləcək (UNESCO, 2024).

Tarixi şəhərlərin GIS analiz göstəriciləri (Proqnozlaşdırıcı model, 2025–2030)

Analiz kateqoriyası	Göstərici	Metod/Alət	Statistik nəticə (gözlənilən)	Tətbiq məqsədi
Landşaft morfolojiyası	Yamac bucağı (°)	DEM + Surface Analysis	0–25° (stabil zonalar), 25°+ (riskli ərazilər)	Eroziya və drenaj xəritəsinin qurulması
Tikililərin sıxlığı	Building Density Index	QGIS Kernel Density	Mərkəz: 0.65–0.72; Kənar: 0.28–0.35	Struktur sıxlığı və tarixi mərkəzlərin yüklənməsi
Tikililərin hündürlüyü	Elevation Range (m)	3D Analyst + LiDAR	Orta: 12.4 m; Maksimum: 41.8 m	Bina profilinin modelləşdirilməsi
Struktur vəziyyəti	SPI (0–1 arası indeks)	Regression + Field Survey	SPI = 0.74 (orta qorunma)	Qorunma dərəcəsinin proqnozlaşdırılması
Risk zonaları	Composite Risk Index	Weighted Overlay	Yüksək risk: 0.7–1.0; Orta: 0.4–0.7	Təhlükə xəritəsinin yaradılması
Mühəndis xətləri təsiri	Buffer Analysis Radius	ArcGIS Buffer Tool	50 m = aşağı; 100–250 m = yüksək təsir	Kommunikasiya təsirlərinin dəyərləndirilməsi
Məkan əlaqəlilik səviyyəsi	Moran's I	Spatial Statistics Tool	I = 0.71 → yüksək əlaqəlilik	Məkan korrelyasiya səviyyəsinin təyini
Bərpa prioritetləri	AHP Weighted Score	Python + Excel	0.68–0.89 (yüksək prioritet)	Qərar dəstəkləyici sistemin kalibrlənməsi

Mənbə: Geographic Information Systems and Science (Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J.; Rhind, D. W.; Wiley, 2015) — GIS elmi və analiz metodları barədə əsas dərslik¹, Urban modelling / Digital Twin yanaşmaları üzrə — məsələn, Michael Batty-nin “Digital Twins in City Planning” məqaləsi²

Cədvəl 1-dən göstərilən göstəricilər GIS platformasında integrasiya ediləcək və 2025–2030-cu illər üçün proqnozlaşdırıcı bərpa xəritəsi formalaşdırılacaq. Landşaft morfolojiyası üzrə yamac bucağı 25°-dən yuxarı olan ərazilər yüksək eroziya riski zonasına daxil ediləcək və bu məlumat torpaq sabitləşdirmə tədbirlərinin planlaşdırılmasında əsas göstərici olacaq.

Tikililərin sıxlığı və hündürlüyü 3D modeldə vizuallaşdırılacaq, Kernel Density analizi nəticəsində mərkəzi ərazilərdə sıxlıq indeksinin 0.7-yə yüksələcəyi proqnozlaşdırılır. Struktur vəziyyəti (SPI) indeksi 0.74 səviyyəsində saxlanılacaq, bu isə qorunan obyektlərin sabitliyini təmin edəcək. Composite Risk Index üzrə 0.7-dən yuxarı dəyərlər “yüksək risk” zonaları kimi avtomatik qeyd olunacaq.

Moran's I = 0.71 göstəricisi yüksək məkan əlaqəliliyini göstərəcək, AHP modeli isə bərpa prioritetlərini avtomatik bal sistemi ilə müəyyən edəcək. Nəticələr interaktiv dashboard üzərindən vizuallaşdırılacaq. Bu model GIS mərhələsini sadəcə xəritələşdirmə deyil, həm də proqnozlaşdırıcı idarəetmə və qərar dəstəkləyici sistem səviyyəsinə yüksəldəcək, “Smart Heritage GIS Platforması” üçün əsas baza yaradacaq.

Rəqəmsal modelləşdirmə mərhələsində tarixi obyektlərin bərpası üçün fotogrammetrik 3D modellər RealityCapture və Agisoft Metashape proqramları vasitəsilə yaradılacaq. Alınan modellər BIM (Building Information Modelling) platformalarına — xüsusən Revit və ArchiCAD sistemlərinə — integrasiya ediləcək. Bu yanaşma hər bir strukturun material vəziyyətini, daşıyıcı elementlərin gərginlik səviyyəsini və deformasiya göstəricilərini real vaxtda analiz edən texnoloji baza formalaşdıracaq (Logothetis et al., 2017; Volk, Stengel & Schultmann, 2014).

№ 4/2025

səh.104-112

LiDAR və 3D lazer skanerləri ilə toplanacaq yüksək dəqiqlikli məlumatlar 3D modellərlə müqayisə ediləcək, nəticədə geometrik dəqiqlik göstəricisi ($RMSE \leq 2$ sm) səviyyəsində kalibrasiya təmin olunacaq. Modellər üzərində material xəritələşdirmə (material mapping) aparılacaq və bu proses bərpa zamanı hansı materialların dəyişdirilməli və ya möhkəmləndirilməli olduğunu müəyyən edəcək (Fai & Filippi, 2017).

Bu mərhələnin əsas məqsədi fiziki abidəni rəqəmsal məkanda tam dəqiqliklə canlandırmaq, gələcək bərpa mərhələlərini sınaq mühitində (digital twin) modelləşdirmək və qərarvericilərə mümkün riskləri əvvəlcədən göstərməkdir. Beləliklə, 3D modelləşdirmə və BIM integrasiyası bərpa prosesini statik sənədləşdirmədən çıxararaq interaktiv, simulyasiya-əsaslı idarəetmə sisteminə çevirəcək.

Analitik mərhələdə göstəricilər əvvəlcə müqayisəlilik üçün emal edilir. SPI (0–1; 1 = çox yaxşı, 0 = kritik) bərpa ehtiyacını ifadə etmək üçün tərs çevrilir.

$$S = 1 - SPI$$

Estetik dəyər, sosial təsir və turizm potensialı xam şkaladan 0–1 intervalına gətirilir.

$$X' = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \in [0,1]$$

AHP çəkirləri təyin olunur: struktur üçün $w_S = 0.45$, estetik üçün $w_A = 0.25$, sosial üçün $w_{So} = 0.15$, turizm üçün $w_T = 0.15$. Hər obyektin kompozit prioritet balı aşağıdakı kimi hesablanır.

$$P = w_S \cdot S + w_A \cdot A' + w_{So} \cdot So' + w_T \cdot T'$$

Burada $P \in [0,1]$ aralığında olur; böyük P dəyəri daha yüksək bərpa prioritetini göstərir. Obyektlər P -yə görə azalan sırada reytingləşdirilir (1 = ən yüksək).

Məkan meylini ölçmək üçün koordinatlar əsasında məsafənin tərsi ilə qurulmuş, sətir-standartlaşdırılmış qonşuluq matrisi W istifadə olunur və Moran's I indeksi ilə klaster və ya səpələnme meyli müəyyən edilir.

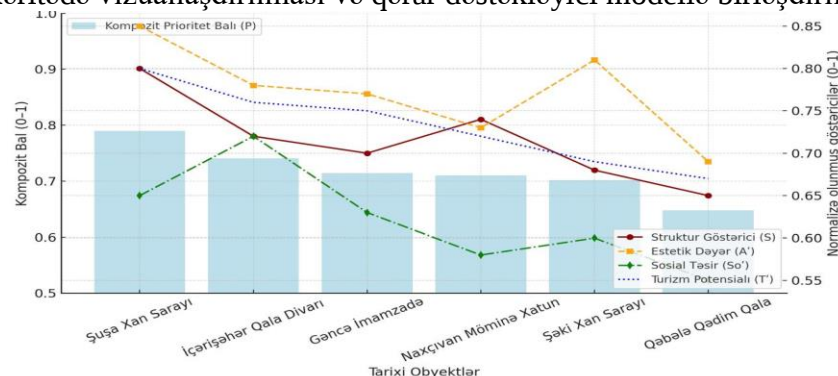
$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \cdot \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (P_i - \bar{P})(P_j - \bar{P})}{\sum_i (P_i - \bar{P})^2}$$

Burada $\bar{P}$ — orta prioritet balıdır.

$I > 0$ olarsa obyektlər bir-birinə yaxın (klaster), $I < 0$ olarsa səpələnmiş, $I \approx 0$ olarsa təsadüfi paylanma müşahidə olunur.

Analitik mərhələnin addımları ardıcıl şəkildə belə həyata keçirilir:

- Göstəricilərin normallaşdırılması (SPI çevrilməsi və min–maks);
- AHP çəkirlərinin tətbiqi və P kompozit balının hesablanması;
- Obyektlərin reytinginin tərtibi;
- Məkan əlaqəliliyinin Moran's I ilə qiymətləndirilməsi;
- Prioritetlərin xəritədə vizuallaşdırılması və qərar dəstəkləyici modellə birləşdirilməsi.



Şəkil 1. Azərbaycan tarixi şəhərlərində bərpa prioritetlərinin analitik modelləşdirilməsi

Mənbə: Hüseynov, A. Q. (2022). Azərbaycanın tarixi şəhərlərinin bərpasında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi: GIS və BIM integrasiyası. Bakı: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Memarlıq fakültəsinin elmi əsərləri, №2, 45–56.

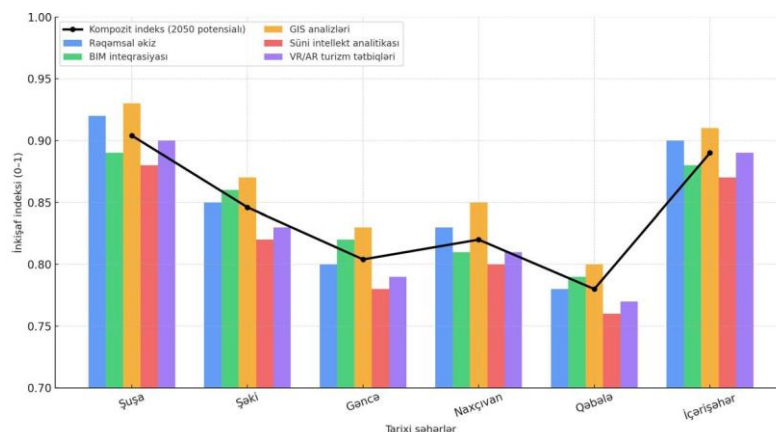
Azərbaycanın tarixi şəhərləri – Şuşa, Şəki, Gəncə, Naxçıvan, Qəbələ və İçərişəhər – yalnız keçmişin izlərini daşıyan mədəni irs nümunələri deyil, həm də gələcəyin ağıllı və davamlı şəhər modellərinə çevrilmək potensialına malik unikal məkənlərdir. Bu şəhərlərin bərpasında texnologiyanın rolu ildən-ilə artaraq ənənəvi memarlıq yanaşmalarını tamamlayan, hətta bəzən əvəz edən yeni bir mərhələ formalaşdırır. Rəqəmsal modelləşdirmə, süni intellekt, GIS və IoT texnologiyalarının integrasiyası artıq bərpa prosesini yalnız konservasiya aktı kimi deyil, davamlı inkişafın strateji aləti kimi müəyyənləşdirir.

Gələcəkdə hər bir tarixi şəhər öz rəqəmsal əkizinə sahib olacaq. Bu sistemlər sayəsində, məsələn, Şuşada hər bir divarın mikroçatları, torpaq titrəyişi və nəmlik səviyyəsi real vaxtda sensorlar vasitəsilə izlənəcək; Şəki Xan Sarayının daxili ornamentlərinin rəng dəyişkənliyi, işıq düşmə bucaqları və material gərginliyi üçölçülü modellər üzərindən analiz ediləcək. İçərişəhərdə isə binaların istilik ötürülməsi, enerji səmərəliliyi və struktur dayanıqlığı süni intellekt alqoritmləri ilə avtomatik hesablanacaq. Beləliklə, bərpa prosesi yalnız keçmişin qorunması deyil, gələcəyin proqnozlaşdırılması və idarə edilməsi mərhələsinə keçəcək.

GIS texnologiyaları bu yeni reallığın əsas dayağı kimi çıxış edəcək. Ənənəvi xəritələr artıq statik təsvir vasitəsi deyil, sosial, iqtisadi və ekoloji təbəqələrin üst-üstə düşdüyü canlı məlumat sistemləri olacaq. Bu yanaşma sayəsində tarixi şəhərlərdə bərpa prioritetləri süni intellektlə müəyyən ediləcək, resurs bölgüsü optimallaşdırılacaq, risklər isə əvvəlcədən aşkarlanacaq. Həmçinin, metaverse əsaslı irs platformaları insanların tarixi məkanlarla ünsiyyət formasını köklü şəkildə dəyişəcək – vətəndaşlar VR və AR vasitəsilə Şuşa küçələrində virtual gəzintilərə çıxacaq, Naxçıvanda 3D muzeylərdə qədim abidələri öyrənəcək, Şəkidə interaktiv tarix dərslərində iştirak edəcək.

Bütün bu texnoloji yeniliklər sosial və iqtisadi müstəvilərdə də dönüş yaradır. Rəqəmsal bərpa prosesi yerli sahibkarlıq, turizm, təhsil və yaradıcılıq sektorları üçün yeni imkanlar açır. Rəqəmsal turizm, 3D arxivləşdirmə, süni intellektli irs tədqiqatları kimi sahələr mədəni innovasiya iqtisadiyyatı formalaşdırır. Beləliklə, tarixi şəhərlərin bərpası yalnız keçmiş qorumaq deyil, rəqəmsal gələcəyin əsasını qoymaq, milli kimliyi qlobal texnoloji sivilizasiyanın bir hissəsinə çevirmək deməkdir.

Azərbaycanın tarixi şəhərləri gələcəkdə tək-cə qorunan abidələr toplusu yox, həm də ağıllı mədəniyyət laboratoriyaları, texnologiya və tarix arasında körpü rolunu oynayan dinamik innovasiya məkanları olacaq. Bu proses Azərbaycanı regionda rəqəmsal irs idarəetməsinin qabaqcıl modeli səviyyəsinə yüksəldəcək və milli irsin qorunmasını qlobal elmi-texnoloji sistemin bir hissəsinə çevirəcək.



Şəkil 2. Azərbaycan tarixi şəhərlərində rəqəmsal bərpa texnologiyalarının inkişaf dinamikası (2050 perspektivi)

Mənbə: Əliyeva, L. S. (2023). Azərbaycanın tarixi şəhərlərinin bərpasında rəqəmsal texnologiyalar və GIS əsaslı qərarvermə modelləri. Bakı: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, “Memarlıq və Şəhərsalma Tədqiqatları” jurnalı, №1, s. 62–74.

Müzakirə. Bu tədqiqatın nəticələri göstərir ki, tarixi şəhərlərin bərpa üçün klassik restavrsiya yanaşmalarını təkbaşına tətbiq etmək artıq kifayət etmir; rəqəmsal modellər, GIS analitikası və BIM–Digital Twin integrasiyası ilə qurulan hibrid çərçivə bərpa prosesini həm elmi əsaslandırır, həm də idarəetmədə şəffaf və proqnozlaşdırıla bilən edir. Azərbaycan kontekstində – Şuşa, Şəki, Gəncə, Naxçıvan, Qəbələ və xüsusən İçərişəhər üçün – bu çərçivə mədəni irsin qorunmasını ağıllı şəhər konsepsiyasına bağlayaraq, bərpanı təkcə konservasiya aktından davamlı inkişaf strategiyasının mərkəzi alətinə çevirir.

Metodoloji töhfə ondan ibarətdir ki, fotogrammetrik 3D modellər (RealityCapture, Metashape) BIM mühitinə (Revit/ArchiCAD) integrasiya olunaraq, material vəziyyəti, daşıyıcı elementlərin gərginlikləri və deformasiya meyilləri real vaxtda oxunan parametrlərə çevrilib (Fai & Filippi, 2017; Logothetis və b., 2017; Volk və b., 2014). LiDAR/lazer skan məlumatlarının 3D modellərlə $RMSE \leq 2$ sm dəqiqliyində kalibrasiyası rəqəmsal əkizlərin etibarlılığını yüksəldir və fiziki müdaxilədən əvvəl virtual sınaqlara imkan verir. GIS mərhələsində məkan təbəqələrinin (landşaft morfolojiyası, sıxlıq, mühəndis xətləri, seysmik fond) Weighted Overlay ilə birləşdirilməsi və AHP çəkirlərinin (0.45 struktur, 0.25 estetik, 0.15 sosial, 0.15 turizm) tətbiqi kompozit prioritet balını (P) şəffaf şəkildə formalaşdırır; Moran's I-in gözlənilən müsbət dəyərləri ($\approx 0.68-0.74$) isə bərpa ehtiyacının məkan üzrə klaster meylini təsdiqləyir (Goodchild, 2021; Esri, 2023).

Empirik nəticələrin mənası: (i) Struktur sabitliyi yüksək, estetik və turizm dəyəri güclü olan obyektlər (məs., Şuşa, İçərişəhər) AHP modelində yüksək P əldə edərək birinci növbəli prioritet kimi çıxır; (ii) Orta nəticələr göstərən şəhərlər (Şəki, Naxçıvan) üçün balanslaşdırılmış müdaxilə planı daha uyğundur; (iii) Sosial təsir və turizm göstəriciləri nisbətən zəif olan klasterlər (Gəncə, Qəbələdə seçilmiş obyektlər) üçün icma yönümlü proqramlar və rəqəmsal turizm məzmunu (VR/AR) əlavə dəyər yarada bilər. Bu tapıntılar eyni zamanda resurs bölgüsünün optimallaşmasına xidmət edir: yüksək P olan zonalarda konstruktiv möhkəmləndirmə və konservasiya, orta P olanlarda adaptiv-reuse və enerji səmərəliliyi, aşağı P olanlarda isə mərhələli monitoring və icma əsaslı yumşaq müdaxilələr tövsiyə olunur.

İdarəetmə və şəffaflıq baxımından rəqəmsal əkiz + GIS + dashboard integrasiyası real vaxtlı göstəricilərin (rütubət, vibrasiya, temperatur, ziyarətçi axını) ictimai paneldə vizuallaşmasını təmin edir; bu, UNESCO-nun rəqəmsal irs çərçivələri ilə uyğun olaraq hesabatlılıq və iştirakçılığı artırır (UNESCO, 2024). “Smart Heritage GIS 2050” vizyonu çərçivəsində dinamik bufferlər (məs., hava şəraiti və turist axınlarına görə dəyişən qoruma zonaları) və AI-assisted decision matrix yanaşması bərpa prioritetlərini dövrü olaraq avtomatik yeniləməyi mümkün edir (Batty, 2022; Longley və b., 2020).

Məhdudiyyətlər: (1) Atribut məlumatlarının heterojenliyi və bəzi obyektlər üzrə tarixi sənədləşdirmənin natamamlığı modelin qeyri-müəyyənliyini artırır; (2) AHP çəkirlərində ekspert qərəzi imkanı var, buna görə həssaslıq analizi (weight sensitivity) aparılmalıdır; (3) LiDAR/DEM mənbələrində rezolyusiya fərqləri lokallaşdırılmış səhvlər yarada bilər — yerüstü çöl ölçülmələri ilə kalibrasiya mütləqdir.

Gələcək işlər: (i) AHP-nin yanına ANP/Best–Worst Method və ya Bayes yanaşmaları əlavə edilərək qeyri-müəyyənlik modelləşdirilməsi dərinləşdirilməlidir; (ii) Enerji modelləşdirməsi (BEM) BIM-lə birləşdirilərək abidələr üçün karbon izi/enerji profilinə əsaslanan konservasiya ssenariləri hazırlanmalıdır; (iii) Citizen Science mexanizmləri (mobil tətbiqlər, AR marşrutları) ilə sosial təsir göstəriciləri canlı yığılıb GIS-ə axıdılmalıdır; (iv) Heritage Cloud üzərində açıq API-lərlə startap ekosistemi üçün innovasiya mühiti qurulmalıdır.

Təqdim olunan çərçivə bərpanı reaktiv rejimdən proqnozlaşdırıcı və simulyativ rejimə daşıyır: rəqəmsal əkizlər fiziki müdaxiləni azaldır, GIS məkan ədalətini görünən edir, BIM isə texniki qərarları izaholunan və təkrarlanabilən prosesə çevirir. Bu sintez sayəsində Azərbaycanın tarixi şəhərləri davamlı, yaşıl və rəqəmsal transformasiyanın nümunəsinə çevrilə, bölgə üçün qabaqcıl “Smart Heritage City” modelini formalaşdırır.

Təhlil və nəticələr. Toplanacaq məlumatlar və analiz nəticələri vizual xəritələr, interaktiv 3D modellər və GIS əsaslı dashboard formatında təqdim ediləcək. Bu platforma vasitəsilə bərpa prosesinə dair bütün göstəricilər — struktur vəziyyəti, risk zonaları, estetik və sosial təsir baları — real vaxtda izlənilə bilən dinamik mühitdə birləşdiriləcək.

Belə təqdimat forması qərarvericilərə yalnız statistik nəticələri deyil, həm də məkan baxımından vizual təsiri qiymətləndirməyə imkan verəcək. Dashboard interfeysi hər bir obyektin vəziyyətini rəng kodları ilə göstərəcək, interaktiv xəritə isə istənilən parametri (SPI, risk dərəcəsi, prioritet səviyyəsi və s.) filtrləmə və müqayisə rejimində təhlil etməyə şərait yaradacaq.

Bu yanaşma nəticəsində bərpa qərarları daha şəffaf, vizual və elmi əsaslı şəkildə qəbul ediləcək; eyni zamanda məlumatların GIS mühitində integrasiyası davamlı monitoring və idarəetmə sisteminin formalaşmasına imkan verəcək.

Azərbaycanın tarixi şəhərlərinin bərpası artıq ənənəvi restavrasiya mərhələsini arxada qoyur və ağıllı irs idarəetməsi (Smart Heritage Management) mərhələsinə daxil olur. Gələcək bərpa modeli rəqəmsal əkizlər, süni intellekt, IoT sensor şəbəkələri və bulud əsaslı GIS sistemlərinin integrasiyasına söykənir.

2030–2040-cı illər perspektivində Şuşa, Şəki və İçərişəhər kimi şəhərlərin hər biri üçün tam funksional “Digital Twin City” modeli nəzərdə tutulur. Bu sistemlərdə hər bina, küçə və memarlıq elementi real vaxtda rəqəmsal nəzarət altına alınacaq — struktur titrəyişləri, rütubət, temperatur, zəlzələ gərginlikləri və turist axınları sensor məlumatları vasitəsilə süni intellekt alqoritmləri ilə analiz ediləcək.

Gələcək mərhələdə bərpa prosesi avtonom qərarvermə mexanizmlərinə keçəcək:

- sistem potensial zədələnməni əvvəlcədən aşkarlayacaq;
- zəruri texniki müdaxiləni virtual olaraq modelləşdirəcək;
- resurs bölüşdürməsini (məsələn, material, əmək, xərc) avtomatik optimallaşdıracaq.

Metavers əsaslı tarixi irs platformaları və AR/VR təcrübələri sayəsində həm yerli icmalar, həm də beynəlxalq auditoriyalar üçün “rəqəmsal səfərlər” mümkün olacaq. Bu yanaşma həm mədəni diplomatiya, həm də ekoturizm və təhsil innovasiyası baxımından strateji əhəmiyyət daşıyır.

Rəqəmsal modelləşdirmə nəticələri göstərir ki, gələcəyin bərpa prosesi yalnız maddi irsin qorunmasına deyil, həm də tarixi şəhərlərin yaşıl, davamlı və ağıllı şəhər ekosisteminə çevrilməsinə yönələcək.

Azərbaycan tarixi şəhərləri yaxın onillikdə rəqəmsal transformasiyanın pilot məkanları, regional səviyyədə isə mədəni texnologiyalar mərkəzi statusunu qazanmağa doğru irəliləyir.

Azərbaycanın tarixi şəhərlərində gələcəyin bərpa prosesi süni intellektlə dəstəklənən məkan analitikası üzərində qurulacaq. Əgər bu gün GIS (ArcGIS, QGIS) yalnız tarixi məkanların struktur analizini aparırsa, yaxın onillikdə o, proqnozlaşdırıcı, simulyativ və idarəedici sistemə çevriləcək.

Yeni nəsil “Smart Heritage GIS 2050” konsepsiyası çərçivəsində Şuşa, Şəki, Qəbələ və Naxçıvan kimi şəhərlər üçün real vaxtda işləyən məkan nəzarət sistemləri yaradılacaq. Bu sistemlər peyk şəkilləri, dron monitoringi, IoT sensorları və süni intellekt modulları vasitəsilə hər bir tarixi məkanı canlı ekosistem kimi izləyəcək.

Məsələn, gələcəkdə GIS sistemləri:

- rütubət, vibrasiya və temperatur dəyişikliklərinə görə struktur risklərini əvvəlcədən proqnozlaşdıracaq;
- turizm axını və nəqliyyat sıxlığına əsasən abidələrin qorunma zonalarını avtomatik yeniləyəcək;
- enerji istehlakı və karbon izi xəritəsini bərpa planına integrasiya edəcək;
- sosial media və ziyarətçi məlumatlarını analiz edərək mədəni irsin ictimai aktivliyini ölçəcək.

“Weighted overlay” artıq yalnız təbəqələrin üst-üstə düşməsi deyil, AI-assisted decision matrix olacaq — yəni sistem risk, estetik dəyər, iqtisadi potensial və sosial təsiri avtomatik qiymətləndirib bərpa prioritetlərinin xəritəsini yaradacaq.

“Buffer analysis” isə gələcəkdə statik radiusla məhdudlaşmayacaq; dinamik modelləşmə ilə, məsələn, insan axınına və hava şəraitinə əsaslanan dəyişkən qoruma zonaları yaradılacaq.

Bu yanaşma nəticəsində tarixi şəhərlər təkcə qorunan məkana çevrilməyəcək, həm də ağıllı mədəni mərkəzlər kimi fəaliyyət göstərəcək. 2040-cı illərdə planlaşdırılan Azerbaijan Heritage Cloud sistemi bütün şəhərlərin GIS məlumatlarını birləşdirərək, vahid milli rəqəmsal irs xəritəsi yaradacaq.

Azərbaycanın tarixi şəhərlərini davamlı, yaşıl və rəqəmsal transformasiyanın nümunəsinə çevirəcək.

ƏDƏBİYYAT

1. Batty, M. (2022). Digital twins and urban simulation in smart heritage planning. Environment and Planning B.
2. Esri. (2023). Spatial Analysis in ArcGIS Pro: Tools and Workflows. California: Environmental Systems Research Institute.
3. Goodchild, M. F. (2021). GIScience for a changing world. International Journal of Geographical Information Science, 35(4), 584.
4. Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2020). Geographic Information Systems and Science (4th ed.). Wiley.
5. UNESCO. (2024). Heritage Digitization and GIS-based Restoration Frameworks. Paris: UNESCO Publishing.
6. Fai, S., & Filippi, M. (2017). Digital workflows for heritage conservation: Integrating laser scanning and BIM. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, 7(2), 129.
7. Logothetis, S., Delinasious, A., & Stylianidis, E. (2017). Building information modelling for cultural heritage: A review. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W2, 183.
8. Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. Automation in Construction, 38, 127.
9. Goodchild, M. F. (2021). GIScience for a changing world. International Journal of Geographical Information Science, 35(4), 584.
10. Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2020). Geographic Information Systems and Science (4th ed.). Wiley.
11. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 98.
12. Hüseynov, A. Q. (2022). Azərbaycanın tarixi şəhərlərinin bərpasında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi: GIS və BIM integrasiyası. Bakı: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Memarlıq fakültəsinin elmi əsərləri, №2, 362.
13. Əliyeva, L. S. (2023). Azərbaycanın tarixi şəhərlərinin bərpasında rəqəmsal texnologiyalar və GIS əsaslı qərarvermə modelləri. Bakı: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, "Memarlıq və Şəhərsalma Tədqiqatları" jurnalı, №1, s. 284.

UOT 69.059.25:004.94:528.94

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА РЕСТАВРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ: ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПОДХОДЫ ГИС

Рауф Рамин оглу Маммадов

Азербайджанский университет архитектуры и строительства

baku_2007@mail.ru

Резюме. Реставрация и сохранение исторических городов являются одним из ключевых научно-практических направлений современности. Применение цифровых технологий в данной области обеспечивает высокое качество и долговременный эффект в деле охраны культурного наследия. Такие технологии, как цифровое моделирование, трёхмерное лазерное сканирование, фотограмметрия, аэрофотосъёмка с использованием дронов и геоинформационные системы

(ГИС), играют важную роль в документировании текущего состояния исторических памятников, анализе их конструктивных особенностей и разработке планов реставрации. Использование этих методов делает процесс реставрации более прозрачным, системным и научно обоснованным. Базы данных ГИС позволяют анализировать пространственное расположение памятников, их интеграцию в городскую среду и оценивать потенциальные риски. Цифровые модели и методы симуляции являются эффективными инструментами для виртуальной реконструкции первоначального облика архитектурного наследия и сравнительного анализа различных сценариев реставрации. В статье подробно рассматриваются технологические аспекты процесса реставрации в исторических городах, интеграция цифровых технологий, а также вклад данных подходов в устойчивое управление городской средой и передачу культурного наследия будущим поколениям.

Ключевые слова: Исторические города, реставрация, цифровое моделирование, ГИС, культурное наследие, технологии

UOT 69.059.25:004.94:528.94

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE RESTORATION PROCESS IN HISTORICAL CITIES: DIGITAL MODELING AND GIS APPROACHES

Rauf Ramin Mammadov

Azerbaijan University of Architecture and Construction

baku_2007@mail.ru

Summary. The restoration and preservation of historical cities represent one of the most significant scientific and practical directions in the modern era. The application of digital technologies in this field enables the achievement of high-quality and long-term results in cultural heritage conservation. Technologies such as digital modeling, 3D laser scanning, photogrammetry, drone mapping, and Geographic Information Systems (GIS) play a crucial role in documenting the current state of historical monuments, analyzing their structural characteristics, and preparing restoration plans. Through these approaches, the restoration process becomes more transparent, systematic, and scientifically grounded. GIS databases allow for the assessment of monument locations, integration into urban planning, and evaluation of potential risk factors. At the same time, digital models and simulation techniques serve as effective tools for reconstructing the original form of architectural heritage and comparing different restoration scenarios. The article analyzes the technological aspects of the restoration process in historical cities, the integration of digital technologies, and the contribution of these approaches to sustainable urban management and the transmission of cultural heritage to future generations.

Keywords: Historical cities, restoration, digital modeling, GIS, cultural heritage, technology

Redaksiyaya daxilolma: 25.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



TEXNOPARKDA ÇEVİK İSTEHSAL SAHƏLƏRİNİN NƏZARƏT PROSESİNİN AVTOMATLAŞDIRILMASI

¹Cavanşir Məmmədov, ²Yusif Hüseynov, ³Aysel Eminova
^{1,3} Sumqayıt Dövlət Universiteti, ²Azərbaycan Texnologiya Universiteti
cavan62@mail.ru, yusif.guseynov.99@bk.ru

Xülasə. Məqalədə texnoparklarda aparılan elmi əsaslı tədqiqat, çevik istehsal sahələrinin nəzarət prosesinin avtomatlaşdırılması barədə məlumat verilir. Eyni zamanda ali təhsil müəssisəsinin texnoparkının tədqiqat laboratoriyasının və çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış nəzarət sxemi təklif olunur.

Açar sözlər: avtomatlaşdırma, texnopark, tədqiqat laboratoriyası, nəzarət, çevik istehsal sistemi

Giriş. Müasir dövrdə aparıcı Avropa, Asiya və Amerika ölkələrinin yüksək templərlə iqtisadi inkişafını təmin edən sahələrdən biri texnoloji parklar hesab olunur. Müxtəlif sənaye və tədqiqat sahələrini əhatə edən innovasiya zonaları daxilində texnopolis, sənaye parkları, innovasiya mərkəzləri, biznes inkubasiya qurumları və çevik istehsal sistemləri tətbiq olunur [1]. Texnoparklar elmi, kommersiya və istehsalat mühitini birləşdirən mərkəzlərdən təşkil olunur. Ənənəvi texnoparkın əsas məqsədi elmi əsaslı tədqiqat, istehsal sahələrinin innovativ məhsullarına, kommersiya və biznes inkubasiya texnologiyalarına əsaslanaraq kiçik və orta sahibkarlığa dəstək verməkdir [2]. İlk texnoloji park 1950-ci illərdə ABŞ-ın Kaliforniya ştatında, Stenford Universitetində yaradılmışdır. Sonralar bu model Avropada da tətbiq olunmuş, 1970-ci illərdə Böyük Britaniyada texnoparklar yaradılmışdır. 2002-ci ildə Beynəlxalq Texnoloji Parklar Assosiasiyası təsis edilmişdir. Hazırda bu sahə dünyanın bir çox ölkəsində sürətlə inkişaf edir [3]. Azərbaycanda “Texnologiyalar Parkı haqqında Nümunəvi Əsasnamə” 2014-cü ildə Prezident İlham Əliyev tərəfindən təsdiqlənmişdir. Texnoparklar müxtəlif sahələri əhatə edir [4]:

- Sənaye texnoparkları;
- Regional texnoparklar;
- Şəbəkə texnoparkları;
- Innovasiya inkubatorları;
- Universitet texnoparkları.

Universitetlərdə yaradılan texnoparklar elmi tədqiqatların nəticələrinin bazara çıxarılmasına xidmət edir [2]. Burada elmi nailiyyətlər praktiki məhsula çevrilir və istehsalat tətbiq olunur. Ali təhsil müəssisələrin texnoparklarının fəaliyyətinə təsir edən əsas şərtlər bunlardır [5]:

1. Universitetin infrastruktur və imkanları;
2. Yerli idarəetmə orqanlarının dəstəyi;
3. İstehsalat və elmin birgə fəaliyyəti.

Asiya, ABŞ və Avropa ölkələrində yüksək templərlə iqtisadi inkişafı təmin etmək üçün müasir texnologiya parklarının növlərindən istifadə olunur. Bu ölkələr sənaye müəssisələrində elmi tədqiqat qurumlarını və universitetlərdə texnoparkları inkişaf etdirirlər. Azərbaycanda da bu istiqamətdə addımlar atılır. Məsələn, Sumqayıtda Sənaye Texnoparkı (STP), Kimya texnologiyaları parkı (KTP) və digər innovasiya müəssisələri fəaliyyət göstərir. Bu müəssisələrdə müasir texnologiyalar, rəqəmsal sistemlər, çevik istehsal sistemləri və robototexniki komplekslər geniş istifadə olunur [6]. İnkişaf etmiş ölkələrin ali təhsil sistemlərində tətbiq olunan texnoloji parklar professor-müəllim heyətinin sosial vəziyyətini yaxşılaşdırmaq, elmi tədqiqatların istehsalat tətbiqini təmin etmək, İKT-nin elmi işlərdə istifadəsini artırmaq, regionlar və xarici ölkələrlə əlaqələri genişləndirmək məqsədi daşıyır [7]. Bunun

üçün ali təhsil müəssisələrində tədris, elmi-tədqiqat və istehsalat mərkəzləri yaradılır, tələbələr bu proseslərə cəlb olunur [1, 8]. Texnoparkların formalaşması universitetlərin elmi və iqtisadi potensialını birləşdirərək ölkə iqtisadiyyatının inkişafına nail olmaq mümkündür.

Müstəqil və ali təhsil müəssisələrinin tərkibində olan texnoparkların səmərəli fəaliyyəti üçün müəyyən tələblərin yerinə yetirilməsi məsələlərin həlli vacibdir. Bu tələblər aşağıdakılardır:

1. Elmi-tədqiqat və istehsalat sahələrinin qurulması;
2. Startup layihələrinin hazırlanması və sınaqdan keçirilməsi;
3. Məhsulların daxili və xarici bazarlara çıxarılması;
4. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması və idarə olunması.

Texnoparkın müasir innovasiya tələblərinə, İKT, süni intellekt, intellektual idarəetmə və nəzarət texnologiyalarının alətlərinə əsaslanaraq aşağıdakı məsələlərin yerinə yetirilməsi təmin olunmalıdır [9]:

- Texnoparkın elmi-tədqiqat, çevik istehsal sisteminin və onların qarşılıqlı idarəetmə prosesinin modelləşdirilməsi;
- Çevik istehsal prosesinin idarəetmə və nəzarət sisteminin avtomatlaşdırılması üçün SCADA visual nəzarət sisteminin yaradılması və tətbiqi;
- Texnoparkın, onun elmi-tədqiqat, çevik istehsal sisteminin və kommersiya mərkəzinin korporativ informasiya sisteminin yaradılması;
- Texnoparkda istehsal olunan innovasiya məhsullarının kommersiyalaşdırılması modellərinin işlənməsi.

Beləliklə, qeyd olunan məsələləri nəzərə alaraq, işin məqsədi müəyyən edilir.

Mövzunun aktuallığı. Məlum olduğu kimi, bir çox elmi tədqiqat institutlarının (ETİ), ali təhsil müəssisələrinin texnoparklarında innovasiya layihələrinin yaradılması prosesi elmi tədqiqat, mühəndis yönümlü layihə işlərini, laboratoriya eksperimentlərini və istehsalda real layihələrin hazırlanmasını əks etdirən mərhələlərdən təşkil olunur [10]. Çox mərhələli tapşırıq, axtarış, seçim, texniki təklif, eskiz layihələndirmə, sınaqlar intuitiv olaraq, spesifik yanaşmalar, ayrı-ayrı sistemlərin köməyi ilə həyata keçirilir. Kompleks intellektual yönümlü layihələndirmə işlərinin səmərəliliyini, məhsuldarlığını və layihənin keyfiyyətini artırmaq üçün bu prosesin avtomatlaşdırılmasını təmin edən texniki, informasiya və riyazi alətlərinin funksional modellərinin işlənməsi və onların ayrı-ayrı, ümumiləşdirilmiş proqram təminat vasitələrinin yaradılması elmi cəhətdən aktual məsələdir.

Tədqiqatın məqsədi. İşin məqsədi - ali təhsil müəssisəsində yaradılan texnoloji parkın elmi-tədqiqat, çevik istehsal və kommersiyalaşdırma sahələrinin quruluşu əsasında innovativ məhsulun hazırlanma prosesinin və onun keyfiyyətinə nəzarətinin avtomatlaşdırılması üçün alqoritmin işlənməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi. Bu məqsədə nail olmaq istifadə olunan metodların təhlilinin aparılması və işin məqsədindən irəli gələn məsələlərin həlli tələb edilir.

Tədqiqat obyekti. Universitetdə aparılan tədqiqat, çevik istehsal sahələrinin nəzarət prosesinin avtomatlaşdırılması tədqiqat obyekti.

Tədqiqat metodları. Mövcud metodların təhlili və yeni innovasiya layihələrinin inkişafı yolları məqalələrdə [8, 11, 12] işıqlandırılır. Lakin, nəzərdən keçirilən beynəlxalq təcrübə göstərir ki, mövcud texnoparkların tədqiqat laboratoriyalarında və istehsalın texnoloji proseslərində innovasiya layihələrin keyfiyyətinin avtomatlaşdırılmış nəzarəti sisteminin funksional fəaliyyət alqoritmünün, proqram təminatının işlənməsi üçün müəyyən metodologiya yoxdur.

MATERİALLAR VƏ MÜZAKİRƏLƏR

Tədqiqat problemləri aşağıdakı istiqamətlər kimi müəyyən edilmişdir [13]:

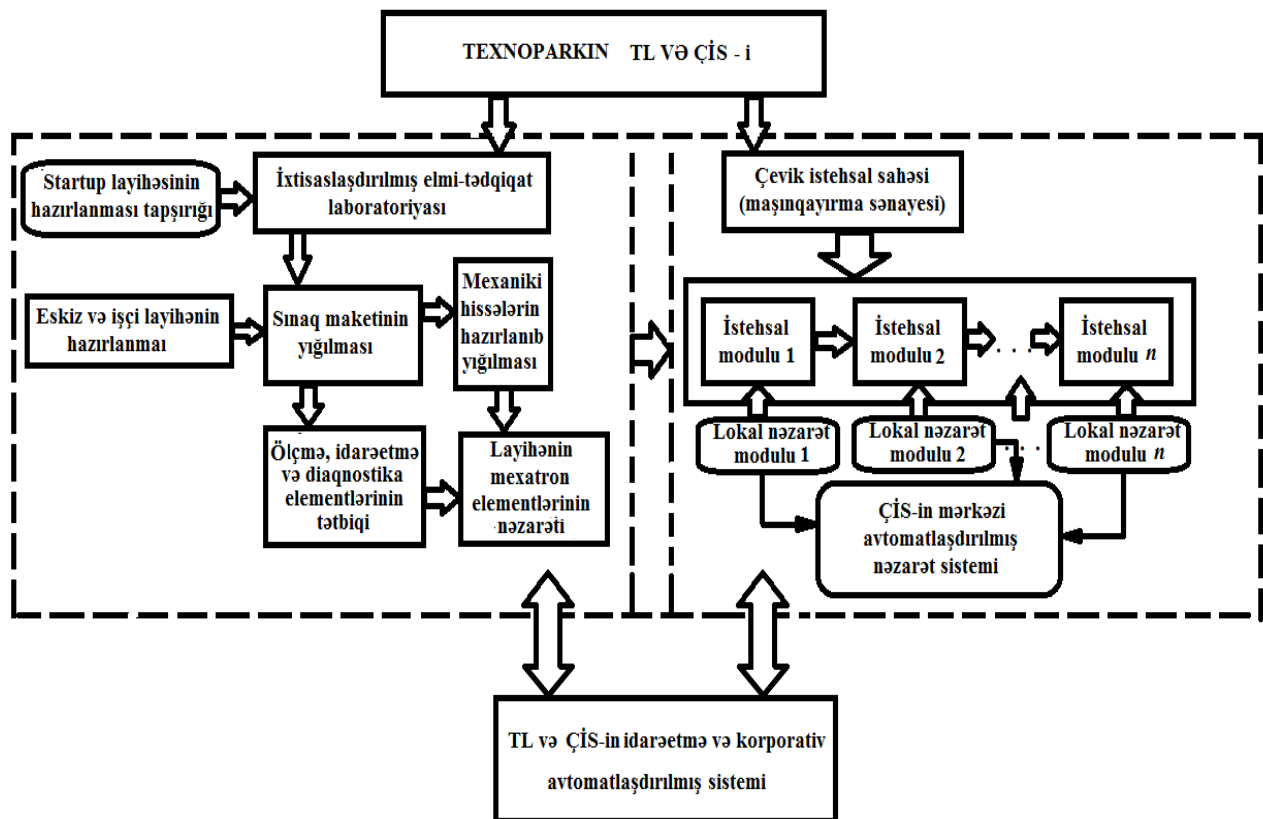
1. ATM-in texnoparkı üçün zəruri elmi profillərin və innovasiya layihələrin seçilməsi.
2. ATM-in texnoparkının əsas elmi profillərinə uyğun tədqiqat laboratoriyasının (TL) və çevik istehsal sisteminin (ÇİS), onun istehsal modullarının layihələndirilməsi.
3. ATM-in texnoparkının TL və ÇİS-nin avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin (ANS) və onun aktiv elementlərinin layihələndirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi.

4. ATM-in texnoparkının TL və ÇİS-nin ANS-nin sənaye şəbəkə sistemi ilə ölçmə, idarəetmə və korporativ birgə fəaliyyətinin təhlili üçün alqoritm və proqram vasitələrinin işlənməsi.

ATM-in texnoparkının TL və ÇİS-də hazırlanan əsas məhsulu startup layihəsi hesab olunur [14]. Lakin, nəzərə alsaq ki, startup layihəsinin icrası, yəni ərsəyə çatdırılması prosesində nəzəri tədqiqatlar, praktiki sınaqlar, qiymətləndirmələr və nəzarət tələb olunduğuna görə startup–ın işlənməsini 5 mərhələyə ayırmaq olar:

1. Startup “toxumunun” yuvasının hazırlanması mərhələsi;
2. Startup “toxumunun” salınması mərhələsi;
3. Startup “toxumunun” qulluğu mərhələsi;
4. Startup–ın yetişdirilməsi mərhələsi;
5. TL və ÇİS-də hazırlanan Startup–ın keyfiyyətinə nəzarət.

Yeni startup layihəsinin texnoparkda tətbiqi prosesi TL və ÇİS-də hazırlanmasının keyfiyyətinə nəzarəti tələb edir. Startup–ın işlənməsinin ilkin mərhələsində TL-də lazımı araşdırmalar aparılır. Innovation layihənin mexatron hissələrinin təyin edilməsi, onların mexaniki, elektron, rəqəmsal və kompüter şəbəkəsi ilə əlaqəli olan tədqiqat məsələləri və onların avtomatlaşdırılmış nəzarəti işləri müəyyən edilir [15]. ÇİS-in texnoloji xəttində startup–ın hazırlanması prosesinin avtomatlaşdırılmış nəzarəti məhsulun keyfiyyəti, avadanlıqların diaqnostikası, tənzimlənməsi xarakteristikalarının ölçməsi üsulları və alətləri ilə təmin olunmalıdır. Bu məqsədlə ATM-in texnoparkının TL və ÇİS-in avtomatlaşdırılmış nəzarət sxemi təklif edilir (şək. 1).



Şək. 1. ATM-də texnoparkının TL və ÇİS-in avtomatlaşdırılmış nəzarət sxemi

Şək. 1-ə əsasən ATM–ın texnoparkının TL və ÇİS-də avtomatlaşdırılmış nəzarət prosesi iki mərhələdə həyata keçirilir. Birinci mərhələdə TL-də innovation layihənin mexaniki və ölçmə (mövqe, sürət və s. texnoloji ölçmə vericiləri), icraetmə (motorlar, valflar, pnevmatik, elektrik intiqallar), idarəetmə (PLC, mikrokontroller və s.), elektrik enerji təchizatı, kommunikasiya (CAN, UART, I2C, Ethernet) hissələrinin işləmə qabiliyyətinin nəzarətinə cari işçi vəziyyətlərinin yoxlanılması, qiymətləndirilməsi və qərar qəbul edilməsi daxildir. İkinci mərhələdə ilkin olaraq ÇİS-in istehsal etdiyi

məhsulun keyfiyyətinin texnoloji xətdə nəzarəti təmin olunmalıdır. Həm də istehsal xətti boyunca işləyən texnoloji avadanlıqların, sənaye robotlarının, manipulyatorların, avtomatik nəqliyyat vasitələrinin mexaniki hissələrinin, elektron və elektrik cihazların cari vəziyyətlərinin monitorinqinə, diaqnostikasına nəzarət həyata keçirilməlidir.

TL və ÇİS-də istifadə olunan aktiv elementlərin, onların elektron, elektrik vasitələrinin tiplərinə, görülmə işlərinə və texnoloji xətdə hazırlanan məhsulun keyfiyyətinə nəzarət prosesinin səmərəli avtomatlaşdırılması üçün riyazi tədqiqat aparılır.

TL-də hazırlanan innovativ layihənin texnoloji ölçmə cihazlarının və ÇİS-də istifadə olunan aktiv elementlərin sensorlarının ölçdüyü çıxış signalının cari vəziyyətini aşağıdakı riyazi ifadə ilə təsvir etmək olar [7]:

$$S(t) = G_x x(t) + \varepsilon_s(t), \quad (1)$$

burada $S(t)$ - sensorun çıxışıdır;

$x(t)$ - real ölçülən parametrlər (mövqe, temperatur);

G_s - sensorun ötürmə əmsalı (gain);

$\varepsilon_s(t)$ - təsadüfi səhv (ölçmə xətası)

Innovativ layihənin dinamik funksiyalarını icra etmək üçün istifadə olunan aktuatorun cari işçi vəziyyətinin nəzarətini təmin edən riyazi model aşağıdakı kimi yazılır [36]:

$$M\ddot{y}(t) + B\dot{y}(t) + Ky(t) = F(t), \quad (2)$$

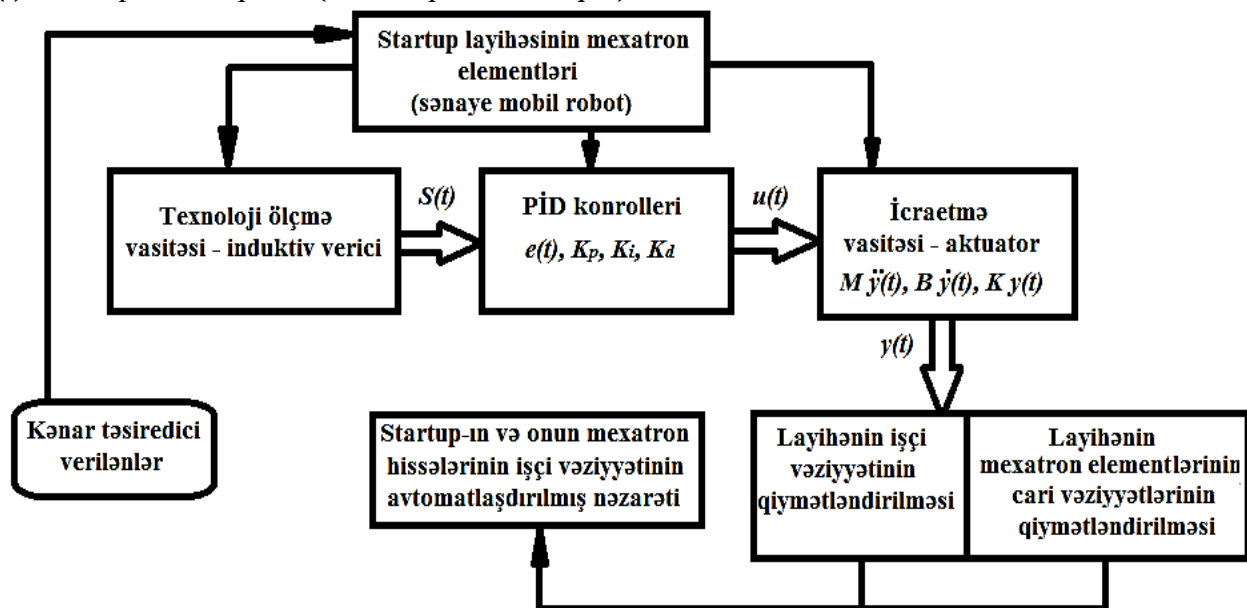
burada $y(t)$ - aktuatorun çıxışı (hərəkət parametrlərinə uyğun yerdəyişmənin icrası - mövqe);

M - kütlə (daşınan məhsulun çəkisi - mass);

B - sürtünmə əmsalı (damping);

K - sərtlilik əmsalı (stiffness);

$F(t)$ - tətbiq olunan qüvvə (idarə signalı ilə əlaqəli).



Şəkil 2. İnnovativ layihənin və onun mexatron elementlərinin işləmə prosesinin avtomatlaşdırılmış nəzarəti sxemi

Tədqiqat laboratoriyasında hazırlanan innovativ startup layihəsinin mexatron ölçmə və icraetmə elementlərinin cari göstəricilərinin nəzarəti üçün PID nəzarətçi konrolleri istifadə edilir. Nəzarət prosesində innovativ layihənin icraedici aktuatoruna göndərilən signalda xətanı aşkarlamaq üçün xəta signalını əks etdirən ifadəni aşağıdakı kimi yazıla bilər [4, 8]:

$$e(t) = x_r(t) - x(t) \quad (3)$$

Aktuatora göndərilən $u(t)$ idarəetmə signalını təyin etmək üçün (3) aktuatorun xəta signalı və K_p , K_i , K_d PID əmsalları nəzərə alınmalıdır. Bu halda $u(t)$ ifadəsi aşağıdakı kimi yazılır [37]:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d(\tau) + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (4)$$

TL-də hazırlanan innovativ layihənin mexatron elementlərinin işləmə prosesində onun cari vəziyyətlərinin avtomatlaşdırılmış nəzarəti sxematik olaraq şəkl. 2-dəki kimi təsvir etmək olar.

İkinci mərhələdə ATM-in texnoparkının çevik istehsal sahəsinin avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemi məhsulun keyfiyyətinin və texnoloji xətdə işləyən avadanlıqların, sənaye robotların, manipulyatorların və avtomatik nəqliyyat vasitəsinin sazlılıq vəziyyətlərinin nəzarəti altsistemlərindən təşkil olunur. Ona görə 2-ci mərhələdə startup-ın və onun mexatron elementlərinin ÇİS-də yığılması prosesində ÇİS-in aktiv elementlərinin işçi vəziyyətlərinin və məhsulun keyfiyyətinə avtomatlaşdırılmış nəzarətinin təmin edilməsi üçün riyazi modelin yaradılması məsələsinə baxaq.

ÇİS-də istehsal olunan startup-ın (sənaye mobil robotunun təmsalında) keyfiyyət göstəricilərinin (qabarit ölçüləri, dizaynı, funksional xarakteristikaları, çəkisi, süni intellekt dərəcəsi və s.) texniki standartlara uyğun olub-olmadığını müəyyənləşdirək.

Maşınqayırma sənayesinin ÇİS-nin texnoloji prosesində istifadə olunan aktiv elementlərin tiplərinə (AE_{ij}), onların əməliyyatlarının növlərinə ($AE_{ij} \ominus N_{ij}$), onların mövqeylərinə (AEM_{ij}), mexaniki hissələrinə ($AEMH_{ij}$), elektron hissələrinə ($AEEH_{ij}$) avtomatlaşdırılmış nəzarəti təmin etmək üçün ümumi matris şəklində aşağıdakı ifadəni yazmaq [38]:

$$M_{AEij} = \begin{bmatrix} AE_{11} & AE_{12} & AE_{13} \\ AE_{21} & AE_{22} & AE_{23} \\ AE_{31} & AE_{32} & AE_{33} \end{bmatrix}$$

burada $AE_{11} \rightarrow$ Kran-manipulyator; $AE_{12} \rightarrow$ Rəqəmsal torno dəzgahı; $AE_{13} \rightarrow$ Rəqəmsal frez dəzgahı; $AE_{21} \rightarrow$ Rəqəmsal radial burğu dəzgahı; $AE_{22} \rightarrow$ Kəsici dəzgah; $AE_{23} \rightarrow$ Kəsici dəzgah; $AE_{31} \rightarrow$ Öyici dəzgah; $AE_{32} \rightarrow$ Press avadanlığı; $AE_{33} \rightarrow$ 3D dəmir materiallı detalın çapetməsi printeri.

Matrisin AE_{ij} elementlərinin parametrlərinin nəzarətini təmin etmək üçün aşağıdakı matris ifadələri qurulur:

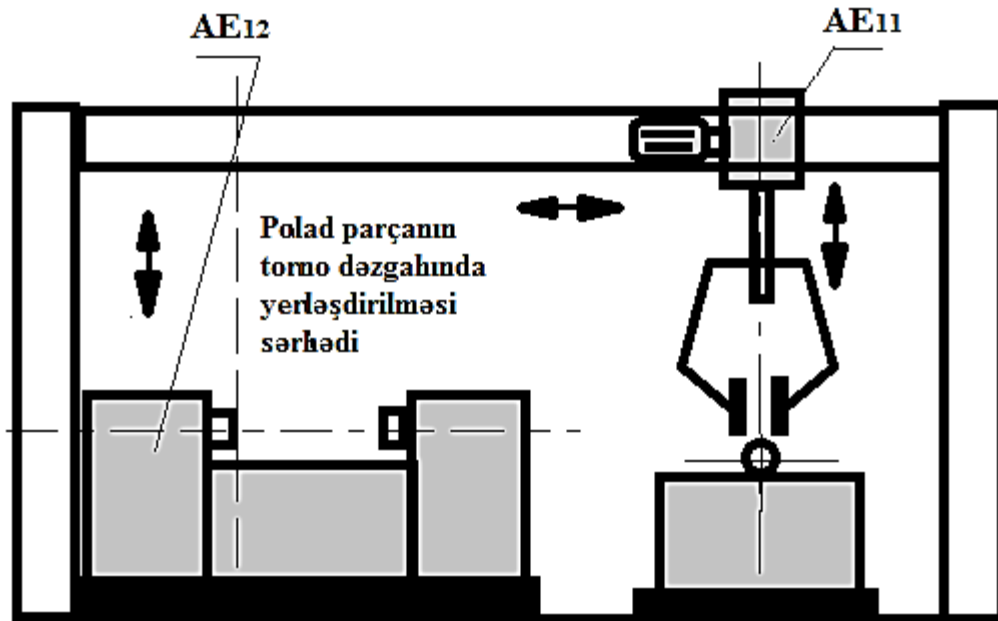
AE_{11} və AE_{12} -nin əməliyyatlarının növlərini əks etdirən $AE_{ij} \ominus N_{ij}$ -nin $M_{AE \ominus N_{ij}}$ matrisi qurulur:

$$M_{AEij \ominus N_{ij}} = \begin{bmatrix} AE_{11} \ominus N_{11} & AE_{11} \ominus N_{12} & AE_{11} \ominus N_{13} & AE_{11} \ominus N_{14} \\ AE_{11} \ominus N_{21} & AE_{11} \ominus N_{22} & AE_{11} \ominus N_{23} & AE_{11} \& AE_{12} \ominus N_{24} \\ AE_{11} \ominus N_{31} & AE_{11} \ominus N_{32} & AE_{12} \ominus N_{33} & AE_{12} \ominus N_{34} \\ AE_{12} \ominus N_{41} & AE_{11} \ominus N_{42} & AE_{11} \& AE_{12} \ominus N_{43} & AE_{11} \ominus N_{44} \end{bmatrix} \quad (6)$$

burada $AE_{11} \ominus N_{11} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun ilkin mövqeydə mövqələşməsi; $AE_{11} \ominus N_{12} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun aşağı xətti hərəkəti; $AE_{11} \ominus N_{13} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun tutqacının açıq olması; $AE_{11} \ominus N_{14} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun tutqacı tərəfindən silindrik polad parçasının tutulması (tutqacın qapılması); $AE_{11} \ominus N_{21} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun yuxarı xətti hərəkəti (ilkin mövqeyə qayıtması); $AE_{11} \ominus N_{22} \rightarrow$ Kran-manipulyatorun irəli xətti hərəkəti ($AE_{12} \rightarrow$ Rəqəmsal torno dəzgahının işçi zonası); ($AE_{11} \ominus N_{23} \leftrightarrow AE_{11} \ominus N_{12}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun aşağı xətti hərəkəti; ($AE_{11} \& AE_{12} \ominus N_{24}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatoru tərəfindən silindrik polad parçasının AE_{12} -yə yerləşdirib, bərkidilməsi; ($AE_{11} \ominus N_{31} \leftrightarrow AE_{11} \ominus N_{13}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun tutqacının açılması; ($AE_{11} \ominus N_{32} \leftrightarrow AE_{11} \ominus N_{21}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun yuxarı xətti hərəkəti; $AE_{12} \ominus N_{33} \rightarrow$ Rəqəmsal torno dəzgahının əməliyyatının başlanması; $AE_{12} \ominus N_{34} \rightarrow$ Rəqəmsal torno dəzgahının əməliyyatının icrası; $AE_{12} \ominus N_{41} \rightarrow$ Rəqəmsal torno dəzgahının əməliyyatının sonu; ($AE_{11} \ominus N_{42} \leftrightarrow AE_{11} \ominus N_{12}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun aşağı xətti hərəkəti; ($AE_{11} \ominus N_{43} \leftrightarrow AE_{11} \ominus N_{14}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun AE_{12} -nin işçi zonasında tutqacın

qapılması nəticəsində yönülmüş silindrik polad parçasının tutulması; ($AE_{11}\Theta N_{44} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{21}$) $\rightarrow$ Kran-manipulyatorun yuxarı xətti hərəkəti.

AE_{11} kran-manipulyatorun və AE_{12} rəqəmsal torno dəzgahının birgə fəaliyyətinin quruluş sxemi şəkl. 3-də göstərilir.



Şəkl. 3. AE_{11} kran-manipulyatorun və AE_{12} rəqəmsal torno dəzgahının birgə fəaliyyətinin quruluş sxemi

$E_{ij}\Theta N_{ij}$ aktiv elementin əməliyyat növünün texnoparkın ÇİS-nin texnoloji prosesin dəyişənlərinə uyğun göstəricilər $x_1, x_2, \dots, x_n$ kimi, onların çıxışlarını (keyfiyyət parametrləri) isə y kimi təsvir etmək olar. Bu halda, AE_{11} kran-manipulyatorun ΘN_{ij} əməliyyat növləri aşağıdakı məntiqi asılılıqlarla müəyyən ediləcək:

$$\begin{aligned} AE_{11}\Theta N_{11} &\rightarrow x_1; AE_{11}\Theta N_{12} \rightarrow x_2; AE_{11}\Theta N_{13} \rightarrow x_3; AE_{11}\Theta N_{14} \rightarrow x_4; \\ AE_{11}\Theta N_{21} &\rightarrow x_5; AE_{11}\Theta N_{22} \rightarrow x_6; (AE_{11}\Theta N_{23} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{12}) \rightarrow x_2; \\ (AE_{11} \& AE_{12}\Theta N_{24}) &\rightarrow x_7; (AE_{11}\Theta N_{31} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{13}) \rightarrow x_3; \\ (AE_{11}\Theta N_{32} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{21}) &\rightarrow x_5; (AE_{11}\Theta N_{42} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{12}) \rightarrow x_2; \\ (AE_{11}\Theta N_{43} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{14}) &\rightarrow x_4; (AE_{11}\Theta N_{44} \leftrightarrow AE_{11}\Theta N_{21}) \rightarrow x_5. \end{aligned}$$

NƏTİCƏ

Burada AE_{11} -in x_i parametrlərinin nəzarətinin çıxış keyfiyyət göstəriciləri aşağıdakı y_i dəyişənləri ilə məntiqi alqoritmlə müəyyən edilir:

Əgər x_1 Onda y_1 olaraq kran manipulyatorun (KM) mövqeyləşdirmə dəqiqliyinə nəzarət təmin edilsin

— KM-nin mövqeyləşdirmə dəqiqliyi $y_1 = \pm 0,05$ mm.

Əgər x_2 Onda y_{21} olaraq KM-nin aşağı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının silindrik dəmir parçasına qədər olan məsafə $y_{21} = 550$ mm;

KM-nin aşağı xətti hərəkət sürəti

KM-nin aşağı xətti hərəkət sürəti $y_{22} (y_{22}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{22} \leq y_{22}^{\max} (11,5 \text{ m/san}))$.

Əgər x_3 Onda y_{31} olaraq kran manipulyatorun (KM) tutqacın açıq olmasına nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının açıq vəziyyətdə olması - y_3 .

Əgər x_4 Onda y_{41} olaraq kran manipulyatorun (KM) tutqacın qapalı olmasına nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının qapalı vəziyyətdə olması - y_{41} ;

KM-nin tutqacının yükqaldırma qabiliyyəti - $y_{42} (y_{42}^{\min} (1,5 \text{ kq}) \leq y_{42} \leq y_{42}^{\max} (2 \text{ kq}))$.

Əgər x_5 Onda y_{51} olaraq KM-nin yuxarı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının mövqeyləşdirmə mövqeyinə qədər olan məsafə -

$$Y_{51} (y_{51}^{\min} (330 \text{ mm}) \leq y_{51} \leq y_{51}^{\max} (400 \text{ mm}));$$

KM-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti

$$KM\text{-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti } y_{52} (y_{52}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{52} \leq y_{52}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Əgər x_6 Onda y_{61} olaraq KM-nin irəli xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin torno dəzgahının işçi zonasına qədər xətti yerdəyişmə məsafəsi -

$$Y_{61} (y_{61}^{\min} (1100 \text{ mm}) \leq y_{61} \leq y_{61}^{\max} (1110 \text{ mm}));$$

$$KM\text{-nin irəli xətti hərəkət sürəti } y_{62} (y_{62}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{62} \leq y_{62}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Əgər x_2 Onda y_{21} olaraq KM-nin aşağı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının torno dəzgahına qədər olan məsafə $y_{21}=550 \text{ mm}$;

KM-nin aşağı xətti hərəkət sürəti

$$KM\text{-nin aşağı xətti hərəkət sürəti } y_{22} (y_{22}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{22} \leq y_{22}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Əgər x_7 Onda y_{71} olaraq KM vasitəsi ilə silindrik dəmir parçasının torno dəzgahında bərkidilməsinə nəzarət təmin edilsin-

KM-nin tutqacının qapalı vəziyyətdə olması – y_7 ;

Silindrik dəmir parçası torno dəzgahında bərkidildikdən sonra

KM-nin tutqacının açıq vəziyyətdə olması – y_{72} .

Əgər x_3 Onda y_{31} olaraq kran manipulyatorun (KM) tutqacın açıq olmasına nəzarət təmin edilsin –

KM-nin tutqacının açıq vəziyyətdə olması - y_3 .

Əgər x_5 Onda y_{51} olaraq KM-nin yuxarı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının mövqeyləşdirmə mövqeyinə qədər olan məsafə -

$$Y_{51} (y_{51}^{\min} (330 \text{ mm}) \leq y_{51} \leq y_{51}^{\max} (400 \text{ mm}));$$

KM-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti

$$KM\text{-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti } y_{52} (y_{52}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{52} \leq y_{52}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Əgər x_2 Onda y_{21} olaraq KM-nin aşağı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının silindrik dəmir parçasına qədər olan məsafə $y_{21}=550 \text{ mm}$;

KM-nin aşağı xətti hərəkət sürəti

$$KM\text{-nin aşağı xətti hərəkət sürəti } y_{22} (y_{22}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{22} \leq y_{22}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Əgər x_4 Onda y_{41} olaraq kran manipulyatorun (KM) tutqacın qapalı olmasına nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının qapalı vəziyyətdə olması – y_{41} ;

$$KM\text{-nin tutqacının yükqaldırma qabiliyyəti } - y_{42} (y_{42}^{\min} (1,5 \text{ kq}) \leq y_{42} \leq y_{42}^{\max} (2 \text{ kq})).$$

Əgər x_5 Onda y_{51} olaraq KM-nin yuxarı xətti hərəkətinə nəzarət təmin edilsin -

KM-nin tutqacının mövqeyləşdirmə mövqeyinə qədər olan məsafə -

$$Y_{51} (y_{51}^{\min} (330 \text{ mm}) \leq y_{51} \leq y_{51}^{\max} (400 \text{ mm}));$$

KM-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti

$$KM\text{-nin yuxarı xətti hərəkət sürəti } y_{52} (y_{52}^{\min} (11 \text{ m/san}) \leq y_{52} \leq y_{52}^{\max} (11,5 \text{ m/san})).$$

Texnoparkın çevik istehsal sahəsində mexaniki emal edən torno dəzgahına xidmət edən AE₁₁ kran-manipulyatorunun əməliyyat növlərinə əsasən 13 produksiya qurulmuş və bu produksiyalara əsasən texnoloji prosesin nəzarətini təmin etmək məqsədi ilə matris aşağıdakı kimi qurulur:

$$M_{KMTD} = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & & & & & \\ & 3 & & & & & \\ & & 1 & & & & \\ & & & 2 & & & \\ & & & & 3 & & \\ & & & & & 2 & \\ & & & & & & 1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} y_1 \\ y_{21} \text{ \& } y_{22} \\ y_3 \\ y_{41} \text{ \& } y_{42} \\ y_{51} \text{ \& } y_{52} \\ y_{61} \text{ \& } y_{62} \\ y_7 \end{matrix} \end{matrix} \quad (7)$$

M_{KMTD} matrisindən göründüyü kimi, KM-nin əməliyyatlarının avtomatlaşdırılmış nəzarəti üçün ümumi parametrlərinin sayı aşağıdakı kimi hesablanır:

$$N_{KM\Theta} = \sum_{j=1}^{n=7} a_{ij} = 13 \quad (8)$$

burada a_{ij} - M_{KMTD} matrisinin elementləridir.

(8) ifadəsinə əsasən müəyyən edilir ki, ÇİS-in 1-ci modulunda KM-in əməliyyat növlərinə avtomatlaşdırılmış nəzarət 13 mövqedə təmin olunmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq, KM-nin əməliyyat növlərinə əsasən texniki nəzarət vasitələrinin tipləri seçilir. Seçim alqoritmi aşağıdakı produksiya modeli əsasında təmin olunur:

Əgər $AE_{11}\Theta N_{11}$ Onda Kran-manipulyatorun mövqeyləşdirilməsi üçün kontaktsiz vericinin modeli 5010SUG seçilsin;

Əgər ($AE_{11}\Theta N_{12}$ & $AE_{11}\Theta N_{21}$ & $AE_{11}\Theta N_{42}$ & $AE_{11}\Theta N_{44}$) Onda KM-nin aşağı və ya yuxarı xətti yerdəyişməsinə təmin edən vericinin modeli optoNCDT 1420 (lazerli kontaktsiz analoq çıxışlı tranqulyasiya metodu ilə işləyir) seçilsin;

Əgər ($AE_{11}\Theta N_{13}$ & $AE_{11}\Theta N_{14}$ & $AE_{11}\Theta N_{31}$ & $AE_{11}\Theta N_{43}$) Onda KM-nin tutqacının açılıb və ya qapalmasını təmin edən vericinin modeli SS-G series seçilsin;

Əgər $AE_{11}\Theta N_{22}$ Onda KM-nin irəli və ya geri xətti yerdəyişməsinə təmin edən vericinin modeli SC-G series seçilsin.

Vericilərlə ölçülən texnoloji əməliyyatların parametrlərinə avtomatlaşdırılmış nəzarəti təmin etmək üçün ÇİS-in mexaniki emal modulunun idarəedici PMK-nın girişinə real vaxt rejimində rəqəmsal şəkildə **prosesin axınının** monitoring verilənləri daxil olur və cari ölçü göstəriciləri haqqında qərar qəbul olunur.

Kran-manipulyatorun texnoloji əməliyyatlarının avtomatlaşdırılmış nəzarəti zamanı diskret zamanlı idarəetmə prosesini təsvir etmək üçün onun əməliyyatlarının növləri ($AE_{11}\Theta N_{ij} \rightarrow x(i)$), onların nəzarətini təmin edən idarəetmə siqnailləri $u(i)$ və nəzarətin nəticələri $y(i)$. Beləliklə, kran-manipulyatorun əməliyyatların nəzarətinin monitoringi üçün qeyd olunan $x(i)$, $u(i)$ və $y(i)$ göstəricilərinin real vaxt rejimində idarəetmə tənliyi aşağıdakı kimi yazılır [39]:

$$\begin{aligned} x(i+1) &= Ax(i) + Bu(i) \\ y(i) &= Cx(i) + Du(i) \end{aligned} \quad (9)$$

burada $x(i)$ – kran-manipulyatorun əməliyyat növlərinin vəziyyətləridir; $u(i)$ – kran – manipulyatorun avtomatlaşdırılmış nəzarət prosesinin idarəetmə siqnailləridir (icranın başlanılması/icranın dayandırılması, sürət); $y(i)$ – çıxış (ölçülən xətti yerdəyişmə, yükqaldırma və mövqeyləşdirmə parametrləridir).

Tədqiqat işinin yeniliyi. Universitdə yaradılan texnoparkın çevik istehsal sahəsinin avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemi məhsulun keyfiyyətinin və texnoloji xətdə işləyən avadanlıqların, sənaye robotlarının, manipulyatorların və avtomatik nəqliyyat vasitəsinin sazlılıq vəziyyətlərinin nəzarəti altsistemlərindən təşkil olunur. Bu proseslərin intellektual idarəetməsinin koordinasiyası çox vacib məqamdır.

Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti. Ali təhsil müəssisəsində texnoparklar elmi tədqiqatların nəticələrinin bazara çıxarılmasına xidmət edir. Məhz bu səbəbdən elmi nailiyyətlər praktiki məhsula çevrilir və istehsala tətbiq olunur.

Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi. Həm müstəqil, həm də ali təhsil müəssisələrinin tərkibində olan texnoparkların səmərəli fəaliyyəti üçün elmi-tədqiqat və istehsalat sahələrinin qurulması; startup layihələrinin hazırlanması və sınaqdan keçirilməsi; məhsulların daxili və xarici bazarlara çıxarılması kimi tələblərin yerinə yetirilməsi məsələlərin həlli olduqca vacibdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Muhammad, N. A., Muhyiddin, M., Faisal, A., Anindito, I. A. (2017). The Study of Development of Science and Technopark (STP) in Indonesia. Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning 1(1), 14–31
2. Embrio Technopark Di Indonesia. 2015 https://issuu.com/ashepramdhan/docs/buku_technopark

3. Pérez-Canto S, Albahari A, Barge-Gil A (2017). Technology Parks versus Science Parks: Does the university make the difference? Technological Forecasting and Social Change. 13-28
<https://www.mendeley.com/catalogue/8fc5e1af-e84b-3171-ab84-ae372c7f35ec/>
4. Fernández-Olmos M, Diez-Vial I (2017). The effect of science and technology parks on a firm's performance: a dynamic approach over time Journal of Evolutionary Economics 27(3) p. 413- 434
5. Link, A., Scott, J., Hobbs, K. (2017). Science and technology parks: an annotated and analytical literature review Journal of Technology Transfer 42(4) p. 957-976
6. Almaamory, A. T., & Al Slik, G. (2021, March). Science and Technology Park as an Urban Element Towards Society Scientific Innovation Evolution. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1090, No. 1, p. 012119). IOP Publishing.
7. Gonz'alez-Masip, J., Martín-de Castro, G., Hern'andez, A. (2019). Inter-organisational knowledge spillovers: attracting talent in science and technology parks and corporate social responsibility practices. J. Knowl. Manag. 23, 975–997. <https://doi.org/10.1108/JKM-06-2018-0367>.
8. McCarthy, I.P., Silvestre, B.S., von Nordenflycht, A., Breznitz, S.M. (2018). A typology of university research park strategies: what parks do and why it matters. J. Eng. Technol. Manag. 47, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.01.004>
9. Henriques, I.C., Sobreiro, V.A., Kimura, H. (2018). Science and technology park: future challenges. Technol. Soc. 53, 144–160. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.01.009>.
10. Prof. Dr. Ali Ekber AKGÜN, Prof. Dr. Mesut GÜNER Khanmirzaee, S., Jafari, M., Akhavan, P. (2018). A study on the role of science and technology parks in development of knowledge-based economy. World J. Entrep. Manag. Sustain. Dev. 14, 74–85. <https://doi.org/10.1108/wjemsd-05-2017-0021>
11. Lamperti, F., Mavilia, R., Castellini, S. (2017). The role of science parks: a puzzle of growth, innovation and R&D investments. J. Technol. Transf. 42 (1), 158–183.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10961-015-9455-2>
12. Lecluyse, L., Knockaert, M., & Spithoven, A. (2019). The contribution of science parks: a literature review and future research agenda. The Journal of Technology Transfer, 44(2), 559-595.
13. Rios-Ramirez, A. (2019). Techno parks, innovation, and entrepreneurial ecosystems. In Innovation and Entrepreneurship: A New Mindset for Emerging Markets. Emerald Publishing Limited.
14. Salvador, D.S., Toboso-Chavero, S., Nadal, A., Gabarrell, X., Rieradevall, J., da Silva, R.S. (2019). Potential of technology parks to implement Roof Mosaic in Brazil. J. Clean. Prod. 235, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.214>.
15. Steruska, J., Simkova, N., Pitner, T. (2019). Do science and technology parks improve technology transfer? Technol. Soc. 59, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.003>

УДК 681.32

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ И ГИБКИМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ УЧАСТКАМИ ТЕХНОПАРКА

¹Джаваншир Мамедов, ²Юсиф Гусейнов, ³Айсель Эминова

^{1,3}Сумгаитский государственный университет, ²Азербайджанский технологический университет

cavan62@mail.ru, yusif.guseynov.99@bk.ru

Резюме. В статье представлены сведения об автоматизации процесса управления научно-исследовательскими и гибкими производственными участками, проводимыми в технопарках. При этом предлагается схема автоматизированного управления научно-исследовательской лабораторией и гибкой производственной системой технопарка высшего учебного заведения.

Ключевые слова: автоматизация, технопарк, научно-исследовательская лаборатория, управление, гибкая производственная система

UDC 681.32

**AUTOMATION OF THE MANAGEMENT PROCESS FOR RESEARCH AND FLEXIBLE
MANUFACTURING SITES IN A TECHNOPARK**

¹Javanshir Mammadov, ²Yusif Huseynov, ³Aysel Eminova
^{1,3}Sumgait State University, ²Azerbaijan Technological University
cavan62@mail.ru, yusif.guseynov.99@bk.ru

Summary: This article presents information on the automation of the management process for research and flexible manufacturing sites in technology parks. A framework for automated management of a research laboratory and flexible manufacturing system in a technology park of a higher education institution is proposed.

Keywords: automation, technology park, research laboratory, management, flexible manufacturing system

Redaksiyaya daxilolma: 15.11.2025
Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİNİN LAYİHƏLƏNDİRMƏ PRİNSİPLƏRİNİN TƏHLİLİ

Nuridə Məhəmmədali qızı Bayramova, Xatirə Vilen qızı Məsimova

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Aqromexanika ETİ

nuridabayramova0@gmail.com, masimov-1@mail.ru

Xülasə: Böyük və mürəkkəb informasiya sistemlərinin layihələndirilməsi təkcə onların tərkib hissələrinin - elementlərin və alt sistemlərin xassələri ilə deyil, həm də ümumsistem problemi kimi qəbul edilən bütün sistemin işləmə sxemləri ilə bağlı məsələləri qaldırır. Bu, geniş spektrli spesifik problemlərin həllini tələb edir, o cümlədən: sistemin ümumi strukturunun və elementlərə və alt sistemlərə olan tələblərin müəyyən edilməsi, onlar arasında qarşılıqlı əlaqənin təşkili, optimal iş rejimlərinin seçilməsi, sistem daxilində proseslərə optimal şəkildə nəzarət edilməsi, ətraf mühitin təsirlərini nəzərə almaq və s. Tədqiq olunan sistemlərin struktur və funksional təşkilini əks etdirən riyazi modellərdən geniş istifadə olunur. Bu modellər analitik və statistik metodlardan istifadə etməklə təhlil oluna bilən kütləvi xidmət nəzəriyyəsi modellərinə əsaslanır. Sistem səviyyəsində informasiya sisteminin layihələndirilməsi riyazi modellərdən istifadə etməklə əldə edilən tədqiqat nəticələrinin düzgünlüyünü və etibarlılığını və son nəticədə sistemin yüksək keyfiyyətli layihələndirilməsini təmin edən prinsiplərə əsaslanır. Informasiya sistemlərinin layihələndirilməsi zamanı sistemin məqsədinə və onun icrasına olan tələblərə əsaslanaraq, müəyyən edilmiş funksiyaların həyata keçirilməsini təmin edəcək struktur və/və ya funksional təşkil müəyyən etmək lazımdır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, sistemin layihələndirilməsində istifadə olunan riyazi modellər mücərrəddir ki, bu da real sistemin parametr və xüsusiyyətlərindən onun konkret riyazi aparat baxımından təsvirinə keçidlə bağlıdır. Riyazi modelin xüsusiyyətlərinin təhlili və xassələrinin öyrənilməsi zamanı əldə edilən nəticələr real sistemə münasibətdə şərh edilir.

Açar sözlər: informasiya sistemi, layihələndirmə, riyazi model, sistem yanaşması, analiz, sintez

Giriş. Böyük və mürəkkəb informasiya sistemlərinin layihələndirilməsi təkcə onların tərkib hissələrinin - elementlərin və alt sistemlərin xassələri ilə deyil, həm də ümumsistem problemi kimi qəbul edilən bütün sistemin işləmə sxemləri ilə bağlı məsələləri qaldırır. Bu, geniş spektrli spesifik problemlərin həllini tələb edir, o cümlədən: sistemin ümumi strukturunun və elementlərə və alt sistemlərə olan tələblərin müəyyən edilməsi, onlar arasında qarşılıqlı əlaqənin təşkili, optimal iş rejimlərinin seçilməsi, sistem daxilində proseslərə optimal şəkildə nəzarət edilməsi, ətraf mühitin təsirlərini nəzərə almaq və s. Sistemlər mürəkkəbləşdikcə, sistem miqyasında məsələlər getdikcə aktuallaşır və sistemlərin kompleksləşdirilməsi, sistemlərin modelləşdirilməsi çərçivəsində nəzərdən keçirilir.

Riyazi modelləşdirmə müxtəlif sahələrdə mürəkkəb obyektlərin, sistemlərin və proseslərin öyrənilməsi üçün güclü və effektiv vasitədir. Tədqiq olunan sistemlərdə və obyektlərdə baş verən proseslərin müxtəlifliyi layihələndirmə prosesində istifadə olunan riyazi metod və vasitələrin müxtəlifliyini müəyyən edir. Əksər texniki sistemlər, o cümlədən hesablama sistemləri və şəbəkələri ehtimal metodlarından istifadə etməklə diskret təsadüfi proseslər baxımından təsvir olunur. Tədqiq olunan sistemlərin struktur və funksional təşkilini əks etdirən riyazi modellərdən geniş istifadə olunur. Bu modellər analitik və statistik metodlardan istifadə etməklə təhlil oluna bilən kütləvi xidmət nəzəriyyəsi modellərinə əsaslanır. Analitik metodlar kimi kütləvi xidmət nəzəriyyəsinin ehtimal metodlarından və təsadüfi proseslər nəzəriyyəsindən, statistik metodlar kimi isə imitasiya modelləşdirmə üsullarından istifadə edilir [1,2].

Material və metodlar. Sistem səviyyəsində informasiya sisteminin layihələndirilməsi riyazi modellərdən istifadə etməklə əldə edilən tədqiqat nəticələrinin düzgünlüyünü və etibarlılığını və son nəticədə sistemin yüksək keyfiyyətli layihələndirilməsini təmin edən prinsiplərə əsaslanır. Bu prinsiplər bunlardır:

- 1) analiz və sintez məsələlərinin həllinə sistemli yanaşma;
- 2) iyerarxik çoxsəviyyəli modelləşdirmə prinsipi;
- 3) çoxlu modellər prinsipi.

Riyazi modelləşdirmədən istifadə edərək mürəkkəb informasiya sistemlərinin tədqiqi sistem yanaşmasına əsaslanır, onun əsas məqsədi müəyyən keyfiyyətə malik sistemin qurulmasına yönəlmiş sistem layihələndirməsidir. Sistem yanaşması nəzərdə tutur ki, mürəkkəb sistemlərin integrativ xarakteri nəzərə alınmaqla layihələndirilən sistem vahid bütöv kimi qəbul edilməlidir. Eyni zamanda, onun layihələndirilməsi, onların qarşılıqlı əlaqəsini nəzərə almadan ayrı-ayrı elementlərin müstəqil layihələndirilməsinə endirilməməlidir. Bu, tədqiq olunan sistemin ümumi struktur və funksional təşkilini və onun daxilində baş verən prosesləri əks etdirən kifayət qədər böyük və mürəkkəb modellərdən istifadəni zəruri edir. Müvafiq olaraq, bu cür modellər üçün hesablama üsulları kifayət qədər mürəkkəb və çətin olur və yalnız kompüterlərdən istifadə etməklə effektiv şəkildə həyata keçirilə bilər [3,4,5].

Sistem yanaşması bir-biri ilə əlaqəli iki problemin həllini nəzərdə tutur:

- sistem təhlili problemi;
- sistem layihələndirməsi problemi.

Alınmış nəticələrin müzakirəsi. İnformasiya sistemlərinin layihələndirilməsi zamanı sistemin məqsədinə və onun icrasına olan tələblərə əsaslanaraq, müəyyən edilmiş funksiyaların həyata keçirilməsini təmin edəcək struktur və/və ya funksional təşkili müəyyən etmək lazımdır. Bu, müxtəlif struktur və funksional təşkil üsullarının sistemin fəaliyyətinə necə təsir etdiyini bilmək, yəni sistem təhlili problemlərini həll etmək tələb edir.

Hesablama sistemləri və şəbəkələri kimi mürəkkəb texniki sistemlərin sistemli layihələndirilməsi sistemotexniki layihələndirilmə adlanır. Ümumiyyətlə, sistemotexniki layihələndirilmə problemi aşağıdakı kimi formalaşdırıla bilər. Sistemin məqsədi aşağıdakılarla müəyyən edilir:

- sistemə təyin edilmiş funksiyaların siyahısı;
- sistemin xarici mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini və müəyyən edilmiş funksiyaların həyata keçirilməsi üçün sistemin resurs tələblərini təsvir edən yük parametrlərinin siyahısı və qiymətləri;
- maksimum icazə verilən qiymətlərlə müəyyən edilən sistem xüsusiyyətlərinə (güc, vaxt, etibarlılıq, iqtisadi) tələblər.

Müəyyən etmək lazımdır: • sistemin struktur təşkili, yəni elementlərin nomenklaturası və tərkibi, habelə onlar arasındakı əlaqələrin konfigurasiyası (topologiyası);

- sistemin funksional təşkili, yəni müəyyən edilmiş məhdudiyyətlərin yerinə yetirilməsini təmin edən və birbaşa (əks) səmərəlilik meyarını maksimallaşdıran (minimumlaşdıran) sistemin iş rejimi.

Yuxarıda göstərilən formulaya əlavə olaraq, sistemlərin layihələndirilməsi xüsusi problemlərin həllinə yönəldilə bilər, yəni:

- sistemin funksional təşkili və yükü parametrləri nəzərə alınmaqla onun struktur təşkilinin müəyyən edilməsi (struktur layihələndirilməsi);
- onun struktur təşkili və yükü (funksional layihələndirmə) parametrləri nəzərə alınmaqla funksional təşkilin müəyyən edilməsi;
- verilmiş struktur və funksional təşkili olan sistem tərəfindən həyata keçirilə bilən maksimum yükün müəyyən edilməsi (yükün layihələndirilməsi).

Sistemin layihələndirilməsinin keyfiyyəti əsasən sistemin struktur-funksional təşkilinin xüsusiyyətlərindən və tədqiqatın məqsədlərindən asılı olaraq riyazi modelin real sistemə adekvatlıq dərəcəsi ilə müəyyən edilir ki, bu da müxtəlif səviyyəli detallara malik modellərdən istifadə etməklə əldə edilir. Əksər real sistemlərin vaxt və etibarlılıq baxımından işləməsi, ümumiyyətlə, ehtimal nəzəriyyəsi baxımından ehtimal yanaşmasından istifadə etməklə, təsadüfi proseslər nəzəriyyəsi

aparətından və kütləvi xidmət nəzəriyyəsiindən istifadə etməklə təsvir olunur. Riyazi modellər sistemin struktur və funksional parametrlərini və onun yük parametrlərini dəyişdirməklə əldə edilən effekti proqnozlaşdırmağa imkan verir [5,6].

Həqiqi sistemlərin fəaliyyətini bu cür sistemlərin əhəmiyyətli mürəkkəbliyi səbəbindən tam və ətraflı təsvir etmək praktiki olaraq mümkün deyil. Modelin işlənilib hazırlanmasında əsas problem modeli başa düşmək üçün ilkin şərtlərdən biri olan təsvirinin sadəliyi, yəni analitik metodlardan istifadə etməklə öyrənilməsinin mümkünlüyü ilə real sistemlərə xas olan çoxsaylı xüsusiyyətlərin nəzərə alınması zərurəti arasında kompromis tapmaqdır.

Həqiqi sistemin vahid, universal modelini qurmaq cəhdləri, şübhəsiz ki, genişliyinə və hesablanmasının mümkünsüzlüyünə görə uğursuzluğa məhkumdur. Buna görə də tədqiq olunan sistemin və onun daxilində baş verən proseslərin iyerarxik təsvirinə əsaslanan iyerarxik çoxsəviyyəli modelləşdirmə prinsipi əsasında real sistemlərin layihələndirilməsi məqsədəuyğundur.

İyerarxik çoxsəviyyəli modelləşdirmə (İÇM) prinsipi aşağıdakı kimidir. Sistem və onun daxilində baş verən proseslər modellər ailəsi ilə təmsil olunur, onların hər biri sistemin davranışını müxtəlif abstraksiya səviyyələri nöqteyi-nəzərindən təsvir edir, sistemin davranışını təsvir edən bir sıra xarakterik xüsusiyyətlər və parametrlər ilə seçilir. Mürəkkəb texniki sistemlərin modellərinə gəldikdə, iki iyerarxik ölçünü ayırd etmək olar (şəkil 1):

- sistemin struktur və funksional xüsusiyyətlərinə görə modellərin səviyyələrə bölündüyü şaquli iyerarxiya;

- modellərin öyrənilməsi üçün istifadə olunan metodlara əsasən səviyyələrə bölündüyü üfüqi iyerarxiya.

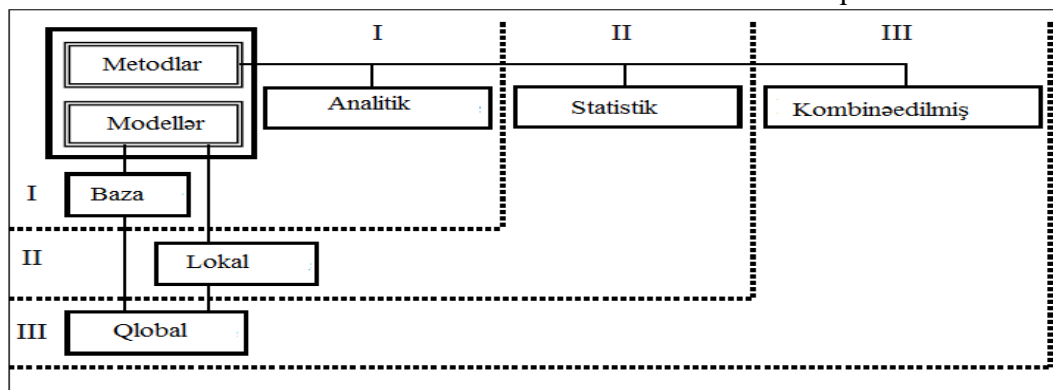
Ümumiyyətlə, şaquli iyerarxiya daxilində modellərin üç səviyyəsini ayırd etmək olar (şəkil 1):

- sistemin ayrı-ayrı elementlərinin struktur və ya funksional təşkilinin spesifik xüsusiyyətlərini əks etdirən ən sadə modellər olan əsas modellərin (I) səviyyəsi. Əsas modellər üzrə alınan nəticələr daha mürəkkəb ikinci və üçüncü səviyyəli modellərin işlənilib hazırlanması və qurulması üçün əsas ola bilər;

- altsistemlərin və ya bütövlükdə sistemin struktur və funksional təşkilinin ayrı-ayrı aspektlərini əks etdirən və analiz və sintezin konkret problemlərinin həllinə imkan verən lokal modellərin (II) səviyyəsi;

- sistemin təşkilinin struktur və funksional xüsusiyyətlərini ən dolğun şəkildə əks etdirən və yüksək detallı modellər olan qlobal modellərin səviyyəsi (III).

Qlobal modellər baza və lokal modellərdən alınan nəticələr əsasında qurulur.



Şəkil 1. Modellərin və Metodların İyerarxiyası

Üfüqi iyerarxiya onları öyrənmək üçün istifadə olunan metodlardan asılı olaraq bir neçə səviyyəli modelləri əhatə edə bilər, məsələn:

- analitik metodlardan istifadə etməklə hesablanı bilən modellər (I səviyyə);
- statistik metodlar tələb edən modellər, imitasiyaya əsaslanan hesablamalar (II səviyyə);
- birləşdirilmiş hesablama metodlarından istifadə edən modellər (III səviyyə).

Bəzi hallarda, analitik hesablama üçün uyğun olan modellərin səviyyəsini iki fərqli səviyyə kimi təqdim etmək məqsədəuyğundur: dəqiq analitik hesablamağa uyğun modellərin səviyyəsi və

mühəndislik tətbiqləri üçün məqbul dəqiqliklə analitik hesablamağa uyğun olan modellərin səviyyəsi, nəticələr ya açıq, ya da sərhəd şəklində (yuxarı və ya aşağı) alınır.

Əsas modellər həm dəqiq, həm də təxmini analitik metodlardan istifadə etməyə imkan verir və açıq nəticələr verir. Lokal modellər adətən imitasiya metodlarının istifadəsini nəzərdə tutur, qlobal modellər isə yuxarıda qeyd olunan modelləşdirmə metodlarından əlavə, birləşmiş analitik və imitasiya metodlarından istifadə edə bilər.

Dəqiq və ya təxmini analitik hesablamağa uyğun modellər adətən kompleks sistem layihələndirmə problemlərini həll etmək üçün istifadə olunur. İmitasiya modelləşdirməsi təxmini metodları təsdiqləmək və yüksək mürəkkəb modellərin xassələrini və qanunauyğunluqlarını təfərrüatlı şəkildə öyrənmək üçün istifadə olunur, burada əldə edilən nəticələr əsasən təxmini və evristik hesablama üsulları işlənilib hazırlanır.

Müxtəlif iyerarxik səviyyələrdə olan modellər bir səviyyədə alınan xüsusiyyətləri digər (bitişik) səviyyədə istifadə olunan modelin parametrlərinə çevirməklə qarşılıqlı əlaqədə olurlar. Hər səviyyədə bir çox fərqli model istifadə edilə bilər. Hər səviyyədə modellərin tərkibi sistemin struktur və funksional təşkilindən və tədqiqatın məqsədlərindən asılıdır. Sonuncu eyni səviyyədə modellərin təfərrüat dərəcəsini də müəyyən edir.

İÇM prinsipinin həyata keçirilməsi layihələndirilmiş sistemin struktur və funksional parçalanması metoduna əsaslanır, sistemin struktur və funksional təşkilinin ən vacib aspektlərini müəyyən etməyə və öyrənməyə yönəlmişdir. Sistemin struktur və funksional parçalanması tədqiqatın müxtəlif mərhələlərində müxtəlif səviyyələrdə modellərdən istifadə etməyə imkan verir:

- funksional layihələndirmə mərhələsində – əsas modellər;
- struktur layihələndirmə mərhələsində – lokal modellər;
- Qlobal modellər struktur və funksional layihələndirilməsinin son mərhələsində istifadə olunur.

Bu yanaşma nəticələrin böyük ölçüləri və çətin təbiəti səbəbindən əhəmiyyətli mürəkkəbliyi ilə xarakterizə olunan sistemotexniki layihələndirmə problemlərinin həllini asanlaşdırır [7].

Sistem Layihələndirmə Mərhələləri. Riyazi modellər əsasında real sistemlərin layihələndirilməsi ümumiyyətlə aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

- hazırlanmaqda olan sistem üçün layihələndirmə məqsədləri və tələblərinin formalaşdırılması;
- tədqiq olunan sistemin konseptual modelinin işlənilib hazırlanması;
- sistemin riyazi modellərinin işlənilib hazırlanması və parametrləşdirilməsi;
- layihələndirmə metodlarının və alətlərinin seçilməsi və ya işlənilib hazırlanması;
- modelin adekvatlığının yoxlanılması (modelin yoxlanılması);
- model üzərində təcrübələrin aparılması və sistemin xüsusiyyətlərinin təhlili;
- sintez məsələsinin həlli;
- layihələndirilmiş sistemin ətraflı təhlili.

Hazırlanan sistem üçün layihələndirmə məqsədləri və tələblərinin formalaşdırılması mərhələsində aşağıdakı vəzifələr yerinə yetirilir:

• Layihələndirilən sistemin struktur və funksional təşkilinin mümkün üsulları və iş şəraiti müəyyən edilir

- layihələndirmə prosesi zamanı həll edilməli olan analiz və/və ya sintez tapşırıqları tərtib edilir;
- tədqiq edilməli olan ən mühüm xarakteristikalar və layihənin nəticələrinin təqdimmə formaları dəqiqləşdirilir;

• məhsuldarlıq göstəricilərinin tərkibi müəyyən edilir və məhsuldarlıq tələbləri sistemin xüsusiyyətlərinə qoyulan məhdudiyyətlər şəklində tərtib edilir;

- nəticələrin düzgünlüyünə dair tələblər və onların təqdim edilməsi forması müəyyən edilir.

Nəticə. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, sistemin layihələndirilməsində istifadə olunan riyazi modellər mücərrəddir ki, bu da real sistemin parametr və xüsusiyyətlərindən onun konkret riyazi aparat baxımından təsvirinə keçidlə bağlıdır. Riyazi modelin xüsusiyyətlərinin təhlili və xassələrinin öyrənilməsi zamanı əldə edilən nəticələr real sistemə münasibətdə şərh edilir. Riyazi modelin mücərrəd təbiəti ondan ibarətdir ki, onun köməyi ilə əldə edilən nəticələri eyni modelə təmsil oluna

bilən başqa real sistemə tətbiq etmək olar. Başqa sözlə, eyni riyazi model, tərkibi və siyahısı müvafiq tətbiq sahəsi ilə diktə edilən müxtəlif struktur, funksional və yük parametrlərindən istifadə etməklə təsvir edilən tamamilə fərqli real sistemlərin fəaliyyətini təmsil edə bilər. Abstrakt modellərin bu xüsusiyyəti çoxsaylı model prinsipinin əsasını təşkil edir ki, bu da aşağıdakı kimidir.

Bir tərəfdən, müxtəlif sistemlərin fəaliyyəti eyni modeldən istifadə etməklə təqdim oluna bilər, digər tərəfdən isə eyni sistem tədqiqat məqsədlərindən asılı olaraq müxtəlif modellərlə təmsil oluna bilər. Bu prinsipdən istifadə etməklə biz tədqiq olunan hər bir sistem üçün ayrıca modelin işlənilib hazırlanması yanaşmasından imtina edə və müxtəlif səviyyəli (əsasən baza və lokal) mücərrəd riyazi modellərin işlənilib hazırlanaraq müxtəlif siniflərin sistemlərinin öyrənilməsi üçün istifadə olunduğu bir yanaşma təklif edə bilərik. Bu zaman mühüm vəzifələrdən biri modellərin düzgün parametrləşdirilməsi və alınan nəticələrin şərh edilməsidir.

Layihələndirmə məqsədləri və hazırlanan sistem üçün tələblərin formalaşdırılması mərhələsi bütün sonrakı mərhələlərə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2015. – 363 с. ISBN 978-5-7577-0336-7.
2. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988. - 192 с.: ил.
3. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. - М.: Мир, 2019. – 600 с.
4. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб: Питер, 2016. – 958 с.: ил. ISBN 978-5-469-00504-9. (Глава 7 – Методы обеспечения качества обслуживания).
5. Основы теории вычислительных систем/ С.А.Майоров, Г.И.Новиков, Т.И.Алиев, Э.И.Махарев, Б.Д.Тимченко. – М.: Высшая школа, 1978. – 408 с.
6. Вишневский В.М., Семенова О.В. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях. – М.: Техносфера, 2017. – 312 с. ISBN 978-5-94836-166-6.
7. Столингс В. Современные компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2023. – 783 с.: ил. ISBN 978-5-94723-327-4. (Часть 3 – Моделирование и оценка производительности)

УДК 681.32

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

¹Нурида Махаммадали Байрамова, ²Хатира Вилен Масимова

¹Азербайджанский Технологический Университет

²Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Научно-исследовательский институт агромеханики

¹nuridabayramova0@gmail.com, ²masimov-1@mail.ru

Резюме. Проектирование крупных и сложных информационных систем поднимает вопросы, связанные не только со свойствами их компонентов — элементов и подсистем, но и со схемами функционирования всей системы, что рассматривается как общая системная задача. Это требует решения широкого круга специфических задач, включая: определение общей структуры системы и требований к элементам и подсистемам, организацию их взаимодействия, выбор оптимальных режимов работы, оптимальное управление процессами внутри системы, учет воздействия на окружающую среду и т. д.

Широко используются математические модели, отражающие структурно-функциональную организацию изучаемых систем. Эти модели основаны на моделях теории массовых услуг, которые могут быть проанализированы с использованием аналитических и

статистических методов. Проектирование информационной системы на системном уровне базируется на принципах, обеспечивающих точность и надежность результатов исследований, полученных с помощью математических моделей, и, в конечном итоге, высокое качество проектирования системы.

При проектировании информационных систем необходимо определить структурную и/или функциональную организацию, которая обеспечит реализацию заданных функций, исходя из назначения системы и требований к ее реализации. Как упоминалось выше, математические модели, используемые при проектировании системы, являются абстрактными, что связано с переходом от параметров и характеристик реальной системы к ее описанию в терминах конкретного математического аппарата.

Результаты, полученные при анализе характеристик и изучении свойств математической модели, интерпретируются в отношении реальной системы.

Ключевые слова: информационная система, проектирование, математическая модель, системный подход, анализ, синтез.

UDC 681.32

ANALYSIS OF INFORMATION SYSTEMS DESIGN PRINCIPLES

¹Nurida Mahammadali Bayramova, ²Khatira Vilen Masimova¹Azerbaijan Technological University²Azerbaijan State Agrarian University, Agromechanics Research Institute¹nuridabayramova0@gmail.com, ²masimov-1@mail.ru

Summary. The design of large and complex information systems raises issues not only related to the properties of their components - elements and subsystems, but also related to the operating schemes of the entire system, which is considered a general system problem. This requires the solution of a wide range of specific problems, including: determining the general structure of the system and the requirements for elements and subsystems, organizing their interaction, selecting optimal operating modes, optimally controlling processes within the system, taking into account environmental impacts, etc.

Mathematical models reflecting the structural and functional organization of the systems under study are widely used. These models are based on models of the theory of mass services, which can be analyzed using analytical and statistical methods. The design of an information system at the system level is based on principles that ensure the accuracy and reliability of research results obtained using mathematical models and, ultimately, high-quality design of the system.

When designing information systems, it is necessary to determine the structural and/or functional organization that will ensure the implementation of the specified functions, based on the purpose of the system and the requirements for its implementation. As mentioned above, the mathematical models used in system design are abstract, which is associated with the transition from the parameters and characteristics of the real system to its description in terms of a specific mathematical apparatus.

The results obtained during the analysis of the characteristics and study of the properties of the mathematical model are interpreted in relation to the real system. Keywords: information system, design, mathematical model, system approach, analysis, synthesis

Keywords: information system, design, mathematical model, systems approach, analysis, synthesis

Redaksiyaya daxilolma: 11.10.2025

Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



MÜASİR ŞƏRAİTDƏ QIDA SƏNAYE MƏHSULLARININ İXRACININ YÜKSƏLDİLMƏSİ İSTİQAMƏTLƏRİ

¹Mehriban Rövşən qızı Hüseynova, ²Arzu Taryel oğlu Əsgərov

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

²Azərbaycan Texnologiya Universiteti

¹huseynova.mehriban.89@gmail.com, ²a.asgarov@atu.edu.az

Xülasə. Müasir şəraitdə qida sənaye məhsullarının ixracının yüksəldilməsi, bir çox inkişaf edən və inkişaf etmiş ölkələrin iqtisadiyyatlarında əhəmiyyətli yer tutur. Bu prosesin inkişafı, təkcə iqtisadi fayda yaratmaqla yanaşı, həm də qida təhlükəsizliyini təmin etmək, əmək bazarını genişləndirmək və dünya bazarında rəqabət qabiliyyətini artırmaq kimi vacib məqsədlərə xidmət edir. Aşağıda bu mövzu ilə əlaqəli bir məqalə təqdim edəcəyəm.

Açar sözlər: Təkmilləşmiş ölkələr, Ticarət və iqtisadiyyat, Beynəlxalq bazarlar, İqtisadi inkişaf, Qida sənayesi ixracı, İqtisadi faydalar.

Giriş. Qida sənayesi, hər bir ölkənin iqtisadiyyatında mühüm yer tutur. Qida məhsullarının istehsalı və ixracı, kənd təsərrüfatı və sənaye sektoru ilə sıx əlaqədə olduğu üçün iqtisadi inkişafın əsas təkanverici qüvvələrindən biridir. Müasir global bazarda qida sənaye məhsullarının ixracının artırılması, ölkələrin beynəlxalq ticarətdəki mövqeyini gücləndirmək, iqtisadi artımı sürətləndirmək və global tələbləri qarşılamaq məqsədi ilə əsaslı addımların atılmasını tələb edir. Azərbaycanda yeyinti sənaye məhsulları istehsalı, çoxsahəli istehsal kompleksinin böyük potensialı və zəngin əmək əmələri olan ən qədim sahəsidir. Müasir dövrdə investisiya vəsaitlərinin kəskin surətdə çatışmadığı bir şəraitdə Azərbaycanda yeyinti sənaye əmtələri bazarının əsas hissəsinin məhz yerli məhsulların payına düşməsinə nail olmaq əsas hədəf olaraq müəyyən edilmişdir. Ölkənin ərzaq təhlükəsizliyində və əhalinin ərzaq məhsulları ilə etibarlı təminatında mühüm rol oynayan yeyinti sənayesinin inkişafının ölkə əhalisinin məşğulluğunda da mühüm əhəmiyyət kəsb etməsinə baxmayaraq, yeyinti sənayemüəssisələrində hələ də biznes qaydalarının tətbiqinə, çevik biznes strukturlarının kompleks şəkildə yaradılmasına və əhalinin artan tələbatının tam olaraq ödənilməsinə nail olunmamışdır.

Qida İxracının Ümumi Baxışı. Qida ixracı, ölkələrin xarici ticarətində mühüm yer tutan və iqtisadi artımı stimullaşdıran bir sektordur. İxracın artırılması, həm daxili bazarda qida qiymətlərinin sabitləşməsinə, həm də kənd təsərrüfatı və qida sənayesi sektorunun inkişafına gətirib çıxarır. Bununla yanaşı, qida ixracı ölkələr üçün valyuta qazancı, iş yerlərinin artırılması və kənd təsərrüfatı sahəsinin modernləşdirilməsi kimi üstünlüklər təmin edir.

Qida İxracının Yüksəldilməsi Üçün Əsas İstiqamətlər. Qida sənaye məhsullarının ixracının yüksəldilməsi üçün bir sıra istiqamətlər mövcuddur:

- **Texnoloji İnkişaf:** Müasir texnologiyalar, qida istehsalında məhsuldarlığı artırmaq və ixrac məhsullarının keyfiyyətini yüksəltmək üçün mühüm rol oynayır. Ağıllı aqroteknologiyalar, robotlaşdırma və avtomatlaşdırma, qida məhsullarının keyfiyyətinə nəzarət sistemi bu sahədə əhəmiyyətli inkişaflara yol açır.

- **Yeni Bazarlara Giriş:** Global bazarda yeni bazarların açılması və mövcud bazarlarda mövqenin gücləndirilməsi qida ixracını artıran əsas amillərdəndir. Asiya, Orta Şərq və Afrika kimi inkişaf etməkdə olan bazarlara çıxış, yüksək tələbatla mövcud olan qida məhsullarına tələbatın artmasına səbəb ola bilər.

- **İxrac İdarəetməsi və Strateji Planlama:** İxracın artırılması üçün mövcud qanunvericilik bazasının müasirləşdirilməsi, yüksək keyfiyyətli məhsulların və innovativ istehsal metodlarının təşviq edilməsi zəruridir. Qida ixracının artırılmasında dövlətin rolunun da önəmi böyükdür. Dövlətin ixrac

siyasəti, təşviqləri və logistika infrastrukturunun inkişafı bu prosesin əsasını təşkil edir.

• **Brend və Marketing Strategiyalarının Tətbiqi:** Qida məhsullarının ixracında brendinq və marketing mühüm rol oynayır. Özəl və dövlət qurumlarının birgə şəkildə bu sahədə irəliləyiş əldə etməsi, ölkənin qida məhsullarını beynəlxalq bazarda tanıdacaq və daha çox alıcı cəlb edəcək.

• **Ekoloji Təsir və Davamlılıq:** Müasir dövrdə ekologiya məsələləri də qida sənayesi məhsullarının ixracına təsir edən əsas faktorlardan biridir. Davamlı istehsal metodlarının tətbiqi, ətraf mühitə minimal təsir göstərən istehsal prosesləri, eko-dostu məhsulların istehsalı bazarda üstünlük qazanmağa kömək edir.

Xarici ticarət ümumilikdə idxal - ixrac əməliyyatlarının cəmi kimi başa düşülür. Məlum həqiqətdir ki, bütün ölkələr daha çox məhsul ixrac etməklə ölkəyə daha çox valyuta resursları gətirməyə çalışırlar. Bununla belə, ixracın həvəsləndirilməsi və ixrac potensialının artırılması dövlətin tənzimləmə alətləri vasitəsilə elə təşkil edilməlidir ki, xarici ticarət dövriyyəsi real milli ehtiyatlar və potensial əsasında formalaşsın.

Müasir şəraitdə yeyinti sənaye məhsullarının ixracının genişləndirilməsi istiqamətində xeyli işlər görülmüşdür. Respublikamızın yeni müasir müəssisələri hesabına ixrac potensialı artmışdır.

Belə müəssisələrdən olan 1995-ci ildə əsas qoyulmuş “Ləzzət Qida Sənaye” MMC-də yeni keyfiyyətli məhsullar istehsalı həyata keçirilir.

Burada istehsal olunan məhsullar hesabına Şirkət xarici bazarlarda etibarlı partnyorlar qazanmaqla öz fəaliyyətini genişləndirməkdədir. Şirkət əsasən fəaliyyətini iki əsas istiqamətdə həyata keçirir:

- gündəlik tələbat mallarının topdan satışı;
- qida məhsullarının istehsalı sahəsində.

Qeyd etmək lazımdır ki, ölkədə istehsal olunan məhsullarının ixrac coğrafiyasının genişlənməsi və ixrac həcmının artması ilk növbədə ölkənin ixrac potensialından, sonra isə dünya bazarının tendensiyalarından asılı olaraq müəyyən edilir. Bu baxımdan dünyada son illər ərzaq qıtlığı problemi, qlobal maliyyə böhranı şəraitində kəskin şəkildə özünü büruzə verir. Belə şəraitdə ərzaq təhlükəsizliyinin müxtəlif aspektləri uzunmüddətli perspektiv nəzərə alınmaqla balanslaşdırılmış qərarlar tələb edir. Ona görə də yeyinti sənayesində istehsalın strukturunu yenidən nəzərdən keçirməklə, daxili istehlak bazarına və ixraca yönəlmiş innovativ məhsulların istehsalına xüsusi diqqət yetirmək zəruriliyini əhəmiyyətli şəkildə göstərir. Bu problemin iqtisadi təhlükəsizliklə bağlı tərəfləri də diqqətçəkən məqamlardandır. Ənənəvi qida məhsulları müasir insanın orqanizmini lazımi miqdarda vitaminlər, mikroelementlər və digər qida maddələri ilə təmin edə bilmir, onların fizioloji ehtiyacları müasir həyatın spesifik şərtləri, o cümlədən texnogen cəmiyyət üçün xarakterik olan vəziyyətlər və digər xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla formalaşır. Bundan əlavə, ərzaq məhsullarının istehsalı üçün istifadə olunan kənd təsərrüfatı xammalı (taxıl, tərəvəz, meyvə, ət və s.) da qida dəyərini itirir. Problemin bu aspektinin başqa bir xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, əksər inkişaf etmiş ölkələr üçün əhalinin qocalması və nəticədə ənənəvi qida rasionunun dəyişdirilməsi zərurəti yaranır. Bu və bir sıra digər vəzifələr yalnız sağlam əhalinin bütün qrupları tərəfindən normal istehlakın bir hissəsi kimi sistemli və müntəzəm istifadə üçün nəzərdə tutulmuş funksional qida məhsullarının köməyi ilə uğurla həll edilə bilər. Bu, öz növbəsində, istehlakçı tələbatının davamlı artımını təmin edir.

Azərbaycan Məsəlində Qida İxracının Artırılması

Azərbaycan, kənd təsərrüfatı və qida məhsullarının istehsalı sahəsində zəngin təbii resurslara sahibdir. Lakin, bu sahənin ixrac potensialının artırılması üçün bir sıra irəliləyişlərə ehtiyac vardır.

• **Ənənəvi və Yeni Məhsulların İxracı:** Azərbaycan, xüsusilə meyvə-tərəvəz, taxıl və heyvandarlıq məhsulları üzrə zəngin təcrübəyə malikdir. Bu məhsulların daha geniş bazarlara ixracı üçün məhsulun keyfiyyətinin artırılması və qida təhlükəsizliyi məsələlərinə ciddi yanaşılması vacibdir.

• **Logistika və Nəqliyyat İnfrastrukturunu:** Azərbaycanın strateji coğrafi mövqeyi, Asiya ilə Avropa arasında bir körpü rolunu oynamağa imkan verir. Bu baxımdan, nəqliyyat infrastrukturunun gücləndirilməsi, qida məhsullarının ixracını asanlaşdıracaq və dövriyyəni artıracaq.

Qida İxracının Yüksəldilməsinin Üstünlükləri və Riskləri

№ 4/2025

səh.129-132

Üstünlüklər:

- İxracın artırılması ölkə iqtisadiyyatına valyuta axını təmin edir.
- Yeni iş yerlərinin yaradılması və işsizlik səviyyəsinin azalması.
- Kənd təsərrüfatı sahəsində texnoloji inkişafın stimullaşdırılması.

Risqlər:

- Qlobal bazarda tələbin dəyişməsi və qeyri-müəyyənlik.
- Bazarların doyması və artıq istehsal nəticəsində qiymətlərin düşməsi.
- Qida təhlükəsizliyi və ekoloji risklər.

Nəticə

Müasir şəraitdə qida sənaye məhsullarının ixracının artırılması, ölkələrin iqtisadi inkişafı üçün əsas strateji məqsəd olmalıdır. İxracın yüksəldilməsi, həm daxili istehsalın artırılmasına, həm də beynəlxalq bazarda ölkənin rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına gətirib çıxarır. Bu məqsədə nail olmaq üçün texnoloji yeniliklər, yeni bazarların axtarılması və dövlətin dəstəyi ilə həyata keçirilən strateji planlar vacibdir. Azərbaycanın kənd təsərrüfatı və qida sənayesi sahəsində əldə ediləcəyi uğurlar, yalnız daxili bazarın inkişafını deyil, həm də beynəlxalq bazarda mövqeyini gücləndirməyə kömək edəcək. Bu məqalə, qida sənaye məhsullarının ixracının artırılması ilə bağlı mövcud təcrübələri və müasir trendləri əks etdirir. Belə bir yanaşma, yalnız iqtisadiyyatın inkişafına deyil, həm də global qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə də böyük təsir göstərə bilər.

1. İxracın diversifikasiyası: Yalnız ənənəvi məhsullarla məhdudlaşmamaq, yeni və innovativ qida məhsulları ilə bazara daxil olmaq müasir tələbləri qarşılamağa imkan verir.

2. Keyfiyyətin artırılması və beynəlxalq standartlara uyğunluq: İxrac olunan məhsulların keyfiyyəti, daha yüksək qiymətlərlə bazarda mövqelərini qorumağa kömək edəcək və yeni bazarların açılmasına səbəb olacaq.

3. Texnoloji yeniliklər və rəqəmsallaşma: İstehsal proseslərinin modernləşdirilməsi, rəqəmsal platformaların istifadəsi, həmçinin logistik və tədarük zəncirlərinin optimallaşdırılması ixracın səmərəliliyini artırır.

4. Beynəlxalq əlaqələrin genişləndirilməsi: Xarici ticarət əlaqələrinin möhkəmləndirilməsi, müvafiq qanunvericilik və ticarət razılaşmalarının əldə edilməsi, yeni bazarlara daxil olmağa imkan yaradır.

5. İxracın təşviqi və dəstəklənməsi: Dövlətin və özəl sektorun ixracı təşviq edən siyasət və proqramları, xüsusən qida sənayesi sektorunda yeni ixracçıların yetişməsinə kömək edəcək.

ƏDƏBİYYAT

1. Aliyev, A. (2020). Qida Sənayesinin İnkişafı və İxracı. Bakı: Elm və Təhsil Nəşriyyatı.
2. Məmmədov, R. (2019). Azərbaycanın İxrac Potensialı və Qida Sənayesi. Bakı: Azərbaycan Dövlət Nəşriyyatı.
3. Quliyev, E. (2021). Qlobal Ticarət və Qida İxracının Strateji Təsirləri. Bakı: Qlobal Ticarət Akademiyası.
4. Dünya Ticarət Təşkilatı (WTO). (2022). Qida İxracının Artırılması üzrə Beynəlxalq Praktikalər. Geneva: WTO.
5. UN FAO. (2023). Food Export and Sustainable Agriculture. Rome: FAO Publications.

УДК 681.32

**НАПРАВЛЕНИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭКСПОРТА ПРОДУКТОВ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Мехрибан Ровшан Хусейнова, Арзу Таризель Аскеров
Азербайджанский Государственный Нефтегазовый Университет
Азербайджанский Технологический Университет
huseynova.mehriban.89@gmail.com, a.asgarov@atu.edu.az

***Резюме.** В современных условиях повышение экспорта продуктов пищевой промышленности занимает важное место в экономике как развивающихся, так и развитых стран. Развитие этого процесса способствует не только экономическим выгодам, но и обеспечению продовольственной безопасности, расширению рынка труда и усилению конкурентоспособности на мировом рынке. Ниже представлена статья, посвященная этой теме.*

***Ключевые слова:** Развитые страны, Торговля и экономика, Международные рынки, Экономическое развитие, Экспорт пищевой промышленности, Экономические выгоды.*

UDC 681.32

**DIRECTIONS FOR INCREASING THE EXPORT OF FOOD INDUSTRY PRODUCTS
IN MODERN CONDITIONS**

¹Mehriban Rovshan Huseynova, ²Arzu Taryel Askerov
¹Azerbaijan State Oil and Industry University
Azerbaijan Technological University
huseynova.mehriban.89@gmail.com, a.asgarov@atu.edu.az

***Summary.** In modern conditions, the increase in the export of food industry products plays an important role in the economies of both developing and developed countries. The development of this process contributes not only to economic benefits but also to ensuring food security, expanding the labor market, and enhancing competitiveness in the global market. Below is an article dedicated to this topic.*

***Keywords:** Developed countries, Trade and economics, International markets, Economic development, Food industry export, Economic benefits.*

Redaksiyaya daxilolma: 10.10.2025
Çapa qəbul olunma: 20.12.2025



